

๕10. ๗12

๗321๘

๕-๒

ผลของการฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์ต่อการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนชั้น ม. 1
ที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองทางด้านคณิตศาสตร์ต่างกัน

14 ส.ค. 2540

ปริญญานิพนธ์

ของ

วราภรณ์ สุรัตนกร



เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกจิตวิทยาพัฒนาการ

พฤษภาคม 2540

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร

๖๘๕๙

๗/๑/๔

๕7-72

๗3-๘0

ผลของการฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์ต่อการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์
 ของนักเรียนชั้น ม. 1 ที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเอง
 ทางด้านคณิตศาสตร์ต่างกัน

บทคัดย่อ
 ของ
 วราภรณ์ สุรัตน์กร

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
 ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกจิตวิทยาพัฒนาการ
 พฤษภาคม 2540

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ระหว่างเด็กที่ได้รับ และไม่ได้รับการฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์ เปรียบเทียบการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของเด็กที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์แตกต่างกัน และศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์กับการ ฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์ต่อการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้น ม.1. โรงเรียนสุวรรณสุทธารามวิทยา กรุงเทพมหานครจำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 30 คน แยกเป็นนักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ ต่ำ กลาง สูง ระดับละ 10 คน กลุ่มทดลองได้รับการฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์ 4 สัปดาห์ กลุ่มควบคุมไม่ได้รับการฝึก การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรม SPSS for Window โดยใช้ 2-Way ANOVA

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า

1. นักเรียนที่ได้เข้าร่วมฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์มีการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์แตกต่างกันมีการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ไม่แตกต่างกัน
3. ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์และการเข้าร่วมฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์ ต่อการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

The Effect of Mathematical Puzzles Solving Training on Logical Thinking of
M.I Students with Different Mathematic Self-Efficacy

AN ABSTRACT
IN
WARAPORN SURATTANAKORN

Presented in partial fulfillment of the requirements for The Master
of Education degree in Developmental Psychology
at Srinakharinwirot University

MAY 1997

The purposes of this study were to compare the logical thinking between students who had done and who had not done Mathematic Puzzles Solving Training, to compare the logical thinking of students with Different Mathematic Self - Efficacy, and to the study interaction between Mathematic Self - Efficacy and Mathematic Puzzles Solving Training by logical thinking. Sixty M.I studying of Suwonsutaramvittaya, Bangkok were selected and equated into two groups : Experimental and Control. The Each group was divided into three subgroups of ten low , middle and high Mathematic Self - Efficacy. The Experimental groups did Mathematic Puzzles Solving Training for 4 weeks but the Control groups did not. Data was analyzed by SPSS for Window using 2 - Way ANOVA.

The results revealed :

1. Students who had Mathematic Puzzles Solving Training were significantly higher in logical thinking than students who had not at the .01 level.
2. Students who were different in Mathematic Self - Efficacy were not different in logical thinking.
3. There was no interaction between Mathematic Self - Efficacy and Mathematic Puzzles Solving Training by logical thinking.

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
วิชาเอกจิตวิทยาพัฒนาการ ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

.....ประธาน
(รศ.ดร. ดวงเดือน ศาสตราภักดิ์)

.....กรรมการ
(อาจารย์ สมเกียรติ ทิพย์ทัศน์)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธาน
(รศ.ดร. ดวงเดือน ศาสตราภักดิ์)

.....กรรมการ
(อาจารย์ สมเกียรติ ทิพย์ทัศน์)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผศ. ถัดดาวลัย เกษมเนตร)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกจิตวิทยาพัฒนาการ ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ดร. ศิริยุภา พูลสุวรรณ)

วันที่..... เดือน..... พ.ศ. 2540

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร. ดวงเดือน ศาสตรภัทร และอาจารย์ สมเกียรติ ทิพย์ทัศน์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อความถูกต้องและความสมบูรณ์ของเนื้อหาวิชา รวมทั้งกระบวนการวิจัยทุกขั้นตอน ที่สำคัญอย่างยิ่งคือความเอาใจใส่ให้กำลังใจและสนใจติดตามงานโดยตลอดด้วยวิญญานความเป็นครูอย่างแท้จริง ผู้วิจัยรู้สึกทราบบ้าง ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ลัดดาวัลย์ เกษมเนตร ที่กรุณาเป็นกรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม คณาจารย์ภาควิชาจิตวิทยาพัฒนาการทุกท่านที่กรุณาอบรมสั่งสอนจนผู้วิจัยมีความรู้ความสามารถในสาขาจิตวิทยาพัฒนาการ นำมาใช้ในการทำปริญญานิพนธ์จนสำเร็จ

ขอขอบคุณ ร.ค.อ.หญิง ไฉไล ไชยเสวี ที่กรุณาสละเวลาไปเป็นวิทยากรแนะนำวิธีการเล่นปริศนาคณิตศาสตร์ ให้แก่นักเรียน

ขอขอบคุณอาจารย์ พัทธรา จงเจริญ ที่กรุณาสละเวลาชั่วโมงแนะแนวและช่วยควบคุมนักเรียนให้ความร่วมมือในการทำวิจัย

ขอขอบคุณผู้อำนวยการโรงเรียน ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ อาจารย์แนะแนว ตลอดจนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้รับการร่วมมืออย่างดียิ่งทำให้สามารถดำเนินการวิจัยได้ตามวัตถุประสงค์

ท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณบุพการีที่ได้ให้ชีวิตที่ดีแก่ผู้วิจัย ตลอดจนสามี พี่น้อง เพื่อนทุกคนที่มีส่วนสนับสนุนการศึกษาและเป็นกำลังใจสำคัญที่ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จ ลุล่วงได้ด้วยดี

วราภรณ์ สุรัตนกร

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	3
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	3
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	4
นิยามปฏิบัติการ.....	5
5 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	6
ทฤษฎีด้านความรู้คิดของเพียเจท์.....	6
โครงสร้างแห่งพัฒนาการทางสติปัญญา.....	7
ปัจจัยของพัฒนาการทางสติปัญญา.....	7
ขั้นพัฒนาการทางสติปัญญา.....	8
การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์.....	10
การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม.....	11
การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม.....	12
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีของเพียเจท์.....	16
การจัดประสบการณ์หรือการจัดกิจกรรม.....	25
ปัญหาคณิตศาสตร์.....	29
ลักษณะของปัญหาคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ.....	29
องค์ประกอบของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์.....	30
การสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์.....	34
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์.....	36
การรับรู้ความสามารถของตนเอง.....	39
การรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านคณิตศาสตร์.....	42
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องการรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านคณิตศาสตร์.....	42

สมมุติฐานการศึกษาครั้งนี้.....	44
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	45
ประชากร.....	45
10 กลุ่มตัวอย่าง.....	45
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	46
การดำเนินการทดลอง.....	57
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	58
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	59
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	59
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	59
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	62
จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	62
7 สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า.....	62
ประชากร.....	62
10 กลุ่มตัวอย่าง.....	62
12 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	63
การดำเนินการทดลอง.....	63
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	64
ผล การวิเคราะห์ข้อมูล.....	64
อภิปรายผลการวิจัย.....	64
ข้อเสนอแนะทั่วไป.....	66
ข้อเสนอแนะในการวิจัย.....	66
บรรณานุกรม.....	67

บทที่	หน้า
ภาคผนวก.....	73
ภาคผนวก 1 สรุปผลการฝึกแก้คณิตศาสตร์.....	74
ภาคผนวก 2 แบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองทางด้านคณิตศาสตร์..	79
ภาคผนวก 3 แบบทดสอบการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์.....	84
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	91

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	ค่าความจริงของการร่วมกลุ่มตามระบบปฏิบัติการ 4 กลุ่ม.....	16
2	แจกแจงกลุ่มตัวอย่างตามการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ สูง กลาง ต่ำ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	45
3	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความแตกต่างของการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ในแต่ละคู่ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามระดับการรับรู้ความสามารถ ของตนเองด้านคณิตศาสตร์.....	60
4	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างของการคิดหาเหตุผล เชิงตรรกศาสตร์ในแต่ละคู่ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามระดับการรับ รู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ ต่ำ กลาง สูง.....	61

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลังของปัญหา

ในปัจจุบันเป็นที่ประจักษ์ชัดว่าประเทศที่มีความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้งหลายมีฐานะเป็นผู้นำแห่งโลก มีฐานะเศรษฐกิจที่ดี ประชาชนมีความเป็นอยู่ดี และมีความสามารถที่จะช่วยเหลือประเทศอื่นได้ ประเทศที่มีความเจริญต่ำจะถูกเรียกว่า ประเทศด้อยพัฒนา หรือถ้าหลังประเทศเหล่านี้ต้องพึ่งพาอาศัยประเทศอื่น พิจารณาแล้วจะเห็นว่า ประเทศด้อยพัฒนาทั้งหลายส่วนใหญ่ขาดความเจริญก้าวหน้าทางวิชาการ

ความเจริญก้าวหน้าทางวิชาการ การค้นพบสิ่งใหม่ๆทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ ที่อำนวยความสะดวกสบายให้แก่มนุษย์ทุกวันนี้เกิดจากการปรับปรุงแก้ไขปัญหาต่างๆจากธรรมชาติ ซึ่งสิ่งดังกล่าวเป็นเครื่องแสดงให้เห็นว่ามนุษย์สามารถ ปรับปรุง แก้ไข เปลี่ยนแปลง คัดแปลง และสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อม เพื่อให้การดำรงชีวิตสะดวกสบาย และสิ่งที่ทำให้มนุษย์ มีความสามารถปฏิบัติการดังได้เป็นผลสำเร็จสืบเนื่องมาจาก การใช้ความคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ซึ่งวูดรuff (Woodruff, 1964 : 90) เสนอข้อคิดเห็นว่า ความคิดหาเหตุผลต้องอาศัยหลักเกณฑ์มีเหตุผลสามารถเปรียบเทียบอ้างอิงสิ่งต่างๆที่เป็นนามธรรมมาสู่ความคิดที่เป็นรูปธรรมได้กระจำขัณฑ์นั้น ต้องอาศัยความรู้พื้นฐานและประสบการณ์ ดังนั้นการศึกษาในปัจจุบันมักมุ่งเน้นให้เด็กเป็นผู้มีเหตุผล

สำหรับประเทศไทยกระทรวงศึกษาธิการกำหนดหลักสูตรให้เด็กได้เริ่มเรียนตรรกศาสตร์เบื้องต้นซึ่งบรรจุอยู่ในวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และระดับชั้น ปวช.ปีที่ 1 ปัญหาที่พบคือ เด็กไม่สามารถเข้าใจเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ตามพัฒนาการของเพียเจท์ พิชัย สุรคม (2528) พบว่าเด็กในระดับ ปวช.ปีที่ 1 ร้อยละ 67.9 อยู่ในขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม ร้อยละ 30.9 อยู่ในขั้นต่อเนื่อง และร้อยละ 1.2 อยู่ในขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม การที่เด็กไทยระดับ ปวช. ปีที่ 1 มีอายุระหว่าง 16 - 17 ปี ส่วนใหญ่ไม่สามารถมีพัฒนาการทางสติปัญญาขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรมทั้งๆที่ ตามทฤษฎีด้านความรู้คิดของเพียเจท์ เด็กจะเริ่มเข้าสู่พัฒนาการขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรมเมื่ออายุ 11 - 15 ปี และจะสมบูรณ์เมื่ออายุ 15 ปี แสดงว่าเด็กไทยมีพัฒนาการทางสติปัญญาล่าช้า ครูผู้สอนควรปรับปรุงการเรียนการสอนให้เด็กมีพัฒนาการทางสติปัญญาสูงขึ้น คือ สอนให้เด็กได้พัฒนาความคิด พัฒนาทักษะ และประสบการณ์ ไม่เน้นการหาคำตอบที่ถูกต้องเพียงอย่างเดียว

การสอนด้วยวิธีลอกเลียนแบบ และวิธีสอนให้เด็กต้องจำ ครูควรใช้เฉพาะที่จำเป็นเท่านั้นเพราะวิธีการสอนเหล่านั้นจะไม่ช่วยให้พัฒนาการทางสติปัญญาเพิ่มขึ้น

สติปัญญาจะพัฒนาได้ต้องอาศัยปัจจัยคือ วุฒิภาวะ ประสบการณ์ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม และการดำเนินเข้าสู่ภาวะสมดุลมีการปรับเข้าโครงสร้างและปรับขยายโครงสร้าง ดังนั้นการเรียนรู้ที่จะพัฒนาสติปัญญา ควรเป็นการเรียนรู้ที่จัดให้เด็กได้เรียนจากประสบการณ์จริง ความวุฒิภาวะ โดยเรียนในห้องเรียน หรือเรียนจากประสบการณ์ทางอ้อม ด้วยการเล่น ให้เด็กมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งเร้าเกิดความไม่สมดุล ทำให้เด็กมีการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ด้วยกระบวนการปรับเข้าโครงสร้าง หรือปรับขยายโครงสร้าง เพื่อให้สภาพสมดุลกลับคืน มาเป็นผลให้สติปัญญาพัฒนา ก่อให้เกิดพัฒนาการจากขั้นหนึ่งไปอีกขั้นหนึ่ง ดังการศึกษาของวอร์นา แจมกิงวาล (2534) ที่ให้เด็กอายุ 5-6 ปี ซึ่งอยู่ในขั้นคิดก่อนปฏิบัติการได้เล่นเกมการศึกษาปกติ และเล่นเกมการศึกษาที่เสริมด้วยมิติสัมพันธ์ พบว่าเด็กที่เล่นเกมการศึกษาที่เสริมด้วยมิติสัมพันธ์มีความคิดรวบยอดในด้านการอนุรักษ์ซึ่งอยู่ในขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรมสูงกว่าเด็กที่ได้เล่นเกมการศึกษาปกติ ผลการวิจัยของวอร์นาทำให้ผู้วิจัยเกิดแนวคิดว่า การที่จะเตรียมเด็กในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อยู่ในขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรมให้มี พัฒนาการเข้าอยู่ในขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรมเกี่ยวกับการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์เร็วขึ้น จำเป็นที่จะต้องจัดให้เด็กได้รับประสบการณ์ในการใช้ความคิดหาเหตุผลเพิ่มขึ้น ดังที่เจฟฟรีย์ส (Jeffryis. 1969 : 113 - 117) กล่าวว่าควรจัดให้เด็กมัธยมศึกษาตอนต้น ได้เรียนรู้การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์สรุปความสัมพันธ์โดยให้เกมช่วยในการเรียนรู้

กิจกรรมที่จะส่งผลให้เด็กมีพัฒนาการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์เพิ่มขึ้นต้องเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เด็กได้ใช้ความคิดทางตรรกศาสตร์เพื่อให้เด็กเกิดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความหมายในเชิงตรรกศาสตร์ของคำต่างๆคือ. ทุกๆคน บางคน และ หรือ ไม่ ถ้า.....แล้ว ก็ต่อเมื่อ อย่างแท้จริง ในขณะที่เดียวกันเด็กควรได้รับ ความสนุกสนานในการทำกิจกรรม และ กิจกรรมนั้นควรจะมีใหม่สำหรับเด็กเพื่อกระตุ้นให้เด็กเกิดความสนใจ

ปริศนาทายตัวเลขเป็นปริศนาคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์เข้าช่วยในการแก้ปัญหา เด็กได้รับอิสระในการตั้งปัญหานั้นจะเป็นกิจกรรมหนึ่งที่ส่งผลให้เด็กมีพัฒนาการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์เพิ่มขึ้น ผู้วิจัยจึงคิดฝึกเด็กแก้ปริศนาคณิตศาสตร์ อันได้แก่ปริศนาทายตัวเลข เพื่อพัฒนาการหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

โดยธรรมชาติแล้วบุคคลมีความแตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งความแตกต่าง ทางด้านสติปัญญามีผลต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ของบุคคลการจัดการศึกษาในแต่ละวิชาจะพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูง กลาง ต่ำ แตกต่างกัน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะส่งผลต่อการรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านต่างๆ ตามทฤษฎีการรับรู้ความสามารถของตนเองของ

แบนดูรา (Bandura. 1986) กล่าวว่าบุคคลถ้ารับรู้ว่าคุณมีความสามารถด้านใดมากจะให้ความสนใจและมีความพยายามกิจกรรมนั้นมากกว่าปกติ ในขณะที่บุคคลถ้ารับรู้ว่าคุณมีความสามารถด้านใดต่ำหรือไม่มีความสามารถในด้านใดมักจะหลีกเลี่ยงการทำกิจกรรมนั้น

ในวิชาจิตศาสตร์พบว่านักเรียนมีความสามารถในการเรียนรู้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันส่งผลให้นักเรียนมีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านจิตศาสตร์ สูง กลาง ต่ำ ทำให้นักเรียนมีความสนใจ และความพยายามเรียนวิชาจิตศาสตร์แตกต่างกัน นักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านจิตศาสตร์ต่ำ จะไม่สนใจเกิดความเบื่อหน่าย ไม่สนุกและไม่มีความกระตือรือร้นกับการเรียนจิตศาสตร์ ในขณะที่นักเรียน ที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านจิตศาสตร์สูงมีความพยายามและสนใจในการเรียน การที่ผู้วิจัยนำปริศนาจิตศาสตร์ที่อยู่ในรูปเกมทายตัวเลขมาให้นักเรียนฝึกแก้ปริศนานั้น การรับรู้ความสามารถของตนเองทางจิตศาสตร์น่าจะส่งผลถึงพฤติกรรมการแสดงออกขณะทำกิจกรรมทำให้ผู้วิจัยเอาตัวแปรการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านจิตศาสตร์มาศึกษาด้วย

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ระหว่างเด็กที่ได้รับ และการฝึกแก้ปริศนาจิตศาสตร์
2. เพื่อเปรียบเทียบการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ระหว่างเด็กที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านจิตศาสตร์แตกต่างกัน
3. เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านจิตศาสตร์กับการฝึกแก้ปริศนาจิตศาสตร์ที่มีต่อการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลของการวิจัยทำให้ทราบว่า การฝึกกิจกรรมปริศนาจิตศาสตร์ มีผลต่อการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของเด็กหรือไม่ ซึ่งจะเป็นแนวทางสำหรับ ครู ผู้ปกครอง บิดามารดา และบุคคลที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับเด็กตอนปลาย หรือวัยรุ่นตอนต้น ได้นำกิจกรรมนี้ไปใช้ฝึกเพื่อส่งเสริมให้เด็กมีการคิดอย่างมีเหตุผล อันเป็นการพัฒนาสติปัญญาให้มีศักยภาพสูงสุด
2. ทำให้ทราบว่าระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านจิตศาสตร์ต่างกันจะมีผลต่อการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์หรือไม่ ทั้งนี้จะเป็นแนวทางให้ครู ได้หาวิธีการส่งเสริมหรือพัฒนาระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านจิตศาสตร์ของเด็กให้สูงขึ้น

3. ทำให้ทราบว่า ระดับการรับรู้ความสามารถของตนเอง ด้านคณิตศาสตร์กับการฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์ ร่วมกันส่งผลต่อการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์หรือไม่ ซึ่งจะเป็นแนวทางให้ครูส่งเสริมจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับการรับรู้ระดับความสามารถของเด็กแต่ละคน ทำให้เด็กเกิดการรับรู้ว่าคุณมีความสามารถทางคณิตศาสตร์นับเป็นการส่งเสริมแรงจูงใจให้เด็กในการเรียนคณิตศาสตร์

★ ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา เป็นนักเรียนอายุระหว่าง 13-14 ปี จำนวน 392 คน กำลังเรียนอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539 โรงเรียนสุวรรณสุทธารามวิทยา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร

กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนระดับอายุ 13-14 ปี กำลังเรียนอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539 โรงเรียนสุวรรณสุทธารามวิทยา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร จำนวน 60 คน ได้จากการสุ่มหลายขั้นตอน

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่

1. ระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์
 - สูง
 - กลาง
 - ต่ำ
2. การฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์
 - เข้าร่วมฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์
 - ไม่ได้เข้าร่วมฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์

ตัวแปรตาม ได้แก่ การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

นิยามปฏิบัติการ

1. ระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ หมายถึง การประเมินความมั่นใจของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ให้มาได้อย่างถูกต้อง ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการศึกษาทฤษฎีการรับรู้ความสามารถของตนเองของเบนดูว์ และวิธีการวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง

- ระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ต่ำ หมายถึง นักเรียนที่มีคะแนนประเมินความมั่นใจน้อยกว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25

- ระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์กลาง หมายถึง นักเรียนที่มีคะแนนประเมินความมั่นใจอยู่ระหว่างเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25 - 75

- ระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์สูง หมายถึง นักเรียนที่มีคะแนนประเมินความมั่นใจมากกว่า เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 75

2. การฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์ หมายถึง การจัดให้เด็กได้เข้าร่วมกิจกรรมทายตัวเลขเป็นกิจกรรมให้นักเรียน ได้เข้าร่วมเล่นทายปริศนา ที่ต้องอาศัยการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ เข้าช่วยในการแก้ปัญหา แบ่งผู้เล่นออกเป็นสองฝ่ายคือ ฝ่ายที่ตั้งตัวเลข และฝ่ายทายตัวเลข โดยใช้กระดุมสีขาว สีแดง และสีดำ สื่อความหมายแทนตัวเลขที่ทายถูก และอยู่บนตำแหน่งที่ตั้งไว้ ตัวเลขที่ทายถูกแต่ผิดตำแหน่ง และตัวเลขที่ทายผิดตามลำดับ

3. การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดภายในขึ้นอยู่กับระดับความสามารถของสติปัญญาของแต่ละบุคคลในการที่จะใช้ความคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์สรุปถ้อยคำให้สมเหตุสมผลมากที่สุดวัดได้จาก แบบทดสอบการคิดหาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ ด้วยถ้อยคำของ วิรัช จาบนอม (2520) สร้างขึ้นจากระบบปฏิบัติการ 16 คู่ของเพียเจท์

นิยามศัพท์เฉพาะ

กลุ่มทดลอง หมายถึง นักเรียนอายุระหว่าง 13-14 ปีกำลังเรียนอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2539 โรงเรียนสุวรรณสุทธารามวิทยา จำนวน 30 คน ได้เข้าร่วมฝึกกิจกรรมปริศนาคณิตศาสตร์ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ครั้งละ 50 นาที เป็นเวลา 4 สัปดาห์

กลุ่มควบคุม หมายถึง นักเรียนอายุระหว่าง 13-14 ปีกำลังเรียนอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2539 โรงเรียนสุวรรณสุทธารามวิทยา จำนวน 30 คน ไม่ได้เข้าร่วมฝึกกิจกรรมปริศนาคณิตศาสตร์

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีด้านความรู้คิดของเพียเจต์

ทฤษฎีความรู้คิดของเพียเจต์ (The Cognitive Development Theory) เป็นทฤษฎีที่กล่าวถึง พัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์ ตั้งแต่แรกเกิดถึงวัยรุ่น ในการศึกษาพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ว่า มีแนวคิดอย่างไรต้องทำความเข้าใจกับคำต่างๆดังนี้

สคีมา (Schema) เป็นโครงสร้างของสมองซึ่งเป็นผลมาจากอินทรีย์ปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมเปรียบได้เหมือนแผ่นภาพหรือบัตรรายการ ซึ่งในแต่ละบัตรจะบรรจุเรื่องราว สิ่งของ ตลอดจนเหตุการณ์ต่างๆที่บุคคลนั้นประสบ

การจัดระบบ (Organization) เป็นการผสมผสานหรือรวมกระบวนการต่างๆทั้งทางด้านร่างกาย และจิตใจเข้าเป็นระบบติดต่อกันเป็นเรื่องราวอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น เด็กเห็นสิ่งของแล้วใช้มือหยิบของชิ้นนั้นเข้าหาตัว

การปรับตัว (Adaptation) เป็นการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นแนวโน้มที่มีมาแต่กำเนิด การที่บุคคลมีการปรับตัวเนื่องจากมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม (Interaction) บุคคลต้องปรับตัวให้เกิดความสมดุล

กระบวนการปรับเข้าโครงสร้าง (Assimilation) คือกระบวนการทางสติปัญญาในการนำเข้า หรือความเข้าใจเหตุการณ์ต่างๆของโลก โดยการจับคู่กับลักษณะเหตุการณ์ต่างๆ ซึ่งบุคคลนั้นมีอยู่แล้วซึ่งอาจจะกล่าวได้ว่า อินทรีย์พยายามผสมผสาน หรือจัดวางเหตุการณ์ซึ่งเป็นสิ่งเร้าให้เข้ากับโครงสร้างของสมองที่มีอยู่แล้ว

กระบวนการปรับขยายโครงสร้าง (Accommodation) คือกระบวนการทางสติปัญญาซึ่งอินทรีย์พยายามปรับปรุงขยายโครงสร้างที่มีอยู่เดิม ให้เข้ากับสิ่งเร้าใหม่ที่อินทรีย์ไม่เคยพบเห็นมาก่อน

การสร้างความสมดุล (Equilibration) โดยธรรมชาติบุคคล จะต้องอยู่ในสภาพสมดุลเมื่อบุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งเร้าใดเกิดความไม่สมดุลขึ้น บุคคลต้องมีการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมด้วยกระบวนการปรับเข้าโครงสร้างหรือปรับขยายโครงสร้างเพื่อให้สภาพสมดุลกลับคืนมาเป็นผลให้ สคีมามีการพัฒนาก่อให้เกิดพัฒนาการจากขั้นหนึ่งไปอีกขั้นหนึ่ง

โครงสร้างแห่งพัฒนาการทางสติปัญญา

พัฒนาการทางสติปัญญาเกิดจากผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะก่อให้เกิดการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาตามกระบวนการปรับเข้าโครงสร้าง หรือปรับขยายโครงสร้าง เพื่อให้ร่างกายอยู่ในภาวะสมดุลก่อให้เกิดพัฒนาการทางสติปัญญา

ฟลาเวล (ขนิษฐา อังธรรมรัตน์. 2528 : 5 ; อ้างอิงมาจาก Flavell. 1976 : 106) กล่าวถึงกระบวนการปรับเข้าโครงสร้างและปรับขยายโครงสร้างไว้ว่า การเพิ่มพูนสติปัญญาเป็น ขบวนการที่มีการดูดซึมความคิดและความรู้เก่าให้เข้ากับความรู้และประสบการณ์ใหม่ ดังนั้นความฉลาดรอบรู้ของมนุษย์จึงมีการพัฒนาขึ้นเรื่อยๆ ตามอายุ แต่กระบวนการปรับตัวของมนุษย์ยังคงดำเนินไปด้วยกระบวนการเดิม

ปัจจัยของพัฒนาการทางสติปัญญา

เพียเจต์เชื่อว่า สติปัญญาไม่ได้เป็นสิ่งที่ติดตัวมาแต่กำเนิด หรือเป็นสิ่งที่เนื่องมาจากสิ่งแวดล้อมเพียงอย่างเดียวอย่างใดอย่างหนึ่ง แต่ต้องอาศัยปัจจัยทั้งสองด้าน คือ พันธุกรรม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกันได้มีการอธิบายถึงปัจจัยที่มีผลต่อพัฒนาการทางสติปัญญาไว้ดังนี้คือ

1. วุฒิภาวะ (Maturation) เป็นการทำงานของระบบประสาทที่ถูกต้องเหมาะสมกับระดับอายุต่างๆ เป็นสภาพการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคลโดยมียีนส์ที่เป็นตัวกำหนด ทำให้เด็กสามารถทำกิจกรรมต่างๆ ได้เช่น คลาน ยืน วิ่ง วุฒิภาวะมีผลต่อการพัฒนาสติปัญญาทางอ้อม กล่าวคือวุฒิภาวะเป็นเครื่องมือของบุคคลในการที่จะมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม

2. ประสบการณ์ (Experience) เป็นการเรียนรู้สิ่งต่างๆ จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เช่นเด็กพูดได้ต้องเคยได้ยินเสียงพูดมาก่อน เพียเจต์กล่าวถึง ประสบการณ์ว่ามีอยู่ 2 ลักษณะคือ

2.1 ประสบการณ์ทางกายภาพ (Physical Experience) เป็นการเรียนรู้คุณสมบัติของวัตถุด้วยการกระทำต่อวัตถุ เป็นประสบการณ์ของมนุษย์ที่ได้รับการรับรู้ทางประสาทสัมผัส เช่นเด็กยอมรับว่ารูปสี่เหลี่ยมเกิดจากเส้นตรงที่วางขนานกัน 2 คู่ มาประกอบกันเข้า

2.2 ประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ (Logical Mathematic Experience) เป็นการเรียนรู้คุณสมบัติของวัตถุ โดยการได้ตรรกะจากการกระทำต่อวัตถุ เป็นประสบการณ์ที่ได้รับโดยผ่านการปฏิบัติจริงเช่นเด็กจะยอมรับว่าส่วนโค้งที่รองรับคอร์ดของวงกลมเดียวกันจะยาวกว่าคอร์ดก็ต่อเมื่อ เข้าได้ทำการยืดส่วนโค้งให้เป็นเส้นตรงและวางขนานกับคอร์ด จึงจะเห็นว่ามันยาวกว่า หรือจากการทดสอบเด็กเรื่องการอนุรักษ์จำนวน ผู้ทดสอบวางลูกปัด 2 แถว แถวละ 10 เม็ด

แถวหนึ่งวางเป็นวงกลม อีกแถวหนึ่งวางเป็นเส้นตรง ผู้ทดสอบจะนับจำนวนลูกปัดทั้ง 2 แถว ให้เด็กดู แล้วถามว่ามีจำนวนเท่ากันหรือไม่ จากประสบการณ์ทางกายภาพ เด็กจะเห็นลูกปัดเป็นวงกลม และเป็นแถว ทำให้คิดว่า ลูกปัดไม่เท่ากันต้องใช้ประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยการได้ตรงจากการนับจึงจะตอบได้ว่าลูกปัดมีจำนวนเท่ากัน

3. ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Interaction) เป็นการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อม เช่น จากวัฒนธรรม คำสอน การอบรมเลี้ยงดู ทำให้เด็กมีการปรับตัวให้เข้ากับสังคมอย่างไรก็ตาม การมีปฏิสัมพันธ์กับสังคมเป็นเพียงปัจจัยหนึ่งซึ่งอาจจะทำให้เกิดพัฒนาการทางด้านสติปัญญาแต่ไม่ได้เป็นตัวกำหนด เพราะเด็กมีพัฒนาการทางด้านสติปัญญาตามลำดับขั้นอยู่แล้ว

4. การดำเนินการเข้าสู่ภาวะสมดุล (Equilibration) เป็นปัจจัยที่สำคัญเพราะเป็นการผสมผสานผลที่ได้จากปัจจัยทั้ง 3 ประการที่กล่าวมาแล้วมาใช้ให้เป็นประโยชน์ การดำเนินการเข้าสู่ภาวะสมดุลเป็นกระบวนการภายในร่างกายในการจัดระบบความคิดให้มีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาเนื่องจากมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม การได้พบสิ่งใหม่ๆ เด็กต้องมีการปรับเข้าโครงสร้างควบคุมกันไป ส่งผลให้เกิดสภาพสมดุล เด็กจะมีความมั่นใจและสามารถคิดแก้ปัญหาต่างๆ ได้

ขั้นพัฒนาการทางสติปัญญา

เพียเจต์ ได้แบ่งพัฒนาการสติปัญญาออกเป็น 4 ขั้น คือ

1. ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (The Sensory - Motor Period) ตั้งแต่แรกเกิดจนถึง 2 ปี ซึ่งอยู่ในวัยทารกในช่วงแรกเกิดนี้พฤติกรรมจะอยู่ในรูปของการเคลื่อนไหวและเกิดปฏิกิริยาสะท้อน (Reflex) พฤติกรรมที่เด็กแสดงออก เช่น การดูด การกำมือ การร้องไห้ จากนั้นทารกจะสร้างปฏิกิริยาสะท้อน ซึ่งมีส่วนประกอบที่ซับซ้อนมากขึ้นกว่าเดิม เช่น ในเรื่องการกระทำ ทารกจะรวมเอาชนิดต่างๆ ของสิ่งเร้าเข้าด้วยกัน พฤติกรรมที่แสดงออกมีการตั้งใจ (Intention) โครงสร้างทางสติปัญญา (Schema) จะเกิดขึ้นและพัฒนาเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และสามารถนำโครงสร้างที่มีอยู่มาสัมพันธ์กันได้ซึ่งสังเกตได้จากพฤติกรรมที่ทารกแสดงออกด้วยการอ้าปากเมื่อเห็นขวดนมอีกสิ่งหนึ่งที่พัฒนาในขั้นนี้คือการพัฒนาการในเรื่องการคงที่ของวัตถุ ซึ่งสำหรับผู้ใหญ่การมองเห็นวัตถุจะไม่เปลี่ยนแปลง สำหรับทารกเพียเจต์ กล่าวว่า จะต้องสร้างสังกัดของการคงที่ของวัตถุในระยะต้นๆ ทารกจะเข้าใจและพบความจริงเกี่ยวกับการย้ายที่อยู่ของวัตถุ (Displacement) รวมทั้งพบว่าวัตถุไม่ได้หายไปดังที่เข้าใจซึ่งเป็นการค้นพบความถาวรของวัตถุ (Permanent Object)

2. ขั้นคิดก่อนปฏิบัติการ (The Period of Preoperational Thought) อายุระหว่าง 2 - 7 ปี ขั้นนี้พฤติกรรมเนื่องมาจากความคิดมากกว่าการกระทำตามปฏิกิริยาสะท้อนแบบขั้นแรกแต่ยังขึ้นอยู่กับรับรู้ (Perception) และยังไม่สามารถคิดให้เหตุผลแบบตรรกศาสตร์ (Logical Thinking) เพราะมีอุปสรรคมายับยั้งพัฒนาการทางสติปัญญา 4 ประการคือ

2.1 การยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง (Ego - Centric) เด็กจะมีความเชื่อว่าทุกคนมีความคิดเหมือนตนความคิดของตนถูกต้องเสมอซึ่งลักษณะการคิดนี้เป็นตัวขัดขวางกระบวนการปรับขยายโครงสร้าง (Accommodation) การทำงานของสมองมีแนวโน้มจะใช้กระบวนการปรับเข้าโครงสร้าง (Assimilation) พัฒนาการจึงจะชักช้าคร่าว

2.2 ความไม่สามารถจำกระบวนการเปลี่ยนแปลงรูป (Transformation) จำได้แค่จุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายเท่านั้น

2.3 การรวมเข้าสู่ศูนย์กลาง (Centration) มีการกำหนดรู้เพียงด้านเดียวมากกว่าการใช้สมองคิด

2.4 ความไม่สามารถคิดย้อนกลับ (Irreversibility) คือไม่สามารถให้เหตุผลย้อนกลับตามแนวเดิมได้

ซึ่งในพัฒนาการขั้นที่ 2 นี้ เด็กจะเกิดความสามารถใหม่ทางสติปัญญาคือพัฒนาการทางภาษาและพัฒนาการทางสังคม

- พัฒนาการทางภาษา เด็กวัยนี้กำลังพูดได้สามารถใช้คำที่เป็นสัญลักษณ์แทนวัตถุได้จนอายุประมาณ 4 ปี จะสามารถพูดเป็นประโยคและสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน

- พัฒนาการทางสังคม เนื่องจากเกิดพัฒนาการทางภาษาทำให้ มีการติดต่อสื่อสารโดยการพูดคุยแลกเปลี่ยนความเห็นของกันและกัน มีการเล่นร่วมกัน มีการเข้าสังคม ทำให้เกิดพฤติกรรมต่างๆ เพิ่มขึ้น

3. ขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม (Period of Concrete Operation) อายุระหว่าง 7 - 11 ปี ขั้นนี้เด็กเกิดความคิดโดยใช้ปฏิบัติการทางสติปัญญา (Operation) เริ่มมีความสามารถให้เหตุผลแบบตรรกศาสตร์ แต่ความสามารถมีขอบเขตจำกัดว่าปัญหาจะต้องอยู่เฉพาะหน้า มองเห็นได้ หรือจับต้องได้และในแก้ปัญหาเด็กจะจำได้เป็นช่วงๆ ไม่ประสานกันอย่างมีระเบียบขั้นนี้มีการพัฒนาการทางสติปัญญาเพิ่มขึ้น อุปสรรคในขั้นที่ 2 จะค่อยเลือนหายไปจนมีความสามารถในการแก้ปัญหาการอนุรักษ์ได้ปฏิบัติการทางสติปัญญาที่สำคัญคือ

3.1 การรวมเข้าด้วยกัน (Closure) คือความสามารถของสมองในการจัดประเภทต่างๆ รวมเข้าด้วยกันเป็นองค์ประกอบใหม่ เช่น การรวมลูกปัดสีน้ำตาลกับลูกปัดสีขาว จะได้จำนวนลูกปัดใหม่

3.2 การเชื่อมความสัมพันธ์ (Associativity) คือความสามารถของสมองในการนำเอาวิธีต่างๆ ในการรวมเข้าด้วยกันเป็นองค์ประกอบใหม่ แต่ผลที่ได้เป็นอย่างเดียวกัน เช่นการเอาไม้ยาว 6 นิ้ว 2 อัน และ 24 นิ้ว 2 อันมาวางต่อกันเพื่อให้ได้ 60 นิ้ว ซึ่งการวางเรียงไม้สั้นก่อนหรือเรียงไม้ยาวก่อนหรือวางเรียงสลับกัน

3.3 การทวนกลับ (Reversibility) เป็นการคิดย้อนกลับไปสู่จุดเริ่มต้นและกลับมาสู่จุดสุดท้ายได้

3.4 ความเป็นเอกลักษณ์ (Identity) เป็นการรวมส่วนประกอบอันใดอันหนึ่งเข้ากับส่วนประกอบที่อยู่ตรงกันข้ามเกิดผลลัพธ์เป็นศูนย์ เช่นมีน้ำ 1 ถังตัดออกไป 1 ถัง จะไม่มีน้ำเหลืออยู่เลย

เมื่อมีการพัฒนาโครงสร้างของสมองก็ขยายเพิ่มขึ้น เช่น โครงสร้างเกี่ยวกับการหาความสัมพันธ์ (Relation) การจัดลำดับ (Seriation) และการจำแนกประเภท (Classification) พัฒนาการของขั้นนี้จะนำไปสู่ปฏิบัติการทางตรรกศาสตร์ได้อย่างสมบูรณ์ต่อไป

4. ขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม (The Period of Formal Operation) อายุประมาณ 11 - 15 ปี ในขั้นนี้เป็นการพัฒนาการทางสติปัญญาขั้นสุดยอด โครงสร้างของสมองจะพัฒนาการสูงสุดเมื่ออายุ 15 ปี เด็กสามารถแก้ไขปัญหาทั้งรูปธรรมและนามธรรมได้ มีความสามารถทางตรรกศาสตร์ได้อย่างสมบูรณ์และมีโครงสร้างของสมองที่ เกิดขึ้นใหม่ เช่น โครงสร้างเกี่ยวกับเรื่องของสัดส่วน (Proportion) โครงสร้างของความน่าจะเป็น (Probability) ในขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรมเด็กจะมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์และสร้างสมมติฐานในการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ศักยภาพของเด็กในด้านความคิดจะพัฒนาอย่างมีคุณภาพที่สุด

การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์เป็นกระบวนการทางความคิดซึ่งเพียเจต์เชื่อว่าสติปัญญาเกิดจากการที่บุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมเพื่อให้เกิดความเข้าใจและสามารถปฏิบัติการแก้ปัญหาได้

การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์เริ่มเกิดขึ้นในพัฒนาการทางสมองขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรมและมีศักยภาพสูงสุดในขั้นพัฒนาการขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม

การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม

เป็นผลของการปฏิบัติการเรียกว่าการจัดกลุ่ม (Grouping) ซึ่งเกิดจากระบบการปฏิบัติการที่เกิดจากคุณสมบัติ 4 ประการของเด็กในขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม

1. การรวมกัน ตัวปฏิบัติการสองตัวใดๆ สามารถรวมกันเป็นตัวปฏิบัติการที่ 3 เช่น
ผู้หญิงทั้งหมด + ผู้ชายทั้งหมด = คนทั้งหมด
2. การทวนกลับ สำหรับการปฏิบัติการบางตัวที่มีตัวปฏิบัติการที่ตรงข้ามซึ่งสามารถลบออกได้ เช่น ผู้ชายทั้งหมด และผู้หญิงหมด เท่ากับคนทั้งหมด แต่คนทั้งหมด ยกเว้นผู้หญิง เท่ากับผู้ชายทั้งหมด
3. การเชื่อมความสัมพันธ์ เมื่อตัวปฏิบัติการ 3 ตัวรวมกันเข้า 2 ตัวใดจะรวมก่อนก็ได้ เพราะมีความสมมูลกันโดยมีผลลัพธ์เหมือนกัน เช่น $(2 + 3) + 4 = 2 + (3 + 4)$
4. ความเป็นเอกลักษณ์ นั่นคือไม่มีตัวปฏิบัติการเมื่อตัวปฏิบัติการใดๆ รวมกับตัวปฏิบัติการที่ตรงข้าม เช่น ฉันเดินไปทางเหนือ 100 ไมล์ และเดินกลับลงมาทางใต้ในเส้นทางเดียวกัน 100 ไมล์ ฉันพบตัวเองอยู่ที่จุดเริ่มต้น

การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ในขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรมที่สำคัญมีอยู่ 4 ชนิด คือ

1. การจัดประเภท (Classification) ความสามารถในการจัดประเภท หรือความคิดต่างๆ ออกเป็นหมวดหมู่อย่างมีระบบเป็นรากฐานอันสำคัญของการพัฒนาการทางความคิดความสันทัดในด้านนี้จะช่วยในการเก็บเรื่องราวต่างๆ เข้าไว้ในสมองอย่างมีระบบสะดวกต่อการวิเคราะห์หาเหตุผลและทำความเข้าใจความคิดเกี่ยวกับการจัดประเภทมีหลายแบบมีระดับมีความยากง่ายแตกต่างกัน ดังเช่น การจัดกลุ่มโดยการรับรู้ (Grouping Perceptually) เป็นการจัดกลุ่มอย่างง่ายตั้งเกณฑ์การจัดตามที่สังเกตเห็นซึ่งมักจะเป็นสิ่งที่สะดุดตาที่สุดและเกณฑ์ในการแบ่งมีเพียงอย่างเดียวการจัดกลุ่มโดยอาศัยความคิด (Grouping Mentally) หลังจากเด็กได้แบ่งกลุ่มของวัตถุไปแล้วเด็กอาจคิดต่อไปว่าจะมีเกณฑ์ในการแบ่งเป็นอย่างอื่นอีกหรือไม่ เช่นในตอนแรกแบ่งโดยลักษณะสี ในตอนหลังแบ่งตามขนาด การจัดกลุ่มแบบพหุคูณ (Multiple Classification) เด็กจะพิจารณาว่าของวัตถุมีหลายวิธี เช่นให้เด็กจัดประเภทของแผ่นกระดาษที่มีสีต่างๆ ตัดออกไป เด็กจะสามารถแบ่งกลุ่มได้โดยคิดถึงเกณฑ์ ตามสี รูปร่าง และขนาด

2. การหาความสัมพันธ์ (Relation) เป็นความสามารถในการคิดหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่ไม่เท่ากัน เช่น A ยาวกว่า B หรือ C ไกลกว่า D ซึ่งความสัมพันธ์ได้มาจากการปฏิบัติการภายในที่เรียกว่า “ การจัดอันดับ ” เป็นการจัดอันดับของสิ่งที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงตามลำดับ ตัวอย่างที่เด่นชัดของความสัมพันธ์ในการจัดอันดับ คือความสัมพันธ์ของคนในครอบครัว

3. ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวน (Number) เป็นผลรวมของการปฏิบัติการในการจัดประเภทและการจัดอันดับ เช่น เลข 17 เป็นผลมาจากจัดวัตถุทั้ง 17 ประเภทเข้าด้วยกัน และจัดอันดับที่ 17 อยู่ระหว่าง 16 และ 18 ในอันดับของจำนวนในธรรมชาติ

4. การอนุรักษ์ (Conservation) เป็นการตระหนักได้ว่า เมื่อวัตถุมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ปริมาณของมันจะคงเดิม ทั้งนี้เป็นผลมาจากการคิดย้อนกลับ ความคิดลักษณะนี้ทำให้สมองคิดหาเหตุผลในเรื่องต่างๆ และทำให้ความคิดของเขาไม่ขึ้นอยู่กับการเรียนรู้เพียงอย่างเดียว เมื่อเผชิญปัญหาเขาจะคิดแก้ปัญหาหลายๆทางและในการตอบคำถามจะมีการอธิบายเหตุผลประกอบ

การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม

ขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรมเป็นพัฒนาการขั้นสุดท้ายของพัฒนาการทางสติปัญญา มีความคิดกระจายออก (Decentering) และมีการคิดย้อนกลับอย่างสมบูรณ์ สามารถคิดเกี่ยวกับนามธรรมได้อย่างไม่มีขอบเขตสามารถสรุปจากสมมุติฐานที่ตั้งขึ้นใช้หลักเหตุผลทางตรรกศาสตร์ที่เป็นอิสระจากเนื้อหา ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์แก้ปัญหา เพื่อบอกให้ภาษาทางตรรกศาสตร์เป็นเครื่องแสดงความคิดขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรมโดยใช้ข้อเสนอทางตรรกศาสตร์ (Propositional Logic) เป็นสัญลักษณ์ ของความคิดของบุคคลซึ่งมีพื้นฐานอยู่บนระบบของการรวมกัน (Combinatorial System)

ส่วนใหญ่ข้อมูลที่เพียเจต์ ใช้อธิบายพัฒนาการในขั้นนี้มาจากความสามารถในการทดลองของฮินเฮลเดอร์ และเพียเจต์ (Inhelder and Piaget. 1958) ซึ่งทำการทดลองให้เด็กค้นหาหลักเกณฑ์เบื้องต้นทางฟิสิกส์ด้วยตนเองจากเครื่องมือง่ายๆ เด็กจะใช้ความสามารถในการค้นหาหลักเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องการกระจายองค์ประกอบออกไปในระบบการรวมกัน (Combinations) ที่เป็นไปได้ และจัดลำดับอย่างมีระบบดังนั้นเด็กที่ไม่เคยได้รับการแนะนำมาก่อนเลยสามารถที่จะเรียนกฎวิทยาศาสตร์ได้โดยวิธีนี้ นักการศึกษายอมรับงานของฮินเฮลเดอร์ ว่ามีคุณค่าทำให้เด็กเข้าใจได้ดีว่าการได้รับการสอนแบบเดิมที่让孩子ท่องจำแต่เพียเจต์และฮินเฮลเดอร์ยืนยันว่าความคิดที่จะใช้กฎเหล่านี้จะยังไม่เกิดขึ้นกว่าเด็กจะพัฒนามาถึงขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรมเสียก่อน

เพียเจต์ และฮินเฮลเดอร์ (Piaget and Inhelder. 1958 : 103 - 104) ใช้รูปแบบทางตรรกศาสตร์ (Logical Models) 2 รูปแบบในการอธิบายในการปฏิบัติการในขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรมการคิดหาเหตุผลในการแก้ปัญหาจะอยู่ในรูปแบบทางตรรกศาสตร์ทั้งสองนี้

รูปแบบแรกคือ ระบบการรวมกัน (Combinatorial System) หรือที่เพียเจต์ เรียกว่า ระบบของการปฏิบัติการ 16 คู่ (System of 16 binary Operations)

ส่วนอีกรูปแบบหนึ่งคือ ระบบปฏิบัติการ 4 กลุ่ม (Four Group System) หรือที่เพียเจต์ เรียกว่า “ กลุ่ม INRC ”

ระบบปฏิบัติการ 16 คู่ เป็นระบบการปฏิบัติการที่สำคัญในการเชื่อมประพจน์ (Propositions) 2 ประพจน์ให้เป็นสมมูลฐานและเกิดเป็นผลสรุปที่เป็นไปได้ออกมา ระบบการปฏิบัติการทั้ง 16 คู่ มีรายละเอียดดังนี้คือ

ถ้าให้ p แทน ประพจน์ p เป็นจริง และ $\bar{p}$ แทนประพจน์ p เป็นเท็จ

q แทน ประพจน์ q เป็นจริง และ $\bar{q}$ แทนประพจน์ q เป็นเท็จ

1. ตัวรวมกลุ่ม (Disjunction) การเชื่อมประพจน์เป็นในลักษณะที่ว่า ประพจน์ใด ประพจน์หนึ่งเป็นจริง หรือ เป็นจริงทั้ง 2 ประพจน์ การเชื่อมด้วยตัวปฏิบัติการการเลือกโดยใช้ เหตุผลจะเป็นจริงเขียนสัญลักษณ์ได้ดังนี้

$$p \vee q = (p \cdot q) \vee (\bar{p} \cdot q) \vee (p \cdot \bar{q})$$

ตัวอย่างเช่น นักเรียนที่วาดเขียนเก่งหรือไม่ก็ร้องเพลงเก่ง หรือ เก่งทั้งสองอย่างจะอยู่ ห้องเดียวกับเดชา สุชาคืออยู่ห้องเดียวกับเดชาแต่สุชาวาดเขียนไม่เก่ง ดังนั้นสุชาคือร้องเพลงเก่ง

2. ตัวนิเสธของการรวมกลุ่ม (Negative of Disjunction) แสดงรูปนิเสธของ $(p \vee q)$ กล่าวคือ $(p \vee q)$ ไม่เป็นจริงแล้ว p ไม่เป็นจริง และ q ไม่เป็นจริง เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ได้ ดังนี้

$$(\overline{p \vee q}) = (\bar{p} \cdot \bar{q})$$

จากตัวอย่างในข้อที่ 1. ถ้ามานพไม่ได้ในห้องเดียวกับเดชา ดังนั้น มานพวาดเขียนไม่ เก่งและเล่นกีฬาไม่เก่ง

3. ตัวร่วมกลุ่ม (Conjunction) หมายถึง p เป็นจริง และ q เป็นจริง มีความหมายตรงกับคำว่า (and) ใช้สัญลักษณ์ $p \cdot q$ เช่น นักเรียนที่เรียนเก่งและเล่นกีฬาเก่ง จะได้เป็นคณบดีของ โรงเรียน จัชนาณเป็นคณบดีของโรงเรียน ดังนั้นจัชนาณเรียนเก่ง และเล่นกีฬาเก่ง

4. นิเสธของการร่วมกลุ่ม (Negative of Conjunction) หมายถึง $(\bar{p} \cdot \bar{q})$ ไม่เป็นจริง แสดงว่า p หรือ q เป็นเท็จ หรือเป็นเท็จทั้ง 2 ประพจน์ เขียนสัญลักษณ์แทนได้ดังนี้

$$N(p \cdot q) = (\bar{p} \cdot q) \vee (p \cdot \bar{q}) \vee (\bar{p} \cdot \bar{q})$$

จากตัวอย่างข้อที่ 3 ถ้าธีระไม่ได้เป็นคณบดีของโรงเรียนดังนั้นธีระเรียนไม่เก่ง หรือไม่ก็ เล่นกีฬาไม่เก่ง หรือไม่เก่งทั้งสองอย่าง

5. ตัวเงื่อนไข (Implication) ถ้าประพจน์หนึ่งเป็นจริงทำให้ประพจน์หนึ่งเป็นจริงด้วย ใช้สัญลักษณ์ได้ดังนี้

$$p \supset q = (p \cdot q) \vee (\bar{p} \cdot q) \vee (\bar{p} \cdot \bar{q})$$

ตัวอย่างเช่น ใครก็ตามถ้ากินท็อปปี้แล้วฟันจะผุ ดวงดาวได้กินท็อปปี้ ดังนั้นดวงดาวฟันผุ

6. นิเสธของตัวเงื่อนไข (Negative of Implication) คือการยอมรับว่าเงื่อนไขไม่เป็นจริง ทำให้ p เป็นจริง แต่ q เป็นเท็จ เขียนสัญลักษณ์ได้ดังนี้

$$N(p \supset q) = (p \cdot \bar{q})$$

จากตัวอย่างข้อ 5 ถ้าเกสรไม่ได้กินท็อปปี้ ดังนั้นเกสรฟันไม่ผุ

7. รูปกลับของตัวเงื่อนไข (Converse of Implication) เขียนสัญลักษณ์ได้ดังนี้

$$q \supset p = (p \cdot q) \vee (\bar{p} \cdot q) \vee (\bar{p} \cdot \bar{q})$$

8. นิเสธของรูปกลับของตัวเงื่อนไข (Negative of Converse of Implication) เขียนสัญลักษณ์ได้ดังนี้

$$N(q \supset p) = (\bar{p} \cdot q)$$

9. การเท่ากัน (Equivalence) หมายถึง p เท่ากับ q ได้ก็ต่อเมื่อ p เป็นจริงและ q เป็นจริง หรือ p และ q เป็นเท็จ เขียนสัญลักษณ์ได้ดังนี้

$$(p = q) = (p \cdot q) \vee (\bar{p} \cdot \bar{q})$$

ตัวอย่างเช่น ทุกคนจะเป็นคนดีได้ก็ต่อเมื่อปฏิบัติตามศีล 5 ครบทุกข้อ จงปฏิบัติตามศีล 5 ครบทุกข้อ ดังนั้นจงเป็นคนดี

10. รูปนิเสธของการเท่ากัน (Negative of equivalence) สัญลักษณ์แทนคือ

$$(p \vee\vee q) = (p \cdot \bar{q}) \vee (\bar{p} \cdot q)$$

จากตัวอย่างข้อ 9 มงคลเป็นคนไม่ดี ดังนั้นมงคลไม่ได้ปฏิบัติตามศีล 5

11. รูปความสัมพันธ์โดยอิสระของ p ต่อ q (Independence of p to q) สัญลักษณ์แทนคือ

$$p [q] = (p \cdot q) \vee (\bar{p} \cdot \bar{q})$$

ตัวอย่างเช่น นายแดงเป็นชาวนาและนายดำเป็นชาวนา หรือนายแดงเป็นชาวนาและนายดำไม่เป็นชาวนา ดังนั้นนายแดงเป็นชาวนา

12. นิเสธของความสัมพันธ์อิสระของ p ต่อ q (Negative of Independence of p to q)

$$\overline{p [q]} = (p \cdot q) \vee (\overline{p} \cdot \overline{q})$$

ตัวอย่างเช่น นายแดงไม่เป็นชาวนา และนายดำเป็นชาวสวน หรือนายแดงไม่เป็นชาวนา และนายดำไม่เป็นชาวสวน ดังนั้นนายแดงไม่เป็นชาวนา

13. รูปความสัมพันธ์โดยอิสระ p ต่อ q (Independence of q to p) สัญลักษณ์คือ

$$q [p] = (q \cdot \overline{p}) \vee (\overline{q} \cdot p)$$

14. นิเสธของความสัมพันธ์ โดยอิสระของ p ต่อ q (Negative of Independence of q to p) สัญลักษณ์ คือ

$$\overline{q [p]} = (p \cdot \overline{q}) \vee (\overline{p} \cdot q)$$

15. การยืนยันที่สมบูรณ์หรือการถูกต้องทุกประการ (Tautology) ใช้สัญลักษณ์ ดังนี้

$$(p * q) = (p \cdot q) \vee (p \cdot \overline{q}) \vee (\overline{p} \cdot q) \vee (\overline{p} \cdot \overline{q})$$

ตัวอย่างเช่น หยิบไฟมาจากกองให้เป็นแค้นหนึ่งและเป็นดอกจิก หรือเป็นอย่างใดอย่างหนึ่งหรือไม่ทั้งสองอย่าง

16. รูปนิเสธของความถูกต้องทุกประการ (Negative) คือ 0 ไม่มีอะไรเลยจากตัวอย่างข้อ 15 ถ้าอยู่ในรูปนิเสธ คือไม่ได้หยิบไฟมาจากกองก็จะไม่มีอะไรเลย

กลุ่ม INRC เป็นโครงสร้างของความคิดที่รวม “ อินเวอร์ชัน ” กับ “ การกลับข้างกันเข้าเป็นระบบเดียวกัน ” ซึ่งโครงสร้างกลุ่มมีการแปลงสภาพ 4 แบบได้แก่

I หมายถึง ความเป็นเอกลักษณ์ (Identity)

N หมายถึง การนิเสธ (Negative)

R หมายถึง การปฏิบัติการกลับข้างกัน (Reciprocity)

C หมายถึง ความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน (Correlative)

โดยที่ N เป็นอินเวอร์สของ I และ C เป็นอินเวอร์สของ R และ R เป็นปฏิกริยาได้ตอบ

(Reaction) ของ I กลุ่ม INRC และการปฏิบัติการ 16 คู่ จะใช้ควบคู่กันเสมอ

ตัวอย่างเช่น การรวมกลุ่ม

$$I = p \vee q$$

$$N = \overline{p \cdot q}$$

$$R = \overline{p} \vee \overline{q}$$

$$C = p \cdot q$$

เขียนลงตารางค่าความจริงได้ดังนี้

ตาราง 1 ค่าความจริงของการร่วมกลุ่มตามระบบปฏิบัติการ 4 กลุ่ม

ประพจน์		I	N	R	C
p	q	$p \vee q$	$\overline{p} \cdot \overline{q}$	$\overline{p} \vee \overline{q}$	$p \cdot q$
T	T	T	F	F	T
T	F	T	F	T	F
F	T	T	F	T	F
F	F	F	T	T	F

ถ้า p แทนประพจน์ นักเรียนวาดเขียนเก่ง $\overline{p}$ แทนประพจน์ นักเรียนวาดเขียนไม่เก่ง

q แทนประพจน์ นักเรียนร้องเพลงเก่ง $\overline{q}$ แทนประพจน์ นักเรียนร้องเพลงไม่เก่ง

I จะเป็นจริงเมื่อ นักเรียนร้องเพลงเก่ง หรือวาดเขียนเก่ง หรือเก่งทั้งสองอย่าง

N จะเป็นจริงเมื่อ นักเรียนร้องเพลงไม่เก่ง และวาดเขียนไม่เก่ง

R จะเป็นจริงเมื่อ นักเรียนร้องเพลงไม่เก่ง หรือวาดเขียนไม่เก่ง หรือไม่เก่งทั้งสองอย่าง

C จะเป็นจริงเมื่อ นักเรียนร้องเพลงเก่ง และวาดเขียนเก่ง

งานวิจัยทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีของเพียเจท์

เพียเจท์ และชินเฮลเดอร์ (สุรินทร์ ผลกล้วย, 2524 : 17 : อ้างอิงมาจาก Piaget and Indelber, 1958 : 20 - 45) อ้างถึงตัวปฏิบัติการ 16 ตัว เชื่อมระหว่างประพจน์และผลของการเชื่อมประพจน์ จะเป็นสมมุติฐาน และการคิดหาเหตุผลสรุปที่บังคับออกมาจากสมมุติฐาน วิธีการนี้ เพียเจท์ได้ศึกษาพัฒนาการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์กับเด็กชาวสวิสโดยใช้เครื่องมือทดลองที่ทำให้เห็นปัญหาการจัดแย้งและคุณสมบัติของวัตถุต่างๆในการจมและลอยน้ำโดยให้ชื่อปัญหานี้ว่า “ กฎการลอยของวัตถุ และการขจัดปัญหาการจัดแย้ง ” (The Law of Floating Bodies and The Elimination of Contradiction) เครื่องมือในการทดสอบประกอบด้วย อ่างใส่น้ำ วัตถุต่างๆที่เด็กคุ้นเคยในชีวิตประจำวันทั้งลอยและจมน้ำดำเนินการทดสอบเริ่มต้นด้วยการให้เด็กจัดวัตถุเป็นหมวดหมู่โดยการคาดการณ์ว่า วัตถุใดลอยน้ำและวัตถุใดจมน้ำ เมื่อจำแนกดูแล้ว ผู้ดำเนินการทดสอบจะถามถึงเหตุผล หรือสิ่งที่เด็กใช้หลักเกณฑ์ในการจำแนก หลังจากนั้นให้เด็กทดลองทำแล้วถามเหตุผลในการทดลองอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งผลการทดลองแบ่งได้เป็น 3 ระดับคือ

1. ระดับที่ 1 เด็กที่มีพัฒนาการด้านความคิดในขั้นคิดก่อนปฏิบัติการโดยทำการทดลองกับเด็กอายุ 4 - 7 ปี ผลการทดลองปรากฏว่า เด็กบอกถึงคุณสมบัติของการจมนการลอย ข้อหนึ่งได้โดยเด็กเพียงแต่ให้เหตุผลตามที่พบมาและตอนปลายของเด็กระดับนี้เด็กบางคนสามารถบอกเหตุผลทางด้านน้ำหนักได้ส่วนเหตุผลในด้านขนาดยังขัดแย้งกันอยู่ บางคนบอกว่าขนาดใหญ่ทำให้จมน บางคนบอกว่าขนาดเล็กทำให้จมน แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีคำอธิบายใดของเด็กที่ชี้ให้เห็นว่าเด็กเริ่มเห็นความสัมพันธ์ของคุณสมบัติของขนาดและน้ำหนัก

2. ระดับที่ 2 ระดับพัฒนาการอยู่ในขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม พบว่าเด็กมีพัฒนาการอยู่ในระดับนี้ อยู่ในช่วงระดับอายุประมาณ 7 - 10 ปี โดยแบ่งเป็น ระดับ 2 A เด็กสามารถยืนยันได้ว่าการที่วัตถุจมน้ำเพราะมีน้ำหนักมาก และมีขนาดเล็ก ส่วนระดับ 2 B เด็กสามารถให้เหตุผลถึงความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติของปริมาตรและน้ำหนักโดยให้เหตุผล ถ้าวัตถุทั้งสองมีปริมาตรเท่ากันแล้ว วัตถุที่จมน้ำจะมีน้ำหนักมากกว่าวัตถุที่ลอยน้ำ แต่อย่างไรก็ตามเด็กในระดับนี้ยังไม่สามารถค้นพบกฎเกณฑ์ที่จะให้เหตุผลได้ว่าเพราะเหตุใดวัตถุจึงลอยน้ำ หรือจมน้ำ

3. ระดับที่ 3 ระดับพัฒนาการอยู่ในขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรมพบว่าเด็กมีพัฒนาการอยู่ในระดับนี้ในช่วงระดับอายุ 12 ปี ขึ้นไป โดยแบ่งเป็นระดับ 3 A เด็กเริ่มให้เหตุผลถึงความสัมพันธ์ของวัตถุที่นำมาทดลองกับน้ำ โดยอธิบายว่า การที่วัตถุจมน้ำเพราะมีน้ำหนักมากกว่าน้ำเมื่อมีปริมาตรเท่ากัน ส่วนระดับ 3 B เด็กจะสามารถหาวิธีทดลองหรือวิธีการทดลอง ถึงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับปริมาตรของวัตถุที่นำมาทดลองกับน้ำโดยให้แปรตัวหนึ่งคงที่

ฮินเฮลเดอร์ และเพียเจต์ ให้เหตุผลว่าการที่เด็กสามารถค้นพบ กฎการลอยการจมนของวัตถุได้นั้นเนื่องจากกระบวนการ 2 ขั้นตอน คือ การแยกตัวแปรที่รวมอยู่โดยไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง และการนำความสัมพันธ์ของตัวแปรเหล่านั้นมารวมกัน ด้วยการปฏิบัติการแบบร่วมกลุ่ม และเงื่อนไข (Conjunction and Implication)

ตรรกศาสตร์ของการรวม (Disjunction) หมายความว่า เขาสามารถแก้ปัญหาโดยใช้การรวมหรือองค์ประกอบที่เป็นไปได้ทั้งหมด ศึกษาโดยที่ เพียเจต์และฮินเฮลเดอร์ ใช้ปัญหาการรวมกันของสารเคมีโดยใช้ขวดใส่สารเคมี 5 ชนิด ประกอบด้วย

ขวดที่ 1 ใส่ กรดกำมะถันเจือจาง

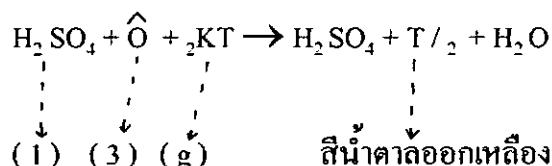
ขวดที่ 2 น้ำ

ขวดที่ 3 น้ำที่มีก๊าซออกซิเจน

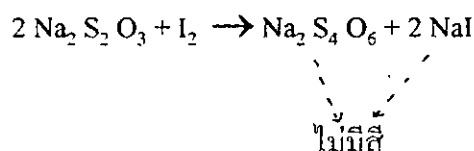
ขวดที่ 4 สารประกอบ ไทโอซัลเฟต

ขวดที่ 5 มีขนาดเล็กกว่า เรียกว่า ขวด g ของเหลวที่บรรจุคือ โปดัสเซียมไฮโอไดร

ซึ่งเมื่อผสมส่วนผสมจากขวดที่ 1 + 2 + 3 + g หรือ 1 + 3 + g (เพราะขวดที่ 2 เป็นน้ำ)
จะได้สารสีเหลืองเพราะสารต่างๆทำปฏิกิริยาเคมีดังนี้



แต่เมื่อเติมของเหลวในขวดที่ 4 แล้ว สีเหลืองหายไปเพราะไอโอดีน (I_2) ไปผสมกับ S_2O_3 ดังนี้



ก่อนการทดลองผู้วิจัยจะสาธิตให้เด็กดูโดยนำหลอดมา 2 หลอด หลอดหนึ่งใส่น้ำจากขวดที่ 2 อีกหลอดหนึ่งใส่น้ำจากขวดที่ 1 และขวดที่ 3 จากนั้นหยดของเหลวในขวด g ลงในหลอดทั้งสองผลปรากฏว่า หลอดแรกไม่มีสีเหมือนเดิม แต่หลอดที่ 2 จะเกิดสีเหลืองเกิดขึ้น จากนั้นผู้ทำการทดลองบอกให้เด็กผสมสารจากขวดที่ 1, 2, 3, 4 และ g ให้เกิดสีเหลือง ซึ่งผลการทดลองแบ่งได้เป็น

ระดับที่ 1 ระดับที่เด็กมีพัฒนาการอยู่ในขั้นคิดก่อนปฏิบัติการเด็กจะทำการทดลองแบบเดาสุ่มไม่สามารถบอกเหตุผลที่ทำได้

ระดับที่ 2 ระดับที่เด็กมีพัฒนาการอยู่ในขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม โดยที่ระดับ 2A เด็กจะพยายามผสมสารในขวด g กับขวดทดลองทั้ง 4 ขวด ส่วนระดับที่ 2B เด็กจะทำการทดลองจนได้สารสีเหลือง แต่เด็กจะจำไม่ได้ว่าเกิดจากสารในขวดไหนผสมกัน ซึ่งการที่จะผสมให้เกิดสีเหลืองได้ผู้วิจัยต้องมีการแนะนำ

ระดับที่ 3 ระดับที่เด็กมีพัฒนาการอยู่ในขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม โดยที่เด็กสามารถทำการทดลองอย่างมีระบบแบบแผน ระดับที่ 3A สามารถบอกได้ว่า ถ้าผสมสารในขวด 1 + 2 + 3 + g หรือ 1 + 3 + g จะได้สารสีเหลือง ส่วนระดับที่ 3B นอกจากจะพบว่าถ้าผสมสารในขวดที่ 1 + 2 + 3 + g จะได้สีเหลืองยังพบว่าเมื่อเด็กผสมสารในขวดที่ 4 รวมด้วยแล้วสารสีเหลืองที่เกิดขึ้นจะหมดไป ในขณะที่สารในขวดที่ 2 คือ น้ำ

การที่เด็กในระดับที่ 3 สามารถใช้ผลสรุปสารในขวดที่ 2 ใช้ตัวปฏิบัติการในรูปของความถูกต้องทุกประการ โดยเขียนเป็นสัญลักษณ์ทางตรรกศาสตร์ได้ดังนี้คือ

$$p * q = (p . q) \vee (p . \bar{q}) \vee (\bar{p} . q) \vee (\bar{p} . \bar{q})$$

เมื่อ p แทนประพจน์ของการเกิดสีเหลือง

$\bar{p}$ แทนประพจน์ของการไม่เกิดสีเหลือง

q แทนประพจน์ของการใช้ของเหลวขวดที่ 2

$\bar{q}$ แทนประพจน์ของการไม่ใช้ของเหลวในขวดที่ 2

โอ เบรียน และชาไปโร (สุรินทร์ ผลกล้วย. 2524 : 20 ; อ้างอิงมาจาก O' Brien and Shapiro. 1968 : 531 - 543) ได้ทำการศึกษาถึงพัฒนาการหาความคิดให้เหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ของนักเรียนเกรด 1 - 3 ที่มีอายุ 6 - 8 ปี ตามลำดับ โดยใช้แบบทดสอบ 2 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วย 3 ชนิดซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบชนิดการให้เหตุผลเชิงประพจน์ การให้เหตุผลเชิงปริมาณ และการให้เหตุผลแบบ Syllogism มีตัวเลือกเป็น 3 แบบคือ ใช่ ไม่ใช่ สรุปแน่นอน ไม่ได้ ผลการศึกษาพบว่า ในการทดสอบโดยใช้เครื่องมือของฮิลความสามารถในการคิดหาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ไม่พบความแตกต่างในระหว่างเพศ ส่วนในระดับอายุนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนการทดสอบของโอเบรียน และชาไปโรพบว่า ความสามารถทางการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ไม่มีความแตกต่างกันทั้งทางเพศ และระดับอายุ

มาร์ติน (ทองหล่อ วงษ์อิน. 2514 : 13 ; อ้างอิงมาจาก Martin. 1964 : 2547 - 2548) ศึกษาสมรรถภาพทางสมองด้านการคิดหาเหตุผล ความเข้าใจในการอ่าน ความคล่องในการคำนวณที่มีผลต่อการแก้ปัญหาโจทย์เลขคณิต ของเด็กเกรด 4 จำนวน 523 คน พบว่าสมรรถภาพด้านเหตุผลมีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ไวย์ไบรท์ (สมเกียรติ ทิพย์ทัศน์. 2522 : 17 ; อ้างอิงมาจาก Weybright. 1972 : 2779 - A) ได้ศึกษาพัฒนาการ และวิธีการคิดเชิงตรรกศาสตร์โดยใช้เครื่องมือของฮินเฮลเดอร์ และเพียเจต์ 2 ชนิดคือ การทดสอบการสมดุลของคาน (Equal Arm Balance Task) และการรวมกันของสารเคมีสีและไม่มีสีของนักเรียนชนบท ของรัฐอินิออยส์สหรัฐอเมริกา 2 ระดับคือ นักเรียนเกรด 6 จำนวน 30 คน ชาย 15 คน หญิง 15 คน อายุเฉลี่ย 11.9 ปี และนักเรียนเกรด 9 อายุเฉลี่ย 14.8 ปี ผลการทดลองปรากฏว่า นักเรียนเกรด 9 มีความคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์สูงกว่านักเรียนเกรด 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนตัวแปรทางเพศไม่แตกต่างกัน ไวย์ไบรท์ให้ข้อสังเกตว่านักเรียนเกรด 6 เพียงประมาณ 20 - 30 เปอร์เซ็นต์เท่านั้นที่มีความสามารถทางการคิดจัดอยู่ในขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม

โอไก (Aoki. 1992 : 251 - 261) ได้ศึกษาการวัดความสมดุลกับการกระทำผลรวมของค้อนน้ำหนัก โดยศึกษาในเด็กชั้น 4 ชั้น 5 ชั้น 6 และระดับมหาวิทยาลัย ซึ่งในด้านผลรวมของค้อนน้ำหนัก ให้นักเรียนค้อนน้ำหนักที่แขวนไว้ 6 อย่าง โดยหนักมาตรฐานหนัก 15 g.

น้ำหนักอันเล็ก 7.5 กรัม และน้ำหนักใหญ่ 25 กรัม ซึ่งกลุ่มตัวอย่างสามารถมองเห็นได้เพราะมีขนาดต่างกันซึ่งลักษณะการแขวนได้แก่

ก. ด้านซ้าย และด้านขวาแขวนด้วยน้ำหนักมาตรฐานข้างละ 2 อัน แต่แตกต่างกันตรงที่ระยะห่างของตุ้มน้ำหนัก

ข. ด้านซ้ายแขวนด้วยน้ำหนักมาตรฐาน 8 อัน ด้านขวาแขวนด้วยน้ำหนักมาตรฐาน 2 อัน

ค. ด้านซ้าย และด้านขวาต่างแขวนด้วยน้ำหนักมาตรฐาน 3 อัน แต่แตกต่างกันที่วิธีการแขวน

ง. แต่ละด้านจะแขวนน้ำหนักมาตรฐานด้านละ 2 อัน แต่ด้านหนึ่งจะเปลี่ยนตุ้ม น้ำหนัก 1 อัน ให้มีลักษณะเปลี่ยนไป

จ. ด้านหนึ่งแขวนด้วยน้ำหนักมาตรฐาน 2 อัน อีกด้านหนึ่งแขวนด้วยน้ำหนักมาตรฐาน 1 อัน และตุ้มน้ำหนักน้อย 2 อัน ทำให้ตุ้มน้ำหนักมีน้ำหนักเท่ากัน แต่ต่างกันตรงจำนวน

ฉ. ทั้งสองด้านแขวนด้วยน้ำหนักมาตรฐาน 2 อัน และน้ำหนักใหญ่กว่ามาตรฐาน 1 อัน แต่ต่างกันตรงตำแหน่ง

แล้วให้เด็กตอบคำถามว่า ด้านไหนจะอยู่ต่ำลงมาหรือเท่ากัน ซึ่งผลการทดลอง ปรากฏว่า เด็กระดับมหาวิทยาลัยตอบถูกมากที่สุด และพบความแตกต่างของเด็กชั้น 5 กับชั้น 6 โดยเด็กระดับชั้น 6 ทำได้คะแนนต่ำลงมา

ส่วนความสมดุลของกานได้ทำการศึกษาในเด็กชั้น 4 ชั้น 6 และระดับมหาวิทยาลัย จากปัญหาคือความสมดุล น้ำหนัก ระยะทาง ความขัดแย้งน้ำหนัก ความขัดแย้งในระยะทาง และความขัดแย้งด้านความสมดุล โดยแต่ละปัญหาจะแบ่งออกเป็นอีก 4 ข้อ โดยแยกออกตามกฎของ Siegler (Aoki, 1992 : 258 ; Siegler, 1976 : 1978) คือ

กฎข้อที่ 1 เด็กใช้น้ำหนักเพียงด้านเดียว

กฎข้อที่ 2 เด็กใช้น้ำหนัก และพิจารณาระยะทางจากจุดกึ่งกลางว่าเท่ากันหรือไม่

กฎข้อที่ 3 ใช้จำนวนน้ำหนัก และระยะทางเป็นองค์ประกอบในการพิจารณา

กฎข้อที่ 4 พิจารณาทั้ง 2 ด้าน แต่พิจารณาแรงกระทำร่วมด้วย โดย

แรงกระทำ = น้ำหนัก X ระยะทางที่ห่างจากจุดกึ่งกลาง

ซึ่งผลการทดลองปรากฏว่าในกฎที่ 1 กลุ่มตัวอย่างมากกว่า 3 ใน 4 ตอบถูกในปัญหาความสมดุล น้ำหนัก ระยะทาง ความขัดแย้งด้านน้ำหนัก และน้อยกว่า 1 ใน 4 ตอบถูกในปัญหาอื่น ในกฎที่ 2 มากกว่า 3 ใน 4 ตอบถูกในปัญหา ความสมดุล น้ำหนัก ระยะทาง และความขัดแย้งด้านน้ำหนัก และน้อยกว่า 1 ใน 3 ตอบถูกในปัญหาอื่น กฎข้อที่ 3 มากกว่า 1 ใน 3

ตอบถูกด้านความสมดุลน้ำหนัก ระยะทาง และ น้อยกว่าครึ่งหนึ่งตอบถูกในปัญหาอื่น ส่วนในกฎข้อที่ 4 พบว่า มากกว่า 3 ใน 4 ตอบถูกในทุกปัญหาและนอกจากนี้ เด็กระดับ 4 มีแนวโน้มที่ใช้กฎข้อที่ 1 กฎข้อที่ 2 และข้อที่ 3 มากน้อยตามลำดับ เด็กระดับที่ 6 ใช้กฎข้อที่ 3 มากที่สุด มีเด็กบางคนยังอยู่ในการใช้กฎข้อที่ 2 และในระดับมหาวิทยาลัยใช้กฎข้อที่ 4 มากที่สุดมีส่วนน้อยที่ใช้กฎข้อที่ 3 นอกจากนี้ผู้วิจัยยังบอกว่าการที่เด็กระดับ 6 ได้ คะแนนด้านผลรวมของคัมมน้ำหนักต่ำกว่าระดับ 5 เพราะเด็กในระดับ 6 มีแนวโน้มในการพิจารณาส่วนประกอบของน้ำหนักกับระยะทาง เพื่อหาความสมดุลของคานแต่ยังไม่มี การผสมผสานสร้างกฎขึ้นมาได้ไม่เหมือนในระดับมหาวิทยาลัยที่ว่าเด็กมีความคิดรวบยอดแล้วสามารถใช้กฎข้อที่ 4

มาโรไน (Marini. 1994 : 147 - 159) ได้ศึกษาพัฒนาการด้านการให้เหตุผลด้านนามธรรม ทางด้านพีสิกส์ และสังคม โดยศึกษาในเด็กระดับอายุ 9 - 11 ปี 11 - 13 ปี 13 - 15 ปี และ 15- 19 ปี ระดับอายุละ 20 คน การให้เหตุผลทางด้านนามธรรมทางพีสิกส์ได้ใช้ ความสมดุลของคาน ซึ่งเกี่ยวข้องกับน้ำหนัก และระยะทาง โดยแบ่งระดับการใช้เหตุผลออกเป็น 4 ระดับ คือ

ขั้น 0 ตอบถูก จากตัวแปรระยะทางกับน้ำหนัก

ขั้น 1 ตอบถูก สามารถบอกอัตราส่วนของระยะทางกับน้ำหนัก

ขั้น 2 ตอบถูก สามารถทำการเปรียบเทียบตัวแปรทั้ง 2 ด้าน

ขั้น 3 ตอบถูก สามารถบอกความสัมพันธ์ของระยะทางกับน้ำหนัก

ส่วนด้านนามธรรมทางสังคมเป็นการดูความสามารถในการให้เหตุผลว่า ในสถานการณ์นั้น หรือเรื่องราวที่นำมาเขาจะทำนายบุคลิกภาพการแสดงออกของตัวแบบอย่างไร เพราะอะไร จากนั้นดูเหตุผลที่นักเรียนแสดงออก เพื่อพิจารณาว่าความคิดด้านนามธรรมทางสังคมของเขาควรจะอยู่ระดับไหน

ขั้น 0 เหตุผลที่นำมาจากบุคลิกภาพจากการสังเกตพฤติกรรม และลักษณะนิสัยที่แสดงออกของตัวแบบ

ขั้น 1 เหตุผลที่นำมาสามารถบอกถึงผลการตัดสินใจว่าทำไมเลือกทำอย่างนั้น โดยไม่มีการกล่าวถึงผลเสียในการทำกิจกรรมนั้น

ขั้น 2 เหตุผลที่นำมาสามารถบอกถึงผลการตัดสินใจว่าทำไมเลือกทำอย่างนั้นโดยมีการกล่าวถึงผลเสียในการทำกิจกรรมนั้น

ขั้น 3 เหตุผลที่นำมาสามารถบอกถึงผลการตัดสินใจว่าทำไมเลือกทำอย่างนั้นโดยมีการกล่าวถึงผลเสียในการทำกิจกรรมนั้นได้อย่างชัดเจน ในขณะเดียวกันสามารถวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของสิ่งที่เลือกทำและไม่ได้เลือกทำ

ซึ่งผลการทดลองพบว่า ในระดับอายุ 9 - 11 ปีอยู่ในขั้น 0 อายุ 11 - 13 ปีอยู่ในขั้นที่ 1 ระดับอายุ 13 - 15.5 ปีอยู่ในขั้นที่ 2 ส่วนระดับอายุ 15.5 - 19 ปีอยู่ในขั้นที่ 3 ทั้งการให้เหตุผลทางฟิสิกส์ และเหตุผลทางสังคม จะเห็นว่าพัฒนาการให้เหตุผล ทางฟิสิกส์และทางสังคม เพิ่มขึ้นตามระดับอายุ

ดวงเดือน ศาสตรภัทร (2515) ได้ศึกษาเปรียบเทียบ การคิดหาเหตุผลตามหลักการอนุรักษ์โดย วิธีวัดความสามารถในการคิดแบบทวนกลับ (Reversibility) การคิดแบบทดแทน (Compensation) การคิดแบบเอกลักษณ์เดิม (Identity) ตามลำดับพบว่าพัฒนาการของแบบการคิดให้เหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์สูงขึ้นตามลำดับอายุ คือ เด็กที่มีช่วงอายุ 9 - 11 ปีมีพัฒนาการสูงกว่าเด็กกลุ่มอายุ 7 - 8 ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่า พัฒนาการให้เหตุผลการอนุรักษ์ของเด็กไทยเชื้อชาติจีนอายุ 7 - 11 ปี อยู่ในขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรมตรงกับงานวิจัยที่ทำกับกลุ่มตัวอย่างในประเทศทางตะวันตกเช่นเดียวกัน

ออปเปอร์ (วิรัช จาบทนอม. 2520 : 27 ; อ้างอิงมาจาก Oppen. 1971 : 150 - 156) ได้ศึกษาพัฒนาการคิดหาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ในรูปปฏิบัติการด้วยรูปธรรมและนามธรรมของเด็กไทยในเมือง และในชนบทพบว่าในปฏิบัติการด้วยรูปธรรมเด็กไทยมีพัฒนาการเป็นลำดับเดียวกับเด็กในยุโรปและอเมริกา แต่ล่าหลัง 1 และ 2 ปี ตามสภาพแวดล้อมในเมืองหรือในชนบท ส่วนในขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรมเด็กไทยล่าหลังกว่าเด็กสวีเดนหลายปี

พิชัย สุรคม (2528) ได้ทำการศึกษาระดับสติปัญญาขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรมของนักศึกษาช่วงอุตสาหกรรม ชั้น ปวช. ปีที่ 1 ซึ่งการศึกษาพบว่า นักศึกษาร้อยละ 67.9 อยู่ขั้นการคิดด้วยรูปธรรม ร้อยละ 30.9 อยู่ในขั้นต่อเนื่อง และนักศึกษาร้อยละ 1.2 อยู่ในขั้นการคิดด้วยนามธรรม

วรรณา แจ่มกั้งวาล (2534) ศึกษาความคิดรวบยอดในด้านการอนุรักษ์ของเด็กปฐมวัยที่ได้เล่นเกมการศึกษาปกติ และเล่นเกมการศึกษาที่เสริมด้วยมิติสัมพันธ์ในเด็กอายุ 5 - 6 ปี ซึ่งผลการทดลองพบว่าเด็กที่เล่นเกมการศึกษาที่เสริมด้วยมิติสัมพันธ์มีความคิดรวบยอดในด้านการอนุรักษ์สูงกว่าเด็กที่ได้เล่นเกมการศึกษาปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1

สุรินทร์ ผลกล้วย (2524) ศึกษาเปรียบเทียบการพัฒนาการคิดหาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ในขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของเด็กไทยในเมืองและในชนบทโดยศึกษากับนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับประถมศึกษาตอนปลายและมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนรัฐบาลที่อยู่ในกรุงเทพมหานคร และจังหวัดอ่างทอง โดยแบ่งเป็น 5 ระดับอายุ คือ 11 - 12 ปี 12 - 13 ปี 13 - 14 ปี และ 15 - 16 ปี ระดับอายุละ 15 คน ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ระดับพัฒนาการด้านการคิดหาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ระหว่างเด็กสังคมในเมือง

สูงกว่าเด็กในชนบทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเด็กระดับอายุ 11 - 12 ปี ส่วนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างเด็กในเมืองและในชนบทต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับอายุ 11 - 12 ปี และ 15 - 16 ปี และการคิดเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในความสัมพันธ์กันทางบวก

ถาวร รอดเทศ (2523) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์กับความซื่อสัตย์ของเด็กไทยและเปรียบเทียบความแตกต่างกันในด้านระดับการศึกษาในกรุงเทพมหานครกับต่างจังหวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง จากกลุ่มตัวอย่าง 886 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่กำลังเรียนอยู่ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มัธยมศึกษาปีที่ 2 และมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งผลการศึกษาพบว่า การคิดหาเหตุผลตามตรรกศาสตร์กับความซื่อสัตย์ของเด็กไทยมีความสัมพันธ์ทางบวก การคิดหาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกันทางระดับการศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระดับการศึกษาของผู้ปกครองและอาชีพของผู้ปกครองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่การคิดหาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์กับกลุ่มตัวอย่างที่อยู่ในกรุงเทพมหานครและต่างจังหวัดไม่แตกต่างกัน

ถวิล ธาราโภชน (2520) ได้ทำการศึกษา การอบรมเลี้ยงดู และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่มีผลต่อพัฒนาการด้านการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 424 คน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการอบรมเลี้ยงดูแบบเอาใจใส่จะมีการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการอบรมเลี้ยงดูแบบปล่อยปละละเลย และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงจะมีการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ

กัลยาณี แคนยุกต์ (2527) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์กับการอ่อนไหวไปตามอารมณ์ของเด็กวัยรุ่นในกรุงเทพฯ ในเด็กนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 3 และ 5 ในกรุงเทพมหานคร ซึ่งผลการศึกษาพบว่า การอ่อนไหวตามอารมณ์และการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางลบ เด็กวัยรุ่นที่มีการอ่อนไหวไปตามอารมณ์น้อยมีเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์สูงกว่าเด็กวัยรุ่นที่มีการอ่อนไหวทางอารมณ์มาก และเมื่อระดับการเรียนสูงขึ้นความอ่อนไหวตามอารมณ์ก็จะลดลงส่วนการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์จะสูงขึ้น

วิรัช จาปนอม (2520) ได้สำรวจความสามารถของเด็กไทยในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์และการคิดหาเหตุผลเชิงจริยธรรม โดยทำศึกษานักเรียนอายุ 13 และ 15 ปี ของโรงเรียนในกรุงเทพมหานคร และโรงเรียนในเขตชนบท จำนวน 120 คน ซึ่งผลการศึกษาพบว่า การคิดหาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์จากทดสอบความสมดุลของดานและแบบทดสอบด้วยถ้อยคำมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตินักเรียนที่มีอายุน้อยมีการคิดหาเหตุผลเชิง

ตรรกศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีอายุน้อย ส่วนการคิดหาเหตุผลเชิงจริยธรรมไม่มีความแตกต่างกันในระดับอายุ แต่เพศชาย เพศหญิงไม่มีความแตกต่างกันทั้งทางด้านการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ และการคิดหาเหตุผลเชิงจริยธรรม

จากการศึกษาทฤษฎีและผลงานวิจัยเกี่ยวกับการคิดหาเหตุเชิงตรรกศาสตร์จะเห็นว่าคิดหาเหตุผลเป็นกระบวนการความคิดภายในหรือกระบวนการปรับเข้าสู่ภาวะสมดุล ขึ้นอยู่กับระดับความสามารถของสติปัญญาของแต่ละบุคคลแสดงออกมาเป็นข้อสรุปโดยดูจากความสามารถในการสรุปอธิบายถึงเหตุและผลในข้อสรุปให้ผู้อื่นเข้าใจ ปัจจัยที่มีผลต่อพัฒนาการทางสติปัญญาปัจจัยหนึ่งได้แก่ ประสบการณ์ จากการที่การคิดหาเหตุผลทางตรรกศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และมีการทดลองจัดกิจกรรมส่งเสริมความคิดทางตรรกศาสตร์ไม่ว่าจะเป็นนิทานเสริมความคิดทางตรรกศาสตร์ เกมการศึกษาเสริมมิติสัมพันธ์ เกม และปริศนาคณิตศาสตร์ให้เด็กเข้าร่วมทำกิจกรรม ต่างส่งผลให้เด็กมีการคิดหาเหตุผลทางตรรกศาสตร์เพิ่มขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงเกิดความคิดว่าหากจัดประสบการณ์ฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์ให้เด็กนักเรียนชั้นมัธยมปีที่ 1 ได้ร่วมในกิจกรรมนี้คงทำให้การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของเด็กเพิ่มขึ้น

การจัดประสบการณ์หรือการจัดกิจกรรม

เพียเจต์ กล่าวว่า “ ไม่มีการเรียนรู้โดยปราศจากประสบการณ์ (There is No Learning Without Experience) มีการนำเอาประสบการณ์เป็นส่วนหนึ่งในปัจจัยที่ก่อให้เกิดพัฒนาการทางสมองซึ่งได้แก่ประสบการณ์ทางกายภาพและประสบการณ์ทางตรรกศาสตร์ ”

บายบี และซันด์ (Bybee and Sund. 1982) กล่าวว่าในการจัดกิจกรรมให้เด็กได้รับเพื่อเป็นการพัฒนาการทางสติปัญญาให้เด็กรู้จักคิดและทำอย่างมีเหตุผลจำเป็นที่ผู้เกี่ยวข้องควรมีความเข้าใจเกี่ยวกับ

1. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ซึ่งมีอยู่ 4 ขั้นได้แก่
 - 1.1 ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว
 - 1.2 ขั้นคิดก่อนปฏิบัติการ
 - 1.3 ขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม
 - 1.4 ขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม
2. เกี่ยวกับตัวเด็ก ผู้จัดควรทราบและคำนึงถึงเด็กดังต่อไปนี้
 - 2.1 เด็กจำเป็นต้องผ่านขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาทั้ง 4 ขั้นตามลำดับ
 - 2.2 เด็กอายุเท่ากันอาจมีพัฒนาการทางสติปัญญาที่แตกต่างกัน
 - 2.3 จะตัดสินว่าเด็กมีระดับพัฒนาการอยู่ในขั้นใดจากงานพัฒนาการงานหนึ่งไม่ได้ ต้องทดสอบด้วยงานพัฒนาการหลายๆด้าน
 - 2.4 พัฒนาการของเด็กแต่ละคนเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นความสามารถของบุคคลนั้น
 - 2.5 เด็กแต่ละคนควรจะได้รับประสบการณ์ทั้ง 2 แบบ อันได้แก่ประสบการณ์ทางกายภาพ และประสบการณ์ทางตรรกศาสตร์
 - 2.6 เด็กแต่ละคนจะมีพัฒนาการให้เหตุผลเมื่อมีประสบการณ์ที่กระตุ้นให้เกิดการคิด
 - 2.7 พัฒนาการทางสติปัญญาเป็นผลอันเนื่องมาจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างเด็กกับสภาพแวดล้อม
 - 2.8 เด็กเป็นผู้ที่มีความกระตือรือร้นในการร่วมกิจกรรมเพื่อพัฒนาสติปัญญาของตนเอง
 - 2.9 พัฒนาการทางสติปัญญาเกิดขึ้นจากความสมดุล อันเนื่องมาจากการปรับตัวเองให้เข้ากับสภาพแวดล้อม
 - 2.10 ความสมดุลสามารถทำให้เกิดขึ้นได้จากกิจกรรมซึ่งทำให้เด็กสนใจ
3. เกี่ยวกับเนื้อหาหลักสูตรที่สร้างขึ้นบนพื้นฐานทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาควรมีลักษณะดังต่อไปนี้
 - 3.1 เน้นให้เด็กใช้ศักยภาพของคนให้มากที่สุด

- 3.2 จัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก
- 3.3 จัดหาอุปกรณ์ให้สอดคล้องกับพัฒนาการของเด็ก
- 3.4 เสนอเนื้อหาให้นักเรียนพบกับความแปลกใหม่ เช่น เสนอปัญหาที่เหนือชั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กเพียงเล็กน้อยเพื่อให้เด็กหาหนทางที่แก้ปัญหา เพื่อบอกเชื่อว่าการเสนอปัญหาที่เหนือชั้นพัฒนาการของเด็กเพียงเล็กน้อยจะทำให้เด็กมีพัฒนาการทางสมองสูงขึ้น
- 3.5 เน้นการเรียนรู้ที่ต้องอาศัยกิจกรรมการค้นพบ
- 3.6 เน้นกิจกรรมการสำรวจและการเพิ่มขยายความคิดในระหว่างการเรียนการสอน
- 3.7 ให้นักเรียนที่มีพัฒนาการทางสติปัญญาที่แตกต่างกันทำงานกลุ่มร่วมกัน
- 3.8 ให้เด็กได้มีโอกาสแสดงบทบาทสมมติในการแก้ปัญหา
- 3.9 ใช้กิจกรรมการจัดแย้งเพื่อให้เด็กได้มีโอกาสพัฒนาการทางสติปัญญาของตนเอง
- 3.10 จัดอุปกรณ์และกิจกรรมจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่นามธรรม
- 3.11 ควรใช้กิจกรรมที่มีการสำรวจและการเพิ่มขยายความคิดประกอบกันไป
4. เกี่ยวกับตัวผู้สอนหรือผู้ดำเนินกิจกรรม
 - 4.1 ถามคำถามมากกว่าการให้คำตอบ
 - 4.2 พูดให้น้อยและฟังให้มาก
 - 4.3 ให้เสรีภาพในการที่เด็กจะเลือกทำกิจกรรมต่างๆ
 - 4.4 หาระดับชั้นพัฒนาการของเด็ก
 - 4.5 เมื่อนักเรียนให้เหตุผลควรจัดกิจกรรมให้เด็กใหม่
 - 4.6 ยอมรับว่าเด็กมีพัฒนาการทางสมองแตกต่างกัน
 - 4.7 ตระหนักว่าพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กจะควบคู่ไปกับพัฒนาการทางจริยธรรม
5. เกี่ยวกับการจัดทำกิจกรรมควรจัดให้สอดคล้องกับขั้นของพัฒนาการทางสติปัญญา
 - 5.1 เด็กที่มีพัฒนาการทางสติปัญญาก่อนประสาหสัมพันธ์และการเคลื่อนไหว
 - 5.1.1 จัดหาอุปกรณ์ให้เด็กได้เล่น
 - 5.1.2 ให้เด็กได้ประสบการณ์กับโลกของตนเองให้มากที่สุด
 - 5.1.3 กระตุ้นให้เด็กใช้ประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหวให้มากที่สุด
 - 5.1.4 ปลอ่ยให้เด็กมีพัฒนาการตามธรรมชาติในสภาพแวดล้อม
 - 5.2 เด็กที่มีพัฒนาการขั้นคิดก่อนปฏิบัติการ
 - 5.2.1 ให้เด็กสามารถจัดแบ่งกลุ่มวัตถุถึงของต่างๆ ได้
 - 5.2.2 กระตุ้นให้นักเรียนทำกิจกรรมที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น

- 5.2.3 กระตุ้นให้เด็กได้มีโอกาสที่จะเรียงสิ่งของต่างๆ
- 5.2.4 จัดกิจกรรมเพื่อให้เด็กแสดงความสามารถในการเปรียบเทียบ
- 5.2.5 ให้เด็กทำกิจกรรมที่มีโอกาสที่เล่นเกมของต่างๆ
- 5.2.6 ให้เด็กได้มีโอกาสใช้เครื่องชั่ง
- 5.2.7 ให้เด็กได้มีโอกาสศึกษาวงจรชีวิตของสัตว์ และพืชต่างๆเพื่อพัฒนา

ความสามารถในการจัดลำดับ

- 5.2.8 ให้เด็กได้มีโอกาสวาดรูปจริง หรือรูปทรงเรขาคณิต
- 5.2.9 ให้เด็กได้มีโอกาสเห็นภาพขวดซึ่งมีของเหลวบรรจุภายใน และเห็นระดับของเหลวในขวดว่าเป็นอย่างไรเมื่อเอียงขวดในทิศทางที่แตกต่างกัน

5.2.10 เพื่อให้เด็กมีความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดในเรื่องของความเร็ว ลองให้นักเรียนกลิ้งก้อนหินที่มีขนาดต่างกันตามพื้นเอียง แล้วเปรียบเทียบความเร็ว

- 5.2.11 กระตุ้นให้เด็กมีการตอบคำถาม ทำไม เพื่อเหตุผล

5.3 เด็กที่มีขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาในขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม

- 5.3.1 ใช้กิจกรรมขั้นการคิดก่อนปฏิบัติการ
- 5.3.2 กระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นพบความคิดรวบยอด และหลักการต่างๆ

ด้วยตนเองโดยไม่ลืมว่าการค้นพบความคิดรวบยอดนี้จำเป็นต้องอาศัยเวลา

5.3.3 กระตุ้นให้เด็กได้ทำกิจกรรมในด้านการบวก ลบ คูณ หาร การจัดลำดับ และการใช้ความคิดย้อนกลับ

5.3.4 จัดกิจกรรมที่นักเรียนสามารถจัดแบ่งกลุ่ม โดยเรียงลำดับจากกลุ่มย่อยไปหากลุ่มใหญ่ และจากกลุ่มใหญ่ไปหากลุ่มย่อย

- 5.3.5 จัดกิจกรรมเพื่อให้เด็กจัดอันดับ และใช้ความคิดย้อนกลับได้

5.3.6 กระตุ้นให้เด็กใช้ความสัมพันธ์ระหว่างแนวระดับ และแนวตั้ง เช่น การดูตำแหน่งของเมืองต่างๆในแผนที่

5.3.7 ใช้คำถามที่กระตุ้นให้เด็กรู้จักจำแนก และควบคุมตัวแปรในการทดลอง

5.3.8 การกระตุ้นให้เด็กสร้างแบบจำลองทฤษฎีขึ้นจากตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม เช่น อธิบายทฤษฎี โมเลกุล โดยใช้แบบจำลองของอะตอมแทนที่จะใช้สัญลักษณ์

5.3.9 ใช้กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ ปริมาณ น้ำหนัก และปริมาตรที่ถูกแทนที่

- 5.3.10 ให้เด็กได้มีโอกาสตั้งปัญหา

5.3.11 ให้เด็กได้มีโอกาสทดสอบปัญหาที่ตั้งขึ้น และช่วยกันค้นหาวิธีการที่จะ
แก้ปัญหานั้นๆ

5.3.12 กระตุ้นให้นักเรียนบอกเหตุผลว่าทำไมจึงตอบคำถามแบบนั้น

5.4 เมื่อเด็กพัฒนาการอยู่ในขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม

5.4.1 กระตุ้นในการแก้ปัญหาโดยอาศัยการแก้ปัญห ด้วยเหตุผลต่างๆมีการ
ตั้งสมมุติฐาน

5.4.2 พยายามผูกมัดความสนใจ และความตั้งใจเรียนของนักเรียนถามเกี่ยวกับ
กับสมมุติฐานที่ตั้ง

5.4.3 เริ่มจากวัฏจักรการเรียนการสอนจากรูปธรรมไปสู่นามธรรม

5.4.4 ให้เด็กได้ทำกิจกรรม และทำงานที่ต้องมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น

5.4.5 ให้เด็กได้รับโอกาสสร้างเกณฑ์ในการจำแนกประเภท

5.4.6 ให้เด็กได้รับเสรีภาพภายใต้ขอบเขตเพื่อให้เด็กมีโอกาสได้แสดงความ
คิดสร้างสรรค์

5.4.7 จัดให้มีการอภิปรายโดยใช้วิธีการสังเคราะห์ และการประเมินค่า

5.4.8 กระตุ้นให้นักเรียนรู้จักการใช้เหตุผล

จากที่กล่าวมาทั้งหมดแล้วจะเห็นว่าในการจัดกิจกรรมเพื่อให้เด็กได้รับประสบการณ์ผู้จัด
ควรคำนึงให้เด็กสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองโดยจัดให้สอดคล้องกับขั้นของพัฒนาการ ความต้องการ
และความสนใจของเด็ก ให้เด็กได้มีโอกาสสัมผัสสิ่งต่างๆ รอบตัวเด็กรู้จักคิดในการใช้เหตุผลและผล

ปัญหาคณิตศาสตร์

ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์

มนูญ อรุณไพโรจน์ (2517 : 17) ให้ความหมายปัญหาคณิตศาสตร์ว่าหมายถึง สภาพของปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยจำนวนและคำห้อมล้อมที่ก่อให้เกิดปัญหาซึ่งนักเรียนต้องคิดและตัดสินใจจะใช้วิธีการอะไรทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหา

แน่นน้อย ทองรัช (2527 : 16) ให้ความหมายปัญหาคณิตศาสตร์ว่าหมายถึง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาณ การหาคำตอบนั้นต้องใช้การตัดสินใจและการรวบรวมความคิดซึ่งปัญหาคณิตศาสตร์เป็นปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน

แอนเดอร์สัน และพิงกรี (Anderson and Pingry. 1973 : 228) ให้ความหมายปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ว่า “ เป็นสถานการณ์ หรือคำถามที่ต้องการหาข้อสรุป หรือคำตอบซึ่งผู้แก้ปัญหาจะทำได้จะต้องมีกระบวนการที่เหมาะสมโดยใช้ความรู้ ประสบการณ์ การวางแผน และการตัดสินใจประกอบกันไป ”

จากความหมายที่ได้กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นปัญหาที่พบได้เสมอในชีวิตประจำวันซึ่งต้องอาศัยประสบการณ์ตรรกศาสตร์ ความเข้าใจ ช่วยในการแก้ปัญหา

ลักษณะของปัญหาคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ

ศิริพร ทิพย์คง (2533 : 79) ได้ให้ความเห็นว่า ลักษณะของปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดีควรมีลักษณะดังนี้คือ

1. ภาษาที่ใช้สามารถเข้าใจง่าย
2. ช่วยกระตุ้นและพัฒนาความคิด
3. ไม่สั้นหรือยาวเกินไป
4. ไม่ยากหรือง่ายเกินไปสำหรับความสามารถของเด็กวัยนั้น
5. ให้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะนำไปประกอบการพิจารณาแก้ปัญหาได้
6. ข้อมูลที่มีอยู่ต้องทันสมัยและเป็นเหตุการณ์ที่เป็นไปได้จริง
7. สามารถใช้วาดแผนภาพไดอะแกรมหรือแผนภูมิช่วยในการแก้ปัญหา
8. ในการแก้ปัญหานั้นต้องอาศัยจากประสบการณ์และความรู้ที่เคยเรียนมา
9. ก่อให้เกิดการวิเคราะห์และแยกแยะปัญหาซึ่งเป็นขบวนการที่สำคัญในทางความคิด
10. คำตอบที่ได้ควรเป็นคำตอบที่มีเหตุผล ไม่ใช่ที่ได้มาจากการจำ

โพลยา (Polya. 1957 : 3 - 5) ได้กล่าวถึงวิธีการสร้างคำถามซึ่งพอสรุปได้ว่า การกำหนดคำถามหรือข้อชวนคิดลงในตารางสำหรับใช้กับนักเรียนนั้น ครูควรมีจุดมุ่งหมาย 2 ประการ คือ ต้องช่วยนักเรียนในการแก้ปัญหาให้ตัวได้ และต้องพัฒนาความสามารถของนักเรียนเพื่อจะได้แก้ปัญหาในอนาคตได้ด้วยตนเอง โดยเนื้อเรื่องที่นำมาใช้สร้างคำถามนั้นต้องมีลักษณะสอดคล้องกับสามัญสำนึกและความจริงโดยทั่วไป เมื่อครูฝึกให้นักเรียนได้แก้ปัญหาก็คล้ายคลึงกันบ่อยๆ จะทำให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต สามารถคิดแก้ปัญหาด้วยตนเองได้อย่างถูกต้อง

ไคลด์ (Clyde. 1967 : 108) ได้กล่าวว่า “ ลักษณะของปัญหาคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจควรมีความใกล้เคียงกับปัญหาในชีวิตประจำวันและสถานการณ์ที่สร้างขึ้นเป็นปัญหา ควรใช้ภาษาหรือบรรยายในลักษณะที่ผู้แก้ปัญหามีประสบการณ์มาไม่ควรเป็นปัญหาธรรมดาทั่วไป ”

เฟอห์ (Fehr. 1972 : 424) ได้กล่าวว่า “ เทคนิคหนึ่งซึ่งจะช่วยในการทำให้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นปัญหาที่น่าสนใจคือ การให้นักเรียนได้ช่วยกันสร้างปัญหาขึ้นมาเอง ”

ครูลิก และเรย์ (Krulik and Reys. 1980 : 24) กล่าวว่า “ ปัญหาคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจเป็นปัญหาที่นักเรียนไม่ค่อยพบในห้องเรียน ซึ่งในการสร้างปัญหาคิดคำนึงถึงความรู้พื้นฐานของผู้แก้ปัญหากลวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา และความสามารถในการใช้ภาษาของผู้แก้ปัญหาคิด ”

จากแนวคิดต่างๆ ปัญหาคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจควรมีลักษณะดังนี้คือเป็นปัญหาที่พบบ่อยๆในชีวิตประจำวัน มีความสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาสามารถกระตุ้นให้เกิดเกิดความพยายามในการแก้ปัญหาและต้องใช้ความรู้ตลอดจนประสบการณ์ที่มีอยู่มาช่วยในการวิเคราะห์ปัญหาย่างมีเหตุผล

องค์ประกอบที่ช่วยในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

อานวย เลิศขันธ์ (2523 : 105 - 108) แสดงความเห็นว่าง่ายที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มีอยู่ 7 ประการคือ

1. ความรู้ ความจำในเนื้อหาวิชาเกี่ยวกับ คำศัพท์ สูตร กฎเกณฑ์ และเนื้อหาต่างๆ ที่เรียนไปแล้ว
2. ความรู้ ความจำในวิธีดำเนินการ
3. ความเข้าใจในการแปลความ เนื่องจากผู้แก้ปัญหามีความเข้าใจปัญหาให้ชัดเจนทุกแง่ทุกมุม
4. ความเข้าใจในการขยายความ เพราะการคิดแก้ปัญหามีอาศัยการคาดการณ์ล่วงหน้าได้อย่างถูกต้องจึงจะคิดแก้ปัญหาคิดได้

5. การวิเคราะห์ความสำคัญ เพราะผู้แก้ปัญหาต้องรู้จักแยกแยะสิ่งต่างๆ ในตัวปัญหา ได้ว่าสิ่งใดมีประโยชน์ต่อการคิดแก้ปัญหาและสิ่งใดไม่จำเป็นต่อการคิดแก้ปัญหา

6. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบที่สำคัญของตัวปัญหา

7. การวิเคราะห์หลักการ โดยพิจารณาว่าสิ่งต่างๆ ในตัวปัญหานั้น ประกอบเป็นตัวปัญหาได้เนื่องจากสิ่งใดเป็นแกนกลาง

คณะกรรมการพัฒนาการสอน และผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนคณิตศาสตร์ (2524 : 141 - 142) กล่าวว่าการศึกษาที่นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้นักเรียนควรจะได้รับฝึกฝนให้มีความรู้ความสามารถพื้นฐาน ดังต่อไปนี้

1. มีความรู้เกี่ยวกับเนื้อหา มีความเข้าใจ มีมโนคติ และทักษะที่เกี่ยวข้องในเนื้อหานั้นจริงๆ

2. มีความเข้าใจในการอ่าน การแปลความ การตีความ และการขยายความ

3. มีความสามารถในการแปลข้อความเป็นสัญลักษณ์หรือแผนภาพ

4. มีความสามารถในการวิเคราะห์ความเกี่ยวข้อง ระหว่างข้อมูลที่มีอยู่กับ

ประสบการณ์เก่า

5. มีความสามารถในการจัดระบบข้อมูล จัดลำดับขั้นตอน การวิเคราะห์หารูปแบบ และการหาข้อสรุป

6. มีความใฝ่รู้ ใคร่รู้ มีความกระตือรือร้น อยากรู้ อยากเห็น

7. มีศรัทธา มีกำลังใจ และมีความอดทนในการแก้ปัญหา

สุเมธชา พรหมบุญ (2538) ได้เสนอแนวทางในการที่เด็กจะจัดกระบวนการคิดเป็นกลุ่มเป็นก้อนและมีทิศทางโดยใช้เหตุผลทางทฤษฎีทางพัฒนาการทางสติปัญญา โดยคาดหวังว่าเด็กแต่ละคนจะใช้วิจารณญาณของตนเอง โดยอาศัยเงื่อนไข ปัญหา คำบอกใบ้ต่างๆ ที่ให้มา โดยอาศัยเกณฑ์พิจารณาคำถามดังต่อไปนี้

1. คิดถึงสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้นในประจำวันมากกว่าสถานการณ์ที่ผลิตปฏิกิริยาไปจากธรรมชาติ

2. พยายามนึกถึงเกณฑ์ปกติที่เราใช้

3. ใช้สามัญสำนึกประกอบกับเงื่อนไขปัญหา

3.1 ผู้ชายควรมีชื่อเป็นผู้ชายยกเว้นบางชื่ออาจใช้ได้ทั้งผู้ชายและผู้หญิง

3.2 พิจารณาความสัมพันธ์ของบุคคลต่างๆ ตามสภาพความเป็นจริงในสังคมไทยในปัจจุบัน เช่น นายคนนี้เป็นคู่หมั้นกับนางสาวนิด นายคนกและนางสาวนิดย่อมรู้จักกันดี

3.3 พยายามอย่าคิดถึงกรณีที่เกิดปฏิกิริยาไปจากธรรมชาติมากมาย เช่น เด็กอายุ 7 ปี จะเรียนอยู่ในชั้นมหาวิทยาลัยหรือบุตรบุญธรรมจะมีอายุมากกว่าพ่อ-แม่บุญธรรมแต่ก็มีบางอย่างที่อาจแตก

ต่างไปจากเกณฑ์ทั่วไปแต่ไม่ถึงว่าเป็นความคิดที่เกิดขึ้นได้ยาก เช่น สามีบางคนอายุอ่อนกว่าภรรยา

3.4 สัตว์ที่กล่าวไว้ในโจทย์ปัญหาจะมีขนาดปกติเท่าที่ควรจะเป็น เช่น ถ้าม้าบอกว่าม้าต้องไม่ใช่ม้าแคระ ม้าจิวแบบในนิทาน ถ้าเปรียบเทียบระหว่างแมวกับสุนัขจิ้งจอก แมวต้องมีขนาดเล็กกว่าแน่นอน

3.5 ควรสรุปว่าสัตว์ต่างๆที่มีในโจทย์นั้นหมายถึงสัตว์ที่เราเคยชื่อตามปกติ เช่น ถ้านายมิตรไปซื้อแมว 1 ตัวจากร้านขายสัตว์ นายมิตรซื้อแมวบ้าน ไม่ใช่แมวป่า

3.6 กรุณาอย่าคิดแบบปัญหาเขาวัวที่อาจใช้เล่ห์เหลี่ยมหรือแง่มุมทางภาษามาประกอบในการตัดสินใจ เช่น มีบ้านสี่หลังเรียงกันเป็นแถว คิชฐอาศัยอยู่ถัดจากกฤษฎ อย่าคิดว่ากฤษฎอาจอาศัยอยู่ในโรงรถที่อยู่ระหว่างบ้านสองหลัง

3.7 ควรใช้มาตรฐานทางสังคมเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา เช่น ถ้าจิตติเป็นแฟนกับพร สรุปได้ว่า พรเป็นผู้หญิงเพราะจิตติเป็นผู้ชาย

3.8 ให้ความสำคัญกับสิ่งเป็นเงื่อนไขที่เขียนไว้ในโจทย์ปัญหา

3.9 พิจารณาข้อความที่เป็นเงื่อนไขและข้อเท็จจริงตามโจทย์ปัญหาที่ให้มาตีความหมาย เช่น ปัญหาบอกเงื่อนไขว่า นาย ก นาย ข และนาย ค เรียนอยู่คนละ โรงเรียน นาย ก เรียนที่โรงเรียนสาธิตปทุมวัน ย่อมสรุปได้ว่า นาย ข และนาย ค ไม่ได้เรียนอยู่ในโรงเรียนแห่งนี้เป็นต้น

โพลยา (Polya. 1957 : 5) กล่าวว่า “ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนพัฒนาได้โดยครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจปัญหา แล้วให้เขาได้มีโอกาสสังเกตจากการเลียนแบบและได้ฝึกบ่อยๆ”

จอห์นสัน และไรซิง (Johnson and Rising. 1972 : 238) กล่าวว่า “การแก้ปัญหาคือกระบวนการที่ซับซ้อนซึ่งต้องประกอบด้วย การมองเห็นภาพ (Visualizing) การจินตนาการ (Imagining) การจัดกระทำอย่างมีทักษะ (Manipulating) การวิเคราะห์ (Analyzing) การสรุป (Abstracting) และการโยงความคิด (Associating ideas)

เทรท์แมน และลิชเทนเบอร์ก (Troutman and Lichtenbers. 1974 : 591 - 594) ได้เสนอลักษณะความสามารถเฉพาะที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ไว้ 7 ประการดังนี้

1. ความสามารถในการหาลักษณะคุณสมบัติของวัตถุทางคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการแปลงข้อความจากโจทย์เป็นประโยคคณิตศาสตร์
3. ความสามารถในการหาลักษณะที่แตกต่างกันและเหมือนกัน
4. ความสามารถในการหาสภาพหรือเงื่อนไขซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นอย่างเพียงพอ และการหาสภาพที่เท่ากัน

5. ความสามารถในการวางหลักเกณฑ์ต่างๆไป ซึ่งมีพื้นฐานจากการสังเกตลักษณะเด่นเฉพาะ

6. ความสามารถในการหาวิธีการแก้ปัญหาทางอื่นหรือวิธีการอื่นๆ
ความสามารถในการประมาณคำตอบตามข้อเท็จจริง

ซาลิวสกี (Zalewski. 1978 : 2804 - A) พบว่าองค์ประกอบในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มี 5 ประการคือ

1. ความสามารถในการเข้าใจสัญลักษณ์
2. ความสามารถในการจัดกระทำ
3. ความสามารถในการอ่านและการตีความ
4. ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์
5. ทักษะในการคำนวณ

ซายดัม (Suydam. 1980 : 36) กล่าวถึงลักษณะของนักแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีไว้ 10 ประการคือ

1. มีความสามารถในการเข้าใจความคิดรวบยอดและข้อความทางคณิตศาสตร์
2. มีความสามารถในการแยกแยะความคล้ายคลึงกันและความแตกต่างกัน
3. มีความสามารถในการเลือกใช้ข้อมูลและวิธีการที่ถูกต้อง
4. มีความสามารถในการแยกแยะข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกัน
5. มีความสามารถในการประมาณคำตอบได้ใกล้เคียง
6. ความสามารถในการมองเห็นข้อมูลในเชิงปริมาณ
7. ความสามารถในการกล่าวอย่างกว้างๆถึงส่วนสำคัญของตัวอย่างที่กำหนดให้เพียง

เล็กน้อย

8. มีความสามารถในการเปลี่ยนวิธีการคิดได้อย่างถูกต้อง
9. มีความมั่นใจในตนเองสูงและมีสัมพันธภาพที่ดีกับผู้อื่น
10. มีความวิตกกังวลต่ำ

จากการพิจารณาองค์ประกอบที่ช่วยในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ 10 ประการคือ

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจโจทย์ โดยการอ่านและตีความหมายโจทย์
2. มีความสามารถในการมองเห็นภาพว่าโจทย์ต้องการหาอะไร และโจทย์กำหนด

เงื่อนไขไว้อย่างไรให้ข้อมูลใดเกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบจากโจทย์

3. ความสามารถในการแปลงประโยคภาษาจากโจทย์เป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

4. ความสามารถในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้หลายรูปแบบและสามารถเปลี่ยนวิธีการได้อย่างรวดเร็วเมื่อเห็นวิธีเดิมไม่เหมาะสม
5. มีความสามารถในการหาเหตุผล
6. มีทักษะในการคิดคำนวณ
7. มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ กฎ นิยาม และทฤษฎีทางคณิตศาสตร์
8. มีความสามารถในการเรียนค้นคว้าด้วยตนเอง ความถนัดเชิงความจำ ความเข้าใจในการอ่าน และความสนใจในการจัดประเภท
9. ความสามารถในการกะประมาณคำตอบ
10. มีความมั่นใจในตนเอง ความอดทน และความอยากรู้อยากเห็น

การสอนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนคณิตศาสตร์ (2524 : 174) เสนอวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

1. อ่านปัญหาทำความเข้าใจข้อความในปัญหานั้น แล้วหาว่าโจทย์กำหนดอะไรบ้างและโจทย์ต้องการหาอะไร
2. จากสิ่งที่กำหนดให้ ลองแปลงเป็นรูปภาพหรือแผนภาพเพื่อให้เห็นรูปธรรม
3. พิจารณาจากรูปภาพว่าได้เงื่อนไขอะไรเพิ่มเติมจากนั้นนำไปเชื่อมโยงกับนิยามคุณสมบัติ ทฤษฎีต่างๆที่เคยเรียนมา
4. พิจารณาส่งที่กำหนดให้เงื่อนไขเพิ่มเติมมีความเกี่ยวข้องกันอย่างไร
5. คิดหาวิธีการแก้ปัญหาโดยนึกถึงปัญหาที่เคยแก้มาแล้วซึ่งคล้ายคลึงกันโดยทดลองนำวิธีการนั้นมาปรับใช้กับปัญหานี้ถ้าไม่เคยแก้ปัญหาลักษณะนี้มาก่อนให้วิเคราะห์จากสิ่งที่โจทย์ต้องการหาว่าต้องการเงื่อนไขอะไรบ้างจึงจะได้ดังที่โจทย์ต้องการ เงื่อนไขที่มีอยู่เพียงพอในการแก้ปัญหาหรือไม่ ถ้าไม่เพียงพอควรเพิ่มเติมข้อมูลใดจึงจะนำไปสู่เหตุเพื่อให้สรุปผลได้ตามที่โจทย์ต้องการ
6. เรียบเรียงจัดลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา
7. ทดสอบคำตอบว่าถูกต้องสมเหตุผลหรือไม่

ครูลีค และเวส (Krulik and Weise. 1975 : 133) เสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาโดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

1. ท่านเข้าใจปัญหาหรือไม่ โดยพิจารณาว่า
 - 1.1 โจทย์กำหนดอะไรให้และต้องการหาอะไร
 - 1.2 เงื่อนไขใดที่จะนำไปใช้ได้บ้าง

- 1.3 พิจารณาภาพประกอบคำอธิบายที่เหมาะสมแสดงโจทย์ได้หรือไม่
2. ท่านสามารถคิดวางแผนแก้ปัญหาได้หรือไม่ โดยพิจารณาว่า
 - 2.1 เคยพบปัญหาลักษณะคล้ายกันหรือไม่
 - 2.2 สมมติว่าเคยแก้ปัญหาที่ง่ายกว่านี้ลองวางแผนแก้ปัญหาได้หรือไม่ ลืมรายละเอียดที่จำเป็นไปหรือไม่
3. ทำตามแผนที่กำหนดไว้ได้หรือไม่ โดยตรวจสอบว่าแต่ละขั้นได้วางแผนไว้ถูกต้องหรือไม่
4. เมื่อท่านได้แก้ปัญหาไว้แล้ว ท่านได้ตรวจสอบคำตอบหรือไม่ โดยพิจารณาว่า
 - 4.1 ท่านได้ตรวจสอบคำตอบนั้นว่าสมเหตุผลหรือไม่
 - 4.2 ท่านพอจะพบวิธีการแก้ปัญหาแบบอื่นที่สั้นกว่านี้หรือไม่
 - 4.2 ท่านลองนึกดูซิว่า ท่านพอจะนำวิธีการแก้ปัญหานี้ไปใช้กับปัญหาอื่นๆ ได้อีกหรือไม่

ชายคัม (Suydam. 1980 : 38 - 39) กล่าวว่าลักษณะของการแก้ปัญหาโดยทั่วไปประกอบด้วยขั้นตอนการ 4 ขั้นตอนคือ

1. การทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่ทำให้ทราบสถานการณ์ปัญหาซึ่งผู้แก้ปัญหาคควรตัดสินใจเปลี่ยนแปลงปัญหานั้นใหม่ด้วยตนเอง โดยการเขียน พุด คิด
2. วางแผนวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้
 - 2.1 แยกปัญหาออกเป็นข้อๆ โดยระบุว่าข้อมูลใดที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งใดที่ไม่ทราบค่า
 - 2.2 ระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้วว่า มีประเด็นใดบ้างที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบจากโจทย์
 - 2.3 ตั้งสมมุติฐานหรือแนวความคิดที่จะนำไปสู่การหาคำตอบ
3. ดำเนินการแก้ปัญหามาตามขั้นตอนดังต่อไปนี้
 - 3.1 แปลงประโยคภาษาเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ หรือสร้างสิ่งที่ใช้แทนสถานการณ์ในปัญหานั้น
 - 3.2 วิเคราะห์ประโยคให้เป็นปัญหาย่อยๆ เพื่อจะนำไปสู่การหาคำตอบได้ง่ายและรวดเร็ว
 - 3.3 ค้นหาคำตอบตามที่วางแผนไว้
4. ตรวจสอบปัญหาและคำตอบว่าสอดคล้องกันหรือไม่โดยปฏิบัติดังนี้
 - 4.1 ตรวจสอบคำตอบที่ได้เทียบกับปัญหา

4.2 พิสูจน์คำตอบที่ได้นั้นถูกต้อง โดยคำตอบไม่ค้านกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้หรือคำตอบที่คิดไว้อย่างคร่าวๆ

4.3 ค้นหาวิธีการอื่นในการหาคำตอบที่สั้นและสะดวกที่สุด

เมื่อพิจารณาขั้นตอนการสอนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งได้มีผู้จัดลำดับไว้แตกต่างกันพอสรุปได้เป็น 4 ขั้นตอนดังนี้คือ

1. ขั้นทำความเข้าใจโจทย์ นักเรียนควรอ่านโจทย์อย่างละเอียดรอบคอบแล้วจับประเด็นให้ได้ว่า โจทย์ถามหาอะไร และกำหนดเงื่อนไขอย่างไร เงื่อนไขนั้นเพียงพอหรือยัง เมื่อพิจารณาข้อมูลจากโจทย์แล้วสามารถวาดภาพประกอบได้หรือไม่
2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา นักเรียนพิจารณาว่าเคยแก้ปัญหาที่คล้ายคลึงกับปัญหานี้ได้ง่ายกว่าหรือไม่ ถ้าเคยพอนำวิธีการนั้นมาปรับปรุงใช้กับปัญหานี้ได้หรือไม่ ในการแก้ปัญหานี้นอกจากจะใช้เงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้แล้วต้องอาศัย กฎ นิยาม หรือทฤษฎีใดบ้าง ซึ่งเคยเรียนมาแล้วประกอบแนวความคิดเชื่อมโยงกับสิ่งที่โจทย์ถามหา จากนั้นจัดลำดับขั้นตอนในการหาคำตอบจากโจทย์
3. ขั้นนำแผนไปใช้ ให้เปลี่ยนประโยคจากภาษาโจทย์เป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ แล้วดำเนินการตามขั้นตอนที่วางไว้เพื่อหาคำตอบจากโจทย์ พร้อมทั้งตรวจสอบว่าแต่ละขั้นตอนถูกต้องหรือไม่
4. ขั้นตรวจสอบ โดยตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับที่โจทย์ต้องการหรือไม่ ตลอดจนพิจารณาว่ามีวิธีการแก้ปัญหาแบบอื่นที่ง่ายและสั้นกว่าวิธีนี้อีกหรือไม่ และพอนำวิธีการแก้ปัญหานี้ไปใช้กับปัญหาอื่นๆ ได้หรือไม่

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์

เจฟฟรีย์ส (ร. ชง พวงสุวรรณ 2528 : 14 ; อ้างอิงมาจาก Jeffyis. 1969 : 113 - 117) ได้ทดลองสอนหลักตรรกศาสตร์ให้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 24 คน เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลอง แบ่งการสอนออกเป็น 2 ภาคคือ ภาคทฤษฎีและภาคเล่นเกมประกอบการเรียน เนื้อหาตรรกศาสตร์ ที่ใช้สอนกลุ่มตัวอย่างได้แก่เรื่อง ประโยคสัญลักษณ์ ประพจน์เงื่อนไขชั้นเดียวและสองชั้น การสรุปตามหลักตรรกศาสตร์ ค่าความจริง ตารางค่าความจริง การพิสูจน์ประพจน์เงื่อนไข และการพิสูจน์ทางอ้อม ผลการศึกษาปรากฏว่านักเรียนสามารถทำแบบทดสอบความเข้าใจในการเรียนหลักตรรกศาสตร์ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 และเกิดการสนุกสนานกับการเรียนด้วยเกม

มาร์ติน (ทองหล่อ วงษ์อินทร์. 2527 : 13 ; อ้างอิงมาจาก Martin. 1964 : 2547 - 2548) ศึกษาสมรรถภาพทางสมองด้านการคิดหาเหตุผล ความเข้าใจในการอ่าน และความคล่องในการคำนวณ ซึ่งมีผลต่อการแก้ปัญหาโจทย์เลขคณิตของเด็กเกรด 4 จำนวน 523 คน พบว่าสมรรถภาพด้านเหตุผล มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการแก้ปัญหาโจทย์เลขคณิต

กินเคด (วรรณา แจ่มกังวาล. 2534 : 34 ; อ้างอิงมาจาก Kincaid. 1977 : 4194 - A) ได้ศึกษาผลของการนำเกมคณิตศาสตร์ไปใช้ที่บ้านโดยฝึกบิดาหรือมารดาของนักเรียนเป็นพิเศษเพื่อศึกษาทัศนคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทำการทดลองกับนักเรียนระดับ 2 ซึ่ง บิดา มารดาของนักเรียนสมัครใจที่จะเข้าร่วมในการศึกษาจำนวน 35 คน เข้าประชุมร่วมกันเพื่อศึกษาและสร้างอุปกรณ์ในการเล่นไปไว้ใช้ที่บ้านของตนภายหลังที่ได้ทดลองเล่นดูแล้ว มีการประชุมทุกสัปดาห์เป็นเวลา 10 สัปดาห์ มีการแนะนำบิดา มารดาของนักเรียนให้กระตุ้นนักเรียนมีบทบาทในการเล่นอย่างเต็มที่ ใช้อุปกรณ์อย่างมีประสิทธิภาพ ผลการทดลองปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้เล่นเกมสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้เล่นเกมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

มูราสกี (Muraski. 1979 : 4104 - A) ศึกษาผลของการสอนอ่านเกี่ยวกับโครงสร้างหรือการกระทำทางคณิตศาสตร์ กับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 6 แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 13 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนอ่านเกี่ยวกับโครงสร้างหรือการกระทำทางคณิตศาสตร์ 3 บทเรียนๆละ 30 นาที แต่ละบทเรียนมีทักษะย่อยที่สอนอ่าน 5 ทักษะคือ การรู้จักใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และอ่านได้อย่างถูกต้อง การวิเคราะห์โครงสร้าง การคาดคะเนเนื้อเรื่อง การใช้เหตุผลวินิจฉัย และสรุป ซึ่งทั้ง 5 ทักษะนี้ช่วยให้รู้และเข้าใจข้อความต่างๆได้ดีขึ้น เวลาใช้ในการสอนอ่าน 5 สัปดาห์ เมื่อสอนเสร็จให้นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนที่ได้เรียนการอ่านเกี่ยวกับโครงสร้างหรือการกระทำทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

วีรพร ตันชัชวาล (2526) ได้ศึกษาอิทธิพลของนิทานที่มีผลต่อการหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของเด็กที่ได้รับการอบรมเลี้ยงดูต่างกัน ในเด็กชั้นประถมปีที่ 2 จำนวน 40 คนโดยแบ่งเด็กออกเป็น 2กลุ่ม กลุ่มหนึ่งให้ฟังนิทานที่มีการส่งเสริมการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ และอีกกลุ่มให้ฟังนิทานทั่วไปไม่เกี่ยวกับการส่งเสริมทางการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ซึ่งผลการศึกษาพบว่าเด็กที่ได้รับการฟังนิทานที่มีการส่งเสริมทางการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ มีความคิดหาเหตุผลทางตรรกศาสตร์สูงกว่าเด็กที่ได้ฟังนิทานธรรมดาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับ .05

ส่วนเด็กที่ได้รับการอบรมเลี้ยงดูแบบใช้เหตุผลมากและใช้เหตุผลน้อยมีการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ไม่แตกต่างกัน และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการฟังนิทานและการอบรมเลี้ยงดู

รัชกร กอบบุญช่วย (2522) ได้ศึกษาผลของเกมและปริศนาคณิตศาสตร์ที่มีต่อทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ และการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ต่ำ ต่างกันในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สูง ต่ำ กลุ่มละ 30 คน ให้แต่ละกลุ่มเล่นเกมและปริศนาทางคณิตศาสตร์ครึ่งชั่วโมงแรกของการเรียนคณิตศาสตร์ 30 ชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่านักเรียนมีทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์หลังการทดลองดีกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ พบว่าเกมและปริศนาทางคณิตศาสตร์ไม่มีผลต่อทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ และการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

เน่งน้อย ทองรัช (2526) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านเหตุผลเชิงถ้อยคำและความสามารถในการใช้นิยามและทฤษฎีกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2526 โปรแกรมวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ และโปรแกรมศิลปศาสตร์ - คณิตศาสตร์ จำนวน 936 คน ผลการศึกษาปรากฏว่าความสามารถด้านเหตุผลเชิงถ้อยคำและความสามารถในการใช้นิยามและทฤษฎีมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากทฤษฎีและผลการวิจัยจะเห็นว่าในการพัฒนาศักยภาพทางสติปัญญาต้องอาศัยปัจจัยทางประสบการณ์เข้าช่วยจึงจำเป็นที่ ครู ผู้ปกครอง และบุคคลที่เกี่ยวข้องกับเด็กต้องจัดกิจกรรมให้เด็กได้มีส่วนร่วมตามแต่ละขั้นของพัฒนาการ ในเด็กที่มีพัฒนาการอยู่ในขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรมเข้าสู่พัฒนาการขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรมกิจกรรมฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์ซึ่งต้องใช้ประสบการณ์ทางตรรกศาสตร์เข้าช่วยในการแก้ปัญหา อาจเป็นประสบการณ์ที่ดีในการส่งเสริมเด็กสามารถมีเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์เพิ่มขึ้นดังนั้นผู้วิจัยคาดว่าเด็กที่ได้รับการฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์น่าจะมีการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์สูงกว่าเด็กที่ไม่ได้รับการฝึก

การรับรู้ความสามารถของตนเอง

การรับรู้ความสามารถของตนเองแบนดูรา (Bandura, 1986) กล่าวว่า ความรู้และทักษะเป็นส่วนประกอบที่จำเป็นอย่างยิ่งกับการปฏิบัติงานให้บรรลุผล แต่ก็ยังไม่เพียงพอเพราะจริงๆ แล้วเรามักจะไม่ปฏิบัติงานให้ดีที่สุดถึงแม้ว่าเราจะรู้ดีว่าต้องทำอะไรบ้างทั้งนี้เนื่องมาจาก ความคิดเห็นเกี่ยวกับตนเองเข้ามาแทรกกลางระหว่างความรู้กับการกระทำซึ่งขึ้นกับว่าบุคคลนั้นตัดสินความสามารถของตนเองอย่างไร และการรับรู้ความสามารถของตนมีผลต่อแรงจูงใจและการกระทำของเขาอย่างไร

แบนดูราได้นิยามการรับรู้ความสามารถของตน (Perceived Self - Efficacy) หมายถึง การตัดสินของบุคคลถึงความสามารถของตนในการจัดระบบและกระทำกิจกรรมที่ต้องทำเพื่อให้ได้ผลการปฏิบัติตามแบบที่กำหนด มันเป็นการตัดสินว่าอะไรที่บุคคลนั้นสามารถกระทำได้ ไม่ว่าเขาจะมีทักษะในการทำอย่างไร ซึ่งการรับรู้ความสามารถของตนเองจะต่างกับการคาดหวังผลจากการกระทำ การรับรู้ความสามารถของตนเป็นการตัดสินความสามารถของการกระทำที่จะให้บรรลุผลระดับหนึ่ง ส่วนการคาดหวังผลการกระทำเป็นการตัดสินว่าการกระทำนั้นก่อให้เกิดผลอย่างไร เช่นบุคคลเชื่อว่าเขาสามารถกระโดดสูงได้ 6 ฟุต เป็นการตัดสินการรับรู้ความสามารถ ส่วนการคาดหวังการยอมรับทางสังคม การปรบมือ รางวัล และความพึงพอใจในตนเอง เป็นการคาดหวังผลของการกระทำในการใช้ความพยายามที่จะทำกิจกรรมทางสังคม ทางปัญญา และทางกายนั้น

การรับรู้ความสามารถของตนจะเป็นตัวกำหนดว่าบุคคลนั้นจะมีพฤติกรรมอย่างไร มีแบบแผนการคิดอย่างไรและมีการตอบสนองทางอารมณ์อย่างไรเมื่อเขาอยู่ในสภาพการณ์ที่ใช้ความพยายามสูง ซึ่งแบนดูรา บอกว่าการรับรู้ความสามารถของตนจะเป็นตัวกำหนดในเรื่องต่อไปนี้ คือ

1. พฤติกรรมการเลือก (Choice Behavior) บุคคลมีแนวโน้มที่จะหลีกเลี่ยงงาน และสภาพการณ์ที่เขาเชื่อว่ายากเกินความสามารถของเขา และบุคคลจะกระทำกิจกรรมที่แน่ใจว่าเขามีความสามารถที่จะทำ บุคคลที่ประเมินความสามารถของตนเองมากเกินไปจะเลือกทำกิจกรรมที่เกินความสามารถ ซึ่งจะก่อให้เกิดความทุกข์ความลำบากจากการล้มเหลว ส่วนบุคคลที่ประเมินความสามารถของตนต่ำเกินไป ก็จะจำกัดตนเองทำให้ขาดประสบการณ์ที่จะได้รับสิ่งดี ๆ การประเมินที่ดีคือ ประเมินสูงกว่าที่บุคคลนั้นสามารถทำได้เล็กน้อย ซึ่งจะทำให้บุคคลกระทำกิจกรรมที่ยากพอเหมาะและท้าทายความสามารถ ส่วนการประเมินที่แม่นยำตรงกับความสามารถ กิจกรรมที่เลือกก็มีแนวโน้มสูงที่จะประสบความสำเร็จ

2. การใช้ความพยายามและการยืนหยัด (Effort Expenditure and Persistence) การตัดสินความสามารถของตนเป็นตัวกำหนดว่า บุคคลจะใช้ความพยายามมากเท่าไร และจะคงทนทำกิจกรรมไปนานเท่าไร เมื่อพบอุปสรรคและประสบการณ์ที่ไม่น่าพอใจ บุคคลที่ตัดสินว่าตนมีความ

สามารถมีความเข้มแข็ง และคงทนในความพยายาม มีความแตกต่างระหว่างความพยายามที่ใช้ในช่วงของการเรียนรู้กับช่วงนำทักษะของการเรียนรู้ไปใช้ ในขั้นตอนเรียนรู้คนที่รับรู้ว่าคุณมีความสามารถสูงอาจรู้สึกว่าคุณมีความจำเป็นน้อยที่จะต้องใช้ความพยายามมาก แต่เวลาที่จะนำเอาทักษะการเรียนรู้ไปใช้จะใช้ความพยายามและการลงทุนสูง ส่วนคนที่สงสัยในความสามารถของตน จะใช้ความพยายามมากในการเรียนแต่ใช้ความพยายามน้อยเมื่อต้องใช้ทักษะที่ได้เรียนมา

3. แบบแผนความคิดและการตอบสนองทางอารมณ์ (Thought Patterns and Emotional Reactions)

การรับรู้ความสามารถของตนมีอิทธิพลต่อแบบแผนของการคิดและการตอบสนองทางอารมณ์ของบุคคลนั้นในตอนที่ปฏิบัติสัมพันธ์จริงกับตอนที่คาดว่าจะมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม คนที่ตัดสินใจว่าคุณมีความสามารถในการจัดการกับความต้องการของสิ่งแวดล้อมก็จะมีความรู้สึกว่าคุณมีความสามารถ และตระหนักถึงสิ่งที่อาจอุปสรรคว่าเป็นเรื่องน่าวิตกกังวลมากกว่าความเป็นจริง ส่วนคนที่รู้สึกว่าตนมีความสามารถสูงจะให้ความสนใจและใช้ความพยายามในการจัดการสภาพการณ์ และสิ่งที่เป็อุปสรรคก็จะกระตุ้นให้เขาใช้ความพยายามมากขึ้น นอกจากนี้การรับรู้ความสามารถก็มีอิทธิพลต่อความคิดในการแก้ปัญหาที่ยาก คนที่รับรู้ว่าคุณเองมีความสามารถสูงมีแนวโน้มที่จะพิจารณาว่าความล้มเหลวเกิดจากการที่เขายังพยายามไม่เพียงพอ แต่คนที่มีความสามารถต่ำๆกันแต่รับรู้ความสามารถของตนเองต่ำจะเห็นว่าความล้มเหลวเกิดจากการที่ตนไร้ความสามารถ

การรับรู้ความสามารถของตนเองมีที่มาจาก

1. การประสบความสำเร็จจากการกระทำ (Enactive Attainment) จัดเป็นแหล่งที่สำคัญที่สุดเพราะเกิดจากประสบการณ์ความสำเร็จที่แท้จริงของบุคคลนั้น ความสำเร็จจะทำให้ประเมินตนเองสูงประสบความสำเร็จความล้มเหลวบ่อยๆจะทำให้ประเมินความสามารถของตนเองต่ำลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าความล้มเหลวหลายครั้งนั้นเกิดขึ้นเร็วกว่าเหตุการณ์ปกติและไม่ได้แสดงว่าคุณความพยายามหรือแสดงถึงว่ามีเหตุการณ์ภายนอกที่ไม่พึงประสงค์

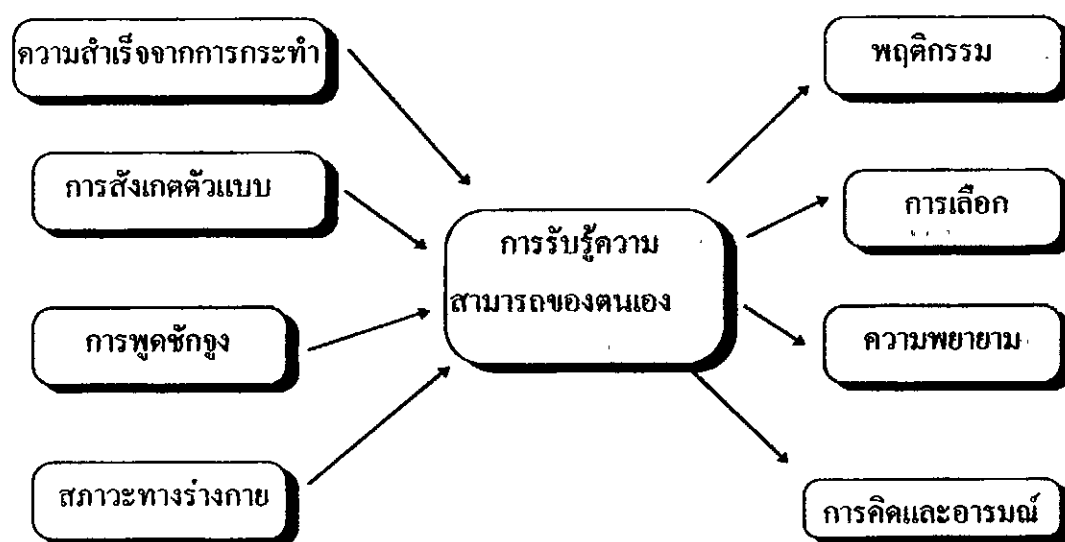
2. การสังเกตตัวแบบ (Vicarious Experience) การที่เห็นบุคคลอื่นที่คล้ายคลึงกับคนทำกิจกรรมได้สำเร็จก็สามารถเพิ่มความรู้สึกว่าคุณมีความสามารถคือบุคคลนั้นจะเห็นว่าตนก็มีความสามารถที่จะทำกิจกรรมทำนองเดียวกันนั้นได้สำเร็จเช่นกัน และการที่สังเกตบุคคลอื่นที่เห็นว่ามีความสามารถใกล้เคียงกับตนประสบความสำเร็จความล้มเหลวทั้งๆที่เขาได้ใช้ความพยายามมากแล้วก็จะทำให้การตัดสินใจความสามารถของตนต่ำลงและความพยายามก็จะลดลง

3. การพูดชักจูง (Verbal Persuasion) การพูดชักจูงเป็นวิธีการที่ใช้กันอย่างแพร่หลายที่จะทำให้บุคคลเชื่อว่าตนมีความสามารถที่จะทำกิจกรรมให้สำเร็จได้ผู้ถูกชักจูงมักจะมี ความพยายามในการกระทำกิจกรรมนั้นๆมากขึ้นการพูดชักจูงที่จะได้ผลมากขึ้นจะต้องเป็นเรื่องที่เป็นไปได้

การพูดชักจูงในเรื่องที่ไม่สอดคล้องกับความเป็นจริงอาจก่อให้เกิดความล้มเหลวซึ่งจะทำให้ผู้ชักจูงไม่ได้รับความเชื่อถือจะเป็นการทำลายความรู้สึกของผู้ฟังว่าตนมีความสามารถได้ ส่วนผู้ที่ถูกชักจูงว่าตนไม่มี กิจกรรมที่ท้าทายและล้มเลิกการกระทำเร็วเมื่อพบกับอุปสรรค

4. สภาวะทางร่างกาย (Physiological State) บุคคลมักจะใช้ข้อมูลด้านสภาวะทางร่างกายในการตัดสินใจความสามารถของตนเช่นการตื่นเต้นมากเกินไปจะทำให้กิจกรรมได้ไม่ดี บุคคลจะคิดว่าตนทำได้สำเร็จเมื่อสภาวะทางกายไม่ปั่นป่วนหรือเครียด การฝึกบุคคลลดสภาวะกระตุ้นทางอารมณ์ลงได้จะช่วยเพิ่มการรับรู้ความสามารถของตน และช่วยเพิ่มผลการปฏิบัติงาน สภาวะทางกายที่กล่าวถึงยังรวมถึงความอ่อนล้า เหนื่อยหอบ และความเจ็บปวดด้วย

ทฤษฎีการรับรู้ความสามารถของตนของเบนคูว์ สามารถแสดงเป็นแบบแผนกราฟได้ดังนี้



จากทฤษฎีการรับรู้ตัวเองของเบนคูว์ทำให้นักจิตวิทยาสนใจที่จะทำการศึกษาค้นคว้าตัวแปรนี้ต่อมา บารอน (Baron, 1994 : 185) กล่าวว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองเป็นส่วนหนึ่งในมโนทัศน์แห่งตนซึ่งเป็นความรู้สึกของบุคคลในการมองเห็นความสามารถและมีแนวคิดที่จะทำตามความสามารถที่มีอยู่ ซึ่งการรับรู้ความสามารถของตนเองจะต่างกับการเคารพตนเอง (Self - Esteem) ทั้งนี้เพราะการเคารพตนเองเกิดจากผลรวมของการรับรู้ความสามารถของตนเองในหลายๆด้าน ขณะที่การรับรู้ความสามารถของตนเองการรับรู้ความสามารถจะเป็นการเจาะจงความสามารถของตนเองในแต่ละด้าน ตัวอย่างเช่นในบุคคลเดียวกันอาจมีการรับรู้ความสามารถ

ของตนเองในด้านคณิตศาสตร์สูง แต่อาจจะรับรู้ว่าคุณเองไม่มีความสามารถพอในด้านกีฬา บุคคลนั้นย่อมทำการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้งนี้เนื่องจากการรับรู้ว่าคุณเองสามารถที่จะทำการแก้ปัญหานี้ได้และให้ความสนใจกับปัญหา ขณะเดียวกันบุคคลนั้นย่อมปฏิเสธในการเล่นกีฬาซึ่งคิดว่าตนเองไม่มีความสามารถพอทำให้ไม่สนใจในกิจกรรมด้านนี้

เชลล์ และโคลวิน (1995 : 386) กล่าวว่า การรับรู้ความสามารถเป็นความเชื่อมั่นของบุคคลในการที่จะแสดงความสามารถเกี่ยวกับ โครงสร้าง วิธีการคิด พฤติกรรม และทักษะทางสังคมที่จำเป็นต่อความสำเร็จของการกระทำ

การรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านคณิตศาสตร์

ความมั่นใจในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ก่อให้เกิดความคิดเกี่ยวกับการรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านคณิตศาสตร์ซึ่งถูกค้นพบเพื่อทำนายการกระทำที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ได้อย่างสม่ำเสมอ (Hackett. 1985) ในระยะต้นๆ ความมั่นใจในการเรียนรู้จะถูกประเมินโดย การถามคำถามโดยทั่วไปเกี่ยวกับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่สังเกตเห็นได้ แต่เมื่อไม่นานมานี้ การรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านคณิตศาสตร์ได้มีการประเมินรวมถึงความสามารถในการแก้ปัญหา การแสดงผลงานทางคณิตศาสตร์ หรือการประสบผลสำเร็จในวิชาคณิตศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านคณิตศาสตร์

โคลลิน (Collin. 1982) ศึกษาพบว่าเมื่อเราควบคุมหรือกำหนดกิจกรรมทางด้านคณิตศาสตร์ในเด็กที่มี การรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านคณิตศาสตร์สูงจะแสดงออกถึงความพยายามในการที่จะแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้สำเร็จ และจะยังคงใช้ ความพยายามในการที่จะหาวิธีการต่างๆ มาแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ตนไม่สามารถทำได้มากกว่าเด็กที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านคณิตศาสตร์ต่ำ

สต็อกตัน และเบท (Stockton and Beth. 1995) ศึกษาความแตกต่างระหว่างเพศชาย เพศหญิงกับการรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านคณิตศาสตร์กับนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัย จำนวน 346 คน ผลการศึกษาพบว่า เพศหญิงมีการรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านคณิตศาสตร์ในระดับต่ำกว่าเพศชายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.005

กอนท์ และจินมิเฟอร์ (Gonte and Jenmifer. 1995) ศึกษาวิธีการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ ที่ทำให้มีคณิตศาสตร์และ ทักษะทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นหรือลดลงในเด็กชั้น 10 11 12 โดยแบ่งเด็กออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มที่ 1 เด็กแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยมีผู้แนะนำวิธีการแก้ปัญหาอยู่ตลอดเวลาจนประสบความสำเร็จ กลุ่มที่ 2 เด็กทำการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สำเร็จได้เอง

ผลปรากฏว่า ในกลุ่มที่ 1 การรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ลดลง ส่วนในกลุ่มที่ 2 พบว่ามี การรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ และ ทักษะทางด้านคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น

ปาจาเรส และมิลเลอร์ (Pajares and Miller. 1994) ศึกษาการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ มโนทัศน์ด้านคณิตศาสตร์ กับความเชื่อในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในเด็กจำนวน 350 คน พบว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ มีผลต่อการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ มากกว่า มโนทัศน์ด้านคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังพบว่าเด็กชายมีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ มโนทัศน์ด้านคณิตศาสตร์สูงกว่า แต่มีความเครียดในการทำกิจกรรมด้านคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเด็กหญิง

ปาจาเรส และเครนซ์ เลอ (Pajares and Kranzler. 1995) ศึกษาการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ และการแสดงออกทางอารมณ์ขณะทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ในเด็กชั้น 9, 10, 11, และ 12 จำนวน 329 คน ผลการศึกษาพบว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์มีผลต่อความเครียดขณะทำกิจกรรมคณิตศาสตร์เพศชายและเพศหญิงมีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน แต่เพศหญิงจะมีความเครียดขณะทำกิจกรรมมากกว่า

เฮคเคท และบีทซ์ (Hackett and Betz. 1983) พบว่าการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์มีผลต่อการเลือกเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัย และพบว่าเพศชายมีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์สูงกว่าเพศหญิง

ทามาโอ (Tamao. 1990) ศึกษาแหล่งที่ได้มาเกี่ยวกับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ตามทฤษฎีของเบนดูรา อันได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตัวแบบ การพุดชักงู และการตอบสนองทางอารมณ์ ในประเทศญี่ปุ่น ผลการศึกษาพบว่า การพุดชักงูไม่สามารถบอกได้ว่ามีความเกี่ยวข้องกับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ และเพศชายมีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์สูงกว่าเพศหญิง

โลเปซ และเลนท์ (Lopez and Lent. 1992) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแหล่งที่มาของการรับรู้ความสามารถของตนเอง 4 แหล่งตามทฤษฎีของเบนดูราว่าจะมีความสัมพันธ์กับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมปลายจำนวน 50 คน โดยให้ตอบแบบสอบถามถึงแหล่งที่มาของการรับรู้ความสามารถของตนเอง แบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งผลการศึกษาสัมพันธ์พบว่าแหล่งที่มาของการรับรู้ความสามารถของตนเองทั้ง 4 แหล่งมีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ แต่แหล่งที่เป็นการสังเกตตัวแบบและการกระตุ้นทางอารมณ์มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2008
19๕๖
//

นอร์วิช (Norwich. 1987) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ กับ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ในเด็กอายุ 9-10 ปี จำนวน 72 คน โดยแบ่งการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ออกเป็น 4 ระดับ ผลการศึกษาพบว่าไม่สามารถทำนายความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ กับ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์

จากผลการวิจัยจะเห็นว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ส่งผลต่อ พฤติกรรม ความพยายาม และการแสดงออกทางอารมณ์ในการทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีของแบนดูราในการฝึก กิจกรรมปริสนาคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน ผู้วิจัยคิดว่า ตัวแปร การรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ อาจมีผลต่อ พฤติกรรม ความพยายาม และความเครียดในการทำกิจกรรมทำให้นักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์สูงน่าจะมีการคิดหาเหตุผลทางตรรกศาสตร์ได้สูงกว่าให้นักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ต่ำ ในขณะที่เดียวกันการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ น่าจะมีปฏิสัมพันธ์กับการฝึก กิจกรรมปริสนาคณิตศาสตร์ส่งผลต่อการหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

สมมุติฐานการศึกษากันคว้า

1. นักเรียนที่ได้เข้าร่วมฝึก แก่ปริสนาคณิตศาสตร์มีการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรม
2. นักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์สูงมีการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ต่ำ
3. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์และการเข้าร่วมฝึก แก่ ปริสนาคณิตศาสตร์ ต่อการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา เป็นนักเรียนอายุระหว่าง 13-14 ปี จำนวน 392 คน กำลังเรียนอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539 โรงเรียนสุวรรณสุทธารามวิทยา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร

กลุ่มตัวอย่าง

เป็นนักเรียนอายุระหว่าง 13-14 ปี จำนวน 60 คน กำลังเรียนอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539 โรงเรียนสุวรรณสุทธารามวิทยา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร ได้จากการสุ่มหลายขั้นตอน โดยสุ่มห้องเรียนอย่างง่ายมา 4 ห้องจาก 12 ห้องเรียน สุ่มแบ่งเป็นกลุ่ม 1 และกลุ่ม 2 กลุ่มละ 2 ห้อง สุ่มใส่ชื่อกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมในกลุ่ม 1 และกลุ่ม 2 นำแบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ให้นักเรียนทำเพื่อแบ่งเด็กตามระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ สูง กลาง ต่ำ ระดับละ 10 คน จะได้กลุ่มทดลอง 30 คน กลุ่มควบคุม 30 คน รวม 60 คน ดังตาราง

ตาราง 2 แสดงกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 60 ราย โดยแยกตามการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ สูง กลาง ต่ำ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	การรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์			รวม
	สูง	กลาง	ต่ำ	
ทดลอง	10	10	10	30
ควบคุม	10	10	10	30
รวม	20	20	20	60

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษากันคว้า

1. แบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านคณิตศาสตร์
2. ปริศนาคณิตศาสตร์ ✓
3. แบบทดสอบการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

✓แบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านคณิตศาสตร์

แบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสร้างขึ้นจาก

1. ศึกษาทฤษฎีการรับรู้ความสามารถของตนเองของเบนคูว์ วิธีการวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง
2. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งทำการวัดในมิติของระดับความมั่นใจในการทำกิจกรรมคณิตศาสตร์
3. สร้างนิยามปฏิบัติการ การรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านคณิตศาสตร์หมายถึง การประเมินความมั่นใจของนักเรียนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ให้มาได้อย่างถูกต้อง
4. เลือกคำถามโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จำนวน 65 ข้อ จากแบบเรียนและแบบฝึกหัดในชั้นประถมศึกษาตอนปลายและมัธยมศึกษาปีที่ 1 ✓

ตัวอย่างแบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านคณิตศาสตร์

เป็นคำถามเกี่ยวกับโจทย์คณิตศาสตร์ให้นักเรียนพิจารณาว่า นักเรียนมีความมั่นใจเพียงใดในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ให้มาได้อย่างถูกต้องโดย ไม่ต้องทำข้อสอบ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ตรงกับระดับความมั่นใจของนักเรียนในแต่ละข้อ

มากที่สุด หมายถึง นักเรียนมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ข้อนี้หรือในแนวเดียวกันกับปัญหานี้ได้ถูกต้องมากที่สุด (ถูกเกือบหมดทุกข้อ)

มาก หมายถึง นักเรียนมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ข้อนี้หรือในแนวเดียวกันกับปัญหานี้ได้ถูกต้องมาก (ถูกประมาณร้อยละ 75)

ปานกลาง หมายถึง นักเรียนมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ข้อนี้หรือในแนวเดียวกันกับปัญหานี้ได้ถูกต้องปานกลาง (ถูกประมาณร้อยละ 50)

น้อย หมายถึง นักเรียนมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ข้อนี้หรือในแนวเดียวกันกับปัญหานี้ได้ถูกต้องน้อย (ถูกประมาณร้อยละ 25)

น้อยที่สุด หมายถึง นักเรียนมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ข้อนี้หรือในแนวเดียวกันกับปัญหานี้ได้ถูกต้องน้อยที่สุด (ถูกเป็นจำนวนน้อย)

(4)

ปัญหา	ระดับความมั่นใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. สอบคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 80 จากคะแนนเต็ม 60 สอบได้กี่คะแนน					
2. ขับรถด้วยความเร็ว 45 กิโลเมตร/ชั่วโมง ถึงที่หมายใน 4 ชั่วโมง ถ้าเพิ่มความเร็วเป็น 60 กิโลเมตร/ชั่วโมง จะถึงที่หมายช้าหรือเร็วกว่ากันเท่าไร					

เกณฑ์การให้คะแนน

มากที่สุด ให้ 5 คะแนน

มาก ให้ 4 คะแนน

ปานกลาง ให้ 3 คะแนน

น้อย ให้ 2 คะแนน

น้อยที่สุด ให้ 1 คะแนน

5. นำแบบสอบถามไปให้นักเรียนโรงเรียนหนองจอกวิทยา จำนวน 45 คนทำ เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ โดยนำคะแนนเด็กมาเรียงกันจากคะแนนสูงสุดจนถึงต่ำสุด แล้วแบ่งเป็นสองกลุ่ม โดยใช้เทคนิค 25% คัดจำนวนผู้ได้คะแนนสูง ต่ำ แล้วนำมาวิเคราะห์รายข้อ โดยใช้ t - test independence เพื่อคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกหรือค่า $t \geq 1.79$ จำนวน 40 ข้อ ตามข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกมากลงมา

6. นำแบบสอบถามที่คัดเลือกได้มาหาค่าความเชื่อมั่น โดยหาค่า Coefficient Alpha (α) ตามวิธีการของ Cronbach จากคะแนนการทำแบบสอบถามของนักเรียน โรงเรียนหนองจอกวิทยา จำนวน 45 คน ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.9651

ปริศนาคณิตศาสตร์

ปริศนาคณิตศาสตร์เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ต้องอาศัยหลักการคิดหาเหตุผลทางตรรกศาสตร์เข้าช่วยในการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยปรับปรุงมาจากเกมลอจิกแล้วนำไปให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสุวรรณศุทธารามวิทยาห้องที่ไม่ได้ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างลองทำดูพบว่านักเรียนสนุกกับการทายตัวเลข รู้จักคิดวางแผนว่าจะทายเลขอะไรตรงตำแหน่งไหน และมีความเข้าใจในความหมายเชิงตรรกศาสตร์ของคำว่า หรือ และ ถ้า...แล้ว ก็ต่อเมื่อ ไม่ บางตัว ทุกตัว เพิ่มขึ้น

อุปกรณ์ ประกอบด้วย

- ตารางสำหรับทายตัวเลข
- กระดาษตั้งปัญหา
- ดินสอ
- ยางลบ
- กระดุมสีขาว สีแดง และสีดำ

วิธีการเล่น แบ่งผู้เล่นออกเป็นสองฝ่ายคือ ฝ่ายตั้งปัญหาและฝ่ายทายปัญหา โดย

- ให้ผู้ตั้งปัญหาเขียนตัวเลขสามหลักลงในกระดาษตั้งปัญหา ใช้เลข 0 - 9 ลงในแต่ละหลักโดยไม่ให้เลขซ้ำกัน

- ผู้ทายปัญหาทายตัวเลขที่ตั้งไว้ในตารางทายตัวเลข
- ผู้ตั้งปัญหาใช้กระดุมเป็นสื่อความหมายว่าผู้ทายปัญหาทายตัวเลขที่ตั้งไว้อย่างไร โดยใช้

กระดุมสีขาว สื่อความหมายแทนตัวเลขที่ทายถูกและอยู่บนตำแหน่งที่วางไว้

กระดุมสีแดง สื่อความหมายแทนตัวเลขที่ทายถูกแต่ผิดตำแหน่ง

กระดุมสีดำ สื่อความหมายแทนตัวเลขที่ทายผิด

- ผู้ทายปัญหามีโอกาสทายให้ถูกต้องภายใน 10 ครั้ง ถ้าทายถูกถือว่าชนะ แต่ถ้าทายไม่ได้ถือว่าแพ้

- ให้ผู้เล่นสลับกันทายปัญหา

ตัวอย่างที่ 1. ตั้งปัญหาเลข 634

ผู้ทายทายเลข	428	ให้ผู้ตั้งปัญหาวาง กระดุมสี แดง ดำ ดำ
	345	ให้ผู้ตั้งปัญหาวาง กระดุมสี แดง แดง ดำ
	734	ให้ผู้ตั้งปัญหาวาง กระดุมสี ดำ ขาว ขาว
	634	ให้ผู้ตั้งปัญหาวาง กระดุมสี ขาว ขาว ขาว

ถือว่าผู้ทายชนะ

ตัวอย่างที่ 2. ตั้งปัญหาเลข 159

ผู้ทายทายเลข	276	ให้ผู้ตั้งปัญหาวาง กระดุมสี ดำ ดำ ดำ
	349	ให้ผู้ตั้งปัญหาวาง กระดุมสี ดำ ดำ ขาว ✓
	318	ให้ผู้ตั้งปัญหาวาง กระดุมสี ดำ แดง ดำ
	247	ให้ผู้ตั้งปัญหาวาง กระดุมสี ดำ ดำ ดำ
	609	ให้ผู้ตั้งปัญหาวาง กระดุมสี ดำ ดำ ขาว

- 819 ให้ผู้ตั้งปัญหาวาง กระดุมสี ดำ แดง ขาว
 509 ให้ผู้ตั้งปัญหาวาง กระดุมสี แดง ดำ ขาว
 204 ให้ผู้ตั้งปัญหาวาง กระดุมสี ดำ ดำ ดำ
 284 ให้ผู้ตั้งปัญหาวาง กระดุมสี ดำ ดำ ดำ
 519 ให้ผู้ตั้งปัญหาวาง กระดุมสี แดง แดง ขาว

ถือว่าผู้ทายแพ้

หมายเหตุ อาจตั้งปริศนาเป็นเลขสี่หลัก โดยใช้หลักเกณฑ์เดียวกัน หรือ ตั้งเลข
 สามหลัก สี่หลัก โดยที่มีเลขหนึ่งตัวซ้ำกันสองครั้ง

แผนการสอนการฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์(ครั้งที่ 1)

1. ความคิดรวบยอด

การเข้าใจ กฎ กติกา นำไปสู่การปฏิบัติที่ถูกต้อง

2. จุดประสงค์

- 2.1 นักเรียนสามารถทายปริศนาได้ตามกติกา
- 2.2 นักเรียนสามารถแปลความตามสื่อความหมายได้ถูกต้อง

3. เนื้อหา

วิธีการทำกิจกรรมฝึกแก้ปริศนา

4. สื่อการเรียนรู้

- 4.1 ตารางทายตัวเลข
- 4.2 กระดาษตั้งปริศนา
- 4.3 กระดุมสีแดง สีขาว สีดำ
- 4.4 ดินสอ
- 4.5 ยางลบ

5. กิจกรรม

ครูนำเข้าบทเรียนโดยกล่าวแนะนำตนเองแล้วถามนักเรียนว่า “ นักเรียนเคยเล่นทายปริศนาอะไรบ้าง ” นักเรียนตอบ..... วันนี้ครูมีปริศนาที่น่าสนใจมาให้นักเรียนเล่นทายกัน ปริศนานี้ นักเรียนสามารถนำไปเล่นได้โดยไม่ต้องเตรียมอุปกรณ์ และปริศนาที่นำมาทายอยู่ที่ตัวนักเรียนเอง เพียงแต่มีเงื่อนไขบางอย่างที่ต้องทำความเข้าใจให้นักเรียนจับคู่เปิดซองที่ให้ไว้แล้วถามว่า “นักเรียนพบสิ่งใดบ้าง” นักเรียนตอบ.....

ครูบอกนักเรียนว่า อุปกรณ์ที่นักเรียนมีอยู่นั้นเป็นสิ่งที่ใช้ทายปริศนาคณิตศาสตร์ ได้แก่ ปริศนาทายตัวเลขให้นักเรียนจับคู่สลับกันทายปัญหา ครูหยิบกระดาดตั้งปริศนาขึ้นมาให้นักเรียนดู แล้วกล่าวว่า นี่คือ กระดาดตั้งปริศนาสำหรับนักเรียนที่ทายปริศนาเขียนเลข 3 หลักโดยใช้เลข 0 - 9 ไม่ซ้ำกันเก็บไว้เพื่อให้อีกฝ่ายทาย

ครูหยิบตารางทายตัวเลขอธิบายความหมายสิ่งที่อยู่บนตาราง มุมบนขวามือให้นักเรียนใส่ ชื่อผู้ทายปริศนา ช่องสี่เหลี่ยมด้านซ้ายสำหรับเขียนปริศนาเมื่อทายเสร็จ ให้นักเรียนที่ทายปริศนา ทายเลข สามหลักไม่ซ้ำกันลงในช่องเลข นักเรียนผู้ตั้งปริศนาวางกระดุมสื่อความหมายตามลำดับ ตัวเลขที่ทายบนช่องวางกระดุมโดยใช้ กระดุมสีขาวสื่อความหมายแทนตัวเลขที่ทายถูกและวางอยู่บนตำแหน่งที่ตั้งไว้ กระดุมสีแดงสื่อความหมายแทนตัวเลขที่ทายถูกแต่ผิดตำแหน่ง กระดุมสีดำ สื่อความหมายแทนตัวเลขที่ทายผิด ในช่องหมายเหตุมีไว้สำหรับนักเรียนที่ทายปริศนา เขียนแนว คิดเหตุผลในการทายเลขแต่ละครั้ง

* ยกตัวอย่าง โดยครูตั้งเลข 3 หลัก ไม่ซ้ำกันบนกระดาดตั้งปริศนา ให้นักเรียนในชั้นร่วมกัน ทายปริศนา โดยเขียนตารางทายตัวเลขบนกระดานดำ ครูเขียนตัวเลขที่นักเรียนทายในช่องเลข ครู เขียนสีของกระดุมสื่อความหมายตามลำดับตัวเลขในช่องวางกระดุม ในการทายครั้งต่อไปครูถาม เหตุผลแนวคิดแล้วเขียนลงบนช่องหมายเหตุ ทำต่อไปจนนักเรียนตอบปริศนาได้ถูกต้องครูจึงเขียน ปริศนาที่ตั้งไว้บนช่องสี่เหลี่ยมซ้ายมือ

นักเรียนสลับกันทายปริศนาเลข 3 หลักไม่ซ้ำกัน

เมื่อนักเรียนทายปริศนาตัวเลข 3 หลักได้ไม่ผิดขีดครูเปลี่ยนให้นักเรียนทายปริศนาเลข 4 หลักไม่ซ้ำกัน

ครูสังเกตพฤติกรรมนักเรียนขณะทำการแก้ปริศนาให้คำแนะนำนักเรียนที่มีปัญหาไม่สามารถใช้ความคิดแก้ปริศนาและสอบถามเหตุผลการทายเลขของนักเรียน

ครูสรุป โดยถามนักเรียนว่าได้อะไรจากการทายปริศนาครั้งนี้

6. การวัดผล

สังเกตการเล่นทายปริศนาตรงตามกติกาที่ตั้งไว้ คือ ผู้ทายปริศนาสามารถวางกระดุมสีขาวเมื่อผู้ทาย ทายตัวเลขถูก และวางอยู่บนตำแหน่งที่ตั้งไว้ สีแดงเมื่อผู้ทายทายตัวเลขถูก แต่ผิด ตำแหน่ง สีดำเมื่อผู้ทาย ทายตัวเลขผิด ได้ถูกต้อง

แผนการสอนการฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์(ครั้งที่ 2)

1. ความคิดรวบยอด

การเรียนรู้จากประสบการณ์ที่ได้รับ ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจง่ายขึ้น

2. จุดประสงค์

- 2.1 นักเรียนสามารถจัดกลุ่มตัวเลขออกเป็นสองกลุ่มคือ
- 2.2 กลุ่มตัวเลขที่ใช้ในการตั้งปริศนา
- 2.3 กลุ่มตัวเลขที่ไม่ใช้ในการตั้งปริศนา
- 2.4 นักเรียนใช้คำว่า ไม่ ทุกตัว บางตัวในการทายปริศนา

3. เนื้อหา

- 3.1 การจัดประเภท
- 3.2 ความหมายคำว่า ไม่ ทุกตัว บางตัว

4. สื่อการเรียน

- 4.1 ตารางทายตัวเลข
- 4.2 กระดาษตั้งปริศนา
- 4.3 กระดาษสีแดง สีขาว สีดำ
- 4.4 ดินสอ
- 4.5 ยางลบ

5. กิจกรรม

ครูนำเข้าบทเรียนโดยกล่าวถึงกิจกรรมที่นักเรียนทำสัปดาห์ที่ผ่านมา แล้วถามว่านักเรียนได้รับอะไรจากการแก้ปริศนา

ครูหยิบตารางทายปริศนาที่นักเรียนทำในครั้งก่อนหนึ่งแผ่น แล้วยกตัวอย่างเลขที่นักเรียนตั้งปริศนา ถามนักเรียนว่าเลขอะไรบ้างที่ไม่ได้ใช้ตั้งปริศนา นักเรียนตอบ.....

ครูอธิบาย การจัดประเภทเกี่ยวกับการจัดกลุ่มโดยอาศัยความคิดว่า ขณะนี้เรามีตัวเลขอยู่ 10 ตัว แบ่งเป็นตัวเลขที่ใช้ตั้งปริศนา 3 ตัว ไม่ใช้ตั้งปริศนา 7 ตัว ถ้านักเรียนทายเลขกลุ่มที่ใช้ตั้งปริศนา แล้วนักเรียนจะได้รับกระดุมสีแดงหรือสีขาว แต่ถ้านักเรียนทายเลขกลุ่มที่ไม่ใช้ตั้งปริศนา แล้วนักเรียนจะได้รับกระดุมสีดำ

ครูถามนักเรียนว่าที่ผ่านมานักเรียนคนใดบ้างเคยได้กระดุมสีดำทั้ง 3 เม็ด หมายความว่าอย่างไร นักเรียนตอบ..... ครูสรุปว่า หมายถึงตัวเลขทุกตัวที่นักเรียนทายผิด แล้วถามนักเรียนว่าที่ผ่านมานักเรียนคนใดบ้างเคยได้กระดุมสีแดงทั้ง 3 เม็ด หมายความว่าอย่างไร นักเรียนตอบ..... ครูสรุปว่า หมายถึงตัวเลขทุกตัวที่นักเรียนทายถูกแต่วางผิดตำแหน่ง

ครูถามนักเรียนว่า ที่ผ่านมานักเรียนคนใดเคยได้กระดุมสีดำ สีแดงสลับกันบ้าง หมายความว่าอย่างไร นักเรียนตอบ..... ครูสรุปว่าหมายถึงตัวเลขบางตัวที่นักเรียนทายผิดตัวเลขบางตัวที่นักเรียนทายถูก

ครูสรุปความหมายคำว่า

ไม่ เป็นคำปฏิเสธตรงข้ามความจริงที่เรามีอยู่เช่น นักเรียนไม่ได้ใช้เลข 4 ตั้งปริศนา

ทุกตัว หมายถึง ทุกหน่วยของมโนภาพ เช่น ทายเลข 345 ได้กระดุมสีดำ 3 เม็ด แสดงว่าเลขที่ทายทุกตัวผิด มโนภาพของนักเรียนอยู่ในกลุ่มเลขที่ไม่ใช้ตั้งปัญหา

บางตัว หมายถึง ไม่ครบทุกหน่วยของมโนภาพ เช่น ทายเลข 345 ได้กระดุมสีดำ 2 เม็ด สีแดง 1 เม็ด แสดงว่าเลขที่บางตัวผิด มโนภาพของนักเรียนอยู่ในกลุ่มเลขที่ไม่ใช้ตั้งปัญหา

นักเรียนจับคู่กันสลับทายปริศนาเลข 4 หลัก ไม่ซ้ำกัน

เมื่อนักเรียนทายปริศนาตัวเลข 4 หลักได้ไม่ติดขัดครูเปลี่ยนให้นักเรียนทายปริศนาเลข 3 หลักโดยให้มีเลขหนึ่งตัวซ้ำกัน 2 ครั้ง การวางกระดุมสื่อความหมายให้นักเรียนวางกระดุมเลขที่ซ้ำกันได้ 2 เม็ด เช่นตั้งปริศนาเลข 262 ถ้าเพื่อนทาย 626 ให้วางกระดุมสีแดง แดง ดำ

ครูสังเกตพฤติกรรมนักเรียนขณะทำการแก้ปริศนา ให้คำแนะนำนักเรียนที่มีปัญหาไม่สามารถใช้ความคิดแก้ปริศนาและสอบถามเหตุผลการทายเลขของนักเรียน

ครูสรุป โดยถามนักเรียนว่าได้อะไรจากการทายปริศนาครั้งนี้ ต่างจากครั้งก่อนอย่างไร

6. การวัดผล

สังเกตดูว่านักเรียนมีการใช้การจัดประเภทแก้ปริศนา

แผนการสอนการฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์ (ครั้งที่ 3)

1. ความคิดรวบยอด

การเรียนรู้จากประสบการณ์ที่ได้รับ ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจง่ายขึ้น

2. จุดประสงค์

2.1 นักเรียนสามารถใช้คำว่า และ หรือ ถ้า.....แล้ว ก็ต่อเมื่อ ในการทายปริศนา

2.2 ความหมายคำสันธาน และ หรือ ถ้า.....แล้ว ก็ต่อเมื่อ

4. สื่อการเรียนรู้

4.1 ตารางทายตัวเลข

4.2 กระดาษตั้งปริศนา

4.3 กระดุมสีแดง สีขาว สีดำ

4.4 ดินสอ

4.5 ยางลบ

5. กิจกรรม

ครูนำเข้าบทเรียนโดยกล่าวถึงกิจกรรมที่นักเรียนทำตัวปลาที่ผ่านมา แล้วถามว่านักเรียนได้รับอะไรจากการแก้ปริศนา

ครูยกตัวอย่างปริศนาที่ผ่านมานักเรียนจากตารางทายตัวเลข 3 หลักโดยให้มีเลขหนึ่งตัวซ้ำกัน 2 ครั้ง เช่นเลข 626

ครูถามนักเรียน ถ้านักเรียนทายเลข 6 บนหลักร้อย นักเรียนได้รับกระดุมสีอะไร นักเรียนตอบ.....(สีขาว) หมายความว่าอะไร นักเรียนตอบ.....ครูสรุป ว่าเลข 6 อยู่ในกลุ่มที่ใช้ตั้งปริศนา และวางอยู่บนหลักร้อย

ครูสรุปคำหมายคำว่า “และ” เป็นคำสันธานเชื่อมประพจน์ (ประพจน์ คือ ประโยคบอกเล่าที่มีค่าความจริงเป็นจริง(ถูก)หรือเป็นเท็จ(ผิด) อย่างใดอย่างหนึ่งและอย่างเดียวนั่น) ที่ส่งผลให้ประพจน์เป็นจริง(ถูก)เมื่อประพจน์ทุกประพจน์เป็นจริง

ครูถามนักเรียน ถ้านักเรียนทายเลข 6 บนหลักสิบ นักเรียนได้รับกระดุมสีอะไร นักเรียนตอบ.....(สีแดง) หมายความว่าอะไร นักเรียนตอบ.....ครูสรุป ว่าเลข 6 อยู่ในกลุ่มที่ใช้ตั้งปริศนา แต่ไม่ได้วางอยู่บนหลักสิบ ครูถามต่อว่า เลข 6 ควรจะวางอยู่บนตำแหน่งไหนหากมีเลข 6 หนึ่งตัวในปริศนานี้ นักเรียนตอบ.....ครูสรุป เลข 6 อยู่บนหลักร้อยหรือหลักสิบ ครูถามต่อในกรณีเดียวกันปริศนานี้มีเลข 6 สองตัว เลข 6 ควรจะวางอยู่บนตำแหน่งไหน นักเรียนตอบ.....ครูสรุปเลข 6 อยู่บนหลักร้อยและหลักสิบ

ครูสรุปความหมายคำว่า “หรือ” เป็นคำสันธานเชื่อมประพจน์ ทำให้ประพจน์เป็นจริง (ถูก) เมื่อประพจน์ใดประพจน์หนึ่งเป็นจริงหรือทุกประพจน์เป็นจริง

ครูถามนักเรียน ถ้านักเรียนทายเลข 2 บนหลักสิบ นักเรียนได้รับกระดุมสีอะไร นักเรียนตอบ.....(สีขาว) หมายความว่าอะไร นักเรียนตอบ.....ครูสรุป ว่าเลข 2 อยู่ในกลุ่มที่ใช้ตั้งปริศนา และวางอยู่บนหลักสิบ ทุกครั้งที่นักเรียนทายเลข 2 บนหลักสิบ นักเรียนได้รับกระดุมสีอะไร นักเรียนตอบ.....(สีขาว) ถ้านักเรียนทายเลข 2 บนหลักอื่น นักเรียนได้รับกระดุมสีขาว นักเรียนตอบ.....(ไม่ได้) ครูถามนักเรียนว่า นักเรียนมีโอกาสได้รับ กระดุมสีขาวในกรณีอื่นอีกหรือไม่ เพราะอะไร นักเรียนตอบ ครูสรุปว่ามีเพราะถ้านักเรียนทายเลข 6 บนหลักหน่วยนักเรียนจะได้รับกระดุมสีขาว

ครูสรุปความหมายคำว่า “ ถ้า...แล้ว ” เป็นคำสันธานเชื่อมประพจน์ ทำให้ประพจน์เป็นจริง (ถูก) เมื่อประพจน์ ประพจน์หนึ่งเป็นจริง (เหตุ) แล้วทำให้ประพจน์สองเป็นจริง (ผล) มีค่าความจริงเป็นจริง (ถูก) เมื่อมีเหตุแล้วเกิดผล หรือไม่มีเหตุแล้วเกิดผล หรือไม่มีเหตุแล้วไม่เกิดผล

นักเรียนจะทายปริศนาถูกก็ต่อเมื่อนักเรียนทายเลขถูกต้องทั้ง 3 ตัวเลขและวางอยู่บนตำแหน่งที่ตั้งไว้ เช่นกรณีนี้นักเรียนทายปริศนาถูกเมื่อนักเรียนทายเลขอะไร นักเรียนตอบ.....(626) หากนักเรียนทายเลขอื่นจะถูกไหม นักเรียนตอบ.....(ไม่ถูก)

ครูสรุปความหมายคำว่า “ ก็ต่อเมื่อ ” เป็นคำสันธานเชื่อมประพจน์ ทำให้ประพจน์เป็นจริง(ถูก)เมื่อประพจน์ทุกประพจน์เป็นจริง หรือ ประพจน์ทุกประพจน์เป็นเท็จ

นักเรียนสลับกันทายปริศนาเลข 3 หลักโดยให้มีเลขหนึ่งตัวซ้ำกัน 2 ครั้ง เมื่อนักเรียนทายปริศนาตัวเลข 3 หลักโดยให้มีเลขหนึ่งตัวซ้ำกัน 2 ครั้ง ไม่ติดขัดครูเปลี่ยนให้นักเรียนทายปริศนาเลข 4 หลักโดยให้มีเลขหนึ่งตัวซ้ำกัน 2 ครั้ง

ครูสังเกตพฤติกรรมนักเรียนขณะทำการแก้ปริศนา ให้คำแนะนำนักเรียนที่มีปัญหาไม่สามารถใช้ความคิดแก้ปริศนาและสอบถามเหตุผลการทายเลขของนักเรียน

ครูสรุป โดยถามนักเรียนว่าได้อะไรจากการทายปริศนาครั้งนี้ ต่างจากครั้งก่อนอย่างไร

6. การวัดผล

สังเกตจากการให้เหตุผลการทายตัวเลขของนักเรียน

แผนการสอนการฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์(ครั้งที่ 4)

1. ความทึครวบยอด

การรู้จักคิดหาเหตุผล ทำให้มีพัฒนาทางสติปัญญาเพิ่มขึ้น

2. จุดประสงค์

2.1 นักเรียนมีการวางแผนในการแก้ปริศนา

2.2 นักเรียนมีการใช้ความคิดสรุปเหตุผล

3. เนื้อหา

แนวทางการแก้ปริศนา

4. สื่อการเรียน

4.1 ตารางทายตัวเลข

4.2 กระดาษตั้งปริศนา

4.3 กระดาษสี่แฉก สีขาว สีดำ

4.4 ดินสอ

4.5 ยางลบ

5. กิจกรรม

ครูนำเข้าบทเรียนโดยกล่าวถึงกิจกรรมที่นักเรียนทำสัปดาห์ที่ผ่านมา แล้วถามว่านักเรียนได้รับอะไรจากการแก้ปริศนา

ครูสรุปใจความสำคัญ

การจัดประเภท แบ่งตัวเลขเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มตัวเลขที่ใช้ตั้งปริศนา และกลุ่มตัวเลข ที่
ไม่ใช้ตั้งปริศนา

ไม่ เป็นคำปฏิเสธตรงข้ามความจริงที่เราใช้อยู่เช่น นักเรียนไม่ได้ใช้เลข 4 ตั้งปริศนา
และ เป็นคำสันธานเชื่อมประพจน์ที่ส่งผลให้ประพจน์เป็นจริง (ถูก) เมื่อประพจน์ทุก
ประพจน์เป็นจริง

หรือ เป็นคำสันธานเชื่อมประพจน์ ทำให้ประพจน์เป็นจริง (ถูก) เมื่อประพจน์ใด
ประพจน์หนึ่งเป็นจริงหรือทุกประพจน์เป็นจริง

“ ถ้า....แล้ว ” เป็นคำสันธานเชื่อมประพจน์ ทำให้ประพจน์เป็นจริง (ถูก) เมื่อ
ประพจน์ ประพจน์หนึ่งเป็นจริง (เหตุ) แล้วทำให้ประพจน์สองเป็นจริง (ผล) มีความจริงเป็น
จริง (ถูก) เมื่อมีเหตุแล้วเกิดผล หรือไม่มีเหตุแล้วเกิดผล หรือไม่มีเหตุแล้วไม่เกิดผล

“ ก็ต่อเมื่อ ” เป็นคำสันธานเชื่อมประพจน์ ทำให้ประพจน์เป็นจริง (ถูก) เมื่อประพจน์
ทุกประพจน์เป็นจริง หรือ ประพจน์ทุกประพจน์เป็นเท็จ

ครูถามนักเรียนเกี่ยวกับวิธีการที่นักเรียนใช้แก้ปัญหา นักเรียนตอบ.....ครูสรุปแนว
ทางการแก้ปัญหา

- นักเรียนสุ่มทายเลข 0-9 แล้วพิจารณาว่าเลขที่ทายนั้นถูกหรือผิด ถ้าเลขใดผิดให้ตัดออก
เลขใดถูกให้พิจารณาเลขนั้นวางบนตำแหน่งที่ตั้งไว้หรือไม่ ถ้าไม่ได้วางอยู่บนตำแหน่งนั้นให้ทำ
การสับเปลี่ยนตำแหน่ง

- สุ่มตัวเลขที่ไม่เคยใช้ทายปริศนาใส่แทนเลขที่ทายผิด แล้วพิจารณาว่าเลขนั้นถูกหรือผิด
ตัดออก ถ้าถูกให้พิจารณาเลขนั้นวางบนตำแหน่งที่ตั้งไว้หรือไม่ ถ้าไม่ได้วางอยู่บนตำแหน่งนั้นให้
ทำการสับเปลี่ยนตำแหน่ง

- ทำการสุ่มจนได้กลุ่มตัวเลขที่ใช้ตั้งปริศนา แล้วทำการสลับตำแหน่งที่ให้ถูกต้อง

- ในกรณีที่สงสัยว่าปริศนานั้นตั้งเลขหนึ่งตัวซ้ำกันสองครั้งหรือไม่ ให้สุ่มตัวเลขที่ใช้ตั้ง
ปริศนาทายอีกครั้งหนึ่ง

นักเรียนสลับกันทายปริศนาเลข 3 หลัก โดย ตั้งปริศนาโดยใช้เลข 0- 9 ไม่ซ้ำกันหรือมีเลข
หนึ่งตัวซ้ำกัน 2 ครั้ง

เมื่อนักเรียนทายปริศนาตัวเลข 3 หลักโดยตั้งปริศนาโดยใช้เลข 0- 9 ไม่ซ้ำกันหรือมีเลข
หนึ่งตัวซ้ำกัน 2 ครั้ง ไม่ติดขัดครูเปลี่ยนให้นักเรียนทายปริศนาเลข 4 หลักโดยตั้งปริศนาโดยใช้เลข
0- 9 ไม่ซ้ำกันหรือมีเลขหนึ่งตัวซ้ำกัน 2 ครั้ง

ครูสังเกตพฤติกรรมนักเรียนขณะทำการแก้ปริศนา ให้คำแนะนำนักเรียนที่มีปัญหาไม่สามารถใช้ความคิดแก้ปริศนาและสอบถามเหตุผลการทำเลขของนักเรียน

ครูสรุป โดยถามนักเรียนว่าได้อะไรจากการทบทวนปริศนาครั้งนี้ต่างจากครั้งก่อนอย่างไร

6. การวัดผล

สังเกตจากการให้เหตุผลการทำตัวเลขของนักเรียน

แบบทดสอบการคิดหาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์

แบบทดสอบการคิดหาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ด้วยถ้อยคำที่ผู้วิจัยนำ แบบทดสอบการคิดหาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ด้วยถ้อยคำ ของวิรัช จาปนอม (2520) ที่สร้างขึ้นจากระบบการรวมกันหรือระบบปฏิบัติการ 16 คู่ และระบบปฏิบัติการ 4 กลุ่มที่เด็กใช้แก้ปัญหาจากสมมติฐานประกอบด้วยคำถามเลือกตอบจำนวน 40 ข้อ มาให้นักเรียนโรงเรียนเศรษฐบุตรบำเพ็ญภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539 จำนวน 103 คนทดสอบ เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกโดยวิธีการวิเคราะห์ข้อสอบแบบเทคนิค 27% หาค่า P_H และ P_L นำไปเปิดตารางวิเคราะห์ข้อสอบของ จุง เต ฟาน (CHUNG - TEH FAN , 1952) นำข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 2.5 ขึ้นไปจำนวน 28 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้ KR-20 ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ $r_{tt} = .7666$

ตัวอย่างเช่น

0. ฉันจะไปเที่ยวปิ้งหรือสิงคโปร์อย่างน้อยสักแห่งหนึ่ง หมายความว่า

- ก. ฉันจะไปเที่ยวปิ้ง
- ข. ฉันจะไปเที่ยวสิงคโปร์
- ค. ฉันจะไปเที่ยวปิ้งและสิงคโปร์
- ง. ถูกทั้งข้อ ก. ข. ค.
- จ. ฉันไม่มีหวังได้ไปเพราะไม่มีเงิน

คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ง. เพราะเป็นปฏิบัติการของการรวมกลุ่ม

$$p \vee q = (p \cdot q) \vee (\bar{p} \cdot q) \vee (p \cdot \bar{q})$$

00. “นักเรียนที่ได้รับรางวัลจากโรงเรียนจะต้องเป็นผู้ที่เรียนเก่งและมีมารยาทดีด้วย” สมภพได้รับรางวัลจากโรงเรียน ดังนั้น

- ก. สมภพเรียนเก่ง
- ข. สมภพมารยาทดี
- ค. สมภพเรียนเก่งและมีมารยาทดี
- ง. อาจเป็นกรณีใดกรณีหนึ่งในข้อ ก. ข. ค.
- จ. บอกไม่ได้ว่าสมภพได้รับรางวัลเพราะเหตุใด

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ค. เพราะเป็นปฏิบัติการของตัวร่วมกลุ่ม $(p \cdot q)$ ซึ่งจะเป็นจริงได้ก็ต่อเมื่อ p เป็นจริง และ q เป็นจริง

000. “ ถ้าทุกคนที่เกิดในเดือนกรกฎาคมเป็นคนเกียจคร้าน ” แดงเป็นคนเกียจคร้าน ดังนั้น

- ก. แดงเกิดในเดือนกรกฎาคม
- ข. ครูควรบอกให้แดงพยายามมากขึ้น
- ค. ไม่รู้ว่าแดงเกิดในเดือนกรกฎาคมจริงหรือไม่
- ง. แดงไม่ต้องการบอกใครว่าเขาเกิดเมื่อไร
- จ. แดงควรขยันให้มากขึ้น

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ค. เพราะคนที่เกิดในเดือนกรกฎาคมทุกคนเป็นคนเกียจคร้าน แต่คนที่เกียจคร้านอาจจะเกิดหรือไม่ได้เกิดในเดือนกรกฎาคม เป็นไปตามปฏิบัติการ ตัวเงื่อนไข

$$p \supset q = (p \cdot q) \vee (\overline{p} \cdot q) \vee (\overline{p} \cdot \overline{q})$$

เกณฑ์การให้คะแนน

แบบทดสอบแต่ละข้อมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน

การดำเนินการทดลอง

1. นำหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัยไปยังผู้อำนวยการ โรงเรียนสุวรรณสุทธารามวิทยา เพื่อขอความร่วมมือ
2. สุ่มนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ตามการรับรู้ความสามารถของตนเอง ด้านคณิตศาสตร์โดย
 - 2.1 สุ่มตัวอย่างห้องเรียนมา 4 ห้อง
 - 2.2 สุ่มห้องเรียนแบ่งเป็นกลุ่ม 1 และกลุ่ม 2 กลุ่มละ 2 ห้อง
 - 2.3 สุ่มใส่ชื่อกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในกลุ่ม 1 และกลุ่ม 2
3. นำแบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนชั้น ม.1 ทำเพื่อแบ่งเด็กตามระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ สูง กลาง ต่ำ
4. สุ่มนักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ สูง กลาง ต่ำ ระดับละ 10 คน ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
5. นำแบบทดสอบการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ไปทดสอบกับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (T_1)

6. ในกลุ่มทดลอง นักเรียนได้ฝึกทำกิจกรรมปริศนาคณิตศาสตร์ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ครั้งละ 50 นาที เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ตามแผนการสอนการฝึกแก้ปริศนา
7. กลุ่มควบคุมไม่ได้ทำกิจกรรมใด
8. หลังการทดลองนำแบบทดสอบการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ไปทดสอบกับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (T_2)
9. นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำคะแนนความแตกต่างของการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง ไปวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรม SPSS เพื่อทดสอบสมมุติฐานข้อ 1-3 โดยใช้ 2-way ANOVA

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้การวิเคราะห์ และการแปลความหมายข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เป็นที่เข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยจึงได้กำหนด สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

N	แทน	จำนวนคู่
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
D	แทน	คะแนน เฉลี่ยความแตกต่างของการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์
S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
S^2	แทน	ความแปรปรวน
df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ Degree of Freedom
SS	แทน	ค่าผลบวกกำลังสองของคะแนน Sum of Squares
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลบวกกำลังสองของคะแนน Mean Squares
F	แทน	อัตราส่วนความแปรปรวนระหว่างกลุ่มและความแปรปรวนภายในกลุ่ม
กลุ่มทดลอง	คือ	กลุ่มนักเรียนที่ได้เข้าร่วมฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์
กลุ่มควบคุม	คือ	กลุ่มนักเรียนที่ไม่ได้เข้าร่วมฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาผลของการฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์ต่อการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนชั้นม.เทีมีการรับรู้ความสามารถของตนเองทางด้านคณิตศาสตร์ ต่างกันเพื่อทดสอบสมมุติฐาน

1. นักเรียนที่ได้เข้าร่วมฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์มีการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรม
2. นักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์สูงมีการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ต่ำ
3. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์และการเข้าร่วมฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์

ผลปรากฏดังตาราง 3 และ 4 ดังนี้

ตาราง 3 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความแตกต่างของการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ในแต่ละ
คู่ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางด้านคณิต
ศาสตร์

กลุ่ม	การรับรู้ความสามารถ ของตนเองด้านคณิตศาสตร์	N	ค่าสถิติพื้นฐาน				
			$\bar{X}$		$\bar{D}$	S	S^2
			ก่อนสอบ	หลังสอบ			
ควบคุม	ต่ำ	10	10.8	11.1	0.3	1.0593	1.1222
	กลาง	10	12.3	12.6	0.3	1.4181	2.0111
	สูง	10	14.3	14.2	-0.1	1.2867	1.6556
	รวม	30	12.47	12.63	0.16	1.2341	1.1222
ทดลอง	ต่ำ	10	9.4	12.3	2.9	1.3703	1.8778
	กลาง	10	10.7	14.1	3.4	1.4298	2.0444
	สูง	10	15.9	18.4	2.5	1.2693	1.6111
	รวม	30	12.0	14.93	2.93	1.3629	1.8575

จากตาราง 3 จะเห็นว่าคะแนนความแตกต่างของการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ในกลุ่ม
ทดลองมีมากกว่ากลุ่มควบคุมทุกระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางด้านคณิตศาสตร์และ
ในแต่ละกลุ่มแต่ละระดับซึ่งมีการกระจายข้อมูลใกล้เคียงกัน

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างของการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางด้านคณิตศาสตร์ ต่ำ กลาง สูง

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	Sig of F
ผลขององค์ประกอบหลัก	119.117	3	39.706	23.080	.000
กลุ่ม	114.817	1	114.817	66.740	.000
การรับรู้ความสามารถของตนเอง	4.300	2	2.150	1.250	.295
ปฏิสัมพันธ์ 2 องค์ประกอบ	.833	2	.417	.242	.786
กลุ่มและการรับรู้ความสามารถของตนเอง	.833	2	.417	.242	.786
ส่วนอธิบาย	119.950	5	23.990	13.945	.000
ส่วนที่เหลือ	92.900	54	1.720		
ผลรวม	212.850	59	3.608		

จากตาราง 4 จะเห็นว่าผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่าง ของการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ไม่มีปฏิสัมพันธ์ ระหว่างกลุ่มและ การรับรู้ความสามารถของตนเองทางด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 3 จึงพิจารณาผลขององค์ประกอบหลัก พบว่าความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างของการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 เมื่อนำผลจากตาราง 1 มาพิจารณา ร่วมด้วยเห็นว่า กลุ่มทดลองมีการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 1 ส่วนความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างของการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางด้านคณิตศาสตร์ ต่ำ กลาง สูง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 2

บทที่ 5

สรุปผล อธิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ระหว่างเด็กที่ได้รับและไม่ได้รับการฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์
2. เพื่อเปรียบเทียบการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ระหว่างเด็กที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์แตกต่างกัน
3. เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์กับการฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์ที่มีต่อการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

สมมุติฐานการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้เข้าร่วมฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์มีการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรม
2. นักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์สูงมีการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ต่ำ
3. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์และการเข้าร่วมฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์ต่อการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา เป็นนักเรียนอายุระหว่าง 13-14 ปี จำนวน 392 คน กำลังเรียนอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539 โรงเรียนสุวรรณสุทธารามวิทยา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร

กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนระดับอายุ 13-14 ปี กำลังเรียนอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539 โรงเรียนสุวรรณสุทธารามวิทยา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร จำนวน 60 คน ได้จากการสุ่มหลายขั้นตอน

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. แบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการศึกษาทฤษฎีการรับรู้ความสามารถของตนเองของเบนคูรา จำนวน 40 ข้อ
2. ปริศนาคณิตศาสตร์
3. แบบทดสอบการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ด้วยถ้อยคำของ วิรัช จาปนอม (2520) จำนวน 28 ข้อ

การดำเนินการทดลอง

1. นำหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัยไปยังผู้อำนวยการโรงเรียนสุวรรณสุธารามวิทยา เพื่อขอความร่วมมือ
2. กลุ่มนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์โดย
 - 2.1 กลุ่มตัวอย่างห้องเรียนมา 4 ห้อง
 - 2.2 กลุ่มห้องเรียนแบ่งเป็นกลุ่ม 1 และกลุ่ม 2 กลุ่มละ 2 ห้อง
 - 2.3 กลุ่มใส่ชื่อกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในกลุ่ม และกลุ่ม 2
3. นำแบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ให้นักเรียนชั้น ม.1 ทำเพื่อแบ่งเด็กตามระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ สูง กลาง ต่ำ
4. กลุ่มนักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ สูง กลาง ต่ำระดับละ 10 คน ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
5. นำแบบทดสอบการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ไปทดสอบกับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (T_1)
6. ในกลุ่มทดลองนักเรียนได้ฝึกทำกิจกรรมปริศนาคณิตศาสตร์ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ครั้งละ 50 นาที เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ตามแผนการสอนการฝึกแก้ปริศนา
7. กลุ่มควบคุมไม่ได้ทำกิจกรรมใด
8. หลังการทดลองนำแบบทดสอบการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ไปทดสอบกับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (T_2)
9. นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำคะแนนความแตกต่างของการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง ไปวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรม SPSS เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อ 1-3 โดยใช้ 2-way ANOVA

* ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. นักเรียนที่ได้เข้าร่วมฝึก แก้ปริศนาคณิตศาสตร์มีการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์แตกต่างกันมีการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ไม่แตกต่างกัน
3. ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์และการเข้าร่วมฝึกแก้ ปริศนาคณิตศาสตร์ ต่อการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

19

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลอภิปรายได้ดังนี้

1. หลังจากฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์นักเรียนชั้น ม.1.ที่ได้เข้าร่วมฝึก แก้ปริศนาคณิตศาสตร์มีการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 1 แสดงว่า นักเรียนที่ได้เข้าร่วมฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์มีการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์เพิ่มขึ้นมากกว่านักเรียนที่ไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรม และผลการวิจัยครั้งนี้สนับสนุนการวิจัยของ เจฟฟรีย์ส (เจ. ธง พวงสุวรรณ. 2528 ; อ้างอิงมาจาก Jeffryis. 1969 : 113 - 117) ที่ทดลองสอนหลักตรรกศาสตร์โดยใช้เกมช่วยในการเรียนรู้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่านักเรียนสามารถทำแบบทดสอบหลักตรรกศาสตร์ได้เพิ่มขึ้น และมีความสนุกกับการเรียนด้วยเกม และงานวิจัยของ รัชกร กอบบุญช่วย (2522) ที่ศึกษาพบว่านักเรียนชั้น ม.1.มีการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ภายหลังการเล่นเกมส์และแก้ปริศนาทางคณิตศาสตร์ครึ่งชั่วโมงแรกของการเรียนคณิตศาสตร์เป็นเวลา 30 ชั่วโมงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01,

พิจารณาการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาสติปัญญา บายบี และซันดู (Bybee and Sund. 1982) กล่าวว่า ในการจัดกิจกรรมให้เด็ก ผู้จัดควรมีความเข้าใจทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ทั้ง 4 ขั้น และจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับขั้นพัฒนาการ ความต้องการและความสนใจของเด็กซึ่งอาจจัดให้สูงกว่าขั้นของพัฒนาการของเด็กเล็กน้อยเพื่อกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ การที่ผู้วิจัยใช้กิจกรรมแก้ปริศนาคณิตศาสตร์ มาให้นักเรียนชั้น ม.1.ที่อยู่ในขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรมมีพื้นฐานทาง

สติปัญญาเกี่ยวกับ การจัดประเภท การจัดกลุ่ม การคิดย้อนกลับ และการเชื่อมความสัมพันธ์ ได้เล่นเกมทายตัวเลข มีการใช้กระดุมเป็นสื่อแปลความหมาย ทำให้นักเรียนมีการใช้ความคิด ใช้เหตุผลเพื่อที่จะได้คำตอบนั้น เกมทายตัวเลขเปรียบเหมือนสิ่งเร้า ก่อให้เกิดกระบวนการปรับเข้า โครงสร้าง ปรับขยายโครงสร้าง และการสร้างความสมดุล ทำให้โครงสร้างทางสมองมีการพัฒนา เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้นักเรียนที่ได้เข้าร่วมฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์มีการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรม

2. ผลการฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์ต่อการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนชั้น ม.1 ที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ ต่ำ กลาง สูง มีการคิดหาเหตุผลเชิง ตรรกศาสตร์ไม่แตกต่างกันซึ่งไม่สอดคล้อง กับสมมุติฐานข้อ 2 แสดงว่าการฝึกแก้ปริศนาคณิต ศาสตร์ระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ ที่ต่างกันไม่ส่งผลต่อการคิดหาเหตุ ผลเชิงตรรกศาสตร์ สาเหตุที่มีการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ไม่แตกต่างกันอาจมาจาก

2.1 การฝึกแก้ปริศนา นักเรียนจับคู่กันทายปริศนาตัวเลขทำให้นักเรียนทุกคนมี ส่วนร่วมทำกิจกรรมในรูปแบบของการเล่นเกมมากกว่าการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งอยู่ในรูปของ นามธรรมที่ต้องอาศัยจินตนาการและการเอาใจใส่มากกว่า

2.2 การฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์แบ่ง นักเรียนเป็น 2 ฝ่ายสลับกันตั้งปัญหาทาย ได้กฎ กติกา เงื่อนไขที่กำหนดให้อีกฝ่ายหนึ่งทาย- ทำให้ผู้ทายปริศนาเกิดความคิดว่าตัวเลขที่อีกฝ่าย หนึ่งตั้งให้ตนเองทายคงไม่เกินความสามารถของตนเองที่จะทายถูกเพราะผู้ทายสามารถตั้งปริศนา ได้ทำให้ความเครียดในการทำกิจกรรมลดลงและเกิดความสนุกสนานในการเล่นเกมนเพราะอย่าง น้อยทั้ง 2 ฝ่ายก็รับรู้ว่าคุณเองก็สามารถตั้งปริศนาได้จึงไม่อยากที่จะทายปริศนาของอีกฝ่ายหนึ่ง

2.3 กิลแมน (วัชร กอญูช่วย. 2523 ; อ้างอิงมาจาก Gilman. 1976 : 657 - 661) อธิบายว่า เกมเป็นสื่อทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนเพราะความต้องการที่จะชนะ หรือถึงจุดมุ่ง หมาย เช่นการฝึกแก้ปริศนา นักเรียนอยากทายตัวเลขให้ถูกต้องจะมีแรงจูงใจให้นักเรียนมีการใช้ ความคิดหาเหตุผลในตนเองอยู่เสมอไม่ว่านักเรียนคนนั้นจะมีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้าน คณิตศาสตร์ ต่ำ กลาง สูง

3. ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์และการ เข้าร่วมฝึกแก้ ปริศนาคณิตศาสตร์ ต่อการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ไม่สอดคล้องกับสมมุติฐาน การวิจัยข้อที่ 3 แสดงว่าการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ที่เพิ่มขึ้นเป็นผลมาจากการฝึกแก้ปริศนา คณิตศาสตร์หรือระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ที่ต่างกันโดยตรง การรับรู้ ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์และการเข้าร่วมฝึกแก้ ปริศนาคณิตศาสตร์ไม่ส่งผลรวม กันทำให้การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์เพิ่มขึ้น สาเหตุที่ ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ความ

สามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์และการเข้าร่วมฝึกแก้ ปริศนาคณิตศาสตร์อาจมาจาก การฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมในรูปของการเล่นเกมภายใต้กฎ กติกาที่กำหนด ไม่ได้เป็นการเรียนคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยจินตนาการ การรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ที่ส่งผลต่ออารมณ์ ความพยายามในการทำกิจกรรมคณิตศาสตร์จึงไม่รวมส่งผลกระทบต่อการฝึก อารมณ์และความพยายามในการเล่นเกมนอกจากการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเล่นเกมหา ยปริศนาตัวเลขได้ถูกต้องตามกฎ-กติกา

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ครูคณิตศาสตร์ควรหาเกมหรือปริศนาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนมาให้นักเรียน เล่นก่อนการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ เป็นการเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างเกมกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนเพิ่มขึ้น
2. โรงเรียนควรจัดหาอุปกรณ์ในการเล่นและปริศนาคณิตศาสตร์ จัดทำคู่มือการเล่นที่ถูกต้อง หรืออธิบายวิธีการเล่นในเด็กเล็ก ให้นักเรียนเล่นเวลาว่าง หรือสอคแทรกกลงในการเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียน
3. บิดา มารดา ผู้ปกครองเด็ก สามารถนำเกมหรือปริศนาทางคณิตศาสตร์มาเล่นร่วมกับเด็กโดยอธิบายพร้อมกับแทรกแนวคิด วิธีการที่ถูกต้อง มีการสรุปประโยชน์ที่ได้รับจากการเล่นเกมหรือปริศนาทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นการเชื่อมความสัมพันธ์ตลอดช่วงระหว่างวัยและกระตุ้นให้เด็กมีพัฒนาการทางสติปัญญาเพิ่มขึ้น

ข้อเสนอแนะในการวิจัย

1. ควรทำการศึกษาผลของการฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์ต่อการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนที่อยู่ในสภาพแวดล้อมต่างกัน เช่น การอบรมเลี้ยงดู สภาพแวดล้อมทางสังคม และสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจ
2. ควรทำการศึกษาผลของการฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่อยู่ในสภาพแวดล้อมต่างกัน
3. ควรทำการศึกษาผลของการฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ต่างกัน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กัลยาณี แคนชุกต์. การเปรียบเทียบการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์กับการอ่อนไหวตามอารมณ์ของเด็กวัยรุ่นในกรุงเทพ. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- กิริติ บุญเจือ. ตรรกวิทยาทั่วไป. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2537.
- กิริติ บุญเจือ. ตรรกวิทยาสัญลักษณ์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2536.
- ชนิษฐา อังศธรมรัตน์. ความเข้าใจในทัศนเกี่ยวกับความเร็ว ระยะทาง และเวลาของเด็กไทยในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528. อัดสำเนา.
- จรูญ ทองถาวร. จิตวิทยาพัฒนาการ. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2530.
- จิษฎา สุวรรณวงศ์. พัฒนาการด้านสัณกัปลการคิดขั้นนามธรรมในเนื้อหาเชิงวิทยาศาสตร์ของเด็กในเมืองและชนบท. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522. อัดสำเนา.
- ดวงเดือน ศาสตรภักทร. การศึกษาเปรียบเทียบเด็กไทยเชื้อชาติไทยกับเด็กไทยเชื้อชาติจีน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจในการอ่านและการรับรู้ทางสายตาและแบบการคิดให้เหตุผลตามหลักการอนุรักษ์ของเพียเจท์ในระดับชั้น ป1-ป5. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2515. อัดสำเนา.
- ถาวร รอดเทศ. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดหาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์กับความซื่อสัตย์ของเด็กไทย. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523. อัดสำเนา.
- ถวิล ธาราโกชน. การอบรมเลี้ยงดูและผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2520. อัดสำเนา.
- ทองหล่อ วงษ์อินทร์. ความสัมพันธ์ระหว่างการคิดหาเหตุผลในเชิงตรรกศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์และความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนที่จบการศึกษาตอนต้นปีการศึกษา 2514. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2517. อัดสำเนา.

- ร. ชง พวงสุวรรณ. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2518. อัดสำเนา.
- แน่น้อย ทองรัช. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านเหตุผลเชิงถ้อยคำและความสามารถในการใช้นิยามและทฤษฎีบทกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526. อัดสำเนา.
- บุญมา จาริก. เพียเจต์และคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524.
- พจน์ นิราศพร และคณะ. สนุกคิดสะกิดใจ. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดเคชั่นจำกัด, 2534.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524.
- พิชัย สุรคม. การศึกษาระดับสติปัญญาขั้นการคิดด้วยนามธรรมตามทฤษฎีของเพียเจต์ของนักศึกษาช่างอุตสาหกรรม ชั้น ปวช. ปีที่ 1 ในเขตภาคเหนือของประเทศไทย ปรินญานิพนธ์ ศ.ศม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2528. อัดสำเนา.
- บุญญ อรุณไพโรจน์. แบบโจทย์เลขคณิตที่ยากสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่สี่ วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517. อัดสำเนา.
- รัชช กอบบุญช่วย. การศึกษาผลของเกมและปริศนาคณิตศาสตร์ที่มีต่อทัศนคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ และการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522. อัดสำเนา.
- วรรณา แจ่มกังวาล. การศึกษาความคิดรวบยอดในด้านการอนุรักษ์ของเด็กปฐมวัย ที่ได้รับการเล่นเกมการศึกษาปกติและที่เสริมด้วยเกมฝึกด้วยมิติสัมพันธ์ ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์กับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2534.
- วิรัช จาปนอม. การคิดหาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ของนักเรียนอายุ 13 และ 15 ปีในเขตกรุงเทพมหานครและชนบท ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2520. อัดสำเนา.

- วิลาศลักษณ์ ชั่ววลี. “การรับรู้ความสามารถของตนเองในเรื่องอาชีพตัวแปรที่น่าสนใจในการศึกษาเกี่ยวกับอาชีพและการทำงาน,” วารสารศรัทธาจิตวิทยา 2 (1) : 97 - 109 ; 2538.
- วีรพร ต้นซัซวาล. อิทธิพลของนิทานที่มีผลต่อการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของเด็กที่ได้รับการอบรมเลี้ยงดูต่างกัน. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.
- ศรีเรือน แก้วกังวาล. จิตวิทยาพัฒนาการและพฤติกรรมศาสตร์ตลอดช่วงชีวิต. กรุงเทพฯ : คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2536.
- สมเกียรติ ทิพย์ทัศน์. การศึกษาเปรียบเทียบพัฒนาการของเด็กในเมืองและชนบทในเรื่องความคิดขั้นนามธรรมและสิ่งกีดขวางความน่าจะเป็น. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522. อัดสำเนา.
- สิริพร ทิพย์คง. การพัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์. เอกสารประกอบคำบรรยายคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533.
- สุนิษฐ์ ผลกล้วย. การศึกษาเปรียบเทียบพัฒนาการคิดหาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ในชั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของเด็กไทยในเมืองและในชนบท. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา.
- สุวรรณ กาญจนมยุร. คณิตศาสตร์พื้นฐานตรรกศาสตร์สัญลักษณ์. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2523.
- อำนวย เลิศขันธ์. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523. อัดสำเนา.
- อุทัยวรรณ ทองเย็น. พัฒนาการทางด้านสติปัญญาของเด็กก่อนวัยเรียนในเขตชนบทของจังหวัดในภาคตะวันออก. ปรินญานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2533. อัดสำเนา.
- อุษณีย์ โพธิ์สุข. ปริศนาสมองไว AI. กรุงเทพฯ : โปรรัดทิพบุ๊ค, 2538.
- Aoki, T. “The Relation Between Two Kinds of U-Shaped Growth Curves : Balance-Scale and Weight - Tasks,” The Journal General Psychology. 118 (3) : 251 - 26 ; 1990.
- Bnadura, A. “Self-efficacy : Toward a unifying theory of behavioral change,” Psychological Review. 84 : 191 - 215 ; 1977.

- Bandura, A. "Self-efficacy theory in human agency," American Psychologist. 37 : 122 - 147 ; 1982.
- Baren, Byrne. Social Psychology Understanding Human Interaction. Seventh Edition, 1994.
- Betz, N.E. and G. Hackett. "The Relationship of Mathematics Self - Efficacy Expectation to the Selection of Science - Based College major," Journal of Vocation Behavior. 23(3) : 329 - 345 ; 1983.
- Fehr, H.F. and M.K. Phillips. Teaching modern mathematics in the elementary school. Reading Mass : Addison Wesley, 1972.
- Jennifer, G.S. "The Effect of Enhanced Self-Efficacy and The Contribution," DAI-B. 56(3) : 1968 ; 1995.
- Krulik, S. and R.E. Rey. Problem solving in school mathematics. Washington D.C. : The National Council of teacher of Mathematics, 1980.
- Lois, H. and others. Developmental Psychology Today. Fifth Edition, 1988.
- Lopez, F.G. and R.W. Lent. "Sources of mathematics self-efficacy in high student," The Career Development Quarterly. 41 : 3 - 21 ; 1992.
- Lust, G.A. "A Note on Issues Concerning the Measurement of Self - Efficacy," Journal of Applied Social Psychology. 23 (17) : 1426 - 1434 ; 1993.
- Marini, Z. and R. Case. "The Development of Abstract Reasoning about Physical and Social World," Child Development. 65 : 147 - 159 ; 1994.
- Miller, S.A. Developmental Research Method. University of Florida, 1987.
- Muraski, S.V. "A Study of effects of explicit reading instruction on reading performance in mathematics and on problem solving ability of six grade," Dissertation Abstracts International. 39 : 4104A ; 1979.
- Norwich, B. "Self - Efficacy and Mathematics Achievement : A Study of their Relation," Journal of Educational Psychology. 79 (4) : 384 - 387 ; 1987.
- Pajares, F. and J. Kranzler. Role of self - Efficacy and General Mental Ability in Mathematics Problem - Solving : A Path Analysis. Paper Presented at the Annual Meeting of the American Educational Research, 1995.

- Pajares, F. and M.D. Miller. "Role of Self - Efficacy and Self Concept beliefs in Mathematical Problem Solving," Journal of Educational Psychology. 86(2) : 193 - 203 ; 1994.
- Stockton, M.B. "The influence of same - sex Role modeling on the Math anxiety , Math self - efficacy , and Math performance of Female College algebra Students," M A I. 33(1) : 30 ; 1995.
- Suydam, M.N. Untangling Clues from research on problem solving. Problem solving in school mathematics. National Council of Teacher of mathematics Inc. 1980.
- Tamao, M. "Mechanisms Underlying Math Self - efficacy Learning of College Students." Journal of Vocational Behavior. 37(2) : 225 - 238 ; 1990.
- Zalewski, J.K. "An investigation of selected factors contributing to success in solving mathematical word problem," Doctoral dissertation , University of Boston , Dissertation Abstracts International. 39 : 2804A ; 1978.

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1

สรุปผลการฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์

การฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์ผู้วิจัยวางแผนในการฝึก 4 ครั้ง ครั้งละ 50 นาทีโดย มีจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแต่ละครั้งดังนี้

ครั้งที่ 1 นักเรียนสามารถเล่นเกมทายปริศนาได้ตามกติกาและสามารถแปลความตามสื่อความหมายได้ถูกต้อง

ครั้งที่ 2 นักเรียนสามารถจัดกลุ่มตัวเลขออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ใช้ตั้งปริศนาและไม่ใช่ตั้งปริศนา และนักเรียนสามารถใช้คำว่า ไม่ ทุกตัว บางตัว ได้ถูกต้อง

ครั้งที่ 3 นักเรียนสามารถใช้คำสันธาน และ หรือ ถ้า.....แล้ว ก็ต่อเมื่อ ได้ถูกต้อง

ครั้งที่ 4 นักเรียนมีการวางแผนในการแก้ปริศนาและมีการใช้ความคิดสรุปเหตุผล การสอนแต่ละครั้งพบว่า

ครั้งที่ 1 ผู้วิจัยได้แบ่งเวลา 25 นาทีแรกให้นักเรียนทำแบบทดสอบการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ จึงเหลือเวลา 25 นาทีสำหรับการฝึกแก้ปริศนา ผู้สอนนำเข้าสู่กิจกรรมการฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์โดยพูดถึงเกมลอจิกสอบถามว่านักเรียนเคยเล่นมาก่อน หรือไม่ แล้วเชื่อมโยงเข้าสู่เกมทายปริศนาตัวเลข อธิบายถึงลักษณะเกม วิธีเล่น กฎ กติกา และความหมายของกระดุมสีต่างๆ ตามแผนการสอน ก่อนทำการเล่นเกมร่วมกันบนกระดานคำผู้สอนได้ถามย้ำความหมายของกระดุมแต่ละสี นักเรียนสามารถตอบได้ถูกต้อง จึงทำการเล่นเกมร่วมกัน 1 ครั้ง โดยที่ผู้สอนทำการตั้งปริศนา ให้นักเรียนทายปริศนา เมื่อนักเรียนทายเลขได้ถูกต้องแล้ว ผู้สอนจึงให้นักเรียนจับคู่กันทายปริศนา จากการสังเกตของผู้วิจัยและผู้สอนพบว่านักเรียนไม่สามารถวางกระดุมได้ถูกต้องตามกติกาที่วางไว้แม้ว่านักเรียนจะเข้าใจความหมาย ของกระดุมสีต่างๆถูกต้อง กระดุมจึงไม่สามารถเป็นสื่อแปลความหมายเพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องได้ ผู้สอนและผู้วิจัยจึงเดินอธิบายวิธีการวางกระดุมที่ถูกต้องให้แต่ละคู่ทราบ ครั้งหมดเวลาพบว่ามีนักเรียนส่วนน้อยสามารถทายปริศนาได้สำเร็จ การฝึกครั้งที่ 1 สรุปได้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจกติกาวิธีการวางกระดุมแม้ว่านักเรียนจะสามารถบอกความหมายกระดุมสีต่างๆได้ถูกต้อง นักเรียนก็ไม่สามารถทายเลขได้ถูกต้อง

ครั้งที่ 2 ผู้สอนทำการสอนซ้ำเหมือนครั้งแรกเพื่อให้นักเรียนเข้าใจวิธีการเล่นเกมสามารถเล่นเกมทายปริศนาตัวเลขได้ตามกฎ กติกาที่วางไว้ ในการเล่นเกมบนกระดานคำร่วมกัน 1 ครั้ง หลังจากผู้สอนวางกระดุมตามตัวเลขที่นักเรียนทายแล้วผู้สอนจะถามนักเรียนถึงความหมายของเลขที่ทายและกระดุมที่ได้ในแต่ละครั้งแล้วเขียนลงบนช่องหมายเหตุ เมื่อนักเรียนทายปริศนาตัวเลขได้ถูกต้อง ผู้สอนให้นักเรียนจับคู่สลับกันทายปริศนาตัวเลข 3 ตัวไม่ซ้ำกัน ให้นักเรียนทุกคนมีโอกาส

ทายปริศนานี้อย่างน้อยคนละ 1 ครั้ง แล้วจึงเปลี่ยนทายปริศนาตัวเลข 4 ตัวไม่ซ้ำกัน ให้นักเรียนทุกคนมีโอกาสทายปริศนานี้อย่างน้อยคนละ 1 ครั้งเช่นเดียวกัน ขณะที่นักเรียนทายปริศนาผู้สอนและผู้วิจัยเดินดูตามแต่ละคู่พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเล่นทายปริศนาได้ถูกต้องตามกฎ กติกาที่วางไว้ จากการสังเกตข้อความที่ผู้ทายปริศนาเขียนลงบนช่องหมายเลขพบว่านักเรียนส่วนใหญ่จะเขียนว่า เลข...ถูกตัวเลขถูกตำแหน่ง เลข...ถูกตัวเลขผิดตำแหน่ง เลข...ผิด ตามสีของกระดุมที่ได้รับ มี 1 ครั้งที่ผู้ทายปริศนาทำการเปรียบเทียบการทายเลขแต่ละครั้งแล้วบอกได้ว่าผู้ตั้งปริศนาวางกระดุมผิด ในช่วงแรกของการจับคู่ทายปริศนา นักเรียนบางคู่จะทำการสอนกันเองว่าต้องวางกระดุมสีอะไร เมื่อนักเรียนทุกคนเล่นเกมครบตามกำหนด ผู้สอนนำปริศนาคณิตศาสตร์ที่นักเรียนเล่นอธิบายเชื่อมโยงถึงการจัดประเภท ความหมายของคำว่า ไม่ ทุกตัว บางตัวตามแผนการสอนแล้วทำการเล่นทายปริศนา 3 หลัก มีเลขซ้ำกัน 1 ตัวไม่เกิน 2 ครั้ง ผู้สอนทำการอธิบายเพิ่มเติมหลักการวางกระดุมตัวเลขซ้ำ ตั้งปริศนาให้นักเรียนร่วมกันทาย เมื่อนักเรียนทายเลข 244 ผู้สอนเขียนสีกระดุม แดง ดำ ดำ ลงบนกระดานแล้วสอบถามความหมายของตัวเลขสัมพันธ์กับสีกระดุมอย่างไรและเหตุผลในการทายเลขนี้ ซึ่งการทายเลขครั้งแรกนักเรียนจะให้เหตุผลว่าอยากทราบตัวเลขที่ทายนั้นถูกหรือผิด ผู้สอนถามต่อว่าเลข 2 ถูกหมายความว่าอย่างไร นักเรียนตอบว่า เลข 2 ใช้ตั้งปริศนา เลข 4 ไม่ใช่ตั้งปริศนา นักเรียนทายเลข 922 ผู้สอนเขียนสี ดำ ขาว ดำ นักเรียนที่ทายครั้งนี้ ให้เหตุผลว่า เลข 2 เดิมถูกแต่ผิดตำแหน่งจึงทำการเปลี่ยนตำแหน่งใหม่แล้วทายเลข 9 แทนเลข 4 ที่ผิด นักเรียนคนต่อมาทายเลข 929 ผู้วิจัยจึงถามนักเรียนที่ทายว่า เพื่อนทายเลข 9 แล้วได้กระดุมสีใดหมายความว่าอย่างไร นักเรียนเขียน ผู้วิจัยจึงถามต่อว่า ถ้านักเรียนทายเลข 9 แล้วนักเรียนจะได้กระดุมสีอะไร นักเรียนตอบ สีดำ ผู้วิจัยถามว่า กระดุมสีใดหมายความว่าอย่างไร นักเรียนตอบ ผิดตัวเลข ผู้วิจัยจึงกล่าวว่านักเรียนคิดว่าควรจะนำเลข 9 มาทายปริศนาอีกหรือไม่ นักเรียนคนนั้นจึงเปลี่ยนมาทายเลข 121 แทน ผู้สอนเขียนสี ดำ ขาว ดำ จากนั้นนักเรียนช่วยกันทายเลขอื่นแทนเลข 1 เรื่อยไป จนในที่สุดมีนักเรียนทายเลข 323 แล้วได้สี ขาว ขาว ขาว การฝึกครั้งที่ 2 พบว่านักเรียนสามารถเล่นทายปริศนาคณิตศาสตร์ถูกต้องตามกฎ กติกาที่วางไว้ และนักเรียนมีความเข้าใจว่าเลขที่มีอยู่แบ่งออกเป็นกลุ่มที่ใช้ตั้งปริศนาและไม่ใช้ตั้งปริศนา

ครั้งที่ 3 วันนี้ทางโรงเรียนได้ลดเวลาเรียนเหลือคาบละ 40 นาที เพื่อให้มีเวลาเหลือทำกิจกรรมและประชุมอาจารย์ ผู้สอนนำเข้าสู่การฝึกแก้ปริศนาโดยพูดถึงลักษณะของเกม ความหมายของกระดุมสีต่างๆ และสิ่งที่นักเรียนได้รับการฝึกครั้งก่อนคือการจัดกลุ่ม และทบทวนการทายปริศนาตัวเลข 3 หลัก ซ้ำกัน 1 ตัว ไม่เกิน 2 ครั้ง บนกระดานดำ จากนั้นให้นักเรียนจับคู่สลับการทายปริศนา 3 หลักซ้ำกัน 1 ตัวไม่เกิน 2 ครั้ง ผู้สอนและผู้วิจัยเดินดูตามคู่ต่างๆ จากการตรวจสอบพบว่านักเรียนยังคงเขียนเหมือนเดิม คือ เลข...ถูกตัวเลขถูกตำแหน่ง เลข...ถูกตัวเลขผิดตำแหน่ง

เลข...ผิด ผู้วิจัยทดลองถามนักเรียนที่ทายปริศนาแล้วได้กระดุมสี่ คำ คำ คำ นอกจากจะเขียนว่า 2 ผิด 5 ผิด 5 ผิดตรงช่องหมายเลขแล้วยังมีความหมายอื่นอีกหรือไม่ นักเรียนตอบว่าเลข 4 เลข 5 ไม่มี ผู้วิจัยถามซ้ำว่ามีอีกไหม นักเรียนตอบว่า ผิดหมดเลย นักเรียนทายเลข 393 ได้กระดุม คำ คำ ขาว นักเรียนเขียน 3 ถูกตำแหน่ง 3 , 9 ผิด ผู้วิจัยทดลองถามความหมายในการทายเลขครั้งนี้ ผู้ทายชี้เลข 3 บนหลักหน่วยแล้วบอกว่า 3 ถูก แล้วชี้เลข 3 บนหลักร้อยเลข 9 บนหลักสิบแล้วพูดว่า 3 ผิด 9 ผิด ผู้วิจัยถามซ้ำว่าแปลความอย่างไร นักเรียนตอบว่า เลข 3 บางครั้งถูกบางครั้งผิด จากการสำรวจวิธีการทายตัวเลขพบว่า ผู้ทายส่วนใหญ่ถ้าทายเลขแล้วได้กระดุมสี่คำจะไม่ทายเลขนั้นอีก ถ้าทายแล้วได้กระดุมสี่แดงจะเปลี่ยนตำแหน่งแต่ถ้าทายแล้วได้กระดุมสีขาวจะคงไว้ตามเดิม ใน 15 นาทีสุดท้ายผู้สอนทำการเชื่อมโยงปริศนาที่ฝึกวันนี้ เข้าสู่ความหมายของคำว่า และ หรือ ถ้า...แล้ว ก็ต่อเมื่อ ตามแผนการสอนฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์แต่ใช้คำว่าประโยคแทนประพจน์ เพราะเมื่อใช้ประพจน์แล้วนักเรียนไม่เข้าใจ การฝึกแก้ปริศนาครั้งนี้พบว่า นักเรียนที่ถูกถามความคิดในการแปลความหมายของเลขที่ทาย ส่วนมากสามารถใช้คำว่า ไม่ ทุกตัวหรือทั้งหมด บางตัวหรือบางครั้ง ได้ถูกต้อง มีการเชื่อมโยงเกมสู่ความหมายคำว่า และ หรือ ถ้า...แล้ว ก็ต่อเมื่อ เนื่องจากมีเวลาน้อยจึงไม่มีโอกาสทดสอบว่านักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องหรือไม่

ครั้งที่ 4 การฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์ครั้งนี้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ใน 20 นาทีสุดท้าย ผู้วิจัยและผู้สอนจึงปรับเปลี่ยนวิธีการฝึกเป็นแบบเล่นร่วมกันบนกระดานคำแทนเพื่อไม่ให้เกิดความวุ่นวายก่อนทำการทดสอบและป้องกันไม่ให้เกิดการเล่นเพลินจนไม่ทำแบบทดสอบ ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยกล่าวถึงการฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา ความหมายของกระดุมสี่ต่างๆ แล้วทำการฝึกทายปริศนาคณิตศาสตร์ เลข3 ตัวไม่ซ้ำหรือเลข3 หลัก มี 1 ตัวซ้ำไม่เกิน 2 ครั้ง บนกระดานคำ ผู้สอนจะตั้งปริศนาให้นักเรียนทายร่วมกันทายนักเรียนทายเลข 564 ผู้วิจัยเขียนสี่ คำ แดง คำ ผู้สอนจะตั้งคำถามให้นักเรียนตอบร่วมกันแทนที่จะถามทีละคู่ เพื่อทดสอบความเข้าใจ

ผู้สอน	นักเรียน
เลข 6 หมายถึงอะไร	ถูกตัวเลขแต่ผิดตำแหน่ง
เลข6 ควรอยู่บนตำแหน่งอะไร	บนหลักร้อยหรือหลักหน่วย
เลข6 จะอยู่หลักร้อยและหลักหน่วยได้หรือไม่ ได้เพราะอะไร	บางคนตอบว่าได้ บางคนตอบว่าไม่ได้ หากมีการใช้เลข6สองตัวแล้วเลข6จะอยู่บนหลัก ร้อยและหลักหน่วย
ไม่ได้เพราะอะไร	

ผู้สอน	นักเรียน
เลข 6 จะอยู่หลักร้อยและหลักหน่วยได้หรือไม่	ได้
ทนายเลข 5 ได้กระดุมสีอะไร	สีดำ
ถ้านักเรียนทนายเลข 5 แล้วจะได้กระดุมสีอะไร	สีดำ
ถ้านักเรียนไม่ได้ทนายเลข 5 แล้วได้กระดุมสีดำมีไหม	มี คือเลข 4
ถ้านักเรียนไม่ได้ทนายเลข 5 แล้วได้กระดุมสีอื่นมีไหม	มี คือเลข 6 ได้กระดุมสีแดง

นักเรียนทนายเลข 686 ได้กระดุมสี ขาว ดำ ขาว

ผู้สอน	นักเรียน
เลข 6 แสดงถึงอะไร	ถูกตัวเลขถูกตำแหน่ง
เลข 6 อยู่บนตำแหน่งอะไร	หลักร้อยและหลักสิบ

นักเรียนทนายเลข 626 ได้กระดุมสี ขาว ขาว ขาว

ผู้สอนถาม	นักเรียนตอบ
แสดงถึงอะไร	ทนายถูก
นักเรียนจะทนายเลขถูกก็ต่อเมื่ออะไร	ได้กระดุมสี ขาว ขาว ขาว
กระดุมสีขาวหมายถึงอะไร	ถูกตัวเลขและถูกตำแหน่ง
นักเรียนจะทนายเลขถูกก็ต่อเมื่ออะไร	ถูกตัวเลขและถูกตำแหน่งทุกตัว
ถ้านักเรียนทนายเลข 662 แล้วนักเรียนทนายเลขถูกไหม	ไม่ใช่
เพราะอะไร	เลขที่ทนายถูก แต่ผิดตำแหน่ง
ผิดตำแหน่งทุกตัวไหม	ไม่ใช่ มีเลขอยู่ 2 ตัวสลับตำแหน่งกัน
สรุปนักเรียนจะทนายเลขถูกก็ต่อเมื่ออะไร	ถูกตัวเลขและถูกตำแหน่งทุกตัว
นั่นคือนักเรียนต้องพยายามหาตัวเลขที่ใช้ตั้ง	ใช่
ปริศนาก่อนใช่หรือไม่	
เมื่อนักเรียนได้ตัวเลขแล้วนักเรียนต้องหาอะไร	หาตำแหน่งที่ถูกต้องของตัวเลข
ต่อจึงจะทนายเลขถูก	

การฝึกร่วมกันพบข้อดี คือ ผู้สอนสามารถตั้งคำถามได้ต่อเนื่องนักเรียนทุกคนสามารถรับรู้ แต่มีข้อเสียตรงที่ผู้วิจัยไม่สามารถประเมินความสามารถของนักเรียนแต่ละคน การฝึกครั้งนี้ นักเรียนสามารถใช้คำต่าง ได้อย่างถูกต้องและทราบขั้นตอนที่จะได้คำตอบถูกต้อง

ภาคผนวกที่ 2

แบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านคณิตศาสตร์

เป็นคำถามเกี่ยวกับโจทย์คณิตศาสตร์ให้นักเรียนพิจารณาว่า นักเรียนมีความมั่นใจเพียงใดในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ให้มาได้อย่างถูกต้อง โดยไม่ต้องทำข้อสอบ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ตรงกับระดับความมั่นใจของนักเรียนในแต่ละข้อ

มากที่สุด หมายถึง นักเรียนมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ข้อนี้หรือในแนวเดียวกันกับปัญหานี้ได้ถูกต้องมากที่สุด (ถูกเกือบหมดทุกข้อ)

มาก หมายถึง นักเรียนมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ข้อนี้หรือในแนวเดียวกันกับปัญหานี้ได้ถูกต้องมาก (ถูกประมาณร้อยละ 75)

ปานกลาง หมายถึง นักเรียนมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ข้อนี้หรือในแนวเดียวกันกับปัญหานี้ได้ถูกต้องปานกลาง (ถูกประมาณร้อยละ 50)

น้อย หมายถึง นักเรียนมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ข้อนี้หรือในแนวเดียวกันกับปัญหานี้ได้ถูกต้องน้อย (ถูกประมาณร้อยละ 25)

น้อยที่สุด หมายถึง นักเรียนมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ข้อนี้หรือในแนวเดียวกันกับปัญหานี้ได้ถูกต้องน้อยที่สุด (ถูกเป็นจำนวนน้อย)

แบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านคณิตศาสตร์

ส่วนที่ 1

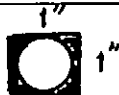
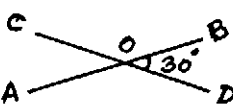
ชื่อ นามสกุล อายุ ปี

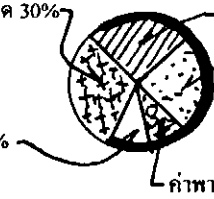
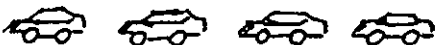
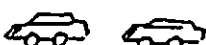
เรียนอยู่ชั้น ห้อง

ส่วนที่ 2

โจทย์ปัญหา	ระดับความมั่นใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. จงเรียงลำดับจากมากไปน้อย $104,108.5, 2 \times 48,54 + 54$					
2. รถโดยสารคันหนึ่งบรรจุผู้โดยสารได้ 85 คน ถ้าผู้โดยสารทั้งคัน 1,530 คน จะต้องใช้รถกี่คัน					
3. ซื้อขนมปัง 4 แถว ราคาแถวละ 18 บาท จะต้องจ่ายเงินเท่าไร					
4. มีมะนาว 2 ตะกร้า ตะกร้าแรกมี 215 ผล ตะกร้าที่ 2 มี 330 ผล ถ้าต้องการ จัดใส่ถุงๆละเท่าๆกัน โดยไม่ให้ปนกัน และให้ได้มากที่สุด จะได้ถุงละกี่ผล					
5. มีดินสอ 1 โหล แจกนักเรียนไป $\frac{2}{3}$ ของดินสอที่มี นักเรียนได้รับแจกดินสอกี่แท่ง					
6. พี่มีเงิน 40 บาท น้องมีเงิน $\frac{1}{4}$ ของพี่ สองพี่น้องจะมีเงินรวมกันเท่าไร					
7. สามในห้าส่วนของดินสอมี 18 แท่ง จงหาดินสอทั้งหมด					
8. พระศิระฆัง ใบที่ 1 ทุกๆ 3 วินาที ตีใบที่ 2 ทุกๆ 4 วินาที ตีใบที่ 3 ทุกๆ 5 วินาที ถ้าระฆังทั้ง 3 ใบ ตีพร้อมกันครั้งแรก เวลา 18.00 น. จงหาว่าเมื่อใดระฆังทั้ง 3 ใบจะตีพร้อมกันเป็นครั้งที่ 2					
9. ที่ดินรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแปลงหนึ่งมีพื้นที่ 311.85 ตารางเมตร ด้านหนึ่งยาว 15.4 เมตร อีกด้านหนึ่งจะยาวเท่าใด					
10. เงาะ $1\frac{1}{2}$ กิโลกรัม ราคา 21 บาท มีเงิน 61 บาท ซื้อเงาะได้กี่กิโลกรัม					

โจทย์ปัญหา	ระดับความมั่นใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
11. อาหารจำนวนหนึ่งให้ทหาร 240 คน กินได้นาน 30 วัน ถ้าต้องการให้อาหารนั้นกินได้ 45 วัน จะต้องถอนทหารออกกี่คน					
12. ขายจักรเย็บผ้าหลังหนึ่งราคา 4,750 บาท ขาดทุน 5% ถ้าต้องการขายให้ได้กำไร 12% จะต้องขายจักรเย็บผ้าราคาเท่าใด					
13. ซื้อวัวมาตัวละ 800 บาท ซื้อมา 7 ตัว ต่อมาวัวตายไป 2 ตัว ที่เหลือขายไปตัวละ 4,200 บาท จะได้กำไรหรือขาดทุน					
14. กู้เงิน 20,000 บาท เสียดอกเบี้ย 15% ต่อปี ถิ่นปีเสียดอกเบี้ยกี่บาท					
15. พ่อซื้อมะม่วงมา 400 ผล นำมาเสีย 5% ต่อปี ที่เหลือจากนั้น หลังจากแบ่งให้ลูกแล้ว นำมะม่วงที่เหลือไปขาย จงหาว่าขายมะม่วงไปกี่ผล					
16. สอบคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 80 จากคะแนนเต็ม 60 คะแนน จะสอบได้กี่คะแนน					
17. ขับรถด้วยความเร็ว 45 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ถึงที่หมายใน 4 ชั่วโมง ถ้าเพิ่มความเร็วเป็น 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แล้วจะถึงที่หมายช้าหรือเร็วกว่ากันเท่าไร					
18. ถ้า 1 ฟุต เท่ากับ 30 เซนติเมตร ลวดยาว 1 เมตร จะยาวเท่ากับกี่ฟุต					
19. ห้องฯหนึ่งกว้าง 4 เมตร ยาว 5 เมตร สูง 3 เมตร มีหน้าต่างกว้าง 1 เมตร สูง 1.5 เมตร จำนวน 5 บาน ประตูกว้าง 1 เมตร สูง 2.5 เมตร 1 บาน ถ้าต้องการทาสี ทั้ง 4 ด้าน ยกเว้นประตูและหน้าต่าง จะต้องทาสีเป็นพื้นที่เท่าใด					
20. วงกลมวงหนึ่ง มีเส้นรอบวง 88 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ของวงกลม					

โจทย์ปัญหา	ระดับความมั่นใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
21.  พื้นที่แรงเงามีค่าเท่าไร					
22. สระน้ำแห่งหนึ่งกว้าง 10 เมตร ยาว 15 เมตร ถ้าบรรจุน้ำสูง 15 เมตร น้ำจะมีปริมาณเท่าใด					
23.  จงหาพื้นที่ที่สีเหลี่ยมพื้นผ้า					
24.  จงหาค่ามุม COB					
25. ถ้าบุตรอายุ X ปี บิดามีอายุเป็น 4 เท่าของบุตร อีก 4 ปีข้างหน้าบิดามีอายุเท่าใด					
26. แบ่งเงิน 15,000 บาท ให้ลูก 3 คน คนโตได้ 1 ใน 3 ของทั้งหมด คนที่ 2 ได้ 3 ใน 5 ของที่เหลือ คนเล็กจะได้เท่าใด					
27. ซื้อปากกามาไหลละ 35 บาท ขายปากกาไปด้ามละ 3.50 บาทจะได้กำไรกี่เปอร์เซ็นต์					
28. ก.มีเงินอยู่ 3 เท่าของ ข. ข.มีเงินอยู่ 2 เท่าของ ค. ถ้า ค.มีเงินอยู่ 6 บาทแล้ว ก. มีเงินเท่าใด					
29. ถ้านักเรียนไปซื้อหนังสือสองเล่มราคา 28 บาทและ 24 บาท นักเรียนให้ธนบัตรใบละ 100 บาท เขาจะทอนเงินให้นักเรียนเท่าใด					
30. ถนนสายหนึ่งนับเสาไฟฟ้าสองข้างได้ 88 ต้น เสาไฟฟ้าแต่ละต้นห่างกัน 10 เมตร ถนนสายนี้ยาวกี่กิโลเมตร					
31. น้ำเกลือ 3 ขวด ใช้เวลา 15, 20, 25 วินาทีจึงจะหยดครึ่งหนึ่งถ้าให้น้ำเกลือครั้งแรกหยดพร้อมกัน น้ำเกลือจะหยดครั้งที่ 2 พร้อมกันเป็นเวลาเท่าไร					
32. ขายเครื่องคิดเลขไป 200 บาท ได้กำไร 25% ต้นทุนกี่บาท					

โจทย์ปัญหา	ระดับความมั่นใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
33.คนงาน 9 คนทำถนนยาว 36 เมตร เสร็จใน 12 วัน ถ้ามีคนงาน 12 คนทำถนนยาว 10 เมตร จะทำเสร็จกี่วัน					
34.กระเป๋าราคา 745 บาทและมีราคาแพงกว่ารองเท้า 156 บาทกระเป๋ารองเท้ามีราคารวมกันเท่าใด					
35.มีเงินอยู่ 125 บาท ใช้ไป 4 ใน 5 ของเงินที่มี จะเหลือเงินเท่าไร					
36.ชายคนหนึ่งทำงานสัปดาห์ละ 5 วัน และได้ค่าจ้างวันละ 210 บาท ถ้าเขาทำงานอยู่ 3 สัปดาห์จะได้ค่าจ้างเท่าใด					
กราฟแสดงค่าใช้จ่ายต่อเดือนของสมศักดิ์  ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด 30% ค่าอาหาร 25% ค่าคอบแทนบิดามารดา 25% ค่าพาหนะ 10% ค่าเช่าอาคาร 10% ถ้าสมศักดิ์มีรายได้ 6,000 บาทต่อเดือน จงตอบคำถามข้อ 37-38					
37.ใน 1 เดือนสมศักดิ์ใช้จ่ายอะไรมากที่สุดเป็นเงินเท่าไร					
38.ใน 1 เดือนสมศักดิ์ใช้เงินเป็นค่าคอบแทนบิดาเป็นเงินเท่าใด					
กราฟแสดงการจำหน่ายรถยนต์ของบริษัทแห่งหนึ่งในครึ่งปีแรก ม.ค.  ก.พ.  มี.ค.  เม.ย.  พ.ค.  มิ.ย.  ถ้า  แทนรถยนต์จำนวน 50 คัน แล้วจงตอบคำถามข้อ 39-40					
39.จงหาว่าครึ่งปี บริษัทจำหน่ายรถได้กี่คัน					
40.เดือนอะไรบ้างที่บริษัทขายรถได้จำนวนเท่ากัน					

ภาคผนวกที่ 3

แบบทดสอบการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

คำชี้แจง

1. กรอกรายละเอียดในกระดาษคำตอบให้ชัดเจนก่อนที่จะลงมือทำ
2. ตรวจสอบแบบทดสอบให้ครบทุกหน้า แบบทดสอบนี้มี 5 หน้า จำนวน 28 ข้อ ใช้เวลาทำประมาณ 25 นาที
3. ในการทำแบบทดสอบก่อนที่จะเลือกคำตอบ พิจารณาให้ดีว่าคำถามกำหนดเงื่อนไขไว้อย่างไร คำตอบจะสมเหตุผลหรือไม่ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขในโจทย์เท่านั้น ถ้าข้อใดยากให้เว้นไว้ก่อนแล้วกลับมาทำทีหลังเมื่อมีเวลา พยายามตอบให้ครบทุกข้อ
4. การตอบให้ทำเครื่องหมาย $\times$ ทับอักษร ก. ข. ค. ง. หรือ จ. ในกระดาษคำตอบที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว ดังตัวอย่าง
(0) ก. $\times$ ค. ง. จ.
5. ถ้าหากต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ขีดฆ่าเครื่องหมาย $\times$ เดิมทิ้งเสียก่อนแล้วทำเครื่องหมาย $\times$ ทับอักษรข้อใหม่ในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง
(0) ก. $\times$ ค. $\times$ จ.
6. ลงมือทำเมื่อผู้คุมสอบอนุญาต ถ้ามีข้อสงสัยให้ถามผู้คุมสอบ

แบบทดสอบการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

1. บ้านสีขาวอยู่เหนือบ้านสีแดง 3 ไมล์และ
บ้านสีแดงอยู่ใต้บ้านสีฟ้า 1 ไมล์ ดังนั้น

- ก. บ้านสีขาวอยู่ใต้บ้านสีฟ้า 4 ไมล์
- ข. บ้านสีขาวอยู่เหนือบ้านสีฟ้า 4 ไมล์
- ค. บ้านสีขาวอยู่ใต้บ้านสีฟ้า 2 ไมล์
- ง. บ้านสีขาวอยู่เหนือบ้านสีฟ้า 2 ไมล์
- จ. บ้านสีขาวและบ้านสีฟ้าอยู่ห่างจาก

บ้านสีแดงระยะเท่าๆกัน

คำสั่ง อ่านข้อความข้างล่างแล้วตอบคำถาม
ข้อ 2 -4

มีเด็ก 3 คน คือ สมศรี สุภา อนงค์
มีโรงเรียนอยู่ 3 โรงเรียน คือ โรงเรียน
สีแดง โรงเรียนสีขาว โรงเรียนสีน้ำเงิน
เด็กแต่ละคนไปโรงเรียนหนึ่งในสามโรง
เรียนนี้

สุภาไม่ได้ไปโรงเรียนสีแดง

อนงค์ไม่ได้ไปโรงเรียนสีขาว

สุภาไม่ได้ไปโรงเรียนสีขาว

2. สมศรีไปโรงเรียนไหน

- ก. โรงเรียนสีแดง
- ข. โรงเรียนสีขาว
- ค. โรงเรียนสีน้ำเงิน
- ง. ไม่ได้ไปโรงเรียนใดเลย
- จ. ไปโรงเรียนไหนก็ได้

3. สุภาไปโรงเรียนไหน

- ก. โรงเรียนสีแดง
- ข. โรงเรียนสีขาว
- ค. โรงเรียนสีน้ำเงิน
- ง. ไม่ได้ไปโรงเรียนใดเลย
- จ. ไม่รู้ว่าไปโรงเรียนไหน

4. อนงค์ไปโรงเรียนไหน

- ก. โรงเรียนสีแดง
- ข. โรงเรียนสีขาว
- ค. โรงเรียนสีน้ำเงิน
- ง. ไม่ได้ไปโรงเรียนใดเลย
- จ. ไม่รู้ว่าไปโรงเรียนไหน

คำสั่ง อ่านข้อความข้างล่างแล้วตอบคำถาม

ข้อ 5 - 8

“เด็กชาย 5 คน กมล สุชาติ ธนู ศักดิ์ และพร ไปโรงเรียนต่างกัน 5 โรงเรียน คือโรงเรียนเหนือ โรงเรียนใต้ โรงเรียนตะวันออก โรงเรียนตะวันตก และโรงเรียนกลาง ถ้า

กมลไม่ได้ไปโรงเรียนเหนือ โรงเรียนใต้ หรือโรงเรียนกลาง

สุชาติไปโรงเรียนตะวันตก

ศักดิ์ไม่ได้ไปโรงเรียนเหนือหรือโรงเรียน

กลาง

พรไม่เคยเข้าไปในโรงเรียนกลาง ”

5. กมลไปโรงเรียนอะไร

- ก. โรงเรียนเหนือ
- ข. โรงเรียนใต้
- ค. โรงเรียนตะวันออก
- ง. โรงเรียนตะวันตก
- จ. โรงเรียนกลาง

6. ศักดิ์ไปโรงเรียนอะไร

- ก. โรงเรียนเหนือ
- ข. โรงเรียนใต้
- ค. โรงเรียนตะวันออก
- ง. โรงเรียนตะวันตก
- จ. โรงเรียนกลาง

7. ธนูไปโรงเรียนอะไร

- ก. โรงเรียนเหนือ
- ข. โรงเรียนใต้
- ค. โรงเรียนตะวันออก
- ง. โรงเรียนตะวันตก
- จ. โรงเรียนกลาง

8. พรไปโรงเรียนอะไร

- ก. โรงเรียนเหนือ
- ข. โรงเรียนใต้
- ค. โรงเรียนตะวันออก
- ง. โรงเรียนตะวันตก
- จ. โรงเรียนกลาง

9. “ ถ้าอาหารทุกชนิดที่มีสีอ่อนกว่ามีรสหวานกว่าอาหารที่มีสีเข้มกว่าเสมอแล้ว”

อาหารชนิดไหนมีรสหวานที่สุด

- ก. น้ำผึ้ง
- ข. สับปะรดกวน
- ค. มะม่วงกวน
- ง. น้ำตาลปีก
- จ. นม

10. “ นักเรียนที่ได้รับรางวัลจากโรงเรียนจะต้องเป็นผู้ที่เรียนเก่งหรือมีมารยาทดีอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่าง ” สุรินทร์ได้รับรางวัลจากทางโรงเรียน ดังนั้น

- ก. สุรินทร์เรียนเก่ง
- ข. สุรินทร์มารยาทดี
- ค. สุรินทร์เรียนเก่งและมีมารยาทดี
- ง. อาจเป็นกรณีใดกรณีหนึ่งในข้อ ก . ข . ค.
- จ. สุรินทร์ขยันมาโรงเรียน

11. “ถ้าฉันสอบไล่ได้ทีหนึ่งฉันจะมีรถยนต์ใช้” และ “ถ้าฉันถูกลอตเตอรี่รางวัลทีหนึ่งฉันก็จะมีรถยนต์ใช้” ดังนั้น

- ก. ฉันต้องพยายามสอบไล่ได้ทีหนึ่ง
- ข. ฉันต้องพยายามซื้อลอตเตอรี่
- ค. ฉันสอบไล่ได้ทีหนึ่งและถูกลอตเตอรี่รางวัลทีหนึ่งด้วยฉันก็จึงจะมีรถยนต์ใช้
- ง. ฉันคงจะไม่มีรถยนต์ใช้เพราะฉันเรียนไม่เก่ง และไม่มีเงินซื้อลอตเตอรี่ด้วย

จ. ฉันสอบไล่ได้ทีหนึ่งหรือถูกลอตเตอรี่รางวัลทีหนึ่งอย่างใดอย่างหนึ่งเป็นอย่างน้อยจึงจะมีรถยนต์ใช้

12. “ฉันจะวางหนังสือไว้ในห้องทำงานหรือในห้องนอนเท่านั้น” แต่วันนี้ไม่มีหนังสือในห้องนอนเลยสักเล่มเดียว ดังนั้น

- ก. ฉันลืมหนังสือไว้ที่ไหนไม่รู้
- ข. ใครหยิบหนังสือของฉันไปจากห้องนอน
- ค. หนังสือของฉันต้องอยู่ในห้องทำงาน
- ง. วันนี้ฉันไม่ยักนอนอ่านหนังสือ
- จ. วันนี้ฉันยังไม่ได้เข้าไปในห้องนอน

13. “ครูไม่ได้ยินคำถามหรืออาจจะไม่อยากจะตอบก็ได้” แต่ข้าพเจ้ามั่นใจว่าครูต้องได้ยินคำถามแน่ๆ ดังนั้น

- ก. ข้าพเจ้ามั่นใจว่าครูไม่อยากจะตอบคำถาม
- ข. ครูไม่สนใจนักเรียน
- ค. ครูโกรธที่ข้าพเจ้าถามบ่อย
- ง. ครูไม่มีความรู้ที่จะตอบ
- จ. ครูเป็นใบ้

14. “หมาป่าหรือหมาบ้าก็ไม่รู้เท่าเสียงดังเมื่อคืนนี้ ถ้าเป็นหมาป่าฝูงแกะจะตื่น แต่ความจริงแล้วแกะหลับกันสบายตลอดคืน” ดังนั้น

- ก. หมาป่าแอบย่องเข้ามาโดยแกะไม่รู้ตัว
- ข. หมาป่าเห่าเสียงเหมือนหมาบ้าน
- ค. หมาบ้านไม่ได้เห่าเมื่อคืนนี้
- ง. หมาบ้านเห่าเมื่อคืนนี้
- จ. ทั้งหมาป่าและหมาบ้านต่างเห่าเมื่อคืนนี้

15. “ถ้าทั้งคุณพ่อและคุณแม่ให้เงินฉัน ฉันจะมีเงินมากพอที่จะซื้อของเล่น” แต่ความเป็นจริงคุณแม่ให้เงินฉันเพียงคนเดียว ดังนั้น

- ก. คุณแม่ใจดีกว่าคุณพ่อ
- ข. คุณแม่ให้เงินมากพอที่จะซื้อของเล่น
- ค. ฉันไม่มีเงินมากพอที่จะซื้อของเล่น
- ง. ฉันต้องไปขอร้องเงินคุณพ่ออีก
- จ. คุณพ่อไม่อยู่บ้าน

16. “ผู้ที่ได้รับคัดเลือกเป็นนักฟุตบอลทีมโรงเรียนนอกจากจะเล่นเก่งแล้วยังต้องมีความประพฤติดีอีกด้วย” วัฒนาไม่ได้รับคัดเลือก แสดงว่า

- ก. วัฒนาเล่นฟุตบอลไม่เก่ง
- ข. วัฒนามีความประพฤติไม่ดี
- ค. วัฒนาเล่นฟุตบอลไม่เก่งและมีความประพฤติไม่ดีอีกด้วย
- ง. อาจเป็นกรณีใดกรณีหนึ่งในข้อ ก. ข. ค.
- จ. วัฒนาไม่อยากเป็นนักฟุตบอลทีมโรงเรียน

17. “การประชุมจะมีได้ก็ต่อเมื่อประธานและรองประธานมาครบทั้งสองคน” แต่นี้ทั้งประธานและรองประธานไม่มาสักคน ดังนั้น

- ก. ต้องเลื่อนการประชุม
- ข. การประชุมจะมีก็ได้
- ค. ถึงประธานและรองประธานไม่มาเลขานุการก็ยังอยู่
- ง. ประธานและรองประธานเป็นคนไม่ดี
- จ. ถ้าประธานมาสักคนหนึ่งการประชุมก็จะมีได้

18. “ถ้าท่านฟ้องเขาและนำหลักฐานมาขึ้นยังด้วย เขาก็จะถูกลงโทษ” แต่ถ้าท่านฟ้องเขาและไม่นำหลักฐานมาขึ้นยัน

- ก. เขาจะถูกลงโทษ
 - ข. เขาจะไม่ถูกลงโทษ
 - ค. เขาจะถูกลงโทษหรือไม่ถูกลงโทษ
 - ง. ท่านอยากให้เขาถูกลงโทษ
 - จ. เขาไม่ทิ้งหลักฐานเอาไว้เลย
19. “ถ้าฉันตายฉันก็หมดลมหายใจ” ถ้าฉันยังไม่ หมดลมหายใจ แสดงว่า
- ก. ฉันตายแล้ว
 - ข. ฉันตายแล้วฟื้นขึ้นมาใหม่
 - ค. ฉันอาจจะตายหรืออาจจะยังไม่ตายก็ได้
 - ง. ฉันยังไม่ตาย
 - จ. ฉันป่วยหนักเกือบจะตายอยู่แล้ว

20. “การผลิตอาวุธจะเพิ่มขึ้นได้ก็โดยลดการผลิตสินค้าอื่น แต่ถ้าลดการผลิตสินค้าก็จะเกิดการขาดแคลนสินค้าในท้องตลาด” ขณะนี้รัฐบาลตกลงใจเพิ่มการผลิตอาวุธแล้ว ดังนั้น

- ก. รัฐบาลคงไม่ปล่อยให้สินค้าขาดแคลนแน่ๆ
- ข. รัฐบาลคงจะผลิตทั้งอาวุธและสินค้าให้พอ

- ค. สินค้าคงจะมีราคาสูงขึ้น
- ง. สินค้าอื่นคงจะไม่จำเป็นเท่าอาวุธ
- จ. สินค้าจะขาดแคลนอย่างแน่นอน

21. “ถ้าฉันเรียนฉันก็รู้” ถ้าฉันไม่รู้ก็หมายความว่า

- ก. ฉันได้เรียน
- ข. ฉันไม่อยากจะเรียน
- ค. ฉันไม่ได้เรียน
- ง. ฉันลืมแล้ว
- จ. ฉันไม่ชอบครู

22. “ไม่เป็นความจริงที่ฉันไม่หิวข้าว” มีความหมายเหมือนกับข้อใด

- ก. ฉันหิวข้าว
- ข. ฉันไม่หิวข้าว
- ค. ฉันไม่หิวข้าวเพราะไม่เป็นความจริง
- ง. ฉันเพิ่งกินข้าวอิ่ม
- จ. ฉันชอบกินก๋วยเตี๋ยวมากกว่า

23. นักศึกษาบางคนเป็นนักดนตรี
นักศึกษาทุกคนเป็นทหาร ดังนั้น

- ก. ทหารบางคนเป็นนักดนตรี
- ข. ทหารทุกคนเป็นนักดนตรี
- ค. ทหารบางคนเป็นนักศึกษา
- ง. ทหารชอบดนตรี
- จ. นักศึกษาชอบทหาร

24. คนต่างด้าวเป็นเจ้าของที่ดินไม่ได้
นายทอมมีเป็นคนต่างด้าวที่เข้ามาอยู่ใน
ประเทศไทย เพราะฉะนั้น

- ก. นายทอมมีเป็นชาวอเมริกา
- ข. นายทอมมีไม่ใช่คนไทย
- ค. นายทอมมีไม่มีที่ดินในประเทศไทย
- ง. นายทอมมีอาจจะซื้อที่ดินได้ถ้าเจ้าของ

ยอมขาย

- จ. นายทอมมีไม่ต้องการซื้อที่ดิน

25. ถ้าข้าพเจ้าเป็นนายกฯ ข้าพเจ้าจะมีชื่อเสียง
แต่ข้าพเจ้าไม่มีชื่อเสียง ดังนั้น

- ก. ข้าพเจ้าเป็นนายกฯ
- ข. ข้าพเจ้าไม่ได้เป็นนายกฯ
- ค. ข้าพเจ้าอาจจะเป็นนายกฯหรือไม่ได้

เป็นก็ได้

- ง. ข้าพเจ้าต้องทำตัวให้มีชื่อเสียง
- จ. ข้าพเจ้าไม่อยากเป็นนายกฯ

26. ถ้าฝนตก ถนนก็เปียก
วันนี้ฝนตก ดังนั้น

- ก. ถนนเปียก
- ข. ถนนไม่เปียก
- ค. ถนนเปียกหรือเปล่าไม่รู้
- ง. เราไม่อยากให้ฝนตก
- จ. เราไม่อยากให้ถนนเปียก

27. ถ้าฝนตก ถนนก็เปียก
วันนี้ฝนไม่ตก ดังนั้น

- ก. ถนนเปียก
- ข. ถนนไม่เปียก
- ค. ถนนอาจเปียกหรือไม่เปียกก็ได้
- ง. ฝนน่าจะตกมากกว่า
- จ. เป็นการดีแล้วที่ฝนไม่ตก

28. ถ้าฝนตก ถนนก็เปียก

ขณะนี้ถนนเปียก ดังนั้น

- ก. ฝนกำลังตก
- ข. ฝนยังไม่ตก
- ค. ฝนอาจจะตกหรือไม่ตกก็ได้
- ง. เราไม่ชอบให้ถนนเปียก
- จ. เราอยากให้ฝนตกมากๆ

ตาราง แสดงค่า P_L , P_H , p , r และ Δ ของแบบทดสอบการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์เรียง
ตามลำดับข้อ

ข้อที่	P_L	P_H	p	r	Δ	ข้อที่	P_L	P_H	p	r	Δ
1	.15	.56	.34	.45	14.6	15	.11	.59	.33	.53	14.8
2	.11	.33	.21	.31	16.2	16	.37	.67	.52	.30	12.8
3	.48	.81	.65	.36	11.4	17	.44	.89	.68	.51	11.1
4	.18	.44	.30	.30	15.01	18	.40	.96	.73	.66	10.6
5	.40	.96	.73	.66	10.6	19	.56	.96	.79	.57	9.7
6	.44	.78	.62	.36	11.8	20	.07	.48	.24	.52	16.7
7	.26	.56	.41	.31	13.9	21	.67	.99	.87	.63	8.5
8	.22	.70	.46	.48	13.5	22	.40	.96	.73	.66	10.6
9	.15	.48	.30	.38	15.1	23	.22	.48	.56	.29	14.6
10	.56	.78	.67	.25	11.2	24	.11	.67	.37	.59	14.3
11	.40	.74	.57	.35	12.3	25	.48	.92	.73	.53	10.6
12	.40	.85	.60	.48	11.6	26	.63	.99	.86	.66	8.7
13	.48	.81	.65	.36	11.2	27	.07	.26	.16	.32	17.1
14	.44	.89	.68	.51	11.1	28	.07	.44	.23	.49	15.9

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ ร.ต.อ.หญิง วราภรณ์ สุรัตนกร

เกิดวันที่ 9 กุมภาพันธ์ 2506

สถานที่เกิด อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่

สถานที่อยู่ปัจจุบัน 90/115 ถนนวงศ์สว่าง แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ
กรุงเทพมหานคร 10800

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน พยาบาลตรี งานพยาบาล โรงพยาบาลตำรวจ

สถานที่ทำงานปัจจุบัน หอผู้ป่วยเวชศาสตร์ฟื้นฟูชั้น 3 โรงพยาบาลตำรวจ
แขวงปทุมวัน เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2523 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนฝางชนูปถัมภ์ อำเภอฝาง
จังหวัดเชียงใหม่

พ.ศ. 2525 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย อำเภอเมือง
จังหวัดเชียงใหม่

พ.ศ. 2529 ประกาศนียบัตรพยาบาลศาสตร์ วิทยาลัยพยาบาลตำรวจ

พ.ศ. 2535 นิติศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยรามคำแหง

พ.ศ. 2540 การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกจิตวิทยาพัฒนาการ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร