

การเปรียบเทียบพัฒนาการด้านโภชนาภาพ เกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวน
และการบวกจำนวน ของเด็กในเมืองใหญ่กับเด็กชนบท

ปริญญาโท

ของ

วิชัย ชำนิ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

ตุลาคม 2519

คณะกรรมการประจำคณิศรได้พิจารณาปริญญานิพนธ์แล้ว เห็นสมควร
รับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ของ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... ผศ.ดร. (มหาวิทยาลัย) ประธาน

..... ส.ท. ๘ รัตนกุล กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

การทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับความช่วยเหลือและคำแนะนำอย่างดียิ่งจาก
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาตรี เมืองนาโพธิ์ ศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ รัตนกุล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ลาวัณย์ พลกลา และศาสตราจารย์ ดร.จรรยา สุวรรณทัต
จึงขอกราบขอบพระคุณท่านผู้กล่าวนามมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบพระคุณอาจารย์ใหญ่และคณาจารย์ ครูใหญ่และคณะครู โรงเรียนที่ใช้เป็น
กลุ่มตัวอย่าง ที่ได้อำนวยความสะดวกอย่างดียิ่งในการรวบรวมข้อมูลเพื่อการศึกษาครั้งนี้

พร้อมกันนี้ผู้เขียนขอขอบคุณ คุณเฉลิมศรี ชำนิ นิสิตปริญญาโทคณิตศาสตร์
ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดมา ซึ่งเป็นกำลังสำคัญยิ่งในการทำปริญญานิพนธ์
ฉบับนี้สำเร็จลงด้วยดี

วิชัย ชำนิ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
คำนำ	1
จุดมุ่งหมายของการศึกษา	5
ความสำคัญของการศึกษา	5
ขอบเขตของการศึกษา	6
คำนิยามศัพท์เฉพาะ	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
ทฤษฎีสันนิษฐานเบื้องต้นหลังการวิจัย	7
ทฤษฎีของ เปียเจต์ เกี่ยวกับพัฒนาการด้านสติปัญญาของ เด็ก	7
ทฤษฎีของ เปียเจต์ เกี่ยวกับพัฒนาการด้านมโนภาพทางจำนวน	9
งานวิจัยเกี่ยวกับทฤษฎีและวิธีการศึกษาของ เปียเจต์	10
งานวิจัยเกี่ยวกับองค์ประกอบที่มีผลต่อพัฒนาการด้านมโนภาพทางจำนวน	13
3 วิธีดำเนินการศึกษา	18
ประชากร	18
กลุ่มตัวอย่าง	18
อุปกรณ์และวิธีรวบรวมข้อมูล	19
การทดลองใช้อุปกรณ์ก่อนการรวบรวมข้อมูล	22
การให้คะแนน	23
การจัดกระทำกับข้อมูล	23

4	ผลของการคนกวา	26
	ข้อตกลงเกี่ยวกับการวิเคราะห์ผลและการแปลผล	26
	ผลการคนกวา	27
	ความสัมพันธ์ระหว่างพัฒนาการของเด็กในเมืองใหญ่และ	
	เด็กชนบท	27
	ความสัมพันธ์ระหว่างพัฒนาการของเด็กชายและเด็กหญิง	33
5	บทย่อ สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	40
	จุดมุ่งหมายของการคนกวา	40
	✓ กลุ่มตัวอย่าง	40
	อุปกรณ์ที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล	40
	วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล	41
	✓ การจัดการกระทำกับข้อมูล	42
	✓ สรุปผลการคนกวา	42
	อภิปรายผล	43
	ข้อเสนอแนะ	45
	บรรณานุกรม	47
	ภาคผนวก	51

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	จำนวนนักเรียนในแต่ละระดับอายุ (คิดเป็นร้อยละ) จำแนกตามสิ่งแวดล้อมและคะแนนที่ได้จากการทดสอบเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวน	28
2	การวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อตรวจสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ย (เกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวน) ของเด็กในเมืองใหญ่และเด็กชนบท	29
3	จำนวนนักเรียนในแต่ละระดับอายุ (คิดเป็นร้อยละ) จำแนกตามสิ่งแวดล้อมและคะแนนที่ได้จากการทดสอบเกี่ยวกับการบวกจำนวน	31
4	การวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อตรวจสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ย (เกี่ยวกับการบวกจำนวน) ของเด็กในเมืองใหญ่และเด็กชนบท	32
5	จำนวนนักเรียนในแต่ละระดับอายุ (คิดเป็นร้อยละ) จำแนกตามเพศและคะแนนที่ได้จากการทดสอบเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวน	34
6	การวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อตรวจสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ย (เกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวน) ของเด็กชายและเด็กหญิง	35
7	จำนวนนักเรียนในแต่ละระดับอายุ (คิดเป็นร้อยละ) จำแนกตามเพศและคะแนนที่ได้จากการทดสอบเกี่ยวกับการบวกจำนวน	37
8	การวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อตรวจสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ย (เกี่ยวกับการบวกจำนวน) ของเด็กชายและเด็กหญิง	38

บัญชีภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1	ร้อยละของ เด็กในแต่ละระดับอายุ ที่มีโนภาพเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวน จำแนกตามสิ่งแวดล้อม	30
2	ร้อยละของ เด็กในแต่ละระดับอายุที่มีโนภาพเกี่ยวกับการบวกจำนวน จำแนกตามสิ่งแวดล้อม	33
3	ร้อยละของ เด็กในแต่ละระดับอายุ ที่มีโนภาพเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวน จำแนกตามเพศ	36
4	ร้อยละของ เด็กในแต่ละระดับอายุ ที่มีโนภาพเกี่ยวกับการบวกจำนวน จำแนกตามเพศ	39

คำนำ

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีบทบาทสำคัญต่อวิทยาการสาขาต่าง ๆ เป็นอันมาก ทั้งนี้เพราะความเจริญอย่างรวดเร็วของวิทยาการต่าง ๆ เป็นผลสืบเนื่องมาจากความเจริญทางคณิตศาสตร์ (พนัส หัมภาทินทร์, 2512 : 2) แม้นักคณิตศาสตร์สมัยปัจจุบันก็เชื่อว่าผลงานใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ได้รับผลสำเร็จเพราะมีรากฐานทางคณิตศาสตร์เป็นสำคัญ บรูเอคเนอร์ (Brueckner, 1964 : 3) ได้กล่าวถึงความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ว่าวิชาคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญไม่เพียงแต่จะใช้ประโยชน์ภายในมานวการธุรกิจ การอุตสาหกรรม การปกครองและวิทยาศาสตร์กายภาพเท่านั้น แต่ยังเป็นประโยชน์ในการทำโปรแกรม การใช้เครื่องจักรกลคำนวณชนิดต่าง ๆ และกิจกรรมอื่น ๆ อีกมาก จึงเป็นที่เชื่อได้ว่าวงการธุรกิจและการอุตสาหกรรมในอนาคตต้องการผู้ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ระดับสูง

ในปัจจุบันนี้วิชาคณิตศาสตร์มีบทบาทมากขึ้น แต่การศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ในประเทศไทยยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ดังที่เห็นได้ว่านักเรียนส่วนมากไม่ชอบวิชาคณิตศาสตร์ และสอบตกในวิชาคณิตศาสตร์มากที่สุด (ทัศนีย์ อ่องไพบูลย์, 2513 : 18) นักศึกษาในสถานฝึกหัดครูเลือกเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นจำนวนน้อย และนักศึกษาที่สอบตกส่วนมากจะตกในวิชาคณิตศาสตร์ (กรมการฝึกหัดครู, 2509 : 3 - 4) ปรากฏการณ์เหล่านี้ย่อมสะท้อนให้เห็นปัญหาสำคัญในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

การที่การศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ในประเทศไทยไม่ประสบความสำเร็จอาจจะเนื่องมาจากหลักสูตรคณิตศาสตร์เป็นสาเหตุสำคัญประการหนึ่ง เพราะปัญหาสำคัญประการหนึ่งของการศึกษาไทยในปัจจุบันก็คือ การจัดหลักสูตรไม่สอดคล้องกับพัฒนาการด้านต่าง ๆ ของเด็ก (กาญจนา คำสุวรรณ, 2515 : 28) โดยเฉพาะอย่างยิ่งคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลักษณะ

เป็นนามธรรม ต้องใช้ความคิดชนิดสมเหตุสมผล เพื่อเรียนรู้และเข้าใจโครงสร้างทาง
 คณิตศาสตร์ การสอนคณิตศาสตร์จึงเป็นการสอนที่ของอาศัยหลักจิตวิทยามาก การอธิบาย
 แต่ละขั้นในแต่ละหัวข้อ จำต้องสอดคล้องกับหลักจิตวิทยาแห่งการคิด การเรียนรู้และพัฒนาการ
 ด้านต่าง ๆ ของเด็ก (สุชาติ รัตนกุล, 2515 : 3)

การจัดหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาจำเป็นต้องศึกษาพัฒนาการของเด็ก
 เป็นอันดับแรก ผลการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้จะทำให้เราเข้าใจความคิดและขบวนการเรียนรู้
 ของเด็กได้แจ่มแจ้งยิ่งขึ้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการจัดหลักสูตรและวิธีสอนให้สอดคล้องกับ
 ความต้องการของเด็ก และจะทำให้การเรียนการสอนได้ผลดียิ่งขึ้น (ประมวล ดิกคินสัน,
 2509 : 354 - 359) ดังที่เออร์วิง (Irving, 1966 : 706 - 715) ได้กล่าวไว้ว่า
 ก่อนที่จะให้การศึกษาแก่เด็ก เราต้องศึกษาถึงธรรมชาติของความต้องการและพื้นฐานของเด็ก
 เราจึงจะให้การศึกษาแก่เด็กได้ถูกต้อง

มโนภาพทางจำนวนนับเป็นมโนภาพทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญที่สุด เพราะเป็นมโนภาพ
 ที่เป็นพื้นฐานในการศึกษาโมภาพทางคณิตศาสตร์ประเภทอื่น ๆ ดังที่คีนส์ (Dienes, อ้างจาก
 Lovell, 1962 : 54) ได้จัดมโนภาพทางจำนวนว่าเป็นมโนภาพทางคณิตศาสตร์บริสุทธิ์
 และเพอร์ (โฮเวอร์ต เพอร์, 2509 : 9) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนภาพทางจำนวนว่า
 การสอนจำนวนเป็นเรื่องจำเป็นอย่างยิ่ง ถ้าหากความรู้เกี่ยวกับจำนวนก็ยากที่จะอยู่ในสังคม
 ปัจจุบันนี้ได้ ไม่ว่าสังคมนั้นจะปกครองแบบใด องค์ประกอบแรกสุดที่จะทำให้บุคคลทำหน้าที่
 ในสังคมปัจจุบันได้ คือ มีความรู้คิดเลขได้และใจเลขในการแก้ปัญหาชีวิตประจำวันได้

เปียเจต์ (Piaget) นักจิตวิทยาชาวสวิส เป็นผู้หนึ่งที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการ
 ด้านมโนภาพทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะมโนภาพทางจำนวน โดยใช้เด็กชาวสวิสเป็น
 กลุ่มตัวอย่าง และได้สรุปผลที่ได้จากการค้นคว้าซึ่งเป็นทฤษฎีขึ้น ซึ่งมีอิทธิพลต่อการจัดหลักสูตร
 คณิตศาสตร์มาก นับเป็นทฤษฎีเกี่ยวกับพัฒนาการทางความคิดของเด็กที่เป็นระบบและสมบูรณ์
 ที่สุดในปัจจุบัน (Goldschmid, 1967 : 1229)

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาจำนวนมาก ได้ศึกษาวิจัยเพื่อทดสอบทฤษฎีและวิธีการศึกษาของเปียเจต์ และพยายามศึกษาถึงองค์ประกอบที่สำคัญที่มีผลต่อพัฒนาการด้านมโนภาพทางจำนวนของเด็ก อาทิ วิธีการอบรมเลี้ยงดู สภาพสังคม วัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อมเพื่อแสวงหาวิถีทางที่จะเร่งพัฒนาการด้านมโนภาพทางจำนวนของเด็กให้เจริญรวดเร็วขึ้น แทนที่จะปล่อยให้พัฒนาไปโดยธรรมชาติ ทั้งนี้เพราะเปียเจต์ (Piaget, 1965 : 174) กล่าวไว้ว่า เด็กมิได้รับมโนภาพทางจำนวนจากการเรียนการสอนเท่านั้น แต่เด็กจะพัฒนาควตซ์ของเขาเองอย่างอิสระและเป็นไปตามธรรมชาติ แม้ว่าเด็กจะจำชื่อจำนวนได้ แต่เด็กจะยังงงไม่มีความคิดเกี่ยวกับจำนวน จนกระทั่งเด็กมีอายุ $6\frac{1}{2}$ - 7 ปี เด็กจึงจะสามารถเรียนเกี่ยวกับจำนวนได้อย่างเข้าใจความหมายที่แท้จริง

คอกเวล (Dodwell, 1962 : 52 - 60) ได้ศึกษาพัฒนาการทางจำนวนของเด็กที่มาจากครอบครัวที่มีฐานะทางเศรษฐกิจต่างกัน แม้ว่าผลการทดสอบทางสถิติไม่พบความแตกต่าง แต่คอกเวลก็ให้ข้อสังเกตไว้ว่า สิ่งแวดล้อมภายในครอบครัวของเด็กอาจจะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของพัฒนาการด้านมโนภาพทางจำนวน

ไฮด์ (Hyde, อ้างจาก Wallace, 1967 : 79) ได้ศึกษาพัฒนาการด้านมโนภาพเกี่ยวกับจำนวนของเด็กชาวยุโรป อาหรับและอินเดีย พบว่าเด็กชาวยุโรปมีพัฒนาการด้านมโนภาพเกี่ยวกับจำนวนเร็วกว่าเด็กชาวอาหรับและเด็กชาวอินเดีย ไฮด์สรุปว่าเด็กชาวยุโรปมีสิ่งแวดล้อมที่ส่งเสริมพัฒนาการด้านมโนภาพทางจำนวนดีกว่าเด็กอื่น ๆ ในกลุ่มตัวอย่าง

ดักเวอร์ธ (Duckworth, 1964 : 498) ได้กล่าวถึงผลงานของนักจิตวิทยาชาวแคนาดา ซึ่งได้ใช้เครื่องมือของเปียเจต์ไปทดสอบเด็กในเมืองมาร์ตินิค (Martinique) และเด็กในกรุงมอนทรีล (Montreal) ผลปรากฏว่าเด็กในเมืองมาร์ตินิคซึ่งเป็นเมืองแบบชนบท มีพัฒนาการด้านมโนภาพทางจำนวนช้ากว่าเด็กในกรุงมอนทรีล นักจิตวิทยาผู้นั้นให้เหตุผลว่า สภาพสังคมและสิ่งแวดล้อมมีผลให้พัฒนาการด้านมโนภาพทางจำนวนช้าหรือเร็วได้ ซึ่งสอดคล้องกับที่วอลเลซ (Wallace, 1967 : 71) ได้กล่าวไว้ว่า เด็กใน

เมืองน่าจะมีใจเข้าเกี่ยวกับนิภาพทางจำนวนเท่าที่เด็กในชนบท เพราะโดยทั่วไปแล้ว เด็กในเมืองมีโอกาสอยู่ในสถานการณที่ตองใชจำนวนมากกว่าเด็กในชนบท

สำหรับประเทศไทยนั้น เด็กที่อาศัยอยู่ในภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศ มีสภาพสังคม สิ่งแวดล้อม และได้รับการอบรมเลี้ยงดูแตกต่างกันมาก ทั้งนี้เพราะประเทศไทยเป็นประเทศที่มีอาณาเขตกว้างขวางและเป็นประเทศที่กำลังพัฒนา แต่ในระยะที่ผ่านมาปรากฏว่า ผลของการพัฒนาส่วนใหญ่จำกัดขอบเขตอยู่ในเมืองหลวงและเมืองอื่น ๆ บางแห่งเท่านั้น จึงทำให้เกิดความไม่เสมอภาคในการพัฒนา เกิดช่องว่างระหว่างฐานะของคนในเมืองกับ คนในชนบท (ชม ภูมิภาค, 2518 : 31) เด็กในเมืองใหญ่ เช่น กรุงเทพมหานคร นอกจาก เด็กที่อาศัยอยู่ในแหล่งเสื่อมโทรมแล้ว ส่วนมากอยู่ในครอบครัวที่มีความอบอุ่น ฐานะทาง เศรษฐกิจดี บิดามารดาได้รับการศึกษาพอสมควร จึงสามารถอบรมเลี้ยงดู จัดอาหารและ สิ่งแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการพัฒนาการคำนวณนิภาพต่าง ๆ แต่บิดามารดาของเด็กชนบทส่วนมาก มีอาชีพทางเกษตรกรรม มีรายได้และการศึกษาน้อย ถูกกดคั้นในด้านการครองชีพมาก จึงไม่สามารถเอาใจใส่บุตรธิดาได้อย่างทั่วถึง อนึ่งสังคมชนบทเป็นสังคมปิด เนื่องจากการ สื่อสารและการคมนาคมไม่สะดวก เด็กชนบทจึงได้สัมผัสกับสิ่งแวดล้อมในวงจำกัด จึงอาจกล่าวได้ว่าเด็กชนบทอยู่ในสังคมและสิ่งแวดล้อมที่เสียเปรียบเด็กในเมืองใหญ่มาก

ปัญหาที่ว่าเด็กในเมืองใหญ่กับเด็กชนบทในระดับอายุเดียวกันจะมีความเข้าใจ เกี่ยวกับจำนวนและการบวกจำนวนดีเท่ากันหรือไม่นั้น เป็นสิ่งที่น่าศึกษาวิจัยมาก เพราะ ปัจจุบันวงการศึกษไทยสนใจการศึกษาในชนบทมากขึ้น และพยายามหาคำตอบว่า เหตุใด การศึกษาระดับประถมศึกษาจึงสร้างความล้มเหลวให้ชาติไทยมากที่สุด คำตอบก็คือหลักสูตร ประถมศึกษาไม่เอื้อเฟื้อต่อความต้องการของชนบท (ฉลอง ทับศรี, 2517 : 2) ผู้วิจัย มีความเห็นว่าหลักสูตรคณิตศาสตร์อาจจะเป็นส่วนหนึ่งของความล้มเหลวดังกล่าว คืออาจจะ ไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของความต้องการ และพัฒนาการทางความคิดของเด็กในแต่ละ ภูมิภาคของประเทศ โดยเฉพาะเด็กในชนบท ทั้งนี้เพราะตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา การจัด หลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาของประเทศไทยส่วนมากกระทำโดยคณะกรรมการที่อยู่ใน กรุงเทพมหานคร และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองหลักสูตรก็เป็นเด็กในกรุงเทพมหานคร

เท่านั้น แต่หลักสูตรที่สร้างขึ้นใช้ในโรงเรียนประถมศึกษาทั่วประเทศ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาค้นคว้าเรื่องนี้ ผลของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ อาจจะใช้เป็นแนวทางในการจัดหลักสูตร คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาในเวลาต่อไป อนึ่ง การศึกษาระดับประถมศึกษา เป็นระดับที่มีจำนวนผู้เรียนสูงกว่าระดับอื่น ๆ การลงทุนในการจัดการศึกษาระดับประถมศึกษาย่อมสูงตามไปด้วย จึงควรพิจารณาจัดทำให้ได้ผลดีที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งจะมีผลทำให้ประชากรของประเทศเป็นผู้มีความรู้พื้นฐานดี มีความคิดและความฉลาดพอที่จะเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศชาติได้

จุดมุ่งหมายของการค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาวงการพัฒนาการด้านมโนภาพเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวนและการบวกจำนวนของเด็กที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมต่างกัน คือ เมืองใหญ่และชนบท แตกต่างกันหรือไม่
2. เพื่อศึกษาวงการพัฒนาการด้านมโนภาพเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวนและการบวกจำนวนของเด็กชายและเด็กหญิง แตกต่างกันหรือไม่
3. เพื่อศึกษาว่าการสอนให้เด็กมีมโนภาพเกี่ยวกับจำนวนควรจะเริ่มขึ้นตั้งแต่ระดับอายุใด

ความสำคัญของการค้นคว้า

1. ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นความรู้เกี่ยวกับความสามารถของเด็กไทย ในการสร้างมโนภาพทางจำนวน ซึ่งจะช่วยให้ครูทราบระดับอายุที่เหมาะสมในการสอนจำนวน และเข้าใจพื้นฐานความคิดของเด็ก เพื่อที่จะเป็นแนวทางในการปรับปรุงการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
2. ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จะเป็นแนวทางในการศึกษาเรื่องนี้กับเด็กไทย ให้กว้างขวางออกไป
3. ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ อาจจะใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงหลักสูตร คณิตศาสตร์ ระดับอนุบาลและระดับประถมศึกษาตอนต้นของประเทศไทย

ขอบเขตของการค้นคว้า

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเฉพาะมโนภาพเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวน และการบวกจำนวน

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. การอนุรักษ์จำนวน (Conservation of Number) หมายถึง การเข้าใจว่า เซตของวัตถุจริงสองเซตที่มีจำนวนสมาชิก (วัตถุจริง) เท่ากัน เมื่อจัดสมาชิกของเซตหนึ่งให้อยู่ในลักษณะที่ต่างออกไปจากเดิม จำนวนสมาชิกของทั้งสองเซตนั้นก็ยังคงเท่ากัน แต่การที่จะสรุปว่าจำนวนสมาชิกของทั้งสองเซตนี้เท่ากันได้นั้น ผู้ตอบจะต้องคิดหาเหตุผลต่าง ๆ มาสนับสนุนอ้างอิง จึงจะเชื่อได้ว่าผู้ตอบมีความเข้าใจหลักการของการอนุรักษ์จำนวนอย่างแท้จริง เหตุผลที่จะนำมาอ้างอิงสามารถแบ่งออกได้ตามแบบของการคิดดังนี้

1.1 การคิดแบบทวนกลับ (Reversibility) หมายถึงการคิดหาเหตุผลในลักษณะคิดย้อนกลับไปหาจุดเริ่มต้น ซึ่งเปียเจต์ (Piaget, 1960 : 40 - 41) ถือว่าการคิดหาเหตุผลแบบนี้ เป็นการคิดแบบมีวุฒิภาวะ (Mature thought)

1.2 การคิดแบบทดแทน (Compensation) หมายถึงการคิดให้เหตุผลในลักษณะชดเชยกัน คือ เมื่อมีสิ่งหนึ่งสูญหายไปก็ต้องมีสิ่งหนึ่งเข้ามาแทนที่หรือทดแทนสิ่งที่สูญหายไปนั้น

1.3 การคิดแบบอิงลักษณะเดิม (Identity) หมายถึง การคิดหาเหตุผลในลักษณะการแสดงหลักฐานให้เห็นจริงว่าไม่มีอะไรถูกนำออกไปหรือเพิ่มเข้ามา

2. มโนภาพทางจำนวน หมายถึง มโนภาพเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวนและการบวกจำนวน

เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีสถิตนิยมของเพียเจต์

1. ทฤษฎีของเพียเจต์เกี่ยวกับพัฒนาการด้านสติปัญญาของเด็ก

เพียเจต์ (อ้างจาก Furth, 1969 : 23 - 32, Copeland, 1970 : 14 - 17)

ได้แบ่งพัฒนาการด้านสติปัญญาของเด็กออกเป็น 3 ช่วงใหญ่ ๆ ดังนี้คือ

1.1 ขั้นรับรู้จากประสาทสัมผัส (The Sensory Motor Stage) พัฒนาการขั้นนี้เริ่มจากแรกเกิดถึงอายุประมาณ 2 ปี เป็นขั้นที่เด็กใช้วิธีสัมผัสทางกายสำรวจสิ่งแวดล้อมและเริ่มสร้างแบบความคิดที่เป็นของตนเอง อันเป็นผลเนื่องมาจากการเรียนรู้จากประสาทสัมผัสในตอนปลายของพัฒนาการขั้นนี้ เด็กจะเริ่มเข้าใจเหตุและผลซึ่งเป็นพื้นฐานของพัฒนาการทางตรรกวิทยา ตัวอย่างเช่น เด็กนอนในเปลมองดูปลาทะเียนที่ผูกแขวนอยู่ข้างบน เมื่อเด็กขยับตัวปลาทะเียนจะแกว่ง ต่อมาเด็กจะทราบว่า ถ้าขยับตัวเมื่อไร (เป็นเหตุ) ปลาทะเียนจะแกว่งทุกครั้ง (เป็นผล) เด็กในวัยนี้จะเริ่มรับรู้สัญลักษณ์แทนสิ่งของได้บ้าง เริ่มเข้าใจ "คำ" ที่ใช้แทนวัตถุหรือสามารถรับรู้รูปภาพที่ใช้แทนของจริงได้บ้าง

1.2 ขั้นคิดจากรูปธรรม (The Concrete Operational Stage)

เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 2 ปี ถึง 11 - 12 ปี ขบวนการพัฒนาจะเริ่มสมบูรณ์เมื่ออายุประมาณ 7 ปี ดังนั้นพัฒนาการในช่วงนี้จึงสามารถแบ่งออกเป็น 2 ช่วงใหญ่ ๆ คือ ช่วงแรกอายุ 2 - 7 ปี และช่วงที่สองระหว่างอายุ 7 ปีถึง 11 - 12 ปี

เด็กอายุ 2 - 7 ปี จะเริ่มทำความเข้าใจสิ่งแวดล้อมทั้งทางวัตถุและทางสังคม และเริ่มเข้าใจสัญลักษณ์ต่าง ๆ มากขึ้น เด็กที่มีอายุอยู่ในช่วงนี้จะสามารถเข้าใจความสัมพันธ์ได้หนึ่งชนิดในขณะเวลาหนึ่ง เช่น เด็กจะมองเห็นว่าคินสอแท่งหนึ่งเล็กแต่อีกแท่งหนึ่งใหญ่ แต่เด็กไม่สามารถบอกได้ว่าคินสอแท่งเล็กนั้นยาวแต่อีกแท่งหนึ่งนั้นใหญ่และสั้น เพราะเหตุที่เด็กในวัยนี้

สามารถเข้าใจความสัมพันธ์ได้เพียงชนิดเดียวในขณะเวลาหนึ่ง การรับรู้จึงมีบทบาทสำคัญในการคิดของเด็กมาก ความคิดของเด็กจะอยู่บนพื้นฐานของการตัดสินใจจากการรับรู้ เด็กแต่ละคนอาจจะเข้าใจเหตุการณ์อย่างเดียวกันในลักษณะแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความถนัดของแต่ละบุคคลหรือแต่ละโอกาส ดังนั้นจำนวนสิ่งของที่วางเรียงเป็นแถวใกล้กันเมื่อขยายให้ห่างออก จะดูเหมือนมีมากกว่าสิ่งของอีกแถวหนึ่งที่อยู่ใกล้เคียงในลักษณะเดิม ปริมาณของน้ำในแก้วดูเหมือนจะมีมากขึ้นเมื่อเทใส่แก้วที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กลง กระดาษที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสสองแผ่นที่มีพื้นที่เท่ากัน เมื่อตัดกระดาษแผ่นหนึ่งออกเป็นสองส่วน เด็กจะบอกว่ากระดาษแผ่นที่ยังไม่ได้ตัดมีพื้นที่น้อยกว่าพื้นที่ของกระดาษสองส่วนนั้นรวมกัน

เด็กอายุ 7 ปีขึ้นไปจะพัฒนาความคิดที่ซับซ้อนได้เพิ่มขึ้น เริ่มมีแบบแผนโครงสร้างในการคิดให้เหตุผลตามหลักตรรกวิทยาเชิงคณิตศาสตร์ และยังต้องการเวลาที่จะพัฒนาความคิดขั้นนี้ให้สมบูรณ์ขึ้นตามลำดับ เช่น เด็กจะเริ่มมีความเข้าใจการอนุรักษ์สสาร และการอนุรักษ์จำนวนเมื่ออายุประมาณ 7 ปี พออายุประมาณ 10 ปี จะเริ่มเข้าใจเกี่ยวกับการอนุรักษ์น้ำหนัก และอายุประมาณ 11 - 12 ปีจะสามารถเข้าใจเกี่ยวกับการอนุรักษ์ปริมาตร เด็กในขั้นนี้จะเริ่มตัดสินใจโดยยึดเหตุผลมากกว่าการรับรู้จากประสาทสัมผัส เช่น เด็กเริ่มเข้าใจว่าน้ำในแก้วยังงมีปริมาตรเท่าเดิมเมื่อรินใส่แก้วที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กลง ทั้งที่จากประสาทสัมผัสกลับว่า น้ำในแก้วที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยมีปริมาณมากกว่า

สาเหตุที่เรียกพัฒนาการขั้นนี้ว่า The Concrete Operational Stage เพราะเด็กในขั้นนี้เข้าใจโลกภาพที่เป็นนามธรรมโดยอาศัยของจริงเป็นสื่อ ในระยะแรก ๆ ของพัฒนาการขั้นนี้ การคิดของเด็กอาศัยประสบการณ์และการสังเกตจากวัสดุจริงเป็นพื้นฐาน แต่เด็กจะค่อย ๆ สร้างหลักเกณฑ์การคิดขึ้นเอง โดยอาศัยวัตถุที่เป็นรูปธรรมน้อยลงตามลำดับ

1.3 ขั้นคิดตามแบบแผนทางตรรกวิทยา (Formal Operational Stage)

เด็กเริ่มมีพัฒนาการถึงขั้นนี้เมื่ออายุประมาณ 11 ปี หรือ 12 ปี เด็กในขั้นนี้มีโครงสร้างทางสมองแตกต่างไปจากเด็กในขั้นคิดจากรูปธรรม คือ สามารถอธิบายเหตุผลจากความคิดหรือสมมุติฐานโดยไม่ต้องอาศัยของจริงเป็นพื้นฐาน สามารถพิจารณาสภาพการณ์ที่เป็นไปได้โดย

ไม่ต้องอาศัยประสบการณ์หรือการทดลอง สามารถเรียนคณิตศาสตร์ที่มีการพิสูจน์อย่างมีแบบแผนได้ รู้จักใช้ขบวนการคิดหรือขบวนการทำงานตามหลักตรรกวิทยาหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์โดยไม่จำกัดความคิดให้อยู่กับของจริงเท่านั้น

2. ทฤษฎีของ เปียเจต์ เกี่ยวกับพัฒนาการด้านโนภาพทางจำนวน

จำนวนเป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งของเซต (Copeland, 1970 : 58) เราอาจจะเปรียบเทียบเซตของวัตถุสองเซตแล้วบอกว่า สองเซตนี้มีจำนวนวัตถุเท่ากัน ซึ่งหมายความว่าเซตสองเซตนี้มีคุณสมบัติทางจำนวนเหมือนกัน จำนวนเป็นนามธรรม ดังนั้นจำนวนจึงเป็นสิ่งที่ค่อนข้างยากสำหรับเด็ก เด็กอาจจะได้รับการสอนให้จำชื่อจำนวนและให้หาจำนวนของวัตถุโดยการนับ เมื่อเด็กมองไปที่วัตถุสิ่งหนึ่งแล้วสามารถบอกได้ว่า "สี่" เปียเจต์กล่าวว่าเหตุการณ์เช่นนี้ไม่ได้หมายความว่าเด็กมีความเข้าใจความหมายของจำนวน "สี่" เสมอไป ถ้ายาวแถวของวัตถุให้อยู่ห่างกันมากขึ้น เด็กอาจจะบอกว่ามีจำนวนวัตถุมากขึ้น

ทฤษฎีของ เปียเจต์ เกี่ยวกับพัฒนาการด้านโนภาพทางจำนวน เป็นทฤษฎีย่อยที่ประยุกต์มาจากทฤษฎีเกี่ยวกับพัฒนาการด้านสติปัญญาของ เปียเจต์ (Wallace, 1967 : 61) ซึ่งแบ่งพัฒนาการด้านโนภาพทางจำนวนออกเป็น 3 ชั้น (Copeland, 1970 : 61 - 62 และ McNally, 1974 : 103 - 107)

ชั้นที่ 1 Stage of Global Comparisons อายุต่ำกว่า $5 - 5\frac{1}{2}$ ปีลงมา เด็กที่พัฒนาการในขั้นนี้มีความคิดว่าปริมาณและจำนวนเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับลักษณะของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไป เด็กอายุห้าปีส่วนมากจะบอกว่า จำนวนวัตถุในแถวหนึ่งมากกว่าอีกแถวหนึ่ง เพราะว่าวัตถุแต่ละอย่างในแถวนั้นอยู่ห่างกันมากกว่าหรือแถวนั้นมีความยาวมากกว่า ในทำนองเดียวกันลูกมีดจำนวนเท่า ๆ กันจัดให้อยู่เป็นรูปวงกลมสองวง เด็กจะคิดว่าวงกลมใหญ่มีจำนวนลูกมีดมากกว่าวงกลมเล็ก เด็กในขั้นนี้ไม่สามารถจับคู่หนึ่งต่อหนึ่งระหว่างวัตถุสองเซตได้ การตัดสินใจเกี่ยวกับจำนวนนั้นเด็กจะยึดความยาวของแถวของวัตถุหรือพื้นที่ที่วัตถุเหล่านั้นวางอยู่ มากกว่าที่จะยึดจำนวนวัตถุ เช่น เด็กจะบอกว่า

ชวค 6 โดยมีจำนวนมากกว่าแก้ว 12 ใบ ถ้าขยายแถวของชวคให้แต่ละใบอยู่ห่างกันมากกว่า และให้แถวของชวคยาวกว่าแถวของแก้ว

ขั้นที่ 2 Intuitive Stage อายุระหว่าง $5\frac{1}{2}$ - $6\frac{1}{2}$ ปี เป็นขั้นที่อยู่ระหว่างหัวเลี้ยวหัวต่อ เด็กจะสามารถจับคู่หนึ่งต่อหนึ่งระหว่างวัตถุสองเซตได้ เมื่อจัดวัตถุในเซตหนึ่งให้อยู่ห่างกันมากขึ้น เด็กจะบอกว่าจำนวนวัตถุมีมากขึ้น แต่ถ้าเด็กจับคู่หนึ่งต่อหนึ่งระหว่างวัตถุสองเซตนั้นจะพบว่าจำนวนวัตถุในเซตนั้นมีเท่าเดิม จึงก่อให้เกิดความสงสัยในที่สุดถ้าย้ายให้เด็กลองคิดลองดูหลาย ๆ ครั้ง เด็กในขั้นนี้จะสามารถหาคำตอบที่ถูกต้องได้โดยตัดสินใจจากการใช้ประสาทสัมผัสกับวัตถุ

ขั้นที่ 3 Stage of Concrete Operations อายุระหว่าง $6\frac{1}{2}$ - 7 ปี ขึ้นไป เด็กในวัยนี้จะเข้าใจการอนุรักษ์จำนวน เด็กจะทราบว่าจำนวนสมาชิกในเซตของวัตถุจริงไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะจัดให้สมาชิกของเซตนั้นวางอยู่ในลักษณะใด เด็กจะสามารถหาคำตอบที่ถูกต้องได้โดยการใช้เหตุผล ซึ่งแตกต่างจากขั้นที่ 2 ที่อาจหาคำตอบที่ถูกต้องได้โดยการลองคิดลองดูเท่านั้น

งานวิจัยเกี่ยวกับทฤษฎีและวิธีการศึกษาของเปียเจต์

ทฤษฎีเกี่ยวกับพัฒนาการด้านนิภาพทางจำนวนของเปียเจต์ ได้สรุปขึ้นจากการทดลองหรือสัมภาษณ์เด็กเป็นรายบุคคล ซึ่งเป็นวิธีการศึกษาที่สามารถยืดหยุ่นได้มาก ผลการศึกษาอาจจะขึ้นอยู่กับวิธีการถาม ระดับของคำศัพท์ที่ใช้ในคำถามและระดับความสามารถทางภาษาของเด็ก จึงเป็นที่สงสัยว่าพฤติกรรมของเด็กที่เปียเจต์อธิบายไว้นั้น เป็นพฤติกรรมที่เป็นสากลเป็นแบบแผนแน่นอนหรือเป็นการพบโดยบังเอิญเท่านั้น มีนักวิจัยจำนวนมากได้พยายามศึกษา เพื่อทดสอบทฤษฎีและวิธีการศึกษาของเปียเจต์ และได้ศึกษากับเด็กในสังคมและวัฒนธรรมที่แตกต่างออกไปทั้งในยุโรป อเมริกา แอฟริกาและเอเชีย (Wallace,

วิลเลียมส์ (Williams, 1958 : 31045) ได้ใช้วิธีการทดลองของ เปียเจต์ ทดสอบนักเรียนชาวอังกฤษที่มีอายุระหว่าง 5 ปี ถึง 8 ปี เพื่อวัดความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวน และได้ทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาเลขคณิตของ เด็กกลุ่มเดียวกันนี้ไว้ด้วย ผลการทดลอง ปรากฏว่าเด็กส่วนมากได้คะแนนสูง เมื่อทำโจทย์เกี่ยวกับการบวก แต่ยังขาดความเข้าใจ เกี่ยวกับธรรมชาติของจำนวน ก็ยังไม่มีนิมิตเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวน ผลการศึกษา ของวิลเลียมส์สนับสนุนสอดคล้องกับผลการค้นคว้าของ รัปพอร์ท (Rapaport, 1958 : 96-99) ซึ่งได้ศึกษาความสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากข้อสอบวัดทักษะในการคิดคำนวณและข้อสอบวัด ความเข้าใจในวิชาเลขคณิต พบว่าทักษะในการคิดคำนวณไม่ได้แสดงถึงความเข้าใจเกี่ยวกับ จำนวนมากนัก จากผลการศึกษาครั้งนี้วิลเลียมส์เสนอแนะว่า เราสามารถใช้ข้อทดสอบของ เปียเจต์ เป็นเครื่องมือประเมินความพร้อมทาง เลขคณิตของ เด็กได้ ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็น ของบิกส์ (Biggs, 1959 : 17 - 34) ที่ได้สนับสนุนให้ใช้ทฤษฎีพัฒนาการตามนิมิตทาง จำนวนของ เปียเจต์ เป็นพื้นฐานในการสืบค้นความพร้อมทาง เลขคณิตของ เด็ก และเป็นแนวทาง ในการสอนเลขคณิตให้มีความหมายสำหรับเด็ก

ฮูด (Hood, 1962 : 273 - 276) ได้พยายามศึกษาตามวิธีการของ เปียเจต์ ผลการค้นคว้าพบว่าเด็กชาวอังกฤษเริ่มมีนิมิตทางจำนวนเมื่ออายุ 6 - 7 ปี เด็กอายุต่ำกว่า 5 ปี จะไม่มีความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนเลย เด็กอายุ 7 ปี ส่วนมากจะใช้วิธีนับในการตอบคำถาม และสามารถตอบได้ถูกต้อง แต่เด็กอายุ 5 - 7 ปี ไม่สามารถสรุปเป็นหลักเกณฑ์แน่นอนได้ เด็กส่วนมากจะเริ่มมีนิมิตทางจำนวนเมื่ออายุประมาณ 7 ปี 1 เดือน

ฮูด ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเลขคณิต โดยแบ่งเด็กออกเป็น 5 กลุ่ม ตามระดับความสามารถในวิชาเลขคณิต เริ่มจากกลุ่มที่ไม่มีความสามารถในการวิชาเลขคณิตเลย ถัดไปเป็นกลุ่มที่สามารถตอบคำถาม เลขคณิตง่าย ๆ ได้ จนถึงกลุ่มที่ 5 เป็นกลุ่มที่มีทักษะในวิชาเลขคณิตสูงที่สุด ผลการเปรียบเทียบเด็กแต่ละกลุ่มกับขั้นของพัฒนาการทางจำนวน พบว่าเด็กในระดับอายุที่พัฒนาการ

ทางจำนวนอยู่ในชั้นที่ 1 นั้น ไม่มีคนใดเลยที่อยู่ในกลุ่มที่ 5 หรือกลุ่มที่มีทักษะทางจำนวนสูงที่สุด ผู้สรุปว่าเราสามารถทำนายระดับความสามารถทางเลขคณิตของ เด็กจากชั้นของพัฒนาการทางจำนวนของเด็กได้ เด็กที่มีพัฒนาการทางจำนวนในชั้นที่ 1 จะมีความสามารถทางเลขคณิตไม่สูงนัก ข้อสรุปนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของวิลเลียมส์และบีกส์ ที่กล่าวว่า ข้อทดสอบเกี่ยวกับพัฒนาการทางจำนวนของเปียเจต์อาจจะใช้เป็นเครื่องมือวัดความพร้อมทางเลขคณิตของเด็กได้

เกี่ยวกับวิธีการศึกษาของเปียเจต์นั้น ผู้กล่าวว้ว่า ความผิดพลาดอาจจะเกิดขึ้นได้เนื่องจากเด็กไม่เข้าใจคำถาม เช่น เด็กรู้ว่าจำนวนของแก้วและชวดยังคงเท่ากันอยู่เมื่อขยายให้แก้วแต่ละใบอยู่ห่างกันมากขึ้น แต่เมื่อเด็กตอบว่า "มีมากกว่า" เด็กแสดงความคิดที่รูปร่างของเซตนั้นได้เปลี่ยนแปลงไปและทำให้มีช่องว่างมากขึ้น ผู้พบว่า มีเด็กหลายคนที่มีคำตอบอยู่ในชั้นที่ 1 แต่ถามคำถามต่อไป (เช่น เธอหมายความว่า แก้วนี้มีจำนวน มากกว่าแก้วนี้ใช่ไหม พร้อมทั้งประกอบ) เด็กจะสามารถตอบได้ถูกต้องและสามารถผ่านไปอยู่ชั้นที่ 3 ทันที แต่ก็มีเด็กหลายคนที่ตอบว่าจำนวนสมาชิกสองเซตนั้นเท่ากัน แต่เมื่อถามคำถามซ้ำอีกครั้งหนึ่ง เด็กกลับตอบว่าเซตหนึ่งมีจำนวนมากกว่าอีกเซตหนึ่ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าเด็กมีความเข้าใจในภาพเกี่ยวกับจำนวนมากน้อยเพียงใด

ดอดเวล (Dodwell, 1960 : 191 - 205) ได้ศึกษาพัฒนาการด้านมโนภาพทางจำนวนของนักเรียนชาวแคนาดา โดยใช้วิธีการทดลองของเปียเจต์ 5 | การทดลอง รวมคำถามที่ใช้ทั้งหมด 54 คำถาม เป็นคำถามมาตรฐานแต่สามารถยืดหยุ่นได้เล็กน้อย คือ อาจจะมีคำถามเสริมได้เมื่อคำตอบของเด็กไม่ชัดเจนพอ ผลการศึกษาปรากฏว่า ไม่สามารถสรุปเป็นเกณฑ์ที่แน่นอนได้ว่าเด็กชาวแคนาดาเริ่มมีมโนภาพเกี่ยวกับจำนวนในระดับอายุใด เช่น มีเด็กอายุ 6 ปีประมาณร้อยละ 80 มีพัฒนาการอยู่ในชั้นที่ 3 ของการทดลองเกี่ยวกับการจับคู่หนึ่งต่อหนึ่ง (Provoke Correspondence) แต่มีเด็กเพียงร้อยละ 60 เท่านั้นที่มีพัฒนาการในชั้นที่ 3 ของการทดลองเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวน

ในการทดลองเรื่องการจับคู่หนึ่งต่อหนึ่ง จำนวนร้อยละของผู้ที่มีพัฒนาการในขั้นที่ 3 ของเด็กอายุ 5 ปี 6 เดือน และเด็กอายุ 8 ปี 6 เดือนไม่แตกต่างกันมากนัก แต่ในการทดลองเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวนนั้น ร้อยละของเด็กทั้งสองระดับอายุนี้แตกต่างกันมาก อย่างไรก็ตามก็คอดเวลโคสรุปว่า คำตอบของเด็กส่วนมากสามารถแยกออกได้เป็นสามระดับ เช่นเดียวกับที่เปียเจต์ทดลองและสรุปไว้

งานวิจัยเกี่ยวกับองค์ประกอบที่มีผลต่อพัฒนาการคำนวณในภาพทางจำนวน

ในทฤษฎีของเปียเจต์ เด็กจะมีพัฒนาการถึงขั้นที่สามารถเข้าใจความหมายของจำนวนได้อย่างแท้จริงเมื่อไรนั้น ขึ้นอยู่กับระดับอายุของเด็กเป็นสำคัญ ซึ่งเป็นที่สนใจของนักการศึกษา และนักจิตวิทยาเป็นจำนวนมาก มีนักการศึกษาหลายท่านที่พยายามศึกษาถึงองค์ประกอบที่มีผลต่อพัฒนาการคำนวณในภาพทางจำนวนของเด็ก เพื่อแสวงหาวิธีการที่จะเร่งพัฒนาการให้เร็วขึ้น แทนที่จะปล่อยให้เด็กพัฒนาไปตามธรรมชาติ

ฮูด (Hood, 1962 : 273 - 276) ได้ทดสอบเกี่ยวกับการบวกจำนวนเพื่อจำแนกเด็กออกเป็น 3 กลุ่มตามวิธีการของเปียเจต์ และได้อธิบายวิธีตอบคำถามที่ใช้ทดลองแก่เด็กที่มีพัฒนาการอยู่ในขั้นที่ 1 เมื่ออธิบายแล้วได้ทดสอบเด็กทั้งหมด ปรากฏว่าเด็กทุกคนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องทุกข้อ ซึ่งจัดว่ามีพัฒนาการอยู่ในขั้นที่ 3 แต่เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 3 - 4 วัน ฮูดได้ทดสอบเด็กกลุ่มเดิมอีกครั้งหนึ่ง ปรากฏว่าเด็กยังคงมีพัฒนาการอยู่ในขั้นที่ 1 เช่นเดิม แสดงว่าการที่เด็กตอบถูกในการทดสอบครั้งแรกนั้นเป็นเพราะเด็กยังจำคำตอบได้อยู่ ฮูดสรุปว่า การสอนเด็กอายุ 5 - 6 ปีเกี่ยวกับจำนวนนั้นไม่มีผลอะไรมากนัก เด็กจะมีพัฒนาการถึงขั้นที่ 3 เร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับวุฒิภาวะของสมองเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุด

การศึกษาของฮูดนี้ได้สอดคล้องคล่องกับการทดลองของวอลวิลและโลว์ (Wohlwill and Lowe, 1962 : 153 - 167) ซึ่งทดลองโดยแบ่งเด็กออกเป็น 3 กลุ่ม แต่ละกลุ่มได้รับการฝึกกลุ่มละหนึ่งวิธี โดยวิธีการต่าง ๆ กัน วิธีการฝึกนั้นสร้างขึ้นตามสมมุติฐานเกี่ยวกับ

การอนุรักษ์จำนวน คือ

1. ให้เด็กมีโอกาสนับวัตถุที่วางอยู่ในลักษณะต่าง ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง
2. ฝึกให้เด็กสามารถแยกจำนวนกับสิ่งที่ปรากฏ (เช่น ความยาวของแถวของ

วัตถุ) ออกจากกัน

3. ฝึกให้เด็กทราบถึงผลของการนำวัตถุเพิ่มเข้ามา หรือนำวัตถุออกไปจากเซตใดเซตหนึ่ง

ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนการทดลองและหลังการทดลอง ปรากฏว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมนั้น เป็นความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กลุ่มที่ได้รับการฝึกโดยวิธีบวกเข้าและลบออกมีแนวโน้มว่าจะมีคะแนนเพิ่มขึ้นมากที่สุด แม้ว่ากลุ่มที่ได้รับการฝึกโดยวิธีที่ต่างกันจะมีคะแนนต่างกันอย่างไรก็ตามไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อิตุก (Etuk, 1967 : 1295 - A) ได้ทดสอบเพื่อวัดพัฒนาการด้านมโนภาพทางจำนวนของเด็กชาวไนจีเรีย ที่มาจากครอบครัวซึ่งมีฐานะทางเศรษฐกิจดีและครอบครัวที่มีฐานะทางเศรษฐกิจต่ำ โดยยึดระดับการศึกษาและรายได้ของบิดามารดาเป็นเกณฑ์ พบว่าเด็กที่มาจากครอบครัวที่มีฐานะทางเศรษฐกิจดี จะมีพัฒนาการด้านมโนภาพทางจำนวนดีกว่าเด็กที่มาจากครอบครัวที่มีฐานะทางเศรษฐกิจต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับข้อสังเกตของคอคเวล (Dodwell, 1961 : 29 - 36) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้ในแคนาดา ผลการศึกษาค้นพบว่า เด็กที่มาจากครอบครัวที่มีฐานะทางเศรษฐกิจดี ได้คะแนนจากการทดสอบเกี่ยวกับมโนภาพทางจำนวนมากกว่าเด็กที่มาจากครอบครัวที่มีฐานะทางเศรษฐกิจต่ำ แม้ว่าคะแนนของเด็กทั้งสองกลุ่มนี้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่คอคเวลก็ได้ให้ข้อสังเกตไว้ว่า สิ่งแวดล้อมภายในครอบครัวของเด็กอาจจะประกอบเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของพัฒนาการด้านมโนภาพทางจำนวน

ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างเพศชายและเพศหญิง ทั้งอิตุก และ คอคเวล ได้สรุปผลตรงกันว่า คะแนนเกี่ยวกับพัฒนาการด้านมโนภาพทางจำนวนของเด็กชายและเด็กหญิง แตกต่างกันอย่างไรก็ตามไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เกี่ยวกับความแตกต่างของเด็กที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ต่างกันนั้น ไฮด์ (Hyde อ้างจาก Wallace, 1967 : 79) ได้ทดสอบเพื่อวัดพัฒนาการด้านโนภภาพทางจำนวนของเด็กชาวยุโรป ชาวอาหรับ และชาวอินเดีย ผลการศึกษาส่วนใหญ่สอดคล้องกับทฤษฎีของเปียเจต์ คือ พัฒนาการด้านโนภภาพของเด็กนั้นสามารถจำแนกได้ 3 ชั้น แต่เด็กที่ไม่ใช่ชาวยุโรปมีแนวโน้มที่จะมีความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนช้ากว่าเด็กชาวยุโรป เด็กที่ไม่ใช่ชาวยุโรปพัฒนาถึงชั้นที่ 3 ในทฤษฎีเกี่ยวกับโนภภาพทางจำนวนเมื่ออายุ 8 ปี แต่เด็กชาวยุโรปมากกว่าครึ่งหนึ่งมีพัฒนาการถึงชั้นที่ 3 เมื่ออายุ 6 - 7 ปี ไฮด์อธิบายว่าเด็กชาวยุโรปมีสิ่งแวดล้อมที่ช่วยส่งเสริมพัฒนาการด้านโนภภาพดีกว่า ซึ่งสอดคล้องกับข้อสรุปของสเลเตอร์ (Slater อ้างจาก Wallace, 1967 : 78) ที่ว่าเด็กที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ได้เปรียบมีแนวโน้มว่าจะเข้าใจจำนวนได้ดี และจะพัฒนาถึงชั้นที่ 3 เร็วกว่าเด็กที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการพัฒนา

เซอร์ซิล (Churchill, 1958 : 112.) ได้ทดลองให้เด็กได้อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่จัดไว้เป็นพิเศษ ให้มีโอกาสเล่นกับเครื่องเล่นที่จัดไว้เป็นชุด แล้วทดสอบเพื่อวัดโนภภาพทางจำนวนของเด็กกลุ่มนี้เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ผลการทดสอบปรากฏว่า กลุ่มทดลองได้คะแนนมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เซอร์ซิลสรุปว่าการจัดให้เด็กได้อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมจะช่วยให้พัฒนาการด้านโนภภาพทางจำนวนเป็นไป得更เร็วขึ้น

เกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างเด็กในเมืองและเด็กในชนบทนั้น วอลเลซ (Wallace, 1967 : 78) กล่าวว่าเด็กในเมืองน่าจะมีพัฒนาการด้านโนภภาพทางจำนวนเร็วกว่าเด็กในชนบท ทั้งนี้เพราะเด็กในเมืองมีโอกาสอยู่ในสถานการณ์ที่ต้องใช้จำนวนมากกว่าเด็กในชนบท

ดอดเวลล์ (Dodwell, 1961 : 29 - 36) ได้ทดสอบเพื่อวัดโนภภาพทางจำนวนของเด็กในเมืองและเด็กในชนบท โดยใช้ระดับอายุและระดับความสามารถทางสมองของเด็กเป็นตัวแปรควบคุม ผลการวิเคราะห์ข้อมูลไม่พบความแตกต่างระหว่างพัฒนาการของเด็กในเมืองและเด็กในชนบท แต่ผลการทดสอบทางสถิติเกี่ยวกับปฏิกริยารวม (Interaction)

ของระดับความสามารถทางสมอง และสิ่งแวดล้อม (ในเมืองและชนบท) ที่มีต่อคะแนนที่ได้จากการทดสอบปรากฏว่า คะแนนของเด็กที่มีระดับความสามารถทางสมองและสิ่งแวดล้อมต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ถอดเวลก็ยอมรับว่าผลการศึกษารังนี้มาอาจจะเป็นไปได้โดยบังเอิญก็ได้

ดักเวอร์ธ (Duckworth, 1964 : 498) ได้กล่าวถึงผลงานการทดลองของนักจิตวิทยาชาวแคนาดา ซึ่งได้ใช้วิธีการของเปียเจต์ไปทดสอบเด็กในกรุงมอนทรีล (Montreal) และเมือง มาร์ตีนิก (Martinique) ผลปรากฏว่าเด็กในเมืองมาร์ตีนิกซึ่งเป็นเมืองแบบชนบทมีพัฒนาการด้านนิภาพช้ากว่าเด็กในกรุงมอนทรีล นักจิตวิทยาผู้นั้นให้เหตุผลว่า สภาพสังคมมีส่วนให้พัฒนาการด้านนิภาพเป็นไปช้าหรือเร็วได้ เช่น เมืองมาร์ตีนิกมีสภาพทั่วไปและอากาศดีแบบชนบท ดังนั้นกิจกรรมต่าง ๆ ด้านสติปัญญาจึงมีน้อยลงนั่นเองมีผลทำให้พัฒนาการด้านนิภาพของเด็กช้าลง ในทำนองเดียวกันนี้เด็กชนบทของประเทศอิหร่านก็มีพัฒนาการด้านนิภาพช้ากว่าเด็กในเมือง (สมัย เหลลาวาณิช 2514 : 15)

สำหรับประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการด้านนิภาพทางจำนวนโดยเฉพาะ แต่ได้มีการวิจัยเกี่ยวกับพัฒนาการด้านสติปัญญาโดยส่วนรวม ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าเด็กในเมืองหลวงมีลำดับขั้นของพัฒนาการเป็นไปตามทฤษฎีของเปียเจต์ (UNESCO, 1972 : 52)

ออปเปอร์ (Oppor, 1971 : 256) เป็นบุคคลหนึ่งที่ได้ใช้แนวความคิดเกี่ยวกับลำดับขั้นของพัฒนาการทางสติปัญญาของ เปียเจต์ ศึกษาเกี่ยวกับเด็กไทยและพบว่า เด็กไทยมีแบบแผนและลำดับขั้นในการพัฒนา เช่นเดียวกับเด็กในวัฒนธรรมตะวันตก แต่พัฒนาการของเด็กไทยจะช้ากว่าประมาณ 1 - 3 ปี โดยเฉพาะเด็กไทยส่วนใหญ่จะเป็นเด็กชนบท มีชั้นของพัฒนาการช้ากว่าเด็กในเมืองหลวง 2 - 3 ปี ทั้งนี้ออปเปอร์ให้เหตุผลว่าอาจเนื่องมาจากวิธีการอบรมเลี้ยงดู

จากเอกสารและงานวิจัยที่ได้ศึกษามานี้ แสดงว่าวิธีการทดสอบของเปียเจต์จัดได้ว่าเป็นการวัดความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนอย่างแท้จริง เปียเจต์ได้สรุปผลจากการทดสอบเด็กชาวสวิสว่า เด็กจะเริ่มมีนิภาพเกี่ยวกับจำนวนเมื่ออายุประมาณ $6\frac{1}{2}$ - 7 ปี แต่จากการศึกษา

ของนักการศึกษาหลายท่านได้พบว่า เด็กในวัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อมที่ต่างกันจะมีพัฒนาการ
 ด้านโภชนาทางจำนวนเร็วหรือช้าต่างกัน เช่น เด็กชาวแอฟริกาและเด็กชาวเอเชียมีพัฒนาการ
 ด้านโภชนาทางจำนวนช้ากว่าเด็กชาวยุโรป เด็กที่มาจากครอบครัวที่มีฐานะทางเศรษฐกิจดี
 จะมีความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนดีกว่าเด็กที่มาจากครอบครัวที่มีฐานะทางเศรษฐกิจต่ำ และ
 เด็กในเมืองเริ่มมีความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนเร็วกว่าเด็กชนบท ผู้วิจัยมีความสนใจว่า
 ผลการศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการด้านโภชนาทางจำนวนของเด็กไทย จะสอดคล้องกับผลการ
 วิจัยในต่างประเทศหรือไม่ และเด็กไทยเริ่มมีโภชนาทางจำนวนในระดับอายุใด ทั้งนี้
 เพราะเด็กไทยเติบโตมาในสิ่งแวดล้อมและวัฒนธรรมที่แตกต่างจากวัฒนธรรมในต่างประเทศ
 เป็นอันมาก

วิธีดำเนินการค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่มุ่งศึกษาจำแนกตามสิ่งแวดล้อมออกเป็น 2 ประเภท คือ

เด็กในเมืองใหญ่ คือ นักเรียนที่มีอายุ 7 ปีถึง 10 ปีที่เรียนอยู่ในโรงเรียนสาธิต
ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 7 โรงเรียน คือ โรงเรียนประถมสาธิตของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
วิทยาลัยครูสวนสุนันทา วิทยาลัยครูพระนคร และวิทยาลัยครูบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

เด็กชนบท คือ นักเรียนที่มีอายุ 7 ปี ถึง 10 ปี ที่เรียนอยู่ในโรงเรียนระดับ
ประถมศึกษา ในตำบลหนองโพรง อำเภอศรีมโหสถ จังหวัดปราจีนบุรี จำนวน 11 โรงเรียน
คือ โรงเรียนวัดหนองระเนตร โรงเรียนวัดกระเบาไผ่ โรงเรียนบ้านปรีอวาย โรงเรียน
บ้านมาบเหียง โรงเรียนบ้านมาบป่าทอง โรงเรียนบ้านหนองหอย โรงเรียนบ้านโป่งกระพ้อ
โรงเรียนวัดหนองโพรง โรงเรียนวัดหนองหูช้าง โรงเรียนบ้านโคกกระเจียว และโรงเรียน
วัดหนองทอง

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างของการค้นคว้าครั้งนี้คือ นักเรียนจำนวน 112 คน ที่เลือกโดยการ
สุ่มตัวอย่างจากประชากร

การเลือกกลุ่มตัวอย่างมีวิธีการดังนี้

1. เด็กในเมืองใหญ่

1.1 เลือกโรงเรียนประถมสาธิตในกรุงเทพมหานครตามที่ระบุในประชากร
จำนวน 2 โรงเรียน โดยวิธีการสุ่มตัวอย่าง

1.2 จำแนกนักเรียนทั้งสองโรงเรียนที่เลือกมาได้ ออกตามเพศและ
ระดับอายุ การจำแนกอายุถือเกณฑ์ดังนี้

อายุ 7 ปี หมายถึง อายุระหว่าง $6\frac{1}{2}$ - $7\frac{1}{2}$ ปี

อายุ 8 ปี หมายถึง อายุระหว่าง $7\frac{1}{2}$ - $8\frac{1}{2}$ ปี

อายุ 9 ปี หมายถึง อายุระหว่าง $8\frac{1}{2}$ - $9\frac{1}{2}$ ปี

อายุ 10 ปี หมายถึง อายุระหว่าง $9\frac{1}{2}$ - $10\frac{1}{2}$ ปี

ในระดับอายุหนึ่ง ๆ มีนักเรียนที่เลือกมาเป็นกลุ่มตัวอย่าง 14 คน
เป็นชาย 7 คน หญิง 7 คน

2. เครื่องมือ

2.1 เลือกโรงเรียนประถมศึกษาสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัด
ในตำบลหนองโพรง อำเภอศรีมหาโพธิ จังหวัดปราจีนบุรี ตามที่ระบุในประชากร จำนวน
3 โรงเรียน โดยวิธีการสุ่มตัวอย่าง

2.2 กระทำเช่นเดียวกับข้อ 1.2

รวมแล้วในระดับอายุหนึ่ง ๆ มีนักเรียนที่เลือกมาเป็นกลุ่มตัวอย่าง
28 คน เป็นชาย 14 คน หญิง 14 คน รวมทั้งหมด 4 ระดับอายุมีนักเรียน 112 คน
การคำนวณอายุนับถึงวันที่เริ่มต้นทำการทดลอง

อุปกรณ์และวิธีการรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลใช้วิธีการทดลองกับเด็กเป็นรายบุคคล ซึ่งแยกการทดลอง
ออกได้ดังนี้

1. การทดลองเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวน

การทดลองที่ 1.1

— อุปกรณ์ที่ใช้ แก้วน้ำพลาสติกจำนวน 8 ใบ และจานรองแก้วน้ำจำนวน 6 ใบ

วิธีการทดลอง ผู้ทดลองนำจากรองแกว่วางเป็นแถวไว้บนโต๊ะ โดยให้
จากรองแกว่แต่ละใบอยู่ห่างกันประมาณ 1 นิ้ว

คำถามที่ 1 ให้นักเรียนนำแกว่วางเรียงบนโต๊ะใกล้ ๆ กับแถว
ของจากรองแกว่ ให้เท่ากับจากรองแกว่มีจำนวน
เท่ากัน

คำถามที่ 2 เมื่อนักเรียนนำแกว่มาวางได้จำนวนเท่ากับจำนวน
ของจากรองแกว่แล้ว ผู้ทดลองขยายแถวของจากรอง
แกว่ให้จากรองแกว่แต่ละใบอยู่ห่างกันประมาณ
3 นิ้ว แล้วให้นักเรียนเปรียบเทียบแกว่กับจากรองแกว่
มีจำนวนมากเท่ากันหรือไม่

คำถามที่ 3 ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลของคำตอบในคำถามที่ 2

การทดลองที่ 1.2

อุปกรณ์ที่ใช้ ลูกทาสีเขียวจำนวน 8 ตัว ลูกทาสีแดงจำนวน 10 ตัว

วิธีการทดลอง ผู้ทดลองนำลูกทาสีเขียวจำนวน 6 ตัว วางเรียงแถว
บนโต๊ะ โดยให้ลูกทาสีแต่ละตัวอยู่ห่างกันประมาณ 2 นิ้ว

คำถามที่ 1 ให้นักเรียนนำลูกทาสีแดงวางเรียงแถวบนโต๊ะ
ใกล้ ๆ กับแถวของลูกทาสีเขียว และให้ลูกทาสีเขียว
กับลูกทาสีแดงมีจำนวนเท่ากัน

คำถามที่ 2 เมื่อนักเรียนทำตามคำถามที่ 1 ได้ถูกต้องแล้ว
ผู้ทดลองขยายแถวลูกทาสีเขียวให้ลูกทาสีแต่ละตัวอยู่ห่าง
กันประมาณ 4 นิ้ว แล้วให้นักเรียนเปรียบเทียบ
จำนวนลูกทาสีทั้งสองแถวนี้มากเท่ากันหรือไม่

คำถามที่ 3 ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลของคำตอบในคำถามที่ 2

2. การทดลองเกี่ยวกับการบวกจำนวน

การทดลองที่ 2.1

อุปกรณ์ที่ใช้ สับจำนวน 3 ผล และฝรั่งจำนวน 8 ผล โดยให้ส้มและฝรั่งแต่ละผลมีขนาดไม่แตกต่างกันมากนัก

วิธีการทดลอง ผู้ทดลองอธิบายให้นักเรียนรู้จักส้ม ฝรั่งและรู้ว่าส้มและฝรั่งนี้รวมเรียกว่าผลไม้ เมื่อทดสอบว่านักเรียนรู้จักส้ม ฝรั่งและผลไม้แล้ว ผู้ทดลองให้นักเรียนเปรียบเทียบว่า ฝรั่งและผลไม้สิ่งไหนมีจำนวนมากกว่ากัน

การทดลองที่ 2.2

อุปกรณ์ที่ใช้ ตุ๊กตาจำนวน 18 ตัว ให้แต่ละตัวมีขนาดเท่า ๆ กัน

วิธีการทดลอง ผู้ทดลองนำตุ๊กตาวางเรียงแถวบนโต๊ะสองแถว ให้แถวหนึ่งมีตุ๊กตา 6 ตัว และอีกแถวหนึ่งมีตุ๊กตา 12 ตัว แล้วถามนักเรียนว่าทั้งสองแถวนี้มีจำนวนตุ๊กตาเท่ากันหรือไม่ ถ้านักเรียนตอบว่าไม่เท่ากันให้นักเรียนทำให้เท่ากัน

การทดลองที่ 2.3

อุปกรณ์ที่ใช้ ตุ๊กตาสีแดง 1 ตัว สีเขียว 1 ตัว และลูกกวาดจำนวน

16 ลูก

วิธีการทดลอง ผู้ทดลองนำตุ๊กตาสีเขียวกับสีแดงวางบนโต๊ะหันหน้าไปทิศทางเดียวกัน สมมุติว่าตุ๊กตาสีเขียวสองตัวนี้ชื่อ นายเขียว และ นายแดง ตามลำดับ เมื่อวานนี้ตอนเช้าแม่ให้ลูกกวาดแก่นายแดง 4 ลูก พอตอนบ่ายแม่ให้อีก 4 ลูก เมื่อวานนี้เช่นกัน แม่ให้ลูกกวาดแก่นายเขียว 1 ลูก พอตอนบ่ายแม่ให้อีก 7 ลูก ผู้ทดลองพูดพร้อมกับเรียงแถวไว้คานหาตุ๊กตาแต่ละตัวกับรูป

ตุ๊กตาสีแดง	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ตุ๊กตาสีเขียว	0	0	0	0	0	0	0	0	0

คำถามที่ 1 ทั้งสองคนนี้ (ผู้ทดลองซึ่ถูกถาม) ใครได้รับลูกกวาดมากกว่ากัน

คำถามที่ 2 ให้อธิบายคำตอบในคำถามที่ 1 ว่านักเรียนทราบได้อย่างไร หรือทำไมจึงทราบว่าเท่ากัน

การทดลองใช้อุปกรณ์ก่อนการรวบรวมข้อมูล

จุดมุ่งหมาย

1. เพื่อคัดเลือกประโยคคำถามหรือคำสั่งที่เหมาะสมกับระดับความเข้าใจของเด็ก ซึ่งจะใช้เป็นคำถามมาตรฐานในการเก็บรวบรวมข้อมูล
2. เพื่อศึกษาปัญหาเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์

วิธีการทดลอง

1. เลือกนักเรียนจากโรงเรียนที่ได้รับเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง ระดับอายุละ 4 คน แยกเป็นในเมือง 2 คน ชนบท 2 คน รวม 4 ระดับอายุเป็นนักเรียน 16 คน
2. เตรียมวิธีการทดลองและประโยคคำถามที่จะใช้ แต่ละคำถามในการทดลองหนึ่ง ๆ นั้น ผู้วิจัยได้เตรียมประโยคที่จะถามนักเรียนไว้ 3 ประโยค
3. ดำเนินการทดลองโดยการให้ประโยคคำถามทั้ง 3 ประโยคนั้นสลับกันไป แล้วคัดเลือกประโยคที่คิดว่านักเรียนเข้าใจคำถามหรือคำสั่งที่สุดไว้ 1 ประโยค และเลือกไว้เป็นคำถามเสริมอีก 1 ประโยค คำถามเสริมนี้จะใช้ถามนักเรียนเมื่อนักเรียนมีกิริยาที่แสดงว่าฟังคำถามหรือคำสั่งแรกไม่เข้าใจ หรือใช้ถามเมื่อคำตอบของนักเรียนไม่ชัดเจนพอ

ผลของการทดลอง

การทดลองครั้งนี้พบว่ามีนักเรียนหลายคนตอบคำถามผิดเพราะเข้าใจคำถามหรือคำสั่งผิดไป หรือนักเรียนที่ไม่มีความเข้าใจก็อาจจะตอบถูกได้โดยการตอบเลียนคำถาม เช่น กรณีที่ถามว่า "เท่ากันหรือไม่" โดยทั่ว ๆ ไปถ้านักเรียนไม่ทราบคำตอบที่แน่นอน นักเรียนจะตอบว่า "เท่ากัน" ทั้งที่นักเรียนมิได้มีความเข้าใจตามที่ตอบไปแต่อย่างใด ดังนั้น

เพื่อสะดวกแก่การให้คะแนน ควรจะให้นักเรียนได้อธิบายคำตอบทุกคำตอบว่านักเรียนทราบได้อย่างไร หรือทำไมนักเรียนจึงตอบเช่นนั้น

การให้คะแนน

1. คำตอบที่ตอบโดยการพูดหรือการกระทำ ถ้าตอบถูกให้ข้อละ 2 คะแนน ถ้าตอบข้อใดผิดให้ 0 คะแนน สำหรับข้อนั้น การทดลองเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวน ถ้าตอบคำถามที่ 1 ผิด จะไม่ได้ตอบคำถามที่ 2 และคำถามที่ 3 ต่อไป
2. คำถามที่ถามเพื่อให้อธิบาย ถ้าอธิบายโดยแสดงว่ามีโมโนภาพ คือ การให้เหตุผลโดยการคิดแบบทวนกลับ การนึกแบบทดแทน การคิดแบบอิงลักษณะเดิม หรือให้เหตุผลในลักษณะที่ได้บัญญัติแล้วจึงทราบว่าเท่ากัน ให้ข้อละ 2 คะแนน ถ้าอธิบายโดยใช้ประสาทสัมผัสเพียงอย่างเดียว (เช่น พิจารณาดูแล้วเห็นว่าน่าจะเท่ากัน) ให้ข้อละ 1 คะแนน คำตอบอื่น ๆ นอกจากนั้น ให้ข้อละ 0 คะแนน

การจัดกระทำกับข้อมูล

ได้แยกวิเคราะห์ข้อมูลตามจุดมุ่งหมายของการค้นคว้าดังนี้

1. เพื่อศึกษาตามจุดมุ่งหมายของการค้นคว้าข้อ 1 ใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Treatments $\times$ Levels Designs หรือ $A \times L$ Designs) โดยให้ A เป็นสิ่งแวดลอม L เป็นระดับอายุ (Lindquist, 1959 : 123) ดังนี้

Source of Variations	df	SS	ms	F
Treatments (A)	a-1	SS _A	ms _A	ms _A /ms _w
Levels (L)	l-1	SS _L	ms _L	-
Interaction (A $\times$ L)	(a-1)(l-1)	SS _{A $\times$ L}	ms _{A $\times$ L}	ms _{A $\times$ L} /ms _w
Within Subgroup (w)	N - al	SS _w	ms _w	-
Total	N - 1	SS _T	-	-

เมื่อ a คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

l คือ จำนวนระดับอายุ

df คือ degree of freedom

N คือ จำนวนสมาชิกทั้งหมดในกลุ่มตัวอย่าง

$T_{1.}$ คือ ผลรวมของคะแนนแต่ละค่าในแถวที่ 1

$T_{.j}$ คือ ผลรวมของคะแนนแต่ละค่าในหลักที่ j

T_{ij} คือ ผลรวมของคะแนนแต่ละค่าของช่องในแถวที่ 1 หลักที่ j

T คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$n_{1.}$ คือ จำนวนสมาชิกในแถวที่ 1

$n_{.j}$ คือ จำนวนสมาชิกในหลักที่ j

n_{ij} คือ จำนวนสมาชิกของช่องในแถวที่ 1 หลักที่ j

$$SS_A = \sum_{j=1}^a T_{.j}^2 / n_{.j} - T^2 / N$$

$$SS_L = \sum_{i=1}^l T_{i.}^2 / n_{i.} - T^2 / N$$

$$SS(AL) = \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^a T_{ij}^2 / n_{ij} - T^2 / N$$

$$SS_{A \times L} = SS(AL) - SS_A - SS_L$$

$$SS_T = \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^a \sum_{k=1}^{n_{ij}} x^2 - T^2 / N$$

$$SS_w = SS_T - SS(AL)$$

$$ms_A = SS_A / a - 1$$

$$ms_L = SS_L / l - 1$$

$$ms_{A \times L} = SS_{A \times L} / (a - 1)(l - 1)$$

$$ms_w = SS_w / N - a - l$$

2. เพื่อศึกษาตามจุดมุ่งหมายของการค้นคว้าข้อ 2 ใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน
เช่นเดียวกับข้อ 1 แต่ให้ A เป็นเพศ L เป็นระดับอายุ

3. เพื่อศึกษาตามจุดมุ่งหมายของการค้นคว้าข้อ 3 ใช้วิธีการดังต่อไปนี้
- 3.1 จำแนกเด็กแต่ละระดับอายุออกเป็น 3 กลุ่ม ตามคะแนนที่ได้จากการทดสอบเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวนและการบวกจำนวน กลุ่มที่ 1 ตอบคำถามไม่ถูกเลย กลุ่มที่ 2 ตอบคำถามได้ถูกบ้างแต่ไม่ถูกทั้งหมด กลุ่มที่ 3 ตอบคำถามได้ถูกต้องหมดทุกข้อ
- 3.2 นำจำนวนเด็กแต่ละกลุ่มในทุกระดับอายุมาคำนวณหาร้อยละ

ผลของการค้นคว้า

ข้อตกลงเกี่ยวกับการวิเคราะห์ผลและการแปลผล

1. การจำแนกนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ตามคะแนนที่ได้จากการทดสอบเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวน หมายถึงการแบ่งกลุ่มนักเรียนโดยใช้คะแนนเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวนเป็นเกณฑ์ กลุ่มที่ 1 คะแนน 0 กลุ่มที่ 2 คะแนนระหว่าง 2 - 11 กลุ่มที่ 3 คะแนน 12 ตามแนวความคิดของเปียเจต์นั้น กลุ่มที่ 1 เป็นผู้ที่ยังไม่มีความคิดเกี่ยวกับจำนวน กลุ่มที่ 2 เริ่มมีความคิดเกี่ยวกับจำนวนบ้างแต่ยังไม่สมบูรณ์ กลุ่มที่ 3 เป็นผู้ที่มีนิมโนภาพเกี่ยวกับจำนวน สามารถเรียนเกี่ยวกับจำนวนได้อย่างเข้าใจความหมายที่แท้จริง

2. การจำแนกนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่มตามคะแนนที่ได้จากการทดสอบเกี่ยวกับการบวกจำนวน หมายถึงการแบ่งกลุ่มนักเรียนโดยใช้คะแนนเกี่ยวกับการบวกจำนวนเป็นเกณฑ์ กลุ่มที่ 1 คะแนน 0 กลุ่มที่ 2 คะแนนระหว่าง 2 - 7 กลุ่มที่ 3 คะแนน 8 ตามแนวความคิดของเปียเจต์นั้น กลุ่มที่ 1 เป็นผู้ที่ยังไม่มีความคิดเกี่ยวกับการบวกจำนวน กลุ่มที่ 2 เริ่มมีความคิดเกี่ยวกับการบวกจำนวนบ้าง แต่ยังไม่สมบูรณ์ กลุ่มที่ 3 เป็นผู้ที่มีนิมโนภาพเกี่ยวกับการบวกจำนวน สามารถเรียนเรื่องเกี่ยวกับการบวกจำนวนได้อย่างเข้าใจความหมายที่แท้จริง

3. ถ้าเด็กในระดับอายุใดตอบคำถามเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวนได้หมดทุกข้อ (อยู่ในกลุ่มที่ 3) มีจำนวนมากถึงร้อยละ 75 ถือว่าเด็กในระดับอายุนั้นมีนิมโนภาพเกี่ยวกับจำนวน

4. ถ้าเด็กในระดับอายุใดตอบคำถามเกี่ยวกับการบวกจำนวนได้หมดทุกข้อ (อยู่ในกลุ่มที่ 3) มีจำนวนมากถึงร้อยละ 75 ถือว่าเด็กในระดับอายุนั้นมีนิมโนภาพเกี่ยวกับการบวกจำนวน

ผลการค้นหา

บทนี้จะเสนอผลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูล การจัดกระทำกับข้อมูล พร้อมทั้งการแปลความหมายประกอบ โดยแยกกล่าวเป็น 2 ตอน ตามจุดมุ่งหมายของการค้นคว้าดังนี้

ความสัมพันธ์ระหว่างพัฒนาการของเด็กในเมืองใหญ่และเด็กชนบท

1. เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างพัฒนาการด้านสภาพเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวนของเด็กในเมืองใหญ่และเด็กชนบท การวิเคราะห์ข้อมูลได้จัดกระทำเป็น 2 ตอน คือ

1.1 จำแนกนักเรียนทั้งในเมืองใหญ่และชนบทออกเป็น 3 กลุ่ม ตามคะแนนที่ได้จากการทดสอบเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวน ผลปรากฏดังแสดงไว้ในตาราง 1

ตาราง 1 จำนวนนักเรียนในแต่ละระดับอายุ (คิดเป็นร้อยละ) จำแนกตาม
สิ่งแวดล้อมและคะแนนที่ได้จากการทดสอบเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวน

อายุ	สิ่งแวดล้อม	ระดับคะแนน		
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3
7 ปี	เมืองใหญ่	0	71	29
	ชนบท	7	57	36
8 ปี	เมืองใหญ่	0	50	50
	ชนบท	0	71	29
9 ปี	เมืองใหญ่	0	22	78
	ชนบท	0	57	43
10 ปี	เมืองใหญ่	0	7	93
	ชนบท	0	43	57

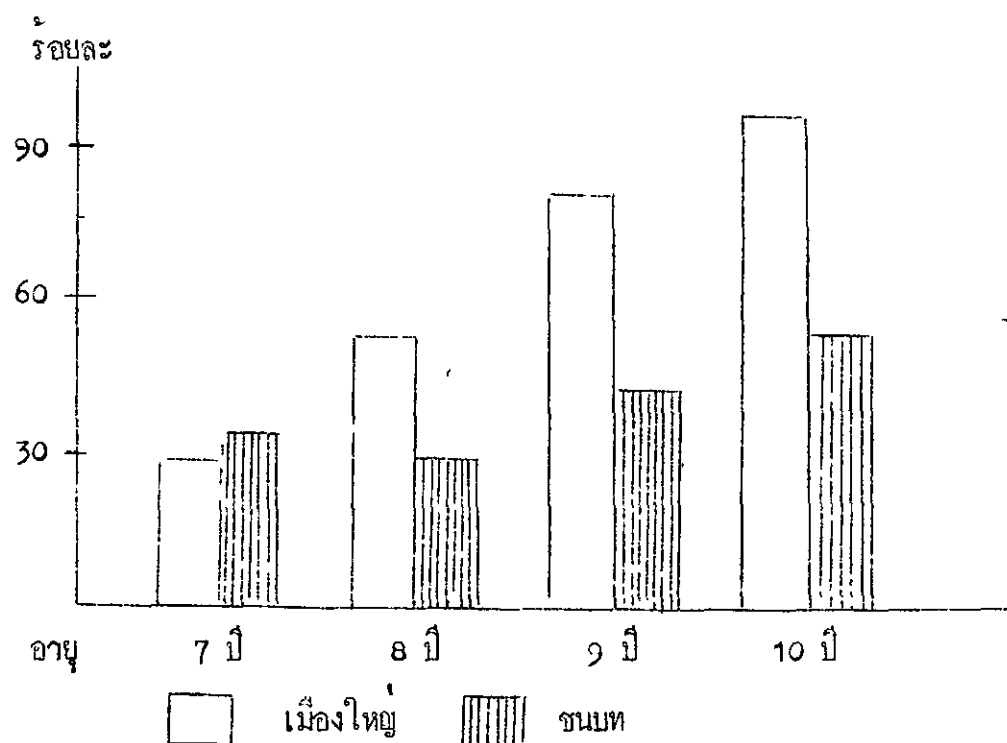
จากตาราง 1 ปรากฏว่าร้อยละของเด็กในเมืองใหญ่มีความเข้าใจเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวน สูงกว่าร้อยละของเด็กชนบทในระดับอายุเดียวกัน ยกเว้นในระดับอายุ 7 ปี ที่ร้อยละของเด็กชนบทสูงกว่าร้อยละของเด็กในเมืองใหญ่ (พิจารณาเฉพาะร้อยละของนักเรียนในกลุ่มที่ 3) เด็กในเมืองใหญ่เริ่มมีวินัยภาพเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวนเมื่ออายุ 9 ปี แต่เด็กชนบทอายุ 10 ยังไม่มีวินัยภาพด้านนี้

1.2 ทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวน
ของเด็กในเมืองใหญ่และเด็กชนบท โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อตรวจสอบความแตกต่างระหว่าง
คะแนนเฉลี่ย (เกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวน) ของเด็กในเมืองใหญ่
และเด็กชนบท

Source of Variation	df	SS	ms	F
Treatments (A)	1	66.03	66.03	4.83
Levels (L)	3	269.53	89.84	-
Interaction (A×L)	3	33.53	11.18	0.81
Within Subgroup (w)	104	1420.85	13.66	-
Total	111	1789.94	-	-

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตาราง 2 แสดงว่าเด็กในเมืองใหญ่และเด็กชนบทมีความ
เข้าใจเกี่ยวกับจำนวนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 4.83, p < 0.05$)
เมื่อพิจารณาประกอบกับตาราง 1 จึงกล่าวได้ว่าเด็กในเมืองใหญ่มีพัฒนาการด้านมโนภาพ
ทางจำนวนเร็วกว่าเด็กชนบท จึงได้เขียนแผนภาพเปรียบเทียบร้อยละของเด็กในเมืองใหญ่
และเด็กชนบท ที่มีมโนภาพเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวนแสดงไว้



ภาพที่ 1 ร้อยละของเด็กในแต่ละระดับอายุ ที่มีโนภาพเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวน
จำแนกตามสิ่งแวดล้อม

2. เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างพัฒนาการด้านโนภาพเกี่ยวกับการบวก
จำนวนของเด็กในกรุงเทพฯและเด็กชนบท การวิเคราะห์ข้อมูลได้จัดกระทำเป็น 2 ตอน คือ

2.1 จำแนกนักเรียนทั้งในกรุงเทพฯและในชนบทออกเป็น 3 กลุ่ม ตาม
คะแนนที่ได้จากการทดสอบเกี่ยวกับการบวกจำนวน ผลปรากฏดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 จำนวนนักเรียนในแต่ละระดับอายุ (คิดเป็นร้อยละ) จำแนกตาม
 สิ่งแวดล้อมและคะแนนที่ได้จากการทดสอบเกี่ยวกับการบวกจำนวน

อายุ	สิ่งแวดล้อม	ระดับคะแนน		
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3
7 ปี	เมืองใหญ่	14	79	7
	ชนบท	65	21	14
8 ปี	เมืองใหญ่	14	43	43
	ชนบท	0	79	21
9 ปี	เมืองใหญ่	0	43	57
	ชนบท	7	64	29
10 ปี	เมืองใหญ่	0	0	100
	ชนบท	0	57	43

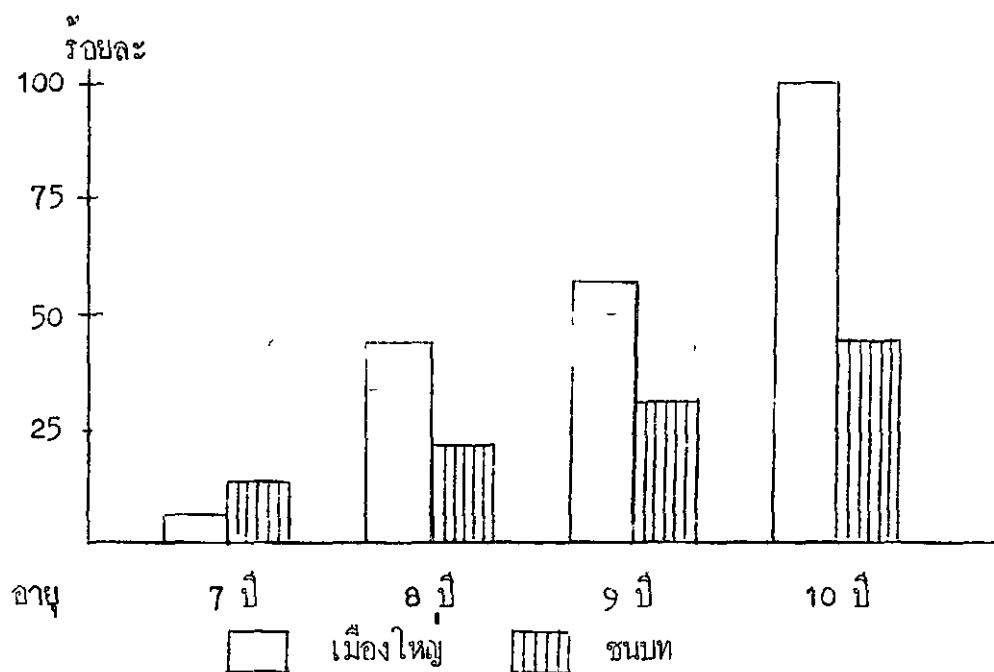
จากตาราง 3 ปรากฏว่าเด็กในเมืองใหญ่มีความเข้าใจเกี่ยวกับการบวกจำนวน
 ดีกว่าเด็กในชนบทเกือบทุกระดับอายุ เด็กในเมืองใหญ่เริ่มมีมโนภาพเกี่ยวกับการบวกจำนวน
 เมื่ออายุ 10 ปี แต่เด็กชนบทอายุ 10 ปี ยังไม่มีมโนภาพเกี่ยวกับการบวกจำนวน

2.2 ทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบ
เกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวนของเด็กในเมืองใหญ่และเด็กในชนบท โดยวิธีวิเคราะห์ความ
แปรปรวน ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อตรวจสอบความแตกต่างระหว่าง
คะแนนเฉลี่ย (เกี่ยวกับการบอกจำนวน) ของเด็กในเมืองใหญ่และ
เด็กในชนบท

Source of Variations	df	SS	ms	F
Treatments (A)	1	60.03	60.03	8.82
Levels (L)	3	166.10	55.37	-
Interaction (A×L)	3	20.10	6.70	0.98
Within Subgroup (v)	104	707.72	6.8	-
Total	111	953.95	-	-

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตาราง 4 แสดงว่าเด็กในเมืองใหญ่และเด็กชนบทมีความ
เข้าใจเกี่ยวกับการบอกจำนวนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 8.82, p < 0.05$)
เมื่อพิจารณาตาราง 3 และตาราง 4 ประกอบกัน จึงกล่าวได้ว่า เด็กในเมืองใหญ่มี
พัฒนาการด้านมโนภาพเกี่ยวกับการบอกจำนวนเร็วกว่าเด็กในชนบท จึงได้เขียนแผนภาพ
เปรียบเทียบร้อยละของเด็กในเมืองใหญ่และเด็กชนบท ที่มีมโนภาพเกี่ยวกับการบอกจำนวน
แสดงไว้



ภาพที่ 2 ร้อยละของเด็กในแต่ละระดับอายุ ที่มีโนภาพเกี่ยวกับการบวกจำนวน
จำแนกตามสิ่งแวดล้อม

ความสัมพันธ์ระหว่างพัฒนาการของเด็กชายและเด็กหญิง

1. เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างพัฒนาการด้านมีโนภาพเกี่ยวกับการ
อนุรักษ์จำนวนของเด็กชายและเด็กหญิง การวิเคราะห์ข้อมูลได้จัดกระทำเป็น 2 ตอน คือ

1.1 จำแนกนักเรียนทั้งเพศชายและเพศหญิงออกเป็น 3 กลุ่ม ตาม
คะแนนที่ได้จากการทดสอบเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวน ผลปรากฏดังแสดงไว้ในตาราง 5

ตาราง 5 จำนวนนักเรียนในแต่ละระดับอายุ (คิดเป็นร้อยละ) จำแนกตามเพศและคะแนนที่ได้จากการทดสอบเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวน

อายุ	เพศ	ระดับคะแนน		
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3
7 ปี	ชาย	7	64	29
	หญิง	0	71	29
8 ปี	ชาย	0	57	43
	หญิง	0	64	36
9 ปี	ชาย	0	29	71
	หญิง	0	50	50
10 ปี	ชาย	0	29	71
	หญิง	0	22	78

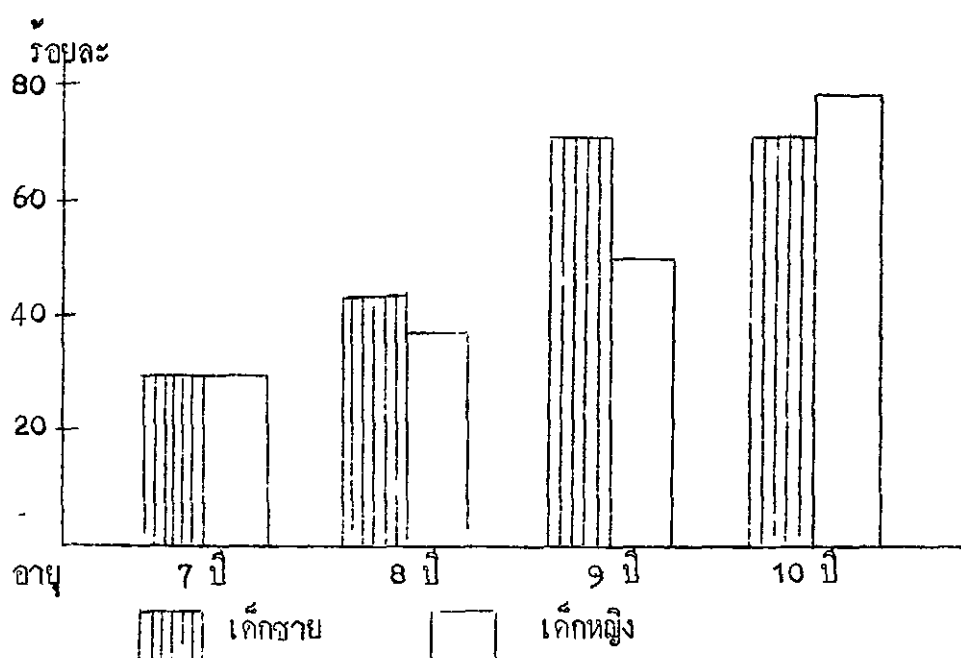
จากตาราง 5 ปรากฏว่าร้อยละของเด็กชายและเด็กหญิงระดับอายุ 7 ปีที่มีมโนภาพเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวนเท่ากัน ร้อยละของเด็กชายระดับอายุ 8 และ 9 ปี สูงกว่าร้อยละของเด็กหญิงในระดับอายุเดียวกัน แต่ร้อยละของเด็กหญิงในระดับอายุ 10 ปี สูงกว่าร้อยละของเด็กชายเล็กน้อย จึงไม่สามารถสรุปความแตกต่างในพัฒนาการด้านการอนุรักษ์จำนวนของเด็กชายและเด็กหญิงได้

1.2 ทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ย (ที่ได้จากการทดสอบเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวน) ของเด็กชายและเด็กหญิง โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน ดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อตรวจสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ย (เกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวน) ของเด็กชายและเด็กหญิง

Source of Variation	df	SS	ms	F
Treatments (A)	1	15.75	15.75	3.94
Levels (L)	3	355.25	118.41	-
Interaction (A $\times$ L)	3	12.18	4.06	0.24
Within Subgroup (w)	104	1732.50	16.65	-
Total	111	2115.68	-	-

จากตาราง 6 แสดงว่าเด็กชายและเด็กหญิงมีพัฒนาการด้านมโนภาพเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อพิจารณาทั้งตาราง 5 และตาราง 6 ประกอบกันอาจกล่าวได้ว่า เด็กชายและเด็กหญิงมีพัฒนาการด้านมโนภาพเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวนไม่แตกต่างกัน จึงได้เขียนแผนภาพเปรียบเทียบร้อยละของเด็กชายและเด็กหญิง ที่มีมโนภาพเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวนแสดงไว้



ภาพที่ 3 รอยละของเด็กในแต่ละระดับอายุ ที่มีโนภาพเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวน
จำแนกตามเพศ

2. เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างพัฒนาการด้านโนภาพเกี่ยวกับการ
บวกจำนวนของเด็กชายและเด็กหญิง การวิเคราะห์ข้อมูลได้จัดกระทำเป็น 2 ตอน คือ

2.1 จำแนกนักเรียนทั้งเด็กชายและเด็กหญิงออกเป็น 3 กลุ่ม ตาม
คะแนนที่ได้จากการทดสอบเกี่ยวกับการบวกจำนวน ดังแสดงไว้ในตาราง 7

ตาราง 7 จำนวนนักเรียนในแต่ละระดับอายุ (คิดเป็นร้อยละ) จำแนกตามเพศ และคะแนนที่ได้จากการทดสอบเกี่ยวกับการบวกจำนวน

อายุ	เพศ	ระดับคะแนน		
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3
7 ปี	ชาย	21	72	7
	หญิง	14	72	14
8 ปี	ชาย	7	57	36
	หญิง	7	57	36
9 ปี	ชาย	7	50	43
	หญิง	0	57	43
10 ปี	ชาย	0	36	64
	หญิง	0	29	71

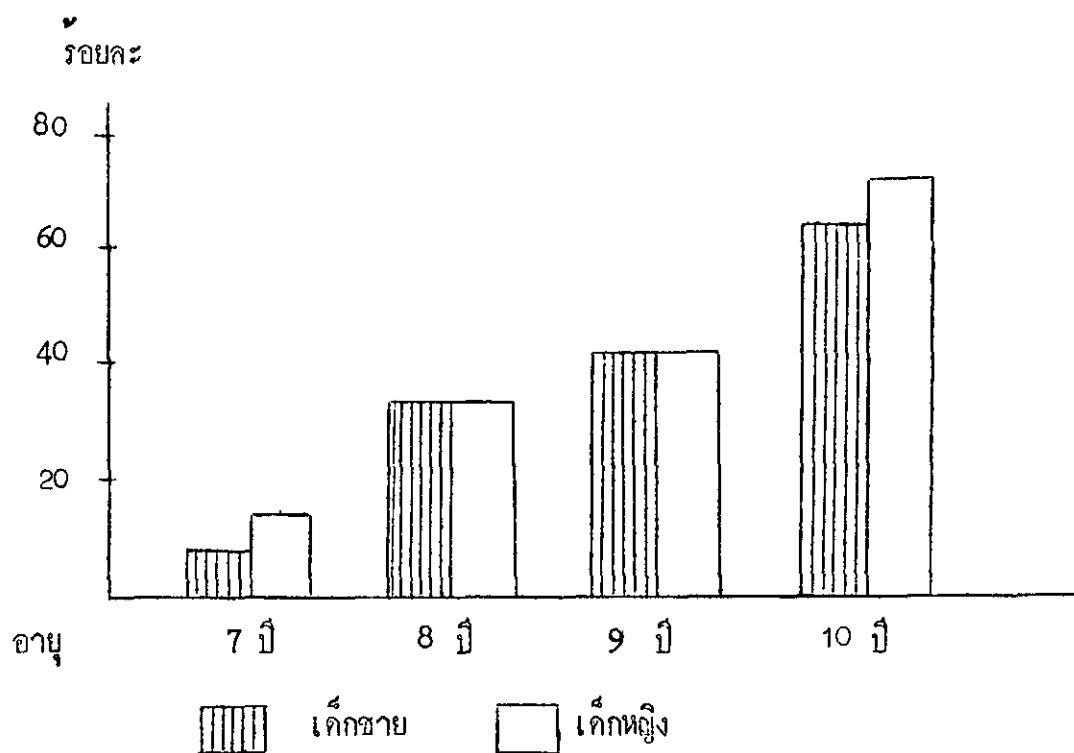
จากตาราง 7 ปรากฏว่าร้อยละของเด็กหญิงที่มีแนวโน้มเกี่ยวกับการบวกจำนวน ในระดับอายุ 7 ปี และระดับอายุ 10 ปีสูงกว่าร้อยละของเด็กชายเล็กน้อย แต่ร้อยละของเด็กหญิงและเด็กชายในระดับอายุ 8 ปี และ 9 ปี เท่ากัน จึงไม่สามารถสรุปความแตกต่าง ในพัฒนาการด้านการบวกจำนวนของเด็กชายและเด็กหญิงได้

2.2 ทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ย (เกี่ยวกับการบวกจำนวน)
ของเด็กชายและเด็กหญิง โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน ดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อตรวจสอบความแตกต่างระหว่าง
คะแนนเฉลี่ย (เกี่ยวกับการบวกจำนวน) ของเด็กชายและเด็กหญิง

Source of Variations	df	SS	ms	F
Treatments (A)	1	2.89	2.89	0.30
Levels (L)	3	161.53	53.84	-
Interaction (AXL)	3	0.68	0.23	0.03
Within Subgroup (w)	104	798.57	7.67	-
Total	111	963.680	-	-

จากตาราง 8 แสดงว่าพัฒนาการคำนวณในภาพเกี่ยวกับการบวกจำนวนของเด็กหญิง
และเด็กชาย แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) เมื่อพิจารณาทั้งตาราง 7
และตาราง 8 ประกอบกัน อาจกล่าวได้ว่า พัฒนาการคำนวณในภาพเกี่ยวกับการบวกจำนวน
ของเด็กชายและเด็กหญิงไม่แตกต่างกัน จึงได้เขียนแผนภาพเปรียบเทียบร้อยละของเด็กชาย
และเด็กหญิง ที่มีในภาพเกี่ยวกับการบวกจำนวนแสดงไว้



ภาพที่ 4 ร้อยละของเด็กในแต่ละระดับอายุ ที่มีโนภาพเกี่ยวกับการบวกจำนวน
จำแนกตามเพศ

บทย่อ สรุปผล อภิปรายผล และ ข้อเสนอแนะ

จุดมุ่งหมายของการค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาว่าพัฒนาการด้านมโนภาพเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวนและการบวกจำนวนของเด็กที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมต่างกัน คือ เมืองใหญ่และชนบท แตกต่างกันหรือไม่
2. เพื่อศึกษาว่าพัฒนาการด้านมโนภาพเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวนและการบวกจำนวนของเด็กหญิงและเด็กชาย แตกต่างกันหรือไม่
3. เพื่อศึกษาว่าการสอนให้เด็กมีมโนภาพเกี่ยวกับจำนวน การจะเริ่มกันตั้งแต่ระดับอายุใด

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการค้นคว้าครั้งนี้ คือ นักเรียนที่มีอายุระหว่าง 7 ปีถึง 10 ปี จำนวน 112 คน ซึ่งเลือกโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างจาก โรงเรียนประถมสาธิต ในกรุงเทพมหานคร 2 โรงเรียน และโรงเรียนประถมศึกษาในตำบลหนองโพรง อำเภอศรีมหาโพธิ จังหวัดปราจีนบุรี 3 โรงเรียน

อุปกรณ์ที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

1. การทดลองเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวน
 - 1.1 แก้วน้ำพลาสติกจำนวน 8 ใบ และจานรองแก้วน้ำ จำนวน 6 ใบ
 - 1.2 ตุ๊กตาสีเขียวจำนวน 8 ตัว ตุ๊กตาสีแดงจำนวน 10 ตัว

2. การทดลองเกี่ยวกับการบวกจำนวน

2.1 สัมจำนวน 3 ผล และฝรั่งจำนวน 8 ผล

2.2 ลูกคาจำนวน 18 ตัว

2.3 ลูกคาสีแดงจำนวน 1 ตัว ลูกคาสีเขียวจำนวน 1 ตัว และลูกกวาด

จำนวน 16 ลูก

วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ใช้วิธีการทดลองกับเด็กเป็นรายบุคคล ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. การทดลองเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวน

1.1 ให้นักเรียนนำแก้ววางเรียงบนโต๊ะ ให้มีจำนวนแก้วเท่ากับจำนวนจานรองแก้ว เมื่อผู้ทดลองขยายให้จานรองแก้วอยู่ห่างกันมากขึ้น ให้นักเรียนเปรียบเทียบว่าแก้วกับจานรองแก้วยังคงมีจำนวนเท่ากันหรือไม่ และให้นักเรียนอธิบายเหตุผลประกอบ

1.2 ให้นักเรียนนำลูกคาสีแดงวางเรียงแถวไว้บนโต๊ะ ให้มีจำนวนลูกคาสีแดงเท่ากับจำนวนลูกคาสีเขียว เมื่อผู้ทดลองขยายให้ลูกคาสีเขียวอยู่ห่างกันมากขึ้น ให้นักเรียนเปรียบเทียบว่า ลูกคาสีแดงและลูกคาสีเขียวยังคงมีจำนวนเท่ากันหรือไม่ และให้นักเรียนอธิบายเหตุผลประกอบ

2. การทดลองเกี่ยวกับการบวกจำนวน

2.1 ผู้ทดลองอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่าทั้งส้มและฝรั่ง รวมเรียกว่าผลไม้ แล้วให้นักเรียนเปรียบเทียบจำนวนของฝรั่งและผลไม้

2.2 ผู้ทดลองจัดลูกคาเรียงขนานกัน 2 แถว แถวหนึ่งมีลูกคา 6 ตัว อีกแถวหนึ่งมีลูกคา 12 ตัว แล้วให้นักเรียนทำให้ทั้งสองแถวนี้มีจำนวนลูกคาเท่ากัน

2.3 ผู้ทดลองจัดลูกกวาดเรียงขนานกัน 2 แถว แถวแรกวางแยกออกเป็น 2 ส่วน มีลูกกวาดส่วนละ 4 ลูก แถวที่สองวางแยกออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกมีลูกกวาด 1 ลูก ส่วนที่สองมีลูกกวาด 7 ลูก แล้วให้นักเรียนเปรียบเทียบว่าทั้งสองแถวนี้มีจำนวน

ลูกกวาดเท่ากันหรือไม่ และให้นักเรียนอธิบายเหตุผลประกอบ

การจัดกระทำกับข้อมูล

1. จำแนกเด็กในแต่ละระดับอายุเป็น 3 กลุ่ม ตามคะแนนที่ได้จากการทดสอบเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวนครั้งหนึ่ง และตามคะแนนที่ได้จากการทดสอบเกี่ยวกับการบวกจำนวนอีกครั้งหนึ่ง กลุ่มที่ 1 คือ ผู้ที่ตอบคำถามได้ถูกเลย กลุ่มที่ 2 คือผู้ที่ตอบคำถามถูกบ้าง แต่ไม่ถูกต้องหมด กลุ่มที่ 3 คือผู้ที่ตอบคำถามได้ถูกต้องหมดทุกข้อ
2. นำจำนวนเด็กในแต่ละกลุ่มในทุกระดับอายุมาคำนวณหาร้อยละ
3. ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวนของเด็กในเมืองใหญ่และเด็กในชนบทครั้งหนึ่ง และของเด็กชายและเด็กหญิงอีกครั้งหนึ่ง
4. ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจเกี่ยวกับการบวกจำนวน ของเด็กในเมืองใหญ่และเด็กในชนบทครั้งหนึ่ง และของเด็กชายและเด็กหญิงอีกครั้งหนึ่ง

สรุปผลการค้นคว้า

1. ความสัมพันธ์ระหว่างพัฒนาการของเด็กในเมืองใหญ่และเด็กชนบท
 - (1.1) เด็กในเมืองใหญ่มีพัฒนาการด้านนิภาพเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวนเร็วกว่าเด็กในชนบท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .05
 - 1.2 เด็กในเมืองใหญ่มีนิภาพเกี่ยวกับจำนวนเมื่ออายุ 9 ปี แต่เด็กชนบทอายุ 10 ปี ยังไม่มีนิภาพเกี่ยวกับจำนวน
 - (1.3) เด็กในเมืองใหญ่มีพัฒนาการด้านนิภาพเกี่ยวกับการบวกจำนวนเร็วกว่าเด็กชนบท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .05

1.4 เด็กในเมืองใหญ่มีพัฒนาการด้านการบอกจำนวนเมื่ออายุ 10 ปี แต่เด็กชนบทอายุ 10 ปี ยังไม่มีพัฒนาการด้านการบอกจำนวน

2. ความสัมพันธ์ระหว่างพัฒนาการของเด็กชายและเด็กหญิง

2.1 เด็กชายและเด็กหญิง มีพัฒนาการด้านพัฒนาการด้านการบอกจำนวนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .05

2.2 เด็กชายและเด็กหญิง มีพัฒนาการด้านพัฒนาการด้านการบอกจำนวนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .05

อภิปรายผล

1. เด็กในเมืองใหญ่มีพัฒนาการด้านพัฒนาการด้านการบอกจำนวนเมื่ออายุ 9 ปี และมีพัฒนาการด้านการบอกจำนวนเมื่ออายุ 10 ปี แต่เด็กชนบทอายุ 10 ปี ยังไม่มีพัฒนาการเกี่ยวกับเรื่องนี้ และจากผลการทดสอบทางสถิติทำให้สรุปได้ว่าเด็กในเมืองใหญ่มีพัฒนาการด้านพัฒนาการทางจำนวนเร็วกว่าเด็กชนบท ผลข้อนี้สอดคล้องกับข้อสรุปของฉอยเปอรที่ว่าเด็กไทยที่อยู่ในชนบทมีพัฒนาการด้านความคิดช้ากว่าเด็กที่อยู่ในเมืองหลวงประมาณ 2 ปี

2. พัฒนาการด้านพัฒนาการทางจำนวนของเด็กชายและเด็กหญิงไม่แตกต่างกัน ผลข้อนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของอิทค (Etuk) ที่ศึกษาเกี่ยวกับเด็กชาวไนจีเรียและ คอคเวล (Dodwell) ที่ศึกษาเกี่ยวกับเด็กชาวแคนาดา

3. พัฒนาการของเด็กไทยเกี่ยวกับพัฒนาการทางจำนวนเป็นไปตามลำดับขั้น ตามทฤษฎีของเปียเจต์ กล่าวคือเด็กในระดับอายุค่าจำนวนมากจะมีพัฒนาการด้านนี้อยู่ในขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2 ผู้ที่มีพัฒนาการถึงขั้นที่ 3 มีจำนวนน้อย สำหรับระดับอายุที่เด็กไทยเริ่มมีพัฒนาการทางจำนวนนั้น กล่าวได้ว่าช้ากว่าเด็กชาวตะวันตก เพราะจากการใช้เกณฑ์การตัดสินของเปียเจต์พบว่า เด็กไทยเริ่มมีพัฒนาการเกี่ยวกับพัฒนาการด้านจำนวนเมื่ออายุ 9 ปี แต่เด็กชาวสวิสเริ่มมีพัฒนาการเกี่ยวกับจำนวนเมื่ออายุ $6\frac{1}{2}$ - 7 ปี และสรุปพบว่าเด็กชาวอังกฤษเริ่มมีพัฒนาการเกี่ยวกับเรื่องนี้เมื่ออายุ 6 - 7 ปี ผลสรุปนี้จึงกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ

อุปเปอร์ที่ว่า พัฒนาการด้านความคิดของเด็กไทยมีขึ้นและรูปแบบเป็นไปตามทฤษฎีของเปียเจต์ แต่เด็กไทยจะมีพัฒนาการช้ากว่าเด็กชาวตะวันตกประมาณ 2 - 3 ปี

การที่กล่าวว่าเด็กในเมืองใหญ่เริ่มมีมีโนภาพเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวนเมื่ออายุ 9 ปี หรือเด็กชนบทอายุ 10 ปียังไม่มีมีโนภาพเกี่ยวกับเรื่องเหล่านั้นนั้น เป็นผลของการตัดสินใจโดยยึดเกณฑ์การตัดสินใจของเปียเจต์เป็นหลัก การใช้เกณฑ์บางประการ เป็นเครื่องตัดสินว่าเด็กเริ่มมีมีโนภาพด้านต่าง ๆ ในระดับอายุใดนั้น อาจจะสะดวกและ มีประโยชน์ในการเปรียบเทียบพัฒนาการของเด็กโดยส่วนรวม แต่ถ้าวิจารณาเป็นรายบุคคลแล้วจะพบว่าเด็กในระดับอายุเดียวกัน มีพัฒนาการแตกต่างกันเป็นอันมาก การกันกว่าครั้งนี้พบว่าเด็กในชนบทบางคนเริ่มมีมีโนภาพเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวนเมื่ออายุ 7 ปี และในระดับอายุสูงขึ้นจำนวนเด็กที่มีมีโนภาพด้านนี้มีมากขึ้นตามลำดับ ข้อเท็จจริงที่พบนี้แสดงว่าความสามารถที่จะเข้าใจ เรื่องเกี่ยวกับจำนวนและการบวกจำนวน มิได้เกิดขึ้นในระดับอายุใดอายุหนึ่งโดยเฉพาะ แต่แตกต่างกันเป็นรายบุคคล ฉะนั้นหากจะนำผลการค้นคว้านี้ไปใช้ประโยชน์ ควรจะคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลควบคู่ไปด้วย

สิ่งที่น่าสนใจอีกประการหนึ่งก็คือ ร้อยละของเด็กอายุ 7 ปีที่มีมีโนภาพเกี่ยวกับจำนวนของเด็กในเมืองใหญ่และเด็กชนบทไม่แตกต่างกันมากนัก แม้ว่าเด็กในเมืองใหญ่ระดับอายุ 7 ปี ส่วนมากจะเคยเรียนในชั้นเด็กเล็กมาแล้วอย่างน้อย 1 - 2 ปี แต่เด็กชนบทอายุ 7 ปีส่วนใหญ่เข้าเรียนในโรงเรียนเป็นปีแรก จึงเป็นที่น่าสังเกตว่าผลดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะสอดคล้องกับที่เปียเจต์ (Piaget, 1965 : 174) กล่าวว่า เป็นความผิดพลาดอย่างมหันต์ที่เข้าใจและเชื่อกันว่า เด็กได้รับมีโนภาพทางจำนวนและมีโนภาพทางคณิตศาสตร์ประเภทอื่น ๆ จากการเรียนการสอนเท่านั้น ตรงกันข้าม เด็กจะพัฒนามีโนภาพเหล่านั้นอย่างอิสระและเป็นไปตามธรรมชาติ

4. กลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้ ทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันประการหนึ่ง คือเด็กในเมืองใหญ่ทุกคนเข้าเรียนในโรงเรียนก่อนเด็กชนบทในระดับอายุเดียวกันประมาณ 1 - 2 ปี ทั้งนี้เพราะเด็กในเมืองใหญ่ส่วนมากเคยเรียนในชั้นเด็กเล็กหรือชั้นอนุบาลมาก่อนที่

จะเข้าเรียนในชั้นประถมศึกษา แต่เด็กชนบททุกคนจะเข้าเรียนในชั้นประถมศึกษาเลย โดยไม่มีโอกาสเข้าเรียนในชั้นเด็กเล็กหรือชั้นอนุบาลมาก่อน ดังนั้นถ้าพิจารณาตามข้อสรุปของเซอร์ซิลที่ว่า ถ้าจัดสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมให้แก่เด็ก อาจจะทำให้พัฒนาการด้านมโนภาพทางจำนวนของเด็กเป็นไปได้รวดเร็วขึ้น ก็อาจจะกล่าวได้ว่า การที่เด็กในเมืองใหญ่เริ่มเข้าเรียนในโรงเรียนก่อนเด็กชนบทในระดับอายุเดียวกันนี้ เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เด็กในเมืองใหญ่มีพัฒนาการด้านมโนภาพทางจำนวนเร็วกว่าเด็กชนบท แต่ถ้าพิจารณาตามแนวความคิดของเปียเจต์และข้อสรุปจากการศึกษาของฮุกที่ว่า การเรียนการสอนไม่ใช่องค์ประกอบที่สำคัญของพัฒนาการด้านมโนภาพทางจำนวน ก็จะกล่าวได้ว่า การที่เด็กในเมืองใหญ่และเด็กชนบทมีพัฒนาการด้านมโนภาพทางจำนวนแตกต่างกันนี้ ไม่ได้เป็นเพราะเด็กในเมืองใหญ่เริ่มเข้าเรียนในโรงเรียนก่อนเด็กชนบทเพียงอย่างเดียว แต่อาจจะเนื่องมาจากสาเหตุประการอื่น ๆ อีก เป็นต้นว่าวิธีการอบรมเลี้ยงดู สภาพสังคม สิ่งแวดล้อม และธรรมชาติของตัวเด็กเอง อย่างไรก็ตามสาเหตุที่สำคัญที่ทำให้พัฒนาการด้านมโนภาพทางจำนวนเป็นไปได้เร็วหรือช้า ยังไม่สามารถสรุปเป็นข้อยุติได้ ดังนั้นจึงจะต้องศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องนี้ให้กว้างขวางออกไป เพื่อที่จะเป็นประโยชน์ในการจัดหลักสูตรและวิธีสอนเกี่ยวกับเรื่องจำนวนให้เหมาะสมกับพัฒนาการของเด็กในอนาคต

ข้อเสนอแนะ

1. ควรจะได้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้อีก โดยให้กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนนักเรียนมากขึ้น และเลือกจากหลาย ๆ โรงเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมแตกต่างกันออกไป ระดับอายุของเด็กในกลุ่มตัวอย่างควรกำหนดให้อยู่ระหว่าง 7 - 13 ปี ทั้งนี้เพราะจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ไม่สามารถตัดสินใจได้ว่าเด็กชนบทเริ่มมีมโนภาพเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวนและการบวกจำนวนในระดับอายุใด เนื่องจากเด็กชนบทในระดับอายุสูงที่สุดในกลุ่มตัวอย่างคือ 10 ปี ยังไม่มีมโนภาพเกี่ยวกับเรื่องนี้

2. ควรจะได้อะไรศึกษาเปรียบเทียบพัฒนาการด้านมโนภาพทางจำนวนของเด็กที่อาศัยในแหล่งเสื่อมโทรม และเด็กที่ไม่ได้อาศัยในแหล่งเสื่อมโทรม ทั้งนี้เพราะเด็กที่อาศัยในแหล่งเสื่อมโทรมมีสภาพครอบครัวและสิ่งแวดล้อมแตกต่างจากเด็กในเมืองทั่ว ๆ ไปและแตกต่างจากเด็กชนบทอีกด้วย

3. ควรจะได้อะไรศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพัฒนาการด้านมโนภาพทางจำนวนและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเลขคณิตของนักเรียนระดับประถมศึกษา เพื่อตอบคำถามที่ว่า จะใช้วิธีการทดสอบของเปียเจต์เป็นเครื่องมือวัดความพร้อมทางเลขคณิตของเด็กได้หรือไม่

4. ควรจะศึกษาว่าเด็กที่เรียนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาตามหลักสูตรเดิม กับเด็กที่เรียนคณิตศาสตร์แผนใหม่ มีความเข้าใจมโนภาพทางจำนวนแตกต่างกันหรือไม่

5. แม้ว่าผลการศึกษารังนี้ยังไม่กว้างขวางเท่าที่ควร แต่ก็แสดงให้เห็นว่าหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาที่ใช้กับเด็กในเมืองใหญ่ควรจะแตกต่างจากหลักสูตรคณิตศาสตร์ที่ใช้กับเด็กชนบท ดังนั้นครูและผู้บริหารการศึกษาควรที่จะสนใจ และเริ่มศึกษากันว่าปัญหาเหล่านี้ เพื่อที่จะเป็นพื้นฐานในการจัดหลักสูตรคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับธรรมชาติของเด็กต่อไป

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กาญจนา คำสุวรรณ "ความสัมพันธ์ระหว่างการอบรมเลี้ยงดู พัฒนาการทางความคิด
ตามทฤษฎีของเปียเจต์ และสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน" วารสารจิตวิทยา : 28 2515.
- กมลณี หักครุ, กรม เอกสารสัมมนา'สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาศรี
ชั้นสูง หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครูจัดพิมพ์ 2509, 121 หน้า.
- ฉลอง ทัพศรี การศึกษาการชอบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนต้นที่อยู่ในเมืองกับชนบท
ที่มีสภาพลักษณะต่าง ๆ กัน ปริญญาโท กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา
ประสานมิตร 2517, 87 หน้า.
- ชม ภูมิภาค "ประถมศึกษากับการสร้างพลังทางเศรษฐกิจ" วารสารสองแคว
6(3) : 31 สิงหาคม 2518.
- ทัศนีย์ อ่องไพลย์, ร.ท.หญิง "การสืบค้นปัญหาที่เป็นอุปสรรคในการเรียน จากนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาของโรงเรียนรัฐบาลในจังหวัดพระนคร" การวิจัยการศึกษา
4 : 18 สิงหาคม 2513.
- ประมวล ถิกคินสัน "ยัง ปีอาเจต์(Jean Piaget)" ศูนย์ศึกษา 4 : 354 - 359
ตุลาคม - ธันวาคม 2509.
- พนัส หันนาคินทร์ วิธีสอนคณิตศาสตร์ โรงพิมพ์คุรุสภา 2512, 157 หน้า.
- สมัย เหล่าวานิชย์ การศึกษาความสามารถในการสร้างมโนภาพ (Concept) เกี่ยวกับ
ทอพอโลยี(Topology) และเรขาคณิตแบบยูคลิด ของเด็กไทยระดับอายุ 3 ขวบ
ถึง 10 ขวบ ปริญญาโท กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร
2514, 102 หน้า.
- สุชาติ รัตนกุล วิธีสอนคณิตศาสตร์ ตำราวิชาชุดครูประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาศรี
โรงพิมพ์คุรุสภา 2515, 184 หน้า.

โฮเวอร์ค เอฟ. แพร์ "ความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับสังคม" การสัมมนาวิชาคณิตศาสตร์
2509 หน้า 9.

Biggs, J.B., "The Development of Number Concept in Young Children",
The Journal of Educational Research, 52 : 17 - 34, September,
1959.

Brueckner, L.J., and Grossnikle, Foster E., Discovering Meaning in
Elementary School Mathematics, The John C. Winston Company,
1964, 513 pp.

Churchill, E.M., "The Number Concept of the Young Child", Research
and Studies, 17 : 112, 1958.

Copeland, R.W., How Children Learn Mathematics, Teaching Implication
of Piaget's Research, Macmillan Company, 1970, 234 pp.

✓ Dodwell, P.C., "Children's Understanding of Number and Related Concepts",
Canadian Journal of Psychology, 14(2) : 191 - 205, June, 1960.

_____, "Children's Understanding of Number Concepts :
Characteristics of Individual and Group Test", Canadian Journal
of Psychology, 15(1) : 29 - 36, February, 1961.

_____, "Relation between the Understanding of Logic of Classes
and of Cardinal Number in Children", Canadian Journal of
Psychology, 16(1) : 52 - 60, February, 1962.

Duckworth, Eleanor, "Piaget Rediscovered", The Arithmetic Teacher,
11 : 498, November, 1964.

✓ Etuk, Elizabeth Eme Samson, "The Development of Number Concepts : An
Examination of Piaget's Theory with Yoruba - Speaking Nigerian
Children", Dissertation Abstracts, : 1295 - A, April, 1967.

Furth, Hans G., Piaget and Knowledge, Prentice - Hall Inc.,
Engle - wood Cliffs, New Jersey, 1969, 270 pp.

Goldschmid, Marcel L., "Different Types of Conservation and
Nonconservation and their Relation to Age, Sex, IQ and
Vocabulary", Child Development, 38 : 1229, December, 1967.

Hood, H.B., "An Experimental Study of Piaget's Theory of the
Development of Number in Children", The British Journal of
Psychology, 53(3) : 273 - 276, August, 1962.

Irving, Adler, "Mental Growth and the Art of Teaching", The
Mathematics Teacher, 8 : 706 - 715, December, 1966.

Lindquist, E., Design and Analysis of Experiments in Psychology
and Education, Houghton Mifflin, Boston, 1959, 393 pp.

Lovell, K., The Growth of Basic Mathematical and Scientific Concepts
in Children, University of London Press, London, 1962, 232 pp.

Mannix, J.B., "The Number Concept of a Group of E.S.N. Children", The
British Journal of Educational Psychology, 30(2) : 180 - 181,
June, 1960.

McNally, D.W., Piaget, Education and Teaching, New Educational Press,
Edenbergh, 1974, 171 pp.

Opper, Sylvia P., Intellectual Development in Thai Children,
Doctoral Thesis, Faculty of the Graduate School, Cornell
University, Cornell, 1971, 325 pp.

Piaget, Jean, The Psychology of Intelligence, Little Field
Adam & Company, New Jersey, 1960, 182 pp.

Piaget, Jean, "How Children Form Mathematical Concepts", Contemporary Reading in General Psychology, Houghton Mifflin, Boston, 1965, pp. 174 - 178.

✓ Rapaport, D., "Understanding Meaning in Arithmetic", The Arithmetic Teacher, 5 : 96 - 99, March, 1958.

UNESCO, Asian Expert Seminar on the Development of Science and Mathematics Concepts in Children, Final Report, Bangkok, 1972, 102 pp.

Wallace, J.G., Concept Growth and the Education of the Child, King Thorne & Stace LTD., London, 1967, 241 pp.

✓ Williams, A.A., "Number Readiness", Educational Review, 11 : 31045, October, 1958.

Wohlwill, J.F., and Lowe, R.C., "Experimental Analysis of the Development of the Conservation of Number", Child Development, 33(1) : 153 - 167, March, 1962.

•

o

๒

๑

ภาคผนวก

๑

๑

๑

ภาคผนวก ก

วิธีการทดลองและคำถามที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

1. การทดลองเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวน

การทดลองที่ 1.1 ผู้ทดลองจัดจานรองแก้ว 6 ใบ เรียงแถวไว้บนโต๊ะ ให้จานรองแก้วแต่ละใบห่างกันประมาณ 1 นิ้ว

คำถามที่ 1. "ให้เธอหยิบแก้วน้ำขึ้นมาวางไว้คานนี้ (ชี้ไปที่คานที่นักเรียนนั่งอยู่) ให้แก้วกับจานรองแก้วมีจำนวนเท่ากัน"

คำถามเสริม "หยิบแก้วขึ้นมาวางไว้คานนี้ (ชี้ไปที่คานที่นักเรียนนั่งอยู่) ให้แก้วมีมากเท่ากับจานรองแก้ว"

เมื่อนักเรียนกระทำตามคำสั่งแล้ว ผู้ทดลองถามว่า "มีมากเท่ากันหรือยัง" ถ้านักเรียนตอบว่า "ยัง" ให้กระทำใหม่ ถ้านักเรียนตอบว่า "เท่ากันแล้ว" ผู้ทดลองขยายแถวของจานรองแก้ว ให้จานรองแก้วแต่ละใบอยู่ห่างกันประมาณ 3 นิ้ว

คำถามที่ 2. "แก้วกับจานรองแก้วอย่างไหนมีจำนวนมากกว่ากัน"

คำถามเสริม "แก้วกับจานรองแก้วมีจำนวนเท่ากันไหม"

คำถามที่ 3. "เธอคิดอย่างไรจึงทราบว่ามีเท่ากัน" (หรือ "เธอคิดอย่างไรจึงทราบว่า...มีมากกว่า")

คำถามเสริม "ทำไมเธอจึงทราบว่ามีเท่ากัน" (หรือ "ทำไมเธอจึงทราบว่า...มีมากกว่า")

การทดลองที่ 1.2 ผู้ทดลองจัดตุ๊กตาสีเขียว 6 ตัว วางเรียงแถวไว้บนโต๊ะ ให้ตุ๊กตาแต่ละตัวอยู่ห่างกันประมาณ 2 นิ้ว

คำถามที่ 1. "ให้เธอหยิบตุ๊กตาสีแดง (ชี้ที่ตุ๊กตาสีแดง) มาวางไว้คานนี้ (ชี้ไปที่คานที่นักเรียนนั่งอยู่) ให้ตุ๊กตาสีแดงกับสีเขียวมีจำนวนเท่ากัน"

คำถามเสริม "หยิบตุ๊กตาสีแดงมาวางไว้ด้านนี้ (ชี้ไปที่ด้านที่นักเรียนนั่งอยู่) ให้ตุ๊กตาสีเขียวมีมากเท่ากับตุ๊กตาสีแดง"

เมื่อนักเรียนกระทำตามคำสั่งแล้ว ผู้ทดลองถามว่า "มีมากเท่ากันหรือยัง" ถ้านักเรียนตอบว่า "ยัง" ให้กระทำใหม่ ถ้านักเรียนตอบว่า "เท่ากันแล้ว" ผู้ทดลองขยายแถวตุ๊กตาสีเขียว ให้ตุ๊กตาแต่ละตัวอยู่ห่างกันประมาณ 4 นิ้ว

คำถามที่ 2. "ตุ๊กตาสีแดงกับตุ๊กตาสีเขียวอย่างไหนมีจำนวนมากกว่ากัน"

คำถามเสริม "ตุ๊กตาสีเขียวกับสีแดงมีจำนวนมากเท่ากันไหม"

คำถามที่ 3. "เชคคิอย่างไรงี้จึงทราบว่ามีเท่ากัน" (หรือ "เชคคิอย่างไรจึงทราบว่า...มีมากกว่า")

คำถามเสริม "ทำไมเชคจึงทราบว่ามีเท่ากัน" (หรือ "ทำไมเชคจึงทราบว่า...มีมากกว่า")

2. การทดลองเกี่ยวกับการบวกจำนวน

การทดลองที่ 2.1 เมื่อผู้ทดลองได้อธิบายและทดสอบว่านักเรียนรู้จัก ส้ม ฝรั่ง และเข้าใจว่าส้มและฝรั่งรวมเรียกว่าผลไม้แล้ว ผู้ทดลองจึงถามคำถาม

คำถาม "บนโต๊ะนี้ฝรั่งมีมากกว่าผลไม้หรือผลไม้มีมากกว่าฝรั่ง"

คำถามเสริม "ฝรั่งกับผลไม้ พังให้คั้นะ ฝรั่งกับผลไม้ อย่างไหนมีจำนวนมากกว่ากัน"

ถ้านักเรียนตอบว่า "ฝรั่ง" ผู้ทดลองถามว่า "ฝรั่งมากกว่าใช่ไหม"

ถ้านักเรียนตอบว่า "ใช่" ผู้ทดลองถามว่า "ฝรั่งมีมากกว่าอะไร" ถ้านักเรียนตอบว่า "มากกว่าส้ม" ผู้ทดลองถามคำถามแรกใหม่ ถ้านักเรียนตอบว่า "มากกว่าผลไม้" ก็เป็นอันยุติการทดลองนี้

การทดลองที่ 2.2 ผู้ทดลองจัดตุ๊กตาเรียงขนานกันไว้ 2 แถว แถวหนึ่งมีตุ๊กตา 6 ตัว อีกแถวหนึ่งมีตุ๊กตา 12 ตัว แล้วถามนักเรียนว่า "ทั้งสองแถวนี้มีตุ๊กตามากเท่ากันไหม" ถ้านักเรียนตอบว่า "เท่ากัน" ถือว่าตอบคำถามข้อนี้ผิด ถ้านักเรียนตอบว่า "ไม่เท่ากัน"

ผู้ทดลองจึงถามคำถาม

คำถาม "เธอลองทำให้ทั้งสองแฉกนมตุ๊กตามากเท่ากัน กรุณาอย่าให้เล่นตุ๊กตาใดตามชอบใจ"

คำถามเสริม "เธอเล่นตุ๊กตาอย่างไรก็ได้ ให้แฉกนมกับแฉกนี้ (ชี้ที่ตุ๊กตา) มีตุ๊กตามากเท่ากัน"

คำถามที่ 2.3 ผู้ทดลองนำตุ๊กตาสีแดงและสีเขียววางหันหน้าไปทิศทางเดียวกัน แล้วพูดว่า "คนนี้จะเรียกนายแดง (ชี้ที่ตุ๊กตาสีแดง) คนนี้จะเรียกนายเขียว (ชี้ที่ตุ๊กตาสีเขียว) เมื่อวานนี้ตอนเช้าแม่ให้ลูกกวาดนายแดง 4 เม็ด ตอนบ่ายแม่ให้อีก 4 เม็ด เมื่อวานนี้เช่นกัน ตอนเช้าแม่ให้ลูกกวาดนายเขียว 2 เม็ด พอตอนบ่ายแม่ให้อีก 7 เม็ด" ผู้ทดลองพูดพร้อมกับวางลูกกวาดเรียงแถวไว้หน้าตุ๊กตาทั้งสอง ดังรูป

ตุ๊กตาสีแดง 0 0 0 0 0 0 0 0

ตุ๊กตาสีเขียว 0 0 0 0 0 0 0 0

คำถามที่ 1 "ทั้งสองคนนี้ใครได้รับลูกกวาดมากกว่ากัน"

คำถามเสริม "ทั้งสองคนนี้ได้รับลูกกวาดมากเท่ากันไหม"

คำถามที่ 2 "เธอคิดอย่างไรจึงทราบว่าเท่ากัน" (หรือ "เธอคิดอย่างไรจึงทราบว่า.....ไ้มากกว่า")

คำถามเสริม "ทำไมเธอจึงทราบว่าเท่ากัน" (หรือ "ทำไมเธอจึงทราบว่า.....ไ้มากกว่า")

ภาคผนวก ข

ตาราง แสดงคะแนนเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวน จำแนกตามสิ่งแวดล้อม

อายุ	ในเมือง	ชนบท
7 ปี	4 12 4 4 12 4 12	4 4 12 12 4 2 12
	4 12 4 4 4 4 4	4 4 4 12 12 0 4
8 ปี	12 12 12 12 4 4 4	12 12 12 4 8 4 4
	4 12 4 12 12 4 4	12 4 4 4 4 4 4
9 ปี	4 4 4 12 12 12 12	12 12 4 4 4 12 12
	12 12 12 12 12 12 12	4 4 4 4 4 12 12
10 ปี	12 12 12 12 12 12 12	12 12 8 4 12 8 12
	12 12 12 12 12 4 12	12 8 12 12 12 4 4

ตาราง แสดงคะแนนเกี่ยวกับการบวกจำนวน จำแนกตามสิ่งแวดล้อม

อายุ	ในเมือง	ชนบท
7 ปี	2 6 8 6 2 6 6	2 4 8 8 2 0 4
	2 6 0 2 2 2 0	2 4 0 4 2 0 2
8 ปี	4 8 8 8 2 2 2	8 8 8 2 2 2 2
	6 8 0 8 8 0 2	4 2 2 4 2 2 2
9 ปี	2 2 2 8 8 8 8	8 8 2 0 6 2 8
	2 8 4 4 8 8 8	6 4 2 2 2 4 8
10 ปี	8 8 8 8 8 8 8	8 2 2 6 8 4 8
	8 8 8 8 8 8 8	8 2 8 8 4 2 2

ตาราง แสดงคะแนนเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวน จำแนกตามเพศ

อายุ	ชาย	หญิง
7 ปี	4 4 12 12 4 4 4	4 12 4 4 12 4 4
	12 4 4 12 4 0 4	4 4 12 12 4 2 12
8 ปี	12 12 12 12 12 4 4	12 4 4 4 4 4 12
	4 12 4 4 8 4 4	4 12 4 12 4 4 12
9 ปี	12 12 12 12 12 12 4	12 12 12 12 12 4 4
	12 12 4 4 12 12 4	4 4 4 4 12 12 4
10 ปี	12 12 12 12 12 12 12	4 12 12 12 12 12 12
	12 12 8 12 8 4 4	12 12 8 12 12 12 4

ตาราง แสดงคะแนนเกี่ยวกับการบวกจำนวน จำแนกตามเพศ

อายุ	ชาย							หญิง						
7 ปี	8	6	6	6	2	2	0	2	2	6	2	6	0	2
	2	4	0	4	2	0	2	2	4	8	8	2	0	4
8 ปี	4	8	8	8	8	2	0	8	2	2	2	6	0	8
	2	8	2	2	2	2	2	2	8	2	8	4	2	8
9 ปี	8	8	2	4	4	8	2	8	8	8	8	8	2	2
	8	8	0	6	2	8	2	6	4	2	2	8	4	2
10 ปี	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	8	2	2	8	4	6	2	8	8	2	8	8	4	2