

7.2
38 W

พัฒนาการด้านสังกัดปกครองชั้นนามธรรมในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์
ของเด็กในเมืองและในชนบทในภาคการศึกษา 3

ปริญญาโท
ของ
จิษฎา สุวรรณวงศ์

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ตยพวิท ๑๖ พระโขนง กรุงเทพฯ ๒ โทร. ๓๑๒๑๖๗๘. ๓๑๑๖๐๕๘

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
กุมภาพันธ์ ๒๕๒๒

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

พัฒนาการด้านสังคมกับการคิดขั้นนามธรรมในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์
ของเด็กในเมืองและในชนบทในภาคการศึกษา 3

บทคัดย่อ
ของ
จิษฎา สุวรรณวงศ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
กุมภาพันธ์ 2522

การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาพัฒนาการด้านสติปัญญาและการคิดขั้นนามธรรมใน
เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กที่ระดับอายุต่างกันระหว่าง 13-16 ปี เพื่อเปรียบเทียบ
พัฒนาการด้านสติปัญญาและการคิดขั้นนามธรรมในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กในเมืองและใน
ชนบท และเพื่อสร้างเครื่องมือวัดสติปัญญาด้านวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา
เป็นเด็กในเมืองและในชนบทของจังหวัดสงขลา จำนวนทั้งหมด 128 คน ที่ได้จากการสุ่ม
แบบอย่างง่าย ในการเก็บรวบรวมข้อมูลใช้แบบทดสอบวัดสติปัญญาและการคิดขั้นนามธรรมในเนื้อ
หาวิชาวิทยาศาสตร์

ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มเด็กที่ระดับอายุ 16 ปี ถึง 16 ปี 11 เดือน 15 ปี ถึง
15 ปี 11 เดือน และ 14 ปี ถึง 14 ปี 11 เดือน ได้คะแนนในแบบทดสอบสติปัญญาของ
แรงกดสูงกว่ากลุ่มเด็กที่ระดับอายุ 13 ปี ถึง 13 ปี 11 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .01 กลุ่มเด็กที่ระดับอายุ 16 ปี ถึง 16 ปี 11 เดือน และ 15 ปี ถึง 15 ปี
11 เดือน ได้คะแนนในสติปัญญาของความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทางสูงกว่ากลุ่มเด็ก
ที่ระดับอายุ 13 ปี ถึง 13 ปี 11 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ .01
ตามลำดับ กลุ่มเด็กที่ระดับอายุ 16 ปี ถึง 16 ปี 11 เดือน 15 ปี ถึง 15 ปี 11 เดือน
และ 14 ปี ถึง 14 ปี 11 เดือน ได้คะแนนในสติปัญญาของแรงสูงกว่ากลุ่มเด็กที่ระดับอายุ
13 ปี ถึง 13 ปี 11 เดือนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 .05 และ .05 ตามลำดับ
และกลุ่มเด็กที่ระดับอายุ 16 ปี ถึง 16 ปี 11 เดือน ได้คะแนนในสติปัญญาของอัตราเร่งสูง
กว่ากลุ่มเด็กที่ระดับอายุ 13 ปี ถึง 13 ปี 11 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ
.05 สำหรับสติปัญญาของความเร็วและสติปัญญาของงาน ปรากฏว่าเด็กที่ระดับอายุต่างกันได้
คะแนนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เด็กในเมืองและเด็กในชนบทพบว่ากลุ่มเด็กที่ระดับอายุ 16 ปี ถึง 16 ปี 11
เดือน 15 ปี ถึง 15 ปี 11 เดือน และ 14 ปี ถึง 14 ปี 11 เดือน ได้คะแนนในสติปัญญา
ของการคิดขั้นนามธรรมในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มเด็กที่ระดับอายุ 13 ปี ถึง
13 ปี 11 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนสติปัญญาและการคิดขั้นนามธรรมในเนื้อหาวิชา
วิทยาศาสตร์ของเด็กในเมืองและในชนบทพบว่า กลุ่มเด็กที่ระดับอายุเดียวกันมีความสามารถ
ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ.

THE DEVELOPMENT OF CONCEPTUAL SCIENCES THINKING IN THE PERIOD
OF FORMAL OPERATIONS BETWEEN URBAN AND RURAL
CHILDREN IN EDUCATIONAL REGION III

AN ABSTRACT

BY

JISSADA SUWANWONG

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

February 1979

The purposes of this study were :

1. to study the development of conceptual sciences thinking in the period of formal operations in children between 13 to 16 years age groups.

2. to compare the development of conceptual sciences thinking in the period of the formal operations between urban and rural children.

3. to make up the tests for measuring conceptual sciences thinking.

The sample groups consisted of 128 children in urban and rural of Songkhla province, using a simple random sampling. The data were collected by use of individual tests to measure conceptual sciences thinking in the period of formal operations.

The results of the study showed that :

1. children in the 16 to 16 years 11 months, 15 to 15 years 11 months and 14 to 14 years 11 months age groups had a better performance in the concept of pressure than 13 to 13 years 11 months age groups at significance level .01.

2. children in the 16 to 16 years 11 months and 15 to 15 years 11 months age groups had a better performance in the concept of time and distance relationship than the 13 to 13 years 11 months age groups at the significance level .05 and .01 respectively.

3. children in the 16 to 16 years 11 months, 15 to 15 years 11 months and 14 to 14 years 11 months age groups had a better performance in the concept of force than the 13 to 13 years 11 months age groups at significance level .01, .05 and .05 respectively.

4. children in the 16 to 16 years 11 months age groups had a better performance in the concept of acceleration than the 13 to 13 years 11 months age groups at significance level .05.

5. there were no statistical significance different in the performances of the different age groups in the concept of velocity and the concept of work.

Urban and rural children in the 16 to 16 years 11 months, 15 to 15 years 11 months and 14 to 14 years 11 months age groups had better performances in the conceptual sciences thinking than 13 to 13 years 11 months age groups at significance level .01.

The comparison of the performances of the different age groups in the conceptual sciences thinking between urban and rural children showed that there was no statistical significance different between children at the same age groups.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตได้พิจารณาปริญญาบัตรฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ของ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้.

..... ๒๕๖๕ ประธาน

..... กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงด้วยความกรุณาของผู้ช่วยศาสตราจารย์
ดร. สวนา พรพิชฌกุล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดวงเดือน ศาสตรภัทร์ ที่ให้คำแนะนำ
ช่วยเหลือและกระตุ้นให้มีความตั้งใจในการศึกษามาโดยตลอด จึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง
ไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ อาจารย์ใหญ่ โรงเรียนทุกโรงที่ให้ความสะดวก
และช่วยเหลือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอขอบพระคุณ คุณนิพนธ์ รัตนะ คุณเสรี เรืองศิษฐ์ และ คุณนิยม ที่ได้ช่วย
เหลือในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ก็ขอเทิดทูนของพ่อ-แม่ ที่ได้สละทุนทรัพย์ และให้กำลังใจแก่ผู้เขียนจน
ประสบความสำเร็จในการศึกษา

จิษฎา สุวรรณวงศ์

สารบัญ

มทพ

หน้า

1	มทพ	1
	คำนำ	1
	ความมุ่งหมายของการค้นคว้า	5
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	5
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	5
	คำจำกัดความศัพท์เฉพาะ	6
2	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย	8
	ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับดังกับการคิดชั้นนามธรรม	8
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับดังกับการคิดชั้นนามธรรม	13
	การวิจัยในประเทศไทย	13
	การวิจัยในต่างประเทศ	14
3	วิธีดำเนินการ	20
	แหล่งข้อมูลและกลุ่มตัวอย่าง	20
	เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล	21
	วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล	28
	วิธีจัดการกระทำกับข้อมูล	28
4	ผลการค้นคว้า	29
	ข้อตกลงเกี่ยวกับการวิเคราะห์และแปลผล	29
	ผลการค้นคว้า	30
	จำนวนเปอร์เซ็นต์ของกลุ่มเด็กทั้งหมดที่มีพัฒนาการ ด้านดังกับการ คิดชั้นนามธรรมในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ จำแนกตามระดับอายุ	30

จำนวนเปอร์เซ็นต์ของเด็กในเมืองและในชนบทที่มีพัฒนาการ ด้านสังคม การคิดขั้นนามธรรมในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์	32
การทดสอบความแตกต่างของคะแนนสังคมกับการคิดขั้นนามธรรม ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ด้านต่าง ๆ จำแนกตามระดับ อายุ	33
การทดสอบความแตกต่างของคะแนนสังคมกับการคิดขั้นนามธรรม ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ของเด็กในเมืองที่ระดับอายุ ต่างกัน	46
การทดสอบความแตกต่างของคะแนนสังคมกับการคิดขั้นนามธรรม ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ของเด็กในชนบทที่ระดับอายุ ต่างกัน	49
การทดสอบความแตกต่างของคะแนนสังคมกับการคิดขั้นนามธรรม ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มเด็กในเมืองและชนบท ที่ระดับ อายุเดียวกัน	52
5 บทย่อ สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ	56
บทย่อ	56
ความมุ่งหมายในการค้นคว้า	56
วิธีดำเนินการวิจัย	56
การวิเคราะห์ข้อมูล	57
สรุปผลการค้นคว้า	57
อภิปรายผล	59
ข้อเสนอแนะ	67
ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป	68
บรรณานุกรม	69

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงจำนวนเปอร์เซ็นต์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่มีพัฒนาการสังกัปใน เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ จำแนกตามระดับอายุ	30
2	แสดงจำนวนเปอร์เซ็นต์ของเด็กในเมืองและเด็กในชนบทที่มีพัฒนาการ ด้านสังกัปการคิดขั้นนามธรรมในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์	32
3	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนสังกัปของแรงกดของกลุ่มตัวอย่างที่มีระดับ อายุต่างกันสี่ระดับ	33
4	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อหาความแตกต่างของคะแนนใน สังกัปของแรงกดที่ระดับอายุต่างกัน	33
5	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสังกัปของแรงกดของกลุ่มตัวอย่าง เป็นรายคู่	34
6	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนสังกัปของความเร็วของกลุ่มเด็กทั้งหมดที่มี ระดับอายุแตกต่างกันสี่ระดับ	35
7	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อหาความแตกต่างของคะแนนใน สังกัปของความเร็วที่ระดับอายุต่างกัน	36
8	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนสังกัปของความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและ ระยะทางของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด	36
9	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อหาความแตกต่างของคะแนนสังกัป ของความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทางที่ระดับอายุแตกต่างกัน	37
10	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสังกัปของความสัมพันธ์ระหว่างเวลา และระยะทางของกลุ่มตัวอย่างเป็นรายคู่	38
11	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนสังกัปของแรงของกลุ่มเด็กทั้งหมดที่ระดับ อายุแตกต่างกันสี่ระดับ	39

12	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อหาความแตกต่างของคะแนน สังกัดของแรงที่ระดับอายุต่างกัน	40
13	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสังกัดของแรงของกลุ่มตัวอย่างเป็น รายคู่	41
14	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนสังกัดของอัตราแรง	42
15	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนสังกัดของอัตราแรงที่ ระดับอายุต่างกัน	43
16	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสังกัดของอัตราแรงของกลุ่มตัวอย่าง เป็นรายคู่	44
17	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนสังกัดของงานจำแนกตามระดับอายุ	45
18	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนสังกัดของงานที่ระดับอายุ แตกต่างกัน	45
19	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนสังกัดในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กใน เมืองที่มีระดับอายุแตกต่างกัน	46
20	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อหาความแตกต่างด้านสังกัดใน เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กในเมืองที่มีระดับอายุแตกต่างกัน	47
21	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสังกัดในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นรายคู่	48
22	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนสังกัดในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กใน ชนบทจำแนกตามระดับอายุ	49
23	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อหาความแตกต่างด้านสังกัดใน เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กในชนบทที่มีระดับอายุแตกต่างกัน	50
24	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสังกัดในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นรายคู่	51

25	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยในสังกัดป็นเนื้อหาวิชา วิทยาศาสตร์ของเด็กในเมืองและในชนบทที่ระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน	52
26	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยด้านสังกัดป็นเนื้อหา วิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กในเมืองและในชนบทที่ระดับอายุ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน	53
27	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยด้านสังกัดป็นเนื้อหา วิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มเด็กในเมืองและในชนบทที่ระดับอายุ 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน	54
28	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยด้านสังกัดป็นเนื้อหา วิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กในเมืองและในชนบทที่ระดับอายุ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน	55

คำนำ

ในปัจจุบันเป็นที่ประจักษ์ชัดว่าประเทศที่มีความเจริญก้าวหน้าในทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้งหลายมีฐานะเป็นผู้นำแห่งโลก มีฐานะทางเศรษฐกิจที่ ประชาชนพลเมืองมีระดับความเป็นอยู่สูงและมีกำลังความสามารถที่จะให้ความช่วยเหลือแก่ประเทศอื่นได้ ประเทศที่มีระดับความเจริญต่ำมักจะถูกเรียกว่าประเทศด้อยพัฒนาหรือล้าหลัง ประเทศเหล่านี้จำเป็นต้องพึ่งพาอาศัยประเทศอื่น และเมื่อพิจารณาคุณแล้วจะเห็นตรงกับว่าประเทศด้อยพัฒนาทั้งหลายส่วนใหญ่ขาดความเจริญทางวิทยาศาสตร์

เศรษฐกิจเป็นกุญแจทองที่จะนำไปสู่การพัฒนาประเทศและการสอนวิทยาศาสตร์ จะช่วยให้เด็กมีความสามารถในด้านวิทยาศาสตร์ซึ่งจะนำไปสู่ความเจริญทางเศรษฐกิจ ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมีผลต่อการพัฒนาประเทศ เป็นอันมาก เมื่อประเทศชาติใดสามารถจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน ได้ถูกต้องและเหมาะสมแก่เด็ก ๆ ก็จะได้รับประโยชน์จากการสอนวิทยาศาสตร์มากขึ้น ดังนั้นการสอนวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนรากฐานของการพัฒนาประเทศ (พิทักษ์ รัทผลเลข 2513 : 3) ในการพัฒนาหลักสูตรมักจะได้รับบทพิจารณาถึงผลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้าทางด้านจิตวิทยาพัฒนาการและการพัฒนาการด้านวิชาการที่ว่าด้วยความรู้ ในทฤษฎีและกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ทั้งนี้เพราะผลการค้นคว้าและความรู้เหล่านั้นสามารถให้ความกระจ่างในโครงสร้างของกระบวนการทางสติปัญญา

ในบรรดาพัฒนาการทางการคิดด้านจิตวิทยาพัฒนาการ งานของเพียเจต์ (Piaget) ได้รับการรับรองอย่างกว้างขวาง ทั้งนี้เพราะผลการค้นคว้าของเพียเจต์

สามารถใช้เป็นกรอบในการพิจารณาหลักสูตรได้ (จรรยา สุวรรณพักต์ 2519 : 3) ในด้านพัฒนาการทางการคิดจะมีประสิทธิภาพขึ้น ถ้าหากมีการพิจารณาเหตุผลของเด็กมากกว่า การจะให้เด็กจดจำสาระของเนื้อหาวิชาแต่เพียงอย่างเดียว การสอนให้เด็กได้เรียนรู้สังกัป (Concept) โดยเฉพาะสังกัปทางวิทยาศาสตร์นับเป็นขั้นที่จำเป็นที่สุดในการสร้างเด็กเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในเหตุและผล การที่จะให้เด็กเรียนรู้สังกัปใหม่ ครูควรจะรู้ว่าความรู้เดิมของเด็กที่เป็นพื้นฐานในเรื่องนั้นมีอะไรบ้างและเด็กมีหรือยัง ครูควรจะรู้ว่าอะไรเป็นความรู้พื้นฐานที่จะต้องเรียนมาก่อนการเรียนสังกัปใหม่นั้น หากเด็กมีความรู้พื้นฐานนั้นแล้วการรับความรู้สังกัปใหม่ก็สามารถจะปรับเข้ากับโครงสร้างเดิมได้ (Assimilation) แต่ถ้าหากเด็กมีความรู้พื้นฐานเดิมไม่เพียงพอที่จะรับโครงสร้างใหม่ ครูก็ควรจะให้ความรู้พื้นฐานในเรื่องนั้นแก่เด็กจนสามารถปรับขยายโครงสร้าง (Accommodation) ความรู้เดิมให้เพียงพอเพื่อจะรับความรู้ใหม่นั้น ด้านการเรียนการสอนที่เด็กได้รับจากโรงเรียนในอดีตนั้นมักเน้นในด้านให้เด็กจดจำข้อเท็จจริงต่าง ๆ และฝึกให้ท่องจำแต่เพียงอย่างเดียว เด็กมักจะไม่ได้รับทักษะในการรู้จักคิดแก้ปัญหาด้วยเหตุนี้เด็กจึงขาดการมองเห็นความสำคัญในการเกี่ยวข้องขององค์ประกอบของปัญหา และขาดความสามารถที่จะคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยอาศัยเหตุผลทางตรรกวิทยา

เด็กในชั้นวัยรุ่นจะมีความคิดทางตรรกศาสตร์ค่านามธรรม ความสามารถหลายอย่างหลายด้านได้รับการพัฒนามากขึ้น (Busse. 1974 : 93) ก่อนหน้านี้เด็กจะแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก (Trial and Error) ไม่รู้จักแก้ปัญหาโดยการตั้งสมมุติฐานและพิสูจน์สมมุติฐานที่เป็นไปได้ทั้งหมด โดยเฉพาะอย่างยิ่งเด็กในชั้นปฏิบัติการค่านามธรรมจะรู้จักแก้ปัญหาที่เป็นระบบและลำดับซับซ้อนยิ่งขึ้น เพียเจต์และอินเฮลเดอร์ (Piaget and Inhelder อ้างอิงมาจาก ดวงเดือน ศาสตร์ภัทร์ ม.ป.ป. : 71) กล่าวว่า ในขั้นนี้เป็นขั้นสุดยอดของโครงสร้างทางสติปัญญาสามารถแก้ปัญหาได้โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

จากผลการศึกษาของเพียเจต์และอินเฮลเดอร์ (Piaget and Inhelder. 1958 : 83) พบว่า เด็กจะเริ่มมีสังกัปการคิดชั้นนามธรรมเมื่ออายุประมาณ 11 ปี

แต่จากการศึกษาของเคลและแมคคินนอน (Dale. 1970:172, McKinnon. 1971:172) เอลไคด์ (Elkind. 1961 : 172) พบว่า พัฒนาการการคิดขั้นนามธรรมจะเกิดในเด็กที่มีอายุมากกว่า 11 ปี ซึ่งเพียเจต์อธิบายว่าอายุจะเปลี่ยนไปตามวัฒนธรรมและสภาพแวดล้อมอื่น ๆ โลเวลล์ (Lovell. 1961 : 173) เคสและคอลลินสัน (Case and Collinson. 1962 : 173) และแรนคอลล (Randal. 1967 : 173) ศึกษาเกี่ยวกับเด็กในระยะวัยรุ่นขึ้นหัวเลี้ยวหัวต่อระหว่างขั้นคิดรูปธรรมและนามธรรมโดยใช้แบบทดสอบของเพียเจต์ ปรากฏว่าเด็กที่อยู่ในระยะนี้เมื่อไปฝึกฝนเรียนรู้จะทำให้เด็กไปสู่ขั้นนามธรรมได้ ซึ่งผลตรงกับการศึกษาของลอว์สัน และ เรนเนอร์ (Lawson and Renner. 1973 : 347 - 358) ซึ่งให้เห็นว่าเด็กที่อยู่ในขั้นคิดรูปธรรมตามแบบทดสอบของเพียเจต์ เมื่อนำไปเรียนรู้ดังกันในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เด็กจะสามารถพัฒนาความคิดไปสู่ขั้นคิดนามธรรมได้

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาเมื่ออยู่ถึง 40-57 เปอร์เซ็นต์ ที่ยังไม่มีสิ่งกับการคิดขั้นนามธรรมตามแบบทดสอบของเพียเจต์ จากการศึกษาของคาร์ปรัสและปีเตอร์สัน (Karplus and Peterson. 1970 : 398-406) เรนเนอร์และสแตฟฟอร์ด (Renner and Stafford. 1973 : 291-296) ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของบอลด์และแซร์ (Ball and Sayre. citing Sund and Trowbridge. 1973 : 53-57) ซึ่งได้ศึกษากับนักเรียนระดับมัธยมที่เรียนวิชาฟิสิกส์ที่มหาวิทยาลัยโคโรราโด จะมีเด็กถึง 57 เปอร์เซ็นต์ที่ยังไม่มีสิ่งกับการคิดขั้นนามธรรมตามแบบทดสอบงานของเพียเจต์ พัฒนาการด้านการคิดหรือระดับการเรียนรู้ของเด็กเพียเจต์ได้แบ่งเป็นสี่ขั้นดังนี้ (Sprinthall and Sprinthall. 1974 : 107)

1. ขั้นคิดด้วยประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (Sensori - Motor)
2. ขั้นก่อนปฏิบัติการด้านความคิด (Preoperational Thought)
3. ขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม (Concrete Operations)
4. ขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม (Formal Operations)

ทั้งสี่ชั้นนี้เป็นสิ่งที่มีความหมายในการวางแผนการศึกษา ค่าเป็นการสร้างหลักสูตรตั้งแต่อนุบาลจนถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย ในระยะต้นของการจัดการศึกษาคูควรจะต้องใช้เวลาอย่างมากในการที่จะเสริมสร้างพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กเรื่องรูปธรรมให้เด็กได้มีโอกาสได้รับการสัมผัส (สวธัน นียมคำ 2517 : 109) การศึกษามีเป้าหมายเพียงไม่ใช่เพื่อต้องการเพิ่มปริมาณความรู้เท่านั้น แต่เพื่อจะให้เด็กเรียนได้มีโอกาสค้นพบและประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ ได้ (Ripple and Rockcastle. 1964 : 3) จุดมุ่งหมายของแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2520 ต้องการให้เด็กมีความสามารถในการคิดต่อ ทำความเข้าใจและร่วมมือกันแสวงหาความจริง รู้จักแก้ปัญหาและข้อขัดแย้ง (บุญลือ ทองอยู่ 2521 : 15) การรู้จักแก้ปัญหาที่ผ่านมาและการสร้างปัญหาเป็นโจทย์หรือคำถามโดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ฝึกให้นักเรียนคิดหาเหตุผล เรียนรู้วิธีแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ ปลูกฝังนิสัยในการใฝ่ถามเพื่อสืบสวนหาข้อเท็จจริง ถ้าเด็กเรียนมีคุณสมบัติดังกล่าวย่อมนำไปประยุกต์กับการแก้ปัญหาลอื่น ๆ เป็นแนวทางไปสู่ความคิดที่มีคุณค่าต่อสังคม (Carroll. 1964 : 76) ดังนั้นจึงเป็นหน้าที่ของครูในการจัดประสบการณ์ให้เด็กแต่ละคนสามารถได้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งอาจจะทำได้โดยการจัดกิจกรรมในห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ ทั้งนี้ควรจะได้คำนึงถึงทฤษฎีของเพียเจต์นำมาใช้เป็นเครื่องมือที่จะช่วยเหลือนักเรียนพัฒนาความคิดไปได้ ตามศักยภาพของแต่ละคน

จากที่กล่าวมาแล้วทำให้มองเห็นได้ว่าควรเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีส่วนช่วยพัฒนาความคิดของเด็กไปได้มาก ดังนั้นในการศึกษาคั้งนี้นอกจากจะศึกษาว่าเด็กในเมืองและเด็กในชนบทจะมีความสามารถด้านสังกัปการคิดในเนื้อหาวิทยาศาสตร์เป็นประการใดแล้ว จะได้นำผลมาใช้ในการวางแผนและจัดลำดับของเนื้อหาการเรียนวิทยาศาสตร์ตามลำดับของสังกัปที่เกิดขึ้นก่อนหลัง เรียงกันตามความสามารถและระดับอายุ เพื่อให้เหมาะสมกับพัฒนาการของเด็กโดยจะพิจารณาว่าเด็กเริ่มมีพัฒนาการด้านสังกัปนั้น ๆ ในระดับอายุประมาณเท่าใด ซึ่งจะช่วยกำหนดความสัมพันธ์ในการเรียนและช่วยส่งเสริมความสามารถด้านสติปัญญาให้เจริญงอกงาม

ความมุ่งหมายของการค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านสติปัญญาและการคิดขั้นนามธรรมในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กที่มีระดับอายุแตกต่างกันระหว่าง 13-16 ปี
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบพัฒนาการด้านสติปัญญาและการคิดขั้นนามธรรมในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กในเมืองและในชนบท
3. เพื่อสร้างเครื่องมือวัดสติปัญญาด้านวิทยาศาสตร์

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเป็นแนวทางในการจัดลำดับเนื้อหาการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมกับพัฒนาการด้านสติปัญญาของเด็ก
2. เป็นแนวทางให้ผู้บริหารการศึกษาและผู้เกี่ยวข้องจะได้ตระหนักถึงสภาพแวดล้อมของเด็ก เพื่อจัดประสบการณ์และปรับปรุงส่งเสริมการเรียนการสอนให้เด็กมีความเจริญงอกงามทางด้านสติปัญญา
3. ทำให้มีเครื่องมือวัดสติปัญญาขั้นนามธรรมด้านวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนในระดับอายุ 13-16 ปี จำนวน 128 คน จากโรงเรียนที่เปิดสอนในระดับมัธยมศึกษา ปีการศึกษา 2521 โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ปรากฏว่าได้โรงเรียนที่ตั้งอยู่ในเขตอำเภอเมืองสงขลาเป็นตัวแทนในเขตเมือง และได้โรงเรียนที่ตั้งอยู่ในอำเภอระโนด และอำเภอสะเตกาเป็นตัวแทนในเขตชนบท

2. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

2.1 ตัวแปรต้น ได้แก่

- สภาพท้องถิ่น แบ่งเป็นในเมืองและในชนบท

- ระดับอายุ แบ่งเป็น 4 ระดับ คือ
 - 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน
 - 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน
 - 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน
 - 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

สังกัปการคิดชั้นนามธรรม แบ่งเป็น

- สังกัปของแรงกด
- สังกัปของความเร็ว
- สังกัปของความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางและเวลา
- สังกัปของแรง
- สังกัปของอัตราเร่ง
- สังกัปของงาน

คำจำกัดความศัพท์เฉพาะ

1. สังกัปการคิดชั้นนามธรรม หมายถึง ความสามารถของเด็กที่จะรู้และเข้าใจ ในการทำแบบทดสอบสังกัปในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ต่อไปนี้คือ

- 1.1 สังกัปของแรงกด
- 1.2 สังกัปของความเร็ว
- 1.3 สังกัปของความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทาง
- 1.4 สังกัปของแรง
- 1.5 สังกัปของอัตราเร่ง
- 1.6 สังกัปของงาน

2. เด็กในเมือง หมายถึง เด็กที่เกิดในอำเภอเมืองสงขลาและทำการศึกษา อยู่ในเขตอำเภอเมืองสงขลามาทั้งแต่เริ่มการศึกษา

3. เด็กในชนบท หมายถึง เด็กที่เกิดในอำเภอระโนดและอำเภอสะเตกา ได้ศึกษาอยู่ในเขตอำเภอระโนดและอำเภอสะเตกาตั้งแต่เริ่มการศึกษา

4. ระดับอายุ หมายถึง ระดับอายุของกลุ่มตัวอย่างที่จะศึกษาซึ่งมีระดับอายุตั้งแต่ 13 ปี ถึง 16 ปี

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสังกัดการศึกษาระดับประถมศึกษา

งานของเพียเจต์ทำให้เกิดความเข้าใจในพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์ เพียเจต์สนใจพัฒนาการทางสติปัญญาของวัยทารกและวัยเด็กค่อนข้างมาก เขาได้สังเกตพฤติกรรมของเด็กและสอบถามเด็กแต่ละคนโดยคำถามที่เหมาะสมกับเด็กแต่ละวัย เพียเจต์เชื่อว่าพฤติกรรมของคนก็คือการปรับตัวของร่างกายที่มีต่อสิ่งแวดล้อม และการจัดระบบของสิ่งแวดล้อมนี้เองทำให้สิ่งต่าง ๆ ใดค่อย ๆ พัฒนาขึ้นมากลายเป็นสติปัญญา ดังนั้นกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ซึ่งเป็นการสะท้อนออกทางสติปัญญาจึงเป็นผลมาจากการที่อินทรีย์ปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมและจัดระบบประสบการณ์ เพียเจต์ได้แบ่งพัฒนาการด้านการศึกษาของเด็กตั้งแต่แรกเกิดจนถึงวัยรุ่นเป็นสี่ขั้นใหญ่ ๆ ดังนี้

1. ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (Sensori - Motor Period)
เป็นระยะตั้งแต่เกิดจนถึงสองขวบ แบ่งเป็น

1.1 ระยะตั้งแต่เกิดถึงหนึ่งเดือน พัฒนาการของประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหวจะเป็นปฏิกิริยาสะท้อนทั้งหมด เช่น การดูด การจับอวบน้ำ การร้องไห้

1.2 ระยะตั้งแต่หนึ่งเดือนถึงสี่เดือน อวัยวะประเภทปฏิกิริยาสะท้อนและการตอบสนองรู้จักทำหน้าที่ประสานงานกันและกัน เช่น มือและตาทำงานร่วมกัน เด็กยังไม่เข้าใจการดำรงตัวของวัตถุ สิ่งของ ถ้าสิ่งเหล่านี้หายไปจากสายตาเด็กไม่แสดงอาการ นึกหวัง

1.3 ระยะสี่ถึงแปดเดือน เด็กรู้จักเลียนแบบ ทำพฤติกรรมซ้ำ ๆ เข้าใจการดำรงอยู่ของวัตถุ รู้จักมองหา ค้นหาสิ่งที่เคยมีอยู่แล้วสูญหายไป เริ่มรู้จักแยกตัวออกจากสิ่งแวดล้อม

1.4 ระยะแปดถึงสิบสองเดือน รู้จักวิธีแสวงหาสิ่งของที่พึงพอใจง่าย ๆ เช่น เล่นของเล่น รู้จักมองค้นหาของเล่นที่มองไม่เห็นหรือที่ถูกซ่อนอยู่

1.5 ระยะสิบสองถึงสิบแปดเดือน มีการทำงานประสานกันระหว่างโครงสร้างที่รู้จัก เพื่อไขแก้ปัญหาใหม่ ๆ เด็กเริ่มต้นที่จะจัดโครงสร้างใหม่เพื่อจะนำมาแก้ปัญหา มีการพัฒนาสื่อใหม่เพื่อจะบรรลุเป้าหมายโดยผ่าน "การทดลอง" มากกว่าที่จะผ่านความเคยชินในการแก้ปัญหา

1.6 ระยะสิบแปดถึงยี่สิบสี่เดือน เด็กจะเปลี่ยนจากระดับสติปัญญาขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหวไปสู่ระดับของสติปัญญาที่แสดงความคิดเห็นตามหลักตรรกศาสตร์ แม้ว่าคุณภาพความคิดของเด็กในระยะนี้จะห่างไกลจากความคิดของผู้ใหญ่ แต่เด็กจะมีปรากฏการณ์ทางการคิดคือสมรรถภาพในการหยั่งรู้ปัญหาและแก้ปัญหา เป็นการมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่ง่าย เด็กรู้จักคิดสมมุติ นั้นจะเป็นจุดเริ่มต้นของการรู้จักคิดแบบความคิดรวบยอด

2. ขั้นการคิดก่อนปฏิบัติการ (Preoperational Thought) เป็นช่วงอายุระหว่างสองถึงเจ็ดขวบ ในระหว่างอายุสองถึงสี่ขวบเด็กยังยึดตัวเองเป็นศูนย์กลาง ความสนใจและความรู้สึกนึกคิด ไม่รู้จักคิดแบบใจเขาใจเรา ยังไม่สามารถนึกได้ว่าคนอื่นมีความคิดแตกต่างไปจากตัวเองอย่างไร มองเห็นแต่ด้านที่เหมือนกันเท่านั้น มองไม่เห็นส่วนที่แตกต่างออกไป ระยะนี้เด็กไม่เข้าใจว่าวัตถุเมื่อเปลี่ยนแปลงลักษณะภายนอกที่มองเห็นด้วยตาเปล่าแล้วอาจทรงสภาพเดิมบางลักษณะได้ เช่น เด็กเข้าใจแต่เพียงว่าสิ่งหิ้งหลายหิ้งปวงเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาพอย่างใดอย่างหนึ่งแล้วอย่างอื่นก็ต้องเปลี่ยนไปโดยสิ้นเชิงด้วย (สรี เรือน แก้วกังวาน 2519 : 117)

3. ขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม (Concrete Operations) เป็นช่วงอายุเจ็ดถึงสิบเอ็ดปี เป็นขั้นที่อยู่ระหว่างความคิดแบบการคิดก่อนปฏิบัติการและการคิดปฏิบัติการด้วยนามธรรม ในขั้นนี้เด็กบรรลุถึงการใช้เหตุผลแบบตรรกศาสตร์ ความคิดไม่ถูกครอบงำด้วยการรับรู้ (perception) อีกต่อไป สามารถใช้เหตุผลในแบบตรรกศาสตร์มาแก้ปัญหาที่มองเห็นจับต้องได้

4. ขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม (Formal Operations) อยู่ในช่วงอายุสิบเอ็ดปีขึ้นไป โครงสร้างทางสติปัญญาของเด็กมาถึงขั้นสูงสุด สามารถแก้ปัญหาได้ทุกชนิด ลักษณะความคิดในวัยนี้ได้แก่

- รู้จักคิดเป็นเหตุเป็นผล
- รู้จักคิดแบบวิทยาศาสตร์ซึ่งรวมถึงรู้จักคิดวิเคราะห์ และรู้จักคิดอย่างมีระบบระเบียบ
- เข้าใจและมีความคิดรวบยอดเรื่องทฤษฎี วิทยาศาสตร์ ระเบียบ สามารถเรียนเข้าใจและนำไปใช้ได้
- รู้จักคิดด้วยภาพคิดในสมอง สามารถคิดเรื่องเป็นนามธรรมที่ยาก ๆ ได้ สร้างความคิดรวบยอดเชิงนามธรรมได้กว้างขวางและลึกซึ้งขึ้นทำให้เกิดการรู้จักเชิงตรรกศาสตร์

ลักษณะการคิดในขั้นนามธรรมจะเกี่ยวข้องกับสิ่งที่เป็นจริงและสิ่งที่เป็นไปได้ เด็กวัยเริ่มจะพิจารณาถึงปัญหาโดยพยายามมองหาความสัมพันธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด ซึ่งจะได้จากข้อมูลทั้งหมดและจากความสามารถ โดยผ่านการทดลองแบบการจัดอันดับ (Combination) และการวิเคราะห์ทางตรรกศาสตร์

เนื้อหาทางด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ทางกายภาพมีความเกี่ยวข้องอยู่ในโครงสร้างทางทฤษฎีและในเนื้อหาของงานด้านการศึกษาของเพียเจต์ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาใช้ระบบคณิตศาสตร์ด้านตรรกศาสตร์ นอกจากนั้นยังมีเนื้อหาอื่นได้แก่ สังกัปจำนวน สังกัปความน่าจะเป็น สังกัปความสัมพันธ์ทางเรขาคณิตของยูคลิด สังกัปทางโทโปโลยี เป็นต้น ในเนื้อหาทางกายภาพเพียเจต์ได้ศึกษาทดลองเกี่ยวกับเรื่องสังกัปมวล สังกัปน้ำหนัก สังกัปปริมาตร ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว เวลา และระยะทาง เป็นต้น ซึ่งจะได้ยกตัวอย่างสังกัปเรื่องเวลา สังกัปเรื่องการเคลื่อนที่ และอัตราเร็วมาอธิบายให้เห็นเป็นแนวทางดังนี้ (Flavell, 1963 : 316-326)

เวลา (Time)

เพียเจต์เชื่อว่าเด็กเล็กจะมีความสับสนสำหรับในเหตุการณ์ที่สำเร็จในเวลาเดียวกัน และในช่วงเวลาหนึ่งเหตุการณ์ที่สำเร็จนี้เกิดจากการเคลื่อนที่และเกิดระยะทางระหว่างจุดต่าง ๆ ถ้าให้วัตถุอันเดียวเคลื่อนที่ผ่านจุด ก ข ค ง ตามลำดับ เด็กจะบอกได้อย่างถูกต้องว่าวัตถุจะถึงจุด ค ที่หลังจุด ก นั่นคือจะใช้เวลาเคลื่อนที่มากกว่า ทำให้การเดินทางผ่านจุด กค นานกว่าผ่านจุด กข แต่ถ้าเกิดมีวัตถุสองอย่างเคลื่อนที่พร้อมกันในเวลาเดียวกันและมีความเร็วต่างกัน จะทำให้เด็กตัดสินใจคลาดเคลื่อนจากความจริง การเคลื่อนที่ของวัตถุแต่ละอย่างจะมีเวลาของตัวเอง สำหรับการเคลื่อนที่ที่ต่างกันจะต้องใช้เวลาที่เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน (Homogeneous Time) เป็นสื่อความหมายสำหรับการเคลื่อนที่ ดังนั้นจึงใช้เวลาสำหรับทดสอบในสถานการณ์ที่มีการเคลื่อนที่ที่เกิดขึ้นหลายกรณี อย่างกรณีการเคลื่อนที่ผ่านจุด ก ข ค ง ที่กล่าวแล้ว แต่การที่เด็กจะมีสัมพันธภาพเรื่องเวลา เด็กควรจะมีสัมพันธภาพด้านการเคลื่อนที่และอัตราเร็วอยู่แล้วด้วย ในกรณีของวัตถุอันหนึ่งเคลื่อนที่ไปในทางตรงและทางโค้ง ซึ่งระยะทางโค้งนี้มีระยะทางรวมทั้งหมดจะยาวกว่าทางตรง สำหรับเด็กแล้วจะเปรียบเทียบเฉพาะตำแหน่งระหว่างจุดปลายเท่านั้น โดยไม่คำนึงถึงจุดเริ่มออกและระหว่างช่วงการเคลื่อนที่ เรื่องความเร็วเด็กจะรับรู้ว่าเป็น "การผ่าน" (Passing) มากกว่าที่เด็กจะคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทาง เมื่อเด็กเห็นวัตถุอันหนึ่งถึงจุดสุดท้ายก่อนอีกอันหนึ่ง เด็กจะสรุปว่าเพราะมันเคลื่อนที่ได้เร็วกว่า สัมพันธภาพการเคลื่อนที่และอัตราเร็วจะเริ่มพัฒนาขึ้นเมื่อได้นำไปใช้ในการคิดคำนวณเกี่ยวกับเวลา เด็กเล็ก ๆ จะไม่สามารถจัดรูปสมการข้างล่างนี้ได้

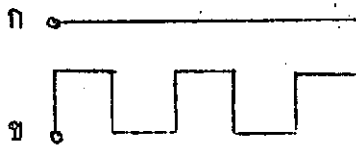
ระยะทางยาวกว่า \times เวลาเท่ากัน = ความเร็วที่มากกว่า

เพียเจต์ได้ทดลองโดยใช้ท่อ น้ำ ห่อหนึ่งที่มีหลอดรูปตัว Y เสียบบ่อยกับท่อ โดยมีจุกปิดเปิดสำหรับให้น้ำไหลผ่านหลอดด้วยปริมาณเท่ากันในหนึ่งหน่วยเวลา ใช้ภาชนะที่มีรูปร่างและขนาดเท่ากันไปรับน้ำที่ไหลออกทางปลายทั้งสองข้างของหลอด เด็กในขั้นคิดก่อนปฏิบัติการจะเชื่ออยู่แล้วว่าการไหลของน้ำลงในภาชนะที่มีรูปร่างเหมือนกันขนาดเท่ากัน

เมื่อปล่อยให้หน้าไหลออกพร้อมกัน น้ำจะเต็มภาชนะทั้งสองพร้อมกันและใช้เวลาเท่ากัน แต่เมื่อใช้ภาชนะมีขนาดและรูปร่างต่างกัน เด็กจะได้รับความยุ่งยากและสับสนมากขึ้นในการตัดสินใจ เมื่อพิจารณาถึงช่วงเวลาในการเริ่มต้นไม่พร้อมกัน การหยุดไหลของน้ำที่ไม่พร้อมกันและในช่วงเวลาที่ไมเท่ากัน เป็นการยากสำหรับเด็กเล็กที่จะมองเห็นขอบเขตของช่วงเวลาแล้วจะสามารถสรุปออกมาเป็นขั้นตอนอย่างนี้ได้ เช่น ช่วงเวลา ก. น้อยกว่าช่วงเวลา ข. น้อยกว่าช่วงเวลา ค. และเป็นการยากที่จะสรุปออกมาเป็นกฎของตัวเองว่า $ก = ข$ $ข = ค$ ดังนั้น $ก = ค$ เป็นต้น

การเคลื่อนที่และอัตราเร็ว (Movement and Velocity)

การเคลื่อนที่เป็นการแทนที่ (Displacement) ในจุดอ้างอิงที่กำหนดตำแหน่งไว้แน่นอน ในการศึกษาเรื่องนี้ของเพียเจต์เขาใช้ลวดสองเส้น ดังรูป



ลวดทั้งสองเส้นเป็นทางวิ่งของลูกบอลซึ่งใช้แทนรถ ผู้ทดลองเคลื่อนที่รถบนทางวิ่ง ข เป็นระยะทางหลายส่วน จากนั้นให้เด็กจัดระยะทางที่รถวิ่งไต่บนทางเส้น ก เด็กเล็กจะเคลื่อนที่รถเพียงระยะห่างที่เป็นเส้นตรงซึ่งเป็นระยะทางน้อยกว่าระยะทางที่รถวิ่งบนทาง ข ทั้งหมด จากนั้นผู้ทดลองเคลื่อนที่รถออกไปเป็นระยะทางเพียงหนึ่งส่วนจากจุดเริ่มต้นบนสาย ข แล้วให้เด็กจัดระยะทางที่รถเคลื่อนที่ให้เท่ากับบนสาย ก

ด้านการศึกษาถึงอัตราเร็วหรือความเร็วมีการศึกษาดังนี้ นำท่อสองท่อวางขนานกันแล้วให้วัตถุเคลื่อนที่ไปภายในท่อพร้อม ๆ กันด้วยความเร็วต่างกัน โดยคันหนึ่งวิ่งช้า อีกคันหนึ่งวิ่งเร็ว โดยเด็กจะมองไม่เห็น เด็กคิดว่ารถทั้งสองวิ่งด้วยความเร็วเท่ากัน เมื่อให้มีการเคลื่อนที่พร้อมกันด้วยอัตราเร็วต่างกัน เริ่มต้นจากจุดเดียวกันและถึงปลายทางพร้อมกัน (จะเป็นไปได้เมื่อให้คันหนึ่งวิ่งในระยะทางยาวกว่าและวิ่งเร็วกว่าอีกคันหนึ่งวิ่งไปทางตรงและวิ่งช้ากว่า) โดยลักษณะนี้เด็กเล็กจะเชื่อว่ารถทั้งสองวิ่งด้วย

อัตราเร็วเท่ากัน ถ้าให้มีการเคลื่อนที่พร้อมกันไปตามเส้นรอบวงวงกลมสองวงที่มีจุดศูนย์กลางร่วมกัน วัตถุที่วิ่งบนเส้นรอบวงใหญ่กว่าวิ่งเร็วกว่า เด็กจะยืนยันว่าวัตถุทั้งสองวิ่งด้วยความเร็วเท่ากัน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสังกัดการศึกษาระดับประถมศึกษา

งานพัฒนาการกระบวนการคิด สุลล บุญทรง (สุลล บุญทรง 2512 : 53) ได้แสดงให้เห็นแบบพัฒนาการของเด็กไทยเกี่ยวกับการอนุรักษ์มวลสารและปริมาตร โดยใช้กลุ่มตัวอย่างตั้งแต่ 6 - 13 ปี แต่ละอายุเลือกเด็กโดยสุ่มมาเป็นตัวอย่างกลุ่มละหกคน ชายสามคน หญิงสามคน รวม 288 คน นำเด็กมาทดสอบเป็นรายบุคคล คำถามแรกเป็นการคาดคะเน คำถามที่สองตอบอย่างตัดสินใจและคำถามที่สามเป็นการอธิบายเหตุผล พัฒนาการของเด็กไทยเรื่องมวลสาร น้ำหนักและปริมาตรเป็นไปตามทฤษฎีเพียเจต์ เด็กในกลุ่มตัวอย่างมีสังกัดกับเรื่องการอนุรักษ์มวลสารและน้ำหนักเมื่ออายุ 12 ปี ซึ่งการอนุรักษ์มวลสารเด็กประเทศตะวันตกจะมีเจ็ดถึงแปดปี และน้ำหนักเมื่อเก้าถึงสิบปี จะเห็นได้ว่าเด็กไทยมีการอนุรักษ์ช้ากว่าเด็กตะวันตก

ในระยะต่อมาปรากฏว่าพัฒนาการด้านการคิดของเด็กไทยก้าวหน้าขึ้นมาก เพราะจากผลงานวิจัยในระยะหลังพบว่า เด็กไทยช้ากว่าประเทศตะวันตกเพียงปีหรือสองปีเท่านั้น ปีการศึกษาต้นสังกัดทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของเด็กไทยในภาคกลางเพื่อต้องการศึกษาทฤษฎีของเพียเจต์ในเรื่องพัฒนาการของสติปัญญาในระดับขั้นการคิดรูปธรรม นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ต้องการศึกษาเด็กไทยในเรื่องสังกัดการอนุรักษ์ของเหลว ของแข็ง ความยาว น้ำหนัก ปริมาณ การทำงานประสานกันของมิติต่าง ๆ การจัดประเภท และการรับรู้รูปที่แขวงอยู่ ศรีประภา สนธิพันธ์ (Sonthikhan, 1975) แบ่งเด็กออกเป็นสามกลุ่ม ปรากฏผลว่าเด็กไทยในจังหวัดภาคกลางสามารถสร้างสังกัดเรื่องปริมาตรของแข็ง น้ำหนัก ความยาว ในอายุที่สูงกว่าที่เพียเจต์พบในเด็กยุโรป ผลที่พบสอดคล้องกับถ้อยแถลงของเพียเจต์ที่ว่า เด็กจะมีสังกัดในกระบวนการคิดเมื่ออายุระหว่าง 7 ถึง 12 ปี

ชั้นคินนามขรรณ วีรัช จาบถนอม (วีรัช จาบถนอม 2520 : 73) ศึกษาเกี่ยวกับกลุ่มตัวอย่างอายุ 13 และ 15 ปี ในกรุงเทพมหานคร และโรงเรียนเขตชนบทในจังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 120 คน เปรียบเทียบการคิดหาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์และการคิดหาเหตุผลเชิงจริยธรรม ในกรุงเทพมหานครและในชนบท โดยใช้แบบทดสอบสามด้านคือ แบบทดสอบการคิดหาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์จากคุณสมบัติของคุณแบบทดสอบการคิดหาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ด้านถ้อยคำ และแบบทดสอบการคิดหาเหตุผลเชิงจริยธรรม พบว่า กลุ่มที่มีอายุมากกว่าจะมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลทางตรรกศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่มีอายุน้อย และกลุ่มตัวอย่างที่อยู่ในกรุงเทพมหานครมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลทางตรรกศาสตร์สูงกว่ากลุ่มในชนบท ส่วนเพศหญิงและเพศชายมีความสามารถที่ไม่แตกต่างกัน

คังทีเพียเจต์ได้กล่าวถึงพัฒนาการทางสมองว่ามีขั้นตอนในกระบวนการสร้างสิ่งต่าง ๆ เป็นสากล จึงทำให้ออปเปอร์ (Oppen. 1971) ประสงค์ที่จะดูพัฒนาการของเด็กไทยที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากวัฒนธรรมตะวันตกว่าจะเป็นไปตามทฤษฎีเพียเจต์หรือไม่ สำหรับการศึกษานี้ในชั้นคินนามขรรณได้เลือกกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร และกลุ่มตัวอย่างในชนบท กลุ่มตัวอย่างในชนบทอยู่ห่างจากกรุงเทพมหานครไป 65 ไมล์ ผลการวิเคราะห์ทั้งปริมาณและคุณภาพปรากฏว่าเด็กมีพัฒนาการไปตามขั้นตอนทั้งกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพฯ และชนบท ถ้อยคำที่เด็กใช้ในการให้เหตุผลพบว่าเป็นแบบเดียวกันกับเด็กสวิส แต่ส่วนที่แตกต่างคือ อัตรารวดของการเจริญเติบโตของเด็กไทยในชนบทเจริญช้ากว่าเด็กสวิสประมาณสามปีในทุกสิ่ง

๑ ลอว์สัน (Lawson. 1977 : 235-241) ศึกษาความสัมพันธ์ของการคิดชั้นคินนามขรรณโดยใช้แบบทดสอบสามชนิดคือ การจัดลำดับทางเคมี (Chemical Combination) การโค้งของแท่งเหล็กกลม (Bending Rod) และความสมดุลของคุณ (Balance Beam) กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กระดับเจ็ดทั้งชายและหญิง การทดสอบใช้วิธีทดสอบเป็นรายบุคคลซึ่งสามารถจำแนกเด็กออกเป็นเจ็ดประเภทคือ ชั้นรูปขรรณตอนต้น

(Early Concrete) ชั้นรูปธรรมตอนกลาง (Mid - Concrete) ชั้นรูปธรรมสมบูรณ์ (Fully Concrete) ชั้นหัวเลี้ยวหัวต่อ (Transitional) ชั้นนามธรรมตอนต้น (Early Formal) ชั้นนามธรรมตอนกลาง (Mid - Formal) และชั้นนามธรรมสมบูรณ์ (Fully Formal) แบบทดสอบทั้งสามมีความเชื่อมั่น .93 .89 และ .93 ตามลำดับ โดยผลการศึกษาค้างนี้ ในจำนวน 28 คน ที่ทำแบบทดสอบการจัดอันดับทางเคมี มีอยู่ 10 คน (36 %) อยู่ในชั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม 4 คน (14 %) อยู่ในชั้นหัวเลี้ยวหัวต่อ และ 14 คน (50 %) อยู่ในชั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม สำหรับปัญหาเรื่องการโค้งของแท่งเหล็กกลม 43 % 21 % และ 36 % อยู่ในชั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม ชั้นหัวเลี้ยวหัวต่อ และชั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรมตามลำดับ ปัญหาเรื่องความสมมูลย์ของคานมี 43 % 11 % และ 46 % อยู่ในชั้นดังกล่าวมาแล้วข้างต้นตามลำดับ และไม่พบความแตกต่างระหว่างเพศในการทำแบบทดสอบ กลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา มีอายุอยู่ในช่วง 11 ปี 9 เดือน ถึง 13 ปี 2 เดือน จะพบว่า เด็กที่อยู่ในชั้นรูปธรรม และชั้นคตินามธรรมมีเปอร์เซ็นต์สูง โดยเฉพาะในชั้นคตินามธรรมยังรวมกลุ่มเด็กที่ยังไม่มีสังกัดการศึกษานามธรรมที่สมบูรณ์ด้วย ผลของการศึกษายังพบความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบทั้งสามชนิด แบบทดสอบการจัดอันดับทางเคมี และความสมมูลย์ของคานมีค่า .60 ปรากฏว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างการโค้งของแท่งเหล็กกลมและความสมมูลย์ของคานมีค่า .70 ซึ่งสูงกว่าอันอื่น ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะว่าเนื้อหาของแบบทดสอบทั้งสองแบบนี้เกี่ยวข้องกับอยู่ในเรื่องเดียวกัน

๑ ยังมีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสมมูลย์ผลในการเรียนวิทยาศาสตร์ กับพัฒนาการด้านการคิดตามทฤษฎีเพียเจต์ กับนักเรียนระดับเจ็ดถึงระดับเก้า และกับนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ แซร์และบอลล์ (Sayre and Ball, 1975: 165 - 174) ใช้กลุ่มตัวอย่าง 419 คน โดยให้ทำแบบทดสอบตามทฤษฎีเพียเจต์ ได้แก่ การแกว่งลูกตุ้ม การสมมูลย์ของคาน การจัดอันดับทางเคมี (Combinatorial Chemicals) และการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ พบว่านักเรียนที่มีสังกัดการศึกษานามธรรม จะมี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ไม่มีสิ่งกับการคิดขั้นนามธรรมที่เรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ด้าน ชีวะวิทยา เคมี ฟิสิกส์

โรเวลล์และฮอฟฟ์มันส์ (Rowell and Hoffman. 1975:157-164) ใช้
แบบทดสอบตามทฤษฎีเพียเจต์สองด้าน คือ ด้านเคมีและด้านฟิสิกส์ ปัญหาสองชนิดได้
แก่ การจัดอันดับทางเคมี (Chemical Combination) และปัญหาการแกว่งลูกตุ้ม
(Pendulum Problem) เพื่อจะแยกเด็กในชั้นคินนามธรรมออกจากเด็กชั้นคิณรูปธรรม
กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาเป็นชาย 110 คน หญิง 83 คน นำมาทดสอบด้านเคมี และใน
กลุ่มตัวอย่างเดียวกันนี้ เป็นชาย 107 คน หญิง 82 คน ทดสอบด้านฟิสิกส์ ผลการ
ศึกษาสามารถแยกเด็กออกตามขั้นพัฒนาการสี่ขั้น ดังนี้ IIA IIB IIIA และ IIB
ปรากฏว่า เปอร์เซนต์ของเด็กในชั้นคินนามธรรมเพิ่มขึ้นตามระดับอายุ จากการ
เปรียบเทียบผลของการทำแบบทดสอบงานสองชนิดนี้พบว่า ปัญหาด้านการแกว่งลูกตุ้ม
มีเด็กที่อยู่ในชั้นคินนามธรรมมากกว่าปัญหาการจัดอันดับทางเคมี จำนวนเด็กที่
ตอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อันนี้ อาจจะสนับสนุนความคิดที่ว่า การปฏิบัติด้านการ
คินนามธรรมในการแก้ปัญหาทั้งสองด้าน จะเป็นความเหมาะสมของแต่ละบุคคล ที่จะ
เรียนรู้อย่างรวดเร็ว เพื่อจะนำมาใช้แก้ปัญหาอื่นที่มีโครงสร้างเนื้อหาที่คล้ายกัน

บรุนเนอร์ และ เคนนี (Bruner and Kenney. 1970:146) อธิบายว่า
พัฒนาการด้านสติปัญญาจะเริ่มต้นด้วยการได้มีกิจกรรมเกี่ยวกับเครื่องมือ (Instru-
mental Activity) แบบหนึ่งของการพัฒนาการ คือการได้กระทำกิจกรรมซึ่งจะเป็น
สิ่งที่แสดงออก และสรุปในการจัดภาพคิดในสมองโดยเฉพาะของแต่ละคนด้วย การเพิ่ม
สัญลักษณ์ในสมอง ผู้เรียนจะค่อย ๆ รับรู้สิ่งที่เป็นนามธรรม โดยประสบการณ์ของเขา
เขาเอง เพียเจต์ยังกล่าวว่า วุฒิกาวะของระบบประสาทจะเป็นสิ่งสนับสนุนช่วยให้
เกิดการพัฒนาการการคิดคานนามธรรม

ได้มีผู้ศึกษาโดยวิธีทดลองในกลุ่มตัวอย่างได้รับการฝึกเกิดการเรียนรู้ก่อนการ
พัฒนาความสามารถด้านการควบคุมตัวแปร (Control Variables) แสดงให้เห็น
ถึงความสามารถในการรู้จักใช้เหตุผล ลอว์สัน และวูลแมน (Lawson and Wollman-
1976:413-430) ศึกษาแบบ กลุ่มควบคุมโดยการทดสอบเบื้องต้น และการทดสอบขั้น
สุดท้าย (Pretest-Posttest Control Group Design) กับกลุ่มตัวอย่าง 32 คน
ในระดับทำ เป็นชาย 14 คน หญิง 18 คน มีอายุเฉลี่ย 11 ปี 9 เดือน ถึง 13 ปี
6 เดือน ทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างมากลุ่มละ 16 คน สำหรับในกลุ่มทดลอง ซึ่งได้รับการ
เรียนรู้ถึงการควบคุมตัวแปร ส่วนกลุ่มควบคุมไม่ได้รับการเรียนรู้ ทั้งกลุ่มทดลอง
และกลุ่มควบคุมทดสอบเบื้องต้น เป็นรายบุคคลด้วยแบบทดสอบด้านการอนุรักษ์นักหนัก
ปริมาตรและการแทนที่ปริมาตร (Volume Displacement) แล้วจำแนกเด็กออกเป็น
ชั้นรูปธรรม - IIA ชั้นรูปธรรม - IIB ชั้นรูปธรรมตอนปลาย (Post Concrete)
และชั้นนามธรรมตอนต้น - IIA สำหรับการทดสอบขั้นสุดท้าย (Posttest) แบ่งเป็น
สองระยะ ระยะแรกใช้แบบทดสอบงานเพียเจต์สามด้าน การโค้งของแท่งโลหะกลม
(Bending Rods) การแกว่งลูกตุ้ม (Pendulum) และการสมดุลย์ของคาน
(Balance Beam) สามารถจำแนกเด็กออกเป็นระดับชั้นรูปธรรม และชั้นนามธรรม
ระยะที่สองของการทดสอบขั้นสุดท้าย โดยรวมกลุ่ม 32 คน เข้าด้วยกัน การทดสอบ
ไขข้อเขียนวัดด้านการควบคุมตัวแปรด้านตรรกศาสตร์ ปรากฏว่าการได้รับการฝึก
ในการเรียนการสอน สามารถจะทำให้นักเรียนที่อยู่ในชั้นรูปธรรมสามารถพัฒนาไปสู่
ชั้นนามธรรมได้

โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา เด็กผู้หญิงมักจะไม่คุ้นเคยกับเครื่องมือด้านวิทยาศาสตร์
เท่ากับเด็กผู้ชาย ซึ่งโกลด์ชมิท (Goldschmidt, 1967 : 1229 - 1246)
กล่าวว่า ผู้ชายมักจะได้คะแนนสูงในการทำแบบทดสอบงานด้านการอนุรักษ์ มากกว่า
เด็กผู้หญิง เพราะเด็กผู้ชายมีโอกาสจะเล่นและทำงานเกี่ยวกับวัตถุ วัสดุสิ่งต่าง ๆ
ได้มากกว่า ผู้หญิงมักจะทำงานในสถานที่จำกัดขอบเขตมากกว่าผู้ชาย และไม่มีอิสระ

ที่จะแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้เท่าเด็กผู้ชาย ความแตกต่างของวัยรุ่นจะเห็นชัด ในระยะหัวเลี้ยวหัวต่อของขั้นคิดรูปธรรมและนามธรรม เป็นช่วงที่เด็กผู้หญิงได้รับความกดดันจากพ่อแม่และสังคม ซึ่งตรงกับผลงานวิจัยของเกรบิลด์ (Graybill. 1975:314-346) ที่ได้ศึกษากับนักเรียนที่มีอายุ 5 ปี ถึง 15 ปี 16 ปี โดยใช้แบบทดสอบ การเท่ากันของมุม (Equal Angles) การจมนการลอยของวัตถุ (Floating Bodies) แท่งโลหะ (Rods) และการจัดลำดับทางเคมี (Chemical Combination) พบว่าในขั้นหัวเลี้ยวหัวต่อของขั้นคิดรูปธรรมและนามธรรม เพศหญิงกับเพศชายมีความสามารถแตกต่างกัน เด็กผู้ชายจะแก้ปัญหาคำนวณศาสตร์จากงานแบบทดสอบของเทียเจต์ ได้ดีกว่าเด็กผู้หญิง โดยที่ระดับอายุ 9 ปี จะได้คะแนนเฉลี่ยเกือบเท่ากัน คือ 1.4 แต่ช่วงอายุ 11 ปี ถึง 15 ปี จะแตกต่างกันมาก คือ ชายได้ 2.5 หญิงได้ 1.4 ที่ระดับอายุ 11 ปี และชายได้ 3.7 หญิงได้ 1.9 ที่ระดับอายุ 13 ปี เด็กผู้ชายจะเริ่มมีระดับการคิดคำนวณนามธรรมเมื่ออายุ 13 ปี ขณะที่เด็กผู้หญิงยังไม่มีใครได้คะแนนพอจะยืนยันได้ว่า อยู่ในขั้นนามธรรม เด็กผู้ชายและเด็กผู้หญิงจะมีความแตกต่างกันในด้านกาให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ ในช่วงอายุประมาณ 11 ปี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ปรับปรุงวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย ด้านหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น มุ่งผสมผสานวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ ให้ผสมกลมกลืนให้เนื้อหาวิชาต่อเนื่องสัมพันธ์กัน และมีความหมายในชีวิตประจำวัน ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายปรับปรุงวิชา เคมี ชีวะวิทยา ฟิสิกส์ และวิทยาศาสตร์กายภาพ แนวการสอนใหม่นี้มุ่งเพื่อให้นักเรียนเป็นคนช่างคิด หาเหตุผล เพื่อตอบปัญหาด้วยตนเอง และรู้จักแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน (นิตา สะเพียรชัย 2518:51-61) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยถือหลักดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2518:1-3)

1. ทำให้นักเรียนเป็นคนช่างคิด และหาเหตุผลเพื่อตอบปัญหาต่าง ๆ ด้วยตนเอง
2. เน้นการทดลองโดยให้นักเรียนได้ทำการทดลองด้วยตนเองมากที่สุด
3. ให้นักเรียนมีบทบาทในกระบวนการเรียนมากขึ้น โดยครูเป็นเพียงชี้ทางและแนะนำให้
4. ให้มีความสัมพันธ์และมีความหมายในชีวิตประจำวัน
5. มีการปฏิรูปวิธีสอนและวิธีวัดผลให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. เด็กที่มีระดับอายุแตกต่างกันจะมีสังกัดของแรงกดแตกต่างกัน
2. เด็กที่มีระดับอายุแตกต่างกันจะมีสังกัดของความเร็วแตกต่างกัน
3. เด็กที่มีระดับอายุแตกต่างกัน จะมีสังกัดของความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทางแตกต่างกัน
4. เด็กที่มีระดับอายุแตกต่างกัน จะมีสังกัดของแรงแตกต่างกัน
5. เด็กที่มีระดับอายุแตกต่างกัน จะมีสังกัดของอัตราเร่งแตกต่างกัน
6. เด็กที่มีระดับอายุแตกต่างกัน จะมีสังกัดของงานแตกต่างกัน
7. ที่ระดับอายุต่างกันเด็กในเมือง จะมีสังกัดในเนื้อหาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
8. ที่ระดับอายุต่างกันเด็กในชนบท จะมีสังกัดในเนื้อหาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
9. ที่ระดับอายุเดียวกันเด็กในเมืองและเด็กในชนบท จะมีสังกัดในเนื้อหาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

แหล่งข้อมูลและกลุ่มตัวอย่าง

— กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ เป็นนักเรียนที่กำลังเรียนอยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2521 อาศัยอยู่ในภาคการศึกษา 3 จำนวน 128 คน ซึ่งมีระดับอายุตั้งแต่ 13 - 16 ปี โดยมีวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ได้ดังต่อไปนี้

1. สุ่มจังหวัดในภาคการศึกษา 3 ได้จังหวัดที่เป็นตัวแทนคือ จังหวัดสงขลา
2. สุ่มอำเภอที่ใช้เป็นตัวแทนในเขตเมือง ซึ่งมี 2 อำเภอ คือ อำเภอเมืองสงขลา และอำเภอหาดใหญ่ ปรากฏว่าได้อำเภอเมืองสงขลา เป็นตัวแทนในการศึกษา
3. สุ่มอำเภอที่ใช้เป็นตัวแทนในเขตชนบท ได้แก่อำเภอสะบ้าย้อย อำเภอระโนด อำเภอสะเดา อำเภอนาทวี อำเภอสะทิงพระ ปรากฏว่าได้อำเภอที่เป็นตัวแทนในการศึกษา 2 อำเภอ คือ อำเภอระโนด และอำเภอสะเดา
4. ในแต่ละอำเภอสุ่มโรงเรียนที่จะใช้เป็นตัวแทนในการศึกษา อำเภอเมืองสงขลาได้โรงเรียนที่เป็นตัวแทน 2 โรงเรียน คือ โรงเรียนมหาวิทยาลัยราชวูช จังหวัดสงขลา และโรงเรียนวรรณารัจฉลิม จังหวัดสงขลา อำเภอระโนดได้โรงเรียนเป็นตัวแทน คือ โรงเรียนระโนดวิทยา และอำเภอสะเดาได้โรงเรียนที่เป็นตัวแทนคือ โรงเรียนสะเดา-ชรรักษ์พลาณสุนธี ในแต่ละโรงเรียนสุ่มกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุในระดับ 13 - 16 ปี รวมทั้งหมด 128 คน ดังนี้

4.1 สำหรับโรงเรียนมหาวิทยาลัยราชวูช จังหวัดสงขลา และโรงเรียนวรรณารัจฉลิม จังหวัดสงขลา สุ่มกลุ่มตัวอย่างมาโรงเรียนละ 32 คน รวมตัวอย่างทั้งหมด 64 คน

4.2 สำหรับโรงเรียนในเขตชนบทคือ โรงเรียนระโนควิทยา และ
โรงเรียนสะเคาขรรักษ์พลานุสนธิ์ สุ่มตัวอย่างมาโรงเรียนละ 32 คน รวมทั้งหมด
64 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลได้แก่

1. แบบทดสอบวัดสัมกับของแรงกด
2. แบบทดสอบวัดสัมกับของความเร็ว
3. แบบทดสอบวัดสัมกับของความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทาง
4. แบบทดสอบวัดสัมกับของแรง
5. แบบทดสอบวัดสัมกับของอัตราเร่ง
6. แบบทดสอบวัดสัมกับของงาน

แบบทดสอบทั้งหมดนี้ได้มีวิธีการดำเนินการสร้างดังนี้

วิธีการดำเนินการสร้างแบบทดสอบ

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสัมกับการคิดในชั้นนามธรรม
ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์
2. สร้างแบบทดสอบโดยยึดโครงสร้างรูปแบบตามทฤษฎีเพียเจต์ และจาก
แนวทางที่โรเบิร์ตสัน และริชาร์ดสัน (Robertson and Richardson. 1975:
319-329) ได้ศึกษาไว้ ซึ่งประกอบด้วยคำถาม 3 ประเภท
 - 2.1 คำถามเกี่ยวกับการคาดคะเน
 - 2.2 คำถามเกี่ยวกับการตัดสินใจ
 - 2.3 คำถามเกี่ยวกับการให้อธิบายเหตุผล

3. นำแบบทดสอบเสนอผู้เชี่ยวชาญทางจิตวิทยา เพื่อจะได้พิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของแต่ละคำถาม

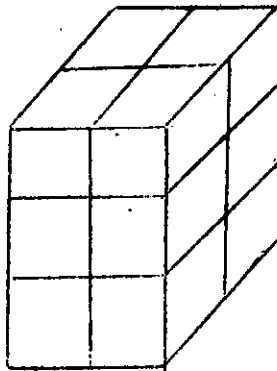
4. นำแบบทดสอบไปทดลองสอบกับเด็กแต่ละระดับอายุ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

ลักษณะของแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบวัดสติปัญญาของแรงกด

อุปกรณ์ บล็อก (Block) จำนวน 24 อัน

วิธีดำเนินการ นำบล็อกมาแบ่งเป็นสองกอง ๆ ละ 12 อัน แต่ละกองจัดเรียงไว้ในลักษณะ $2 \times 2 \times 3$ ดังรูป จัดตั้งไว้บนโต๊ะให้นักเรียนดู



คำถาม "บล็อกทั้งสองกองออกแรงกดโต๊ะด้วยแรงกดเท่ากันหรือไม่?"

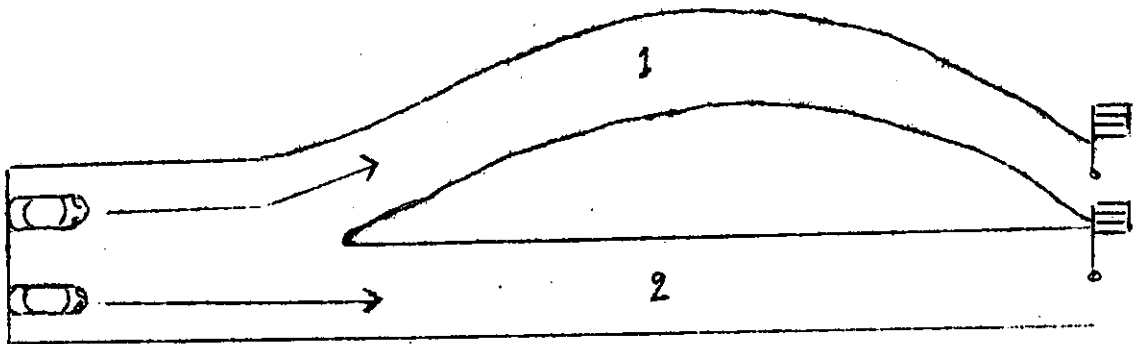
คำถาม "ให้พิจารณาคูจะเห็นว่า บล็อกแต่ละกองประกอบด้วยแนวตั้งสี่แถว ถ้าในกองแรกเอาบล็อกในแถวแนวตั้งออกเสียหนึ่งแถว บล็อกที่เหลือทั้งกองจะออกแรงกดโต๊ะด้วยแรงกดเท่ากับตอนที่ไม่มีบล็อกครบจำนวนหรือไม่?"

ผู้ทดลอง เอาบล็อกกองแรกออกเสียสองแถวในแนวตั้ง

คำถาม "บล็อกทองแรกกับทองที่สอง (มีครบสี่แถว) จะออกแรงกดโต๊ะด้วยแรงกดเท่ากันหรือไม่ ?" "ทำไม ?"

2. แบบทดสอบวัดสัมพัทธ์ของความเร็ว

อุปกรณ์ รูปภาพแสดงรถวิ่งตามถนนสายตรงและสายโค้ง ดังรูป

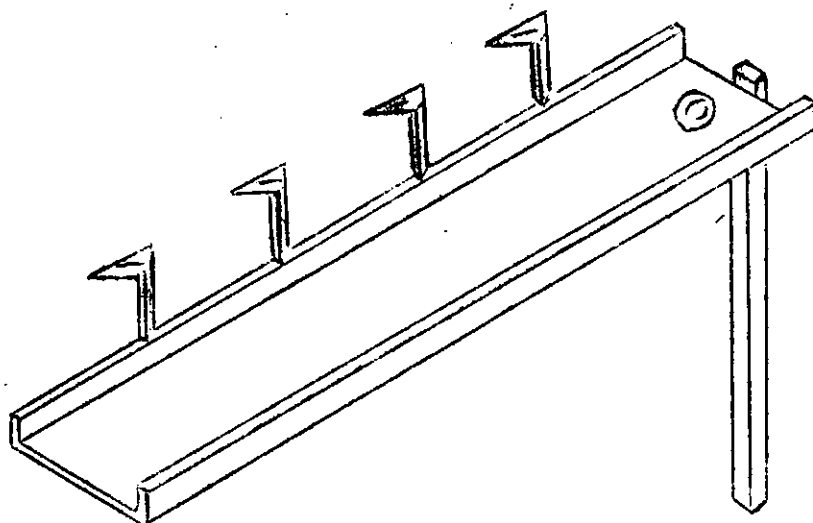


คำถาม "ถนนทั้งสองจากภาพยาวเท่ากันหรือไม่ ?"

คำถาม "ถ้าวิ่งสองคันลักษณะเหมือนทุกประการ วิ่งออกจากจุดเริ่มต้นพร้อม ๆ กัน คันหนึ่งแยกไปตามถนนสายตรง อีกคันหนึ่งแยกไปตามถนนสายโค้ง ปรากฏว่า รถทั้งสองคันไปถึงเส้นชัยพร้อมกัน รถทั้งสองคันนี้ ขณะวิ่งไปจะใช้ความเร็วเท่ากันหรือไม่ ?" "ทำไม"

3. แบบทดสอบวัดสัมพัทธ์ของความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทาง

อุปกรณ์ รางไม้สำหรับรถวิ่งยาวประมาณ 100 เซนติเมตร เสาคงปักอยู่บนขอบรางไม้สี่อัน ห่างเท่า ๆ กัน และวัตถุกลม (ดังรูป)



วิธีดำเนินการ ผู้ทดลองแสดงการกลิ้งวัตถุกลมลงจากรางไม้ที่เอียงให้นักเรียนสังเกต
ดูสามสี่ครั้ง พร้อมกับอธิบายว่า วัตถุจะกลิ้งลงมาจกปลายบนลงสู่ปลายล่าง
เร็วขึ้นเรื่อย ๆ เหมือนกับเวลาที่นักเรียนขี่จักรยานลงจากถนนลาดเอียง

คำถาม "เมื่อวัตถุกลิ้งลงมาตามพื้นเอียงเร็วขึ้นเรื่อย ๆ ระหว่างเสาชงคู่
ไหนที่วัตถุจะวิ่งผ่านไปโดยใช้เวลาน้อยที่สุด (หรือ) เกือบไม่ใช่
เวลาเลย ?"

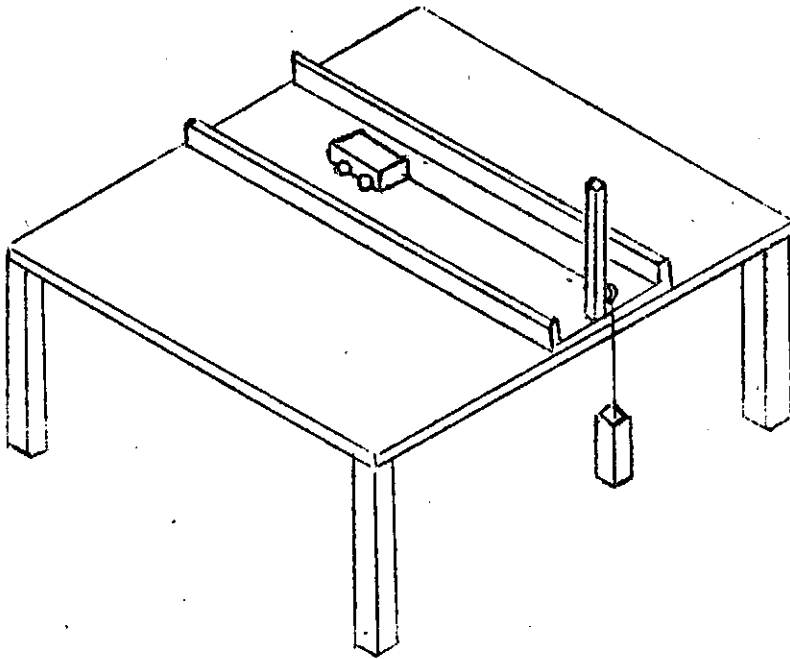
คำถาม "ระหว่างเสาชงคู่ไหนที่วัตถุกลิ้งลงมาใช้เวลาามากที่สุด ?"

คำถาม "ถ้าเราต้องการจะให้วัตถุกลิ้งผ่านระหว่างเสาชงแต่ละช่วงใช้
เวลาเท่า ๆ กัน เราควรจะต้องเปลี่ยนระยะห่างระหว่างเสาชง
แต่ละช่วงหรือไม่ ?"

คำถาม (ถ้าตอบว่าเปลี่ยน) "ควรจะเปลี่ยนอย่างไร ? แสดงให้ดูซิ"
"ทำไมจึงคิดเช่นนั้น ?"

4. แบบทดสอบวัดสัมพัทธ์ของแรง

อุปกรณ์ รถล้อที่ใช้ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สองคัน ซึ่งหนักเท่ากัน น้ำหนักสอง
กอนหนักเท่ากัน สำหรับใช้ดึงรถให้เคลื่อนที่และวางไม้ที่มีรอกครึ่งหนึ่งที่ปลาย
ข้างหนึ่งจำนวนสองวาง ยาวประมาณ 1 เมตร (ดังรูป)



วิธีดำเนินการ ชั่งน้ำหนักของรถทั้งสองคันให้หนักเรียนคู่หนักเท่ากัน และชั่งน้ำหนัก
ของตุ้มน้ำหนักที่ใช้ดึงรถให้เคลื่อนที่ให้นักเรียนคู่หนักเท่ากันทั้งสองกอน
ใช้เชือกผูกปลายข้างหนึ่งเข้ากับรถ อีกข้างหนึ่งผูกเข้ากับตุ้มน้ำหนัก โดย
คล้องผ่านรอกและเชือกอีกเส้นหนึ่งก็ทำเช่นเดียวกับเชือกเส้นแรก คือผูก
ข้างหนึ่งกับรถและอีกปลายข้างหนึ่งผูกติดกับตุ้มน้ำหนัก

คำถาม "กอนน้ำหนักทั้งสองกอนดึงรถให้เคลื่อนที่ด้วยแรงเท่ากันหรือไม่?"
ผู้ทดลองนำกอนน้ำหนักอีกกอนหนึ่งมาวางไว้ข้างรถคันหนึ่ง

คำถาม "ถ้านำน้ำหนักกอนนี้ไปวางไว้บนรถคันที่หนึ่ง กอนน้ำหนักที่ใช้ดึงรถ
ให้เคลื่อนที่จะยังคงดึงรถด้วยแรงเท่ากับครั้งแรกหรือไม่?"

ผู้ทดลองวางน้ำหนักตั้งกล่าวไว้บนรถคันที่หนึ่ง แล้วให้รถทั้งสองคันถูกดึงด้วยน้ำหนักเคลื่อนที่ไปพร้อม ๆ กัน โดยอีกคันหนึ่งไม่มีน้ำหนักบรรทุกไว้

คำถาม "แรงที่เชื้อเพลิงดึงรถทั้งสองคันให้เคลื่อนที่จะเท่ากันหรือไม่ ?"
"ทำไม ?"

5. แบบทดสอบวัดสังเกตของอัตราเร่ง

อุปกรณ์ ใช้อุปกรณ์ชุดเดียวกับแบบทดสอบสังเกตกับแรง

วิธีดำเนินการ ผู้ทดลองปล่อยให้รถทั้งสองคันเคลื่อนที่โดยอิสระ จากจุดเริ่มต้นพร้อมกัน โดยรถแต่ละคันจะเคลื่อนที่ด้วยการใช้น้ำหนักที่เท่ากันดึงให้เคลื่อนที่ แล้วให้นักเรียนสังเกต จะเห็นว่ารถจะเคลื่อนที่เร็วขึ้น ๆ การที่รถเคลื่อนที่เร็วขึ้นนี้ เราเรียกว่ารถมีอัตราเร่ง

คำถาม "รถทั้งสองคันเมื่อปล่อยให้เคลื่อนที่ไปพร้อมกัน จะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร่งเท่ากันหรือไม่ ?"

คำถาม "ถ้าปล่อยให้รถคันหนึ่งเคลื่อนที่ไปก่อนอีกคันหนึ่ง รถทั้งสองคันจะยังคงเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร่งเท่ากันหรือไม่ ?"
"ทำไม ?"

ผู้ทดลองแสดงก่อนน้ำหนักก่อนหนึ่ง ซึ่งมีมวลเท่ากับมวลของรถโดยการชั่งให้นักเรียนดู

คำถาม "ถ้า วางน้ำหนักก่อนนี้ไว้บนรถคันหนึ่ง จะมีผลทำให้อัตราเร่งของรถทั้งสองคัน ยังคงเท่ากันหรือไม่ ?"

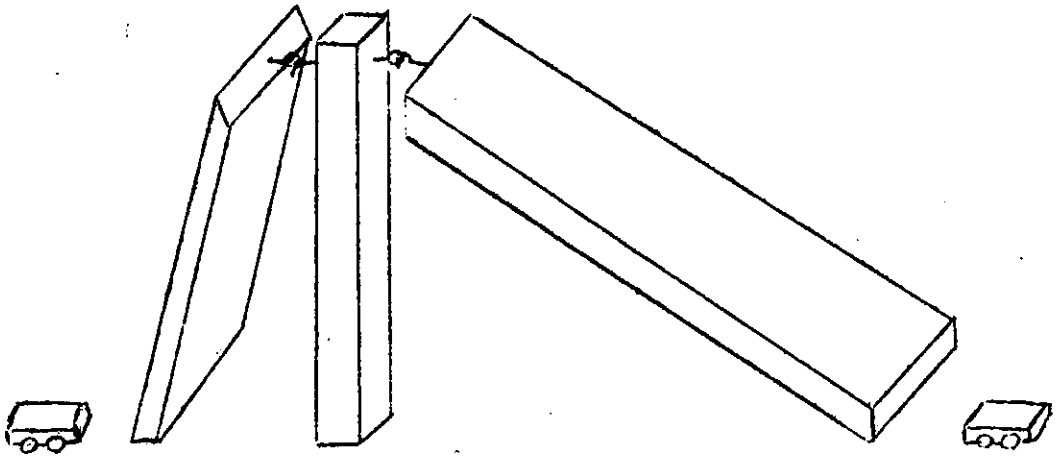
"ทำไม"

คำถาม (แสดงจุดสองจุดไว้บนรางไม้ที่รถวิ่งให้ห่างกันพอสมควร)
"รถวิ่งผ่านจุดที่หนึ่งและจุดที่สอง จะใช้อัตราเร่งของรถเท่ากันหรือไม่ ?"

"ทำไม ?"

6. แบบทดสอบวัดสติปัญญา

อุปกรณ์ รถสองคันน้ำหนักเท่ากัน รางตั้งหนึ่งอันและพื้นเอียงสองอัน ซึ่งยาวไม่เท่ากัน
 ดังรูป



วิธีดำเนินการ ผู้ทดลองนำรถทั้งสองคันมาวางไว้คนละข้างของรางตั้ง แล้วผู้ทดลองแสดงการยกรถทั้งสองคันขึ้นไปอยู่บนปลายรางตั้ง

คำถาม "ในการยกรถแต่ละคันขึ้นไปไว้บนรางตั้งนี้ จะทำงานเท่ากันหรือไม่?"

ผู้ทดลองจัดพื้นเอียงทั้งสองอันเข้ากับรางตั้ง เสร็จแล้วนำรถทั้งสองคันมาวางไว้ที่ปลายกลางสุดของพื้นเอียงทั้งสอง

คำถาม "พื้นเอียงยาวเท่ากันหรือไม่? ในการดึงรถขึ้นไปบนพื้นเอียงทั้งสองอันจนไปถึงปลายบนสุดของพื้นเอียงจะใช้แรงดึงรถเท่ากันหรือไม่?"

คำถาม "ในการดึงรถขึ้นไปตามพื้นเอียงทั้งสองอัน เมื่อไปถึงปลายบนสุดของพื้นเอียงจะทำงานเท่ากันหรือไม่?"

การตรวจให้คะแนน

ในการทำแบบทดสอบสามารถจำแนกเด็กออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. เด็กที่มีสังกัดในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึงเด็กที่สามารถตอบคำถามประเภทคาดคะเน ตัดสินใจและอธิบายเหตุผลได้ถูกต้อง ให้ 1 คะแนน
2. เด็กที่ไม่มีสังกัดในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึงเด็กที่ไม่สามารถตอบคำถามประเภทคาดคะเน การตัดสินใจ และอธิบายเหตุผลได้ถูกต้องทุกคำถาม ซึ่งจะรวมเด็กที่อยู่ในขั้นหัวเลี้ยวหัวต่ออยู่ด้วย ให้ 0 คะแนน

วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล

นำแบบทดสอบทั้งหมดไปทดสอบกับเด็กเป็นรายบุคคล พร้อมทั้งจับบันทึกคำตอบขณะทำการทดสอบหากเด็กคนใดยังคิดหาคำตอบไม่ได้ ก็พยายามกระตุ้นให้เด็กตอบให้มากที่สุด จากนั้น จึงนำไปตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ดังกล่าวมาแล้ว

วิธีจัดการทำกับข้อมูล

1. หากสถิติพื้นฐานของคะแนนสังกัดในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ได้แก่คะแนนเฉลี่ย และค่าความแปรปรวน
2. สมมติฐานข้อ 1 ถึง ข้อ 8 ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยใช้ Analysis of Variance (Lindquist. 1956:55-56)

ถ้าค่า F มีนัยสำคัญจากการวิเคราะห์ด้วย Analysis of Variance ก็เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้ Studentized q -statistic (Winer. 1970:185)

3. สมมติฐานข้อ 9 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนสังกัดของเด็กในเมือง และเด็กในชนบทที่ระดับอายุเดียวกันใช้ t -test (Glass. 1970:295)

บทที่ 4

ผลการค้นคว้า

ข้อตกลงเกี่ยวกับการวิเคราะห์และแปลผล

N	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง
ΣX	แทน	ผลรวมของคะแนนดิบ
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
s^2	แทน	ค่าความแปรปรวน
S	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - distribution
F	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน F - distribution
SS	แทน	Sum Square
MS	แทน	Mean Square
df	แทน	Degree of Freedom
q	แทน	Studentized Range Statistic

การเสนอผลการค้นคว้าจะได้เสนอเป็นตอนตามลำดับดังนี้

ตอนที่ 1 แสดงจำนวนเปอร์เซ็นต์ของเด็กที่มีพัฒนาการด้านสติปัญญาในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

* ตอนที่ 2 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนสติปัญญาในด้านต่าง ๆ ของกลุ่มเด็กทั้งหมดที่มีระดับอายุแตกต่างกันสี่ระดับอายุ

ตอนที่ 3 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนสติปัญญาในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

ของเด็กในเมืองที่ระดับอายุต่างกัน

ตอนที่ 4 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนสั่งกบในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์
ของเด็กในชนบทที่ระดับอายุต่างกัน

ตอนที่ 5 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนสั่งกบในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์
ของเด็กในเมืองและในชนบทที่ระดับอายุเดียวกัน

ผลการค้นคว้า

ตอนที่ 1 แสดงจำนวนเปอร์เซ็นต์ของเด็กที่มีพัฒนาการด้านสั่งกบในเนื้อหา
วิชาวิทยาศาสตร์

ตาราง 1 แสดงจำนวนเปอร์เซ็นต์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่มีพัฒนาการสั่งกบ
ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ จำแนกตามระดับอายุ

ตัวแปร	อายุ N	13 ถึง	14 ถึง	15 ถึง	16 ถึง	รวม	
		13.11 ปี %	14.11 ปี %	15.11 ปี %	16.11 ปี %	N	%
สั่งกบของแรงกด	32	37.50	68.75	71.88	81.25	128	64.84
สั่งกบของความเร็ว	32	71.88	87.50	87.50	93.75	128	85.16
สั่งกบของความสัมพันธ์ระหว่าง เวลาและระยะทาง	32	34.38	53.13	65.63	75.00	128	57.03
สั่งกบของแรง	32	21.88	50.00	50.00	62.50	128	46.10
สั่งกบของอัตราเร่ง	32	0.00	15.63	3.13	6.25	128	6.25
สั่งกบของงาน	32	3.13	3.13	12.50	12.50	128	7.81

ตามตาราง 1 สามารถแปลผลได้ว่า เด็กในระดัับอายุ 13 ปี ถึง 13 ปี 11 เดือน จะมีความสามารถด้านสังกัดของความเร็วสูงกว่าสังกัดด้านอื่นมีจำนวน 71.88% ความสามารถที่รองลงมาคือ ความสามารถด้านสังกัดของแรงกตมีจำนวน 37.50% สังกัดของความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทางมีจำนวน 34.38% สังกัดของแรงมีจำนวน 21.88% และสังกัดของงานมีจำนวน 3.13% สำหรับความสามารถด้านสังกัดของอัตราเร่งพบว่า เด็กในระดัับนี้ยังไม่มีสังกัดในค่านี

เด็กในระดัับอายุ 14 ปี-14 ปี 11 เดือน จะมีความสามารถด้านสังกัดของความเร็วมากที่สุดมีจำนวน 87.50% ความสามารถด้านอื่นที่รองลงมาได้แก่ สังกัดของแรงกตมีจำนวน 68.75% สังกัดของความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทางมีจำนวน 53.13% สังกัดของแรงมีจำนวน 50% สังกัดของอัตราเร่งมีจำนวน 15.63% และสังกัดของงานมีจำนวน 3.13%

สำหรับในระดัับอายุ 15 ปี ถึง 15 ปี 11 เดือน เด็กจะมีความสามารถในสังกัดของความเร็วจำนวนมากที่สุดถึง 87.50% ความสามารถอันดับรองลงมาได้แก่ สังกัดของแรงกตมีจำนวน 71.88% สังกัดของความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทางมีจำนวน 65.63% สังกัดของแรงมีจำนวน 50% สังกัดของงานมีจำนวน 12.50% และสังกัดของอัตราเร่งมีจำนวน 3.13% ซึ่งความสามารถของเด็กที่ระดัับอายุ 16 ปี ถึง 16 ปี 11 เดือน จะมีความสามารถเช่นเดียวกับเด็กระดัับอายุ 15 ปี ถึง 15 ปี 11 เดือน และมีจำนวนเด็กที่มีสังกัดเรียงตามลำดับดังนี้คือ 93.75% 81.25% 75% 62.50% 12.50% และ 6.25%

เพื่อจะศึกษาจำนวนของเด็กในเมืองและเด็กในชนบทที่มีพัฒนาการด้านสังกัดในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ในแต่ละระดัับอายุ จึงได้เสนอให้เห็นในตาราง 2

ตาราง 2 แสดงจำนวนเปอร์เซ็นต์ของเด็กในเมืองและเด็กในชนบทที่มีพัฒนาการด้านสังกัดการคิดชั้นนามธรรมในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

ตัวแปร	N	ในเมือง %	ในชนบท %
สังกัดของแรงกด	64	75.00	54.69
สังกัดของความเร็ว	64	87.50	82.81
สังกัดของความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทาง	64	64.06	50.00
สังกัดของแรง	64	48.44	43.75
สังกัดของอัตราเร่ง	64	4.69	7.82
สังกัดของงาน	64	9.38	6.25

ตามตาราง 2 สามารถแปลผลได้ว่า เด็กในเมืองมีความสามารถในเรื่องความเร็วสูงที่สุดมีจำนวน 87.50% ความสามารถด้านอื่นที่รองลงมาได้แก่ สังกัดของแรงกดมีจำนวน 75% สังกัดของความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทางมีจำนวน 64.06% สังกัดของแรงมีจำนวน 48.44% สังกัดของงานมีจำนวน 9.38% และสังกัดของอัตราเร่งมีจำนวน 4.69% สำหรับเด็กในชนบทมีจำนวนเด็กที่มีความสามารถด้านสังกัดต่าง ๆ เรียงตามลำดับดังนี้ สังกัดของความเร็ว 82.81% สังกัดของแรงกด 54.69% สังกัดของความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทาง 50% สังกัดของแรง 43.75% สังกัดของอัตราเร่ง 7.82% และสังกัดของงาน 6.25%

✓ ตอนที่ 2 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนสังกัดปีในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์
ของกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุต่างกันสี่ระดับอายุ

ตาราง 3 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนสังกัดปีของแรงกดของกลุ่มตัวอย่างที่มี
 ระดับอายุต่างกันสี่ระดับ

ระดับอายุ	N	ΣX	\bar{X}	s^2
13 - 13.00 ปี	32	12	0.3750	0.2419
14 - 14.11 ปี	32	22	0.6875	0.2217
15 - 15.11 ปี	32	23	0.7188	0.2174
16 - 16.11 ปี	32	26	0.8125	0.1572

เปรียบเทียบความแตกต่างค่าสังกัดปีของแรงกดของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 128 คน
 ที่มีระดับอายุต่างกัน ดังแสดงในตาราง 4 เพื่อทดสอบสมมติฐานที่กล่าวว่า เด็กที่มีระดับ
 อายุแตกต่างกันจะมีสังกัดปีของแรงกดแตกต่างกัน

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อหาความแตกต่างของคะแนน
 ในสังกัดปีของแรงกดที่ระดับอายุต่างกัน

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม	3	3.4609	1.1536	5.5623 ^{oo}
ความแตกต่างภายในกลุ่ม	124	25.7184	0.2074	
รวม	127	29.1793		

$$F_{.01}(3, 124) = 3.78$$

^{oo} มีนัยสำคัญที่ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 4 กลุ่มเด็กที่มีระดับอายุแตกต่างกันจะมี
 สังกกับแรงกดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งตรงกับสมมติฐาน ดังนั้น
 จึงต้องทำการทดสอบเป็นรายคู่ โดยใช้ q - statistic ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสังกัดของแรงกดของกลุ่มตัวอย่าง
 เป็นรายคู่

ระดับอายุ	\bar{X}	13 ถึง	14 ถึง	15 ถึง	16 ถึง
		13.11 ปี	14.11 ปี	15.11 ปี	16.11 ปี
		0.3750	0.6875	0.7188	0.8125
13 - 13.11	0.3750	-	0.3125**	0.3438**	0.4375**
14 - 14.11	0.6875		-	0.0313	0.1250
15 - 15.11	0.7188			-	0.0937
16 - 16.11	0.8125				-
			$r = 2$	$r = 3$	$r = 4$
		$q_{.95} (r, 124)$	2.37	3.31	3.63
	$\sqrt{MS_{error}/n.}$	$q_{.95} (r, 124)$	0.1919	0.2668	0.2926
		$q_{.99} (r, 124)$	3.64	4.12	4.40
	$\sqrt{MS_{error}/n.}$	$q_{.99} (r, 124)$	0.2933	0.3321	0.3546

**มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 5 ปรากฏว่า

1. นักเรียนที่ระดับอายุ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน ได้คะแนนสังกัดของแรงกดสูงกว่านักเรียนที่ระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่ระดับอายุ 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน ได้คะแนนสังกัดของแรงกดสูงกว่านักเรียนที่ระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. นักเรียนระดับอายุ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน ได้คะแนนสังกัดของแรงกดสูงกว่านักเรียนที่ระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. นักเรียนที่ระดับอายุ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน และ 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน ได้คะแนนสังกัดของแรงกดไม่แตกต่างจากนักเรียนที่ระดับอายุ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน

5. นักเรียนที่ระดับอายุ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน ได้คะแนนสังกัดของแรงกดไม่แตกต่างจากนักเรียนที่ระดับอายุ 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน

ตาราง 6 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนสังกัดของความเร็วของกลุ่มเด็กทั้งหมดที่มีระดับอายุแตกต่างกันสี่ระดับ

ระดับอายุ	N	$\sum X$	\bar{X}	S^2
13 - 13.11 ปี	32	23	0.7188	0.2174
14 - 14.11 ปี	32	28	0.8750	0.1129
15 - 15.11 ปี	32	28	0.8750	0.1129
16 - 16.11 ปี	32	30	0.9375	0.0605

เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนสั่งกับความเร็วของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 128 คน ที่มีระดับอายุแตกต่างกัน ดังแสดงในตาราง 7 เพื่อทดสอบสมมติฐานที่กล่าวว่า เด็กที่มีระดับอายุแตกต่างกันจะมีสั่งกับความเร็วแตกต่างกัน

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อหาความแตกต่างของคะแนนในสั่งกับความเร็ว ที่ระดับอายุแตกต่างกัน

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม	3	0.8359	0.2786	2.2519
ความแตกต่างภายในกลุ่ม	124	15.3438	0.1237	
รวม	127	16.1797		

$$F_{.05(3,124)} = 2.60$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 7 ปรากฏว่าเด็กที่มีระดับอายุแตกต่างกันได้คะแนนในสั่งกับความเร็วไม่แตกต่างกัน ซึ่งผลที่ได้ไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน

ตาราง 8 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนสั่งกับความเร็วสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทางของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

ระดับอายุ	N	ΣX	\bar{X}	s^2
13 - 13.11 ปี	32	11	0.3438	0.2328.
14 - 14.11 ปี	32	17	0.5313	0.2571
15 - 15.11 ปี	32	21	0.6563	0.2328
16 - 16.11 ปี	32	24	0.7500	0.1903

เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนสังกัดปีของความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทางของกลุ่มตัวอย่าง 128 คน ที่มีระดับอายุแตกต่างกัน ดังแสดงในตาราง 9 เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า เด็กที่มีระดับอายุแตกต่างกันจะมีสังกัดปีความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทางแตกต่างกัน

ตาราง 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อหาความแตกต่างของคะแนนสังกัดปีของความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทาง ที่ระดับอายุแตกต่างกัน

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม	3	2.9609	0.9870	4.3084**
ความแตกต่างภายในกลุ่ม	124	28.4063	0.2291	
รวม	127	31.3672		

$$F_{.01}(3, 124) = 3.78$$

** มีนัยสำคัญที่ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 9 สามารถแปลผลได้ว่า กลุ่มเด็กที่มีระดับอายุแตกต่างกันได้คะแนนในสังกัดปีความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทางแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ตรงกับสมมติฐาน จึงต้องทำการทดสอบเป็นรายคู่ โดยใช้ q - statistic ดังแสดงในตาราง 10

ตาราง 10 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสังกัดปีของความสัมพันธ์ระหว่าง
เวลาและระยะทางของกลุ่มตัวอย่างเป็นรายคู่

ระดับอายุ	\bar{X}	13-13.11 ปี	14-14.11 ปี	15-15.11 ปี	16-16.11 ปี
		0.3438	0.5135	0.6563	0.7500
13-13.11 ปี	0.3438	-	0.1875	0.3125*	0.4062**
14-14.11 ปี	0.5313		-	0.1250	0.2187
15-15.11 ปี	0.6563			-	0.0937
16-16.11 ปี	0.7500				-
			$r = 2$	$r = 3$	$r = 4$
	$q_{.95} (r, 124)$		2.37	3.31	3.63
	$\sqrt{MS_{error}/n} \cdot q_{.95} (r, 124)$		0.2005	0.2800	0.3071
	$q_{.99} (r, 124)$		3.64	4.12	4.40
	$\sqrt{MS_{error}/n} \cdot q_{.99} (r, 124)$		0.3079	0.3486	0.3722

*มีนัยสำคัญ .05

**มีนัยสำคัญ .01

จากตาราง 10 แสดงว่า

1. นักเรียนระดับอายุ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน ได้คะแนนสังกัดปีของความ
สัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทางสูงกว่านักเรียนที่มีระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนระดับอายุ 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน ได้คะแนนสังกัดปีของความ
สัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทางสูงกว่านักเรียนที่มีระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนระดับอายุ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน ได้คะแนนสังกัดของความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทางไม่แตกต่างจากนักเรียนที่มีระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน

4. นักเรียนระดับอายุ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน และ 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน ได้คะแนนสังกัดของความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทางไม่แตกต่างจากนักเรียนที่มีระดับอายุ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน

5. นักเรียนที่มีระดับอายุ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน ได้คะแนนสังกัดของความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทางไม่แตกต่างจากนักเรียนที่มีระดับอายุ 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน

ตาราง 11 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนสังกัดของแรงของเด็กทั้งหมดที่ระดับอายุแตกต่างกันสี่ระดับ

ระดับอายุ	N	ΣX	\bar{X}	S^2
13 - 13.11 ปี	32	7	0.2188	0.1761
14 - 14.11 ปี	32	16	0.5000	0.2581
15 - 15.11 ปี	32	16	0.5000	0.2581
16 - 16.11 ปี	32	20	0.6250	0.2419

เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนสังกัดของแรงของกลุ่มตัวอย่าง 128 คนที่มีระดับอายุแตกต่างกัน ดังแสดงในตาราง 12 เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า ที่ระดับอายุแตกต่างกันเด็กจะมีสังกัดของแรงต่างกัน

ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อหาความแตกต่างของคะแนน
 สังกัปของแรงที่ระดับอายุแตกต่างกัน

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม	3	2.8359	0.9453	4.0464 ^{**}
ความแตกต่างภายในกลุ่ม	124	28.9688	0.2336	
รวม	127	31.8047		

$$F_{.01} (3, 124) = 3.78$$

^{**} มีนัยสำคัญที่ .01

จากตาราง 12 สามารถแปลผลได้ว่า กลุ่มเด็กที่มีระดับอายุแตกต่างกันได้
 คะแนนสังกัดของแรงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งตรงกับสมมติฐาน
 ดังนั้น จึงทำการทดสอบเป็นรายคู่ โดยใช้ t - statistic ดังแสดงในตาราง 13

ตาราง 13 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสังกัดปีของแรงของกลุ่มตัวอย่าง
เป็นรายคู่

ระดับอายุ	\bar{x}	13-13.11 ปี	14-14.11 ปี	15-15.11 ปี	16-16.11 ปี
		0.2188	0.5000	0.5000	0.6250
13-13.11 ปี	0.2188	-	0.2812 [*]	0.2812	0.4062 ^{**}
14-14.11 ปี	0.5000		-	0.0000	0.1250
15-15.11 ปี	0.5000			-	0.1250
16-16.11 ปี	0.6250				-
			$r = 2$	$r = 3$	$r = 4$
	$q_{.95} (r, 124)$		2.37	3.31	3.63
	$q_{.99} (r, 124)$		0.2025	0.2830	0.3104
		$q_{.99} (r, 124)$	3.64	4.12	4.40
	$q_{.99} (r, 124)$	$q_{.99} (r, 124)$	0.3112	0.3522	0.3762

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตาราง 13 แสดงว่า

1. นักเรียนระดับอายุ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน ได้คะแนนสังกัดปีของแรงสูงกว่านักเรียนที่มีระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักเรียนที่ระดับอายุ 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน ได้คะแนนสังกัดปีของแรงไม่แตกต่างจากนักเรียนที่ระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน

3. นักเรียนที่ระดับอายุ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน ได้คะแนนสังกัดของแรงสูงกว่านักเรียนระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนระดับอายุ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน และ 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน ได้คะแนนสังกัดของแรงไม่แตกต่างจากนักเรียนระดับอายุ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน

5. นักเรียนระดับอายุ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน ได้คะแนนสังกัดของแรงไม่แตกต่างจากนักเรียนระดับอายุ 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน

ตาราง 14 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนสังกัดของอัตราเร่ง

ระดับอายุ	N	ΣX	\bar{X}	s^2
13 - 13.11 ปี	32	0	0.0000	0.0000
14 - 14.11 ปี	32	5	0.1563	0.1361
15 - 15.11 ปี	32	1	0.0313	0.0313
16 - 16.11 ปี	32	2	0.0625	0.0648

เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนสังกัดของอัตราเร่งของกลุ่มตัวอย่าง 128 คน ที่ระดับอายุต่างกัน ดังแสดงในตาราง 15 เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า ที่ระดับอายุต่างกันเด็กจะมีสังกัดของอัตราเร่งแตกต่างกัน

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนสังกัดของอัตราเร่ง
ที่ระดับอายุแตกต่างกัน

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม	3	0.4475	0.1492	2.6227*
ความแตกต่างภายในกลุ่ม	124	7.0525	0.0569	
รวม	127	7.5000		

$$F_{.05} (3, 124) = 2.60$$

* มีนัยสำคัญที่ .05

ผลการวิเคราะห์ตาราง 15 ปรากฏว่ากลุ่มเด็กที่มีระดับอายุแตกต่างกันได้
คะแนนสังกัดของอัตราเร่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งตรงกับ
สมมติฐาน เพื่อจะศึกษาดูว่าระดับอายุคูใดจะมีคะแนนแตกต่างกันจึงต้องทำการทดสอบ
เป็นรายคู่ โดยใช้ q - statistic ดังแสดงในตาราง 16

ตาราง 16 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสังกัดปีของอัตราเร่งของกลุ่ม
ตัวอย่างเป็นรายคู่

ระดับอายุ	\bar{x}	13-13.11 ปี	15-15.11 ปี	16-16.11 ปี	14-14.11 ปี
		0.0000	0.0313	0.0625	0.1563
13-13.11 ปี	0.0000	-	0.0313	0.0625	0.1563*
15-15.11 ปี	0.0313		-	0.0312	0.1250
16-16.11 ปี	0.0625			-	0.0938
14-14.11 ปี	0.1563				-
			$r = 2$	$r = 3$	$r = 4$
		$q_{.95}(r, 124)$	2.37	3.31	3.63
$\sqrt{\frac{MS_{error}}{n}}$		$q_{.95}(r, 124)$	0.1005	0.1403	0.1539

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากตาราง 16 สามารถแปลผลได้ว่า

1. กลุ่มเด็กนักเรียนที่ระดับอายุ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน ได้คะแนนสังกัดปีของอัตราเร่งสูงกว่านักเรียนที่ระดับอายุ 13 - 13 ปี 11 เดือน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05
2. นักเรียนระดับอายุ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน และ 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน ได้คะแนนสังกัดปีของอัตราเร่งไม่แตกต่างจากกลุ่มนักเรียนระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน
3. นักเรียนระดับอายุ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน และ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน ได้คะแนนสังกัดปีของอัตราเร่งไม่แตกต่างจากกลุ่มนักเรียนที่ระดับอายุ 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน

4. นักเรียนระดับอายุ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน ได้คะแนนสังกัดของชัตรา
เร่งไม่แตกต่างจากนักเรียนระดับอายุ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน

ตาราง 17 คาสถิติพื้นฐานของคะแนนสังกัดของงาน จำแนกตามระดับอายุ

ระดับอายุ	N	ΣX	\bar{X}	S^2
13 - 13.11 ปี	32	1	0.0313	0.1361
14 - 14.11 ปี	32	1	0.0313	0.1361
15 - 15.11 ปี	32	4	0.1250	0.1129
16 - 16.11 ปี	32	4	0.1250	0.1129

เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนสังกัดของงานของกลุ่มตัวอย่าง 128 คน
ที่ระดับอายุต่างกัน ดังแสดงในตาราง 18 เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่า กลุ่มเด็กที่
มีอายุแตกต่างกันจะมีสังกัดของงานต่างกัน

ตาราง 18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนสังกัดของงานที่ระดับ
อายุแตกต่างกัน

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม	3	0.2813	0.0938	1.3007
ความแตกต่างภายในกลุ่ม	124	8.9375	0.0721	
รวม	127	9.2188		

$$F_{.05} (3, 124) = 2.60$$

จากตาราง 18 ปรากฏว่ากลุ่มเด็กที่มีระดับอายุแตกต่างกันได้คะแนนสั่งกัปี
ของงานไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

ตอนที่ 3 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนสั่งกัปีในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์
ของเด็กในเมืองที่มีระดับอายุต่างกัน

ตาราง 19 คาสถิติพื้นฐานของคะแนนสั่งกัปีในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ของ
เด็กในเมือง จำแนกตามระดับอายุ

ระดับอายุ	N	ΣX	\bar{X}	S^2
13 - 13.11 ปี	16	32	2.0000	1.7333
14 - 14.11 ปี	16	49	3.0625	1.6625
15 - 15.11 ปี	16	48	3.0000	2.0000
16 - 16.11 ปี	16	56	3.5000	0.5333

เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนสั่งกัปีในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม
เด็กในเมืองที่ระดับอายุแตกต่างกัน ดังแสดงในตาราง 20 เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า
ที่ระดับอายุแตกต่างกันเด็กในเมืองจะมีสั่งกัปีในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อหาความแตกต่างค่าน้ำหนักกับ
ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กในเมืองที่มีระดับอายุแตกต่างกัน

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม	3	19.2970	6.4323	4.3395 ^{**}
ความแตกต่างภายในกลุ่ม	60	88.9375	1.4823	
รวม	63	108.2344		

$F_{.01}(3,60) = 4.13$

* มีนัยสำคัญที่ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 20 ปรากฏว่าเด็กในเมืองที่มีระดับอายุแตกต่างกันได้คะแนนน้ำหนักรวมในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ดังนั้น จึงทดสอบกับกลุ่มเด็กที่มีระดับอายุแตกต่างกันสี่ระดับเป็นรายคู่ โดยใช้ q -statistic ดังแสดงในตาราง 21

ตาราง 21 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสังกัดในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์
เป็นรายคู่

ระดับอายุ	\bar{X}	13-13.11 ปี	15-15.11 ปี	14-14.11 ปี	16-16.11 ปี
		2.0000	3.0000	3.0625	3.5000
13-13.11 ปี	2.0000	-	1.0000 ^o	1.0625 ^o	1.5000 ^{oo}
15-15.11 ปี	3.0000		-	0.0625	0.5000
14-14.11 ปี	3.0625			-	0.4375
16-16.11 ปี	3.5000				-
			$r = 2$	$r = 3$	$r = 4$
	$q_{.95}(r, 60)$		2.83	3.40	3.74
	$\sqrt{MS_{error}/n} \cdot q_{.95}(r, 60)$		0.8612	1.0346	1.1381
			$r = 2$	$r = 3$	$r = 4$
	$q_{.99}(r, 60)$		3.76	4.29	4.60
	$\sqrt{MS_{error}/n} \cdot q_{.99}(r, 60)$		1.1442	1.3054	1.3998

* นัยสำคัญระดับ .05

** นัยสำคัญระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 21 ปรากฏว่า

1. นักเรียนที่มีระดับอายุ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน ได้คะแนนสังกัดในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่ระดับอายุ 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน และ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน ได้คะแนนสังกัดในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่มีระดับอายุ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน และ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน ได้คะแนนสูงกับในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างจากกลุ่มเด็กที่ระดับอายุ 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน

4. นักเรียนที่มีระดับอายุ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน ได้คะแนนสูงกับในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างที่ระดับอายุ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน

ตอนที่ 4 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนสูงกับในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กในชนบทที่ระดับอายุแตกต่างกัน

ตาราง 22 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนสูงกับในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กในชนบท จำแนกตามระดับอายุ

ระดับอายุ	N	$\sum X$	\bar{X}	S^2
13 - 13.11 ปี	16	22	1.3750	1.1833
14 - 14.11 ปี	16	40	2.5000	1.2000
15 - 15.11 ปี	16	45	2.8125	1.3625
16 - 16.11 ปี	16	50	3.1250	1.0500

เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนสูงกับในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มเด็กในชนบทที่มีระดับอายุแตกต่างกันจำนวนทั้งหมด 64 คน ดังแสดงในตาราง 23 เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่า ที่ระดับอายุต่างกันเด็กในชนบทจะมีสูงกับในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

ตาราง 23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อหาความแตกต่างด้านสังกัดปี
 ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กในชนบทที่มีระดับอายุต่างกัน

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม	3	27.9219	9.3073	7.7628 ^{**}
ความแตกต่างภายในกลุ่ม	60	71.9375	1.1990	
รวม	63	99.8594		

$$F_{.01}(3,60) = 4.13$$

^{**}มีนัยสำคัญที่ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 23 ปรากฏว่ากลุ่มเด็กที่อยู่ในชนบทที่มี
 ระดับอายุแตกต่างกันได้คะแนนสังกัดปีในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
 ทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งผลสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ จึงต้องทดสอบเป็นรายคู่
 โดยใช้ q - statistic ดังแสดงในตาราง 24

ตาราง 24 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสั่งกบในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์
เป็นรายคู่

ระดับอายุ	\bar{x}	13-13.11 ปี	14-14.11 ปี	15-15.11 ปี	16-16.11 ปี
		1.3750	2.5000	2.8125	3.1250
13-13.11 ปี	1.3750	-	1.1250**	1.4375**	1.7500**
14-14.11 ปี	2.5000		-	0.3125	0.6250
15-15.11 ปี	2.8125			-	0.3125
16-16.11 ปี	3.1250				-
			r = 2	r = 3	r = 4
	q.95 (r,60)		2.83	3.40	3.74
	$\sqrt{MS_{error}/n}$ q.95 (r,60)		0.7797	0.9367	1.0304
	q.99 (r,60)		3.76	4.29	4.60
	$\sqrt{MS_{error}/n}$ q.99 (r,60)		1.0359	1.1819	1.2673

*นัยสำคัญที่ระดับ .05

**นัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตาราง 24 ปรากฏผลการวิเคราะห์หขอมูลดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างที่ระดับอายุ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน และ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน ได้คะแนนสูงกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. กลุ่มตัวอย่างที่มีระดับอายุ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน และ 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน ได้คะแนนสั่งกบในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างไปจากกลุ่มตัวอย่างที่ระดับอายุ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน

3. กลุ่มตัวอย่างที่มีระดับอายุ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน ได้คะแนนสั่งก๊ปใน
 เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างไปจากกลุ่มตัวอย่างที่มีระดับอายุ 15 ปี - 15 ปี
 11 เดือน

ตอนที่ 5 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนสั่งก๊ปในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์
 ของกลุ่มเด็กในเมืองและในชนบทที่มีระดับอายุเดียวกัน

เปรียบเทียบความแตกต่างค่าสั่งก๊ปในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กในเมือง
 และในชนบทที่มีระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน ดังแสดงในตาราง 25 เพื่อ
 ทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่า มีระดับอายุเดียวกันเด็กในเมืองและเด็กในชนบทจะมีสั่งก๊ป
 ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

ตาราง 25 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยในสั่งก๊ปเนื้อหา
 วิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กในเมืองและในชนบทที่มีระดับอายุ 13 ปี -
 13 ปี 11 เดือน

สภาพท้องถิ่น	N	$\sum X$	\bar{X}	s^2	t
ในเมือง	16	32	2.0000	1.7333	1.4639
ในชนบท	16	22	1.3750	1.1888	

$$t_{05} (30) = 1.697$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 25 ปรากฏว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีระดับอายุ
 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน เด็กในเมืองและเด็กในชนบทได้คะแนนสั่งก๊ปในเนื้อหาวิชา
 วิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งผลที่ได้ไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงว่าเด็ก

ในเมืองและเด็กในชนบทจะมีความสามารถด้านสัณฐานกับในเนื้อหารวิชาวิทยาศาสตร์พอ ๆ กัน

เปรียบเทียบความแตกต่างด้านสัณฐานกับในเนื้อหารวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มเด็กในเมืองและในชนบทที่ระดับอายุ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน ดังแสดงในตาราง 26

ตาราง 26 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยด้านสัณฐานกับในเนื้อหารวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กในเมืองและในชนบทที่ระดับอายุ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน

สภาพท้องถิ่น	N	$\sum x$	\bar{x}	s^2	t
ในเมือง	16	49	3.0625	1.6625	1.3298
ในชนบท	16	40	2.5000	1.2000	

$$t_{.05} (30) = 1.697$$

จากตาราง 26 ปรากฏว่าที่ระดับอายุ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน กลุ่มเด็กในเมืองและในชนบทได้คะแนนสัณฐานกับในเนื้อหารวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่สอดคล้องตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

เปรียบเทียบความแตกต่างค่าน้ำหนักในเนื้อหารวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มเด็ก
ในเมืองและในชนบทที่ระดับอายุ 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน ดังแสดงในตาราง 27

ตาราง 27 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยค่าน้ำหนักใน
เนื้อหารวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มเด็กในเมืองและในชนบทที่
ระดับอายุ 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน

สภาพท้องถิ่น	N	$\sum X$	\bar{X}	s^2	t
ในเมือง	16	48	3.0000	2.000	0.4090
ในชนบท	16	45	2.8125	1.3625	

$$t_{.05 (30)} = 1.697$$

จากตาราง 27 ปรากฏผลการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ ที่ระดับอายุ 15 ปี -
15 ปี 11 เดือน กลุ่มเด็กในเมืองและเด็กในชนบทได้คะแนนน้ำหนักในเนื้อหารวิชา
วิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งผลที่ได้ไม่สอดคล้องตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยกับในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มเด็ก
ในเมืองและในชนบทที่ระดับอายุ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน ดังแสดงในตาราง 28

ตาราง 28 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยค่าเฉลี่ยกับใน
เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กในเมืองและเด็กในชนบท
ที่ระดับอายุ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน

สภาพท้องถิ่น	N	$\sum X$	\bar{X}	s^2	t
ในเมือง	16	56	3.5000	0.5333	1.1921
ในชนบท	16	50	3.1250	1.0500	

$$t_{.05 (30)} = 1.697$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 28 ปรากฏว่าที่ระดับอายุ 16 ปี - 16
ปี 11 เดือน กลุ่มเด็กในเมืองและในชนบทได้คะแนนเฉลี่ยกับในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์
ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่สอดคล้องตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

บทย่อ สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายในการค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านสติปัญญาและการคิดขั้นนามธรรมในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ของ เด็กที่มีระดับอายุแตกต่างกันตั้งแต่ 13 - 16 ปี
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบพัฒนาการด้านสติปัญญาและการคิดขั้นนามธรรมในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กในเมืองและในชนบท
3. เพื่อสร้างเครื่องมือวัดสติปัญญาด้านวิทยาศาสตร์

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนในระดับอายุ 13 - 16 ปี จำนวน 128 คน จากโรงเรียนที่เปิดสอนในระดับมัธยมศึกษา ปีการศึกษา 2521 โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบอย่างง่าย ปรากฏว่าได้โรงเรียนที่ตั้งอยู่ในเขตอำเภอเมืองสงขลาเป็นตัวแทนในเขตเมือง และได้โรงเรียนที่ตั้งอยู่ในอำเภอระโนด และอำเภอสะเดา เป็นตัวแทนในเขตชนบท

วิธีดำเนินการวิจัย

นำแบบทดสอบสติปัญญาในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีทั้งหมดหกแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง โดยทดสอบเป็นรายบุคคลพร้อมทั้งจับบันทึกคำตอบไว้อย่างละเอียด จากนั้นจึงนำข้อมูลมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามวิธีทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หากค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนสังกัดในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ได้แก่ คะแนนเฉลี่ย ค่าความแปรปรวน
2. วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนสังกัดบ้านต่าง ๆ ของเด็กที่ระดับอายุต่างกัน วิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างคะแนนเฉลี่ยในสังกัดของเด็กในเมืองที่ระดับอายุแตกต่างกัน และระหว่างคะแนนเฉลี่ยในสังกัดบ้านวิทยาศาสตร์ของเด็กในชนบทที่ระดับอายุแตกต่างกัน โดยใช้ F-test ถ้าค่า F มีนัยสำคัญทางสถิติ ก็ทดสอบเป็นรายคู่ โดยใช้ q-Statistic ของ Newman - Kuel
3. วิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยในสังกัดเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กในเมืองและในชนบทที่ระดับอายุเดียวกัน ใช้ t-test

สรุปผลการค้นคว้า

1. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนสังกัดในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์บ้านต่าง ๆ ที่ระดับอายุต่างกัน พบว่า
 - 1.1 กลุ่มเด็กที่มีระดับอายุแตกต่างกันจะมีสังกัดของแรงกอดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อทำการทดสอบเป็นรายคู่พบว่า เด็กที่ระดับอายุ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน และ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน ได้คะแนนสังกัดของแรงกอดสูงกว่ากลุ่มเด็กที่ระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่เมื่อเปรียบเทียบกลุ่มเด็กที่ระดับอายุ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน และกลุ่มเด็กที่ระดับอายุ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน พบว่าทั้งสามกลุ่มนี้มีคะแนนสังกัดของแรงกอดไม่แตกต่างกัน
 - 1.2 กลุ่มเด็กที่ระดับอายุต่างกันได้คะแนนในสังกัดของความเร็วไม่แตกต่างกัน
 - 1.3 กลุ่มเด็กที่ระดับอายุต่างกันได้คะแนนในสังกัดของความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทางแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อเปรียบเทียบ -

ความแตกต่างเป็นรายคู่ ปรากฏว่าเด็กที่มีระดับอายุ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน และ 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน จะมีสังกัดของความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทางสูงกว่าเด็กที่มีระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน สำหรับการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มเด็กที่มีระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน กับกลุ่มเด็กที่มีระดับอายุ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน และระหว่างกลุ่มเด็กที่มีระดับอายุ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน และ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน ปรากฏว่าไค้คะแนนในสังกัดของความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทางไม่แตกต่างกัน

1.4 กลุ่มเด็กที่มีระดับอายุต่างกันไค้คะแนนในสังกัดของความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อนำมาเปรียบเทียบเป็นรายคู่พบว่า เด็กที่มีระดับอายุ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน ไค้คะแนนสังกัดของความสูงสูงกว่าเด็กที่มีระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเด็กที่มีระดับอายุ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน ไค้คะแนนสูงกว่าเด็กที่มีระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สำหรับการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่มีระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน กับกลุ่มที่มีระดับอายุ 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน และระหว่างกลุ่มที่มีระดับอายุ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน และ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน พบว่าจะมีสังกัดของความสูงไม่แตกต่างกัน

1.5 กลุ่มเด็กที่มีระดับอายุแตกต่างกันไค้คะแนนสังกัดของความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่พบว่า เด็กที่มีระดับอายุ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน จะมีสังกัดของความสูงสูงกว่าเด็กที่มีระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่มีระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน และ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน ปรากฏว่าจะมีสังกัดของความสูงไม่แตกต่างกัน นอกจากนั้นก็ไม่มีพบความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่มีระดับอายุ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน และ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน

1.6 กลุ่มเด็กที่มีระดับอายุแตกต่างกันจะมีสังกัดของงานไม่แตกต่างกัน

2. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนสังกัดในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กในเมืองที่มีระดับอายุต่างกันพบว่า เด็กในเมืองที่มีระดับอายุแตกต่างกันจะมีสังกัดในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อนำมาทดสอบเป็นรายคู่ปรากฏว่า กลุ่มที่มีระดับอายุ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน และ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน มีสังกัดการศึกษัชั้นนามธรรมสูงกว่ากลุ่มที่มีระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 .05 และ .05 ตามลำดับ สำหรับการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่มีระดับอายุ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน และ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน พบว่ามีสังกัดการศึกษัชั้นนามธรรมไม่แตกต่างกัน

3. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนสังกัดในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กในชนบทที่มีระดับอายุต่างกันพบว่า เด็กในชนบทได้คะแนนสังกัดในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่พบว่า กลุ่มเด็กที่มีระดับอายุ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน และ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน มีสังกัดการศึกษัชั้นนามธรรมสูงกว่าเด็กที่มีระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ไม่พบความแตกต่างด้านสังกัดการศึกษัชั้นนามธรรมระหว่างกลุ่มที่มีระดับอายุ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน และ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน

4. การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยวัด้านสังกัดในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มเด็กในเมืองและในชนบทที่มีระดับอายุเดียวกัน พบว่าทั้งสี่ระดับอายุ คือ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน และ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน เด็กในเมืองและเด็กในชนบทมีความสามารถด้านสังกัดการศึกษัชั้นนามธรรมในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

อภิปรายผล

การสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างความรู้พื้นฐานนั้นมีความสำคัญยิ่ง เป็นเรื่องที่

เกี่ยวกับไปถึงหลักสูตร ตลอดจนวิธีการสอนด้วย ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์สามารถนำไป
 แก้ปัญหาต่าง ๆ ได้มาก การรู้จักแก้ปัญหาด้วยเหตุผลเป็นเรื่องสำคัญต่อการศึกษาใน
 ปัจจุบัน ซึ่งมุ่งให้เด็กมีทักษะในการแก้ปัญหา นอกจากนั้นวิทยาศาสตร์ยังสามารถช่วยให้
 เด็กเกิดความพึงพอใจ มีแรงจูงใจที่จะศึกษาค้นคว้า การที่เด็กไม่ชอบวิทยาศาสตร์อาจ
 เป็นเพราะเด็กเรียนแล้วไม่เข้าใจ ในที่สุดก็มีทัศนคติที่ไม่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ดังนั้น
 กระบวนการเรียนการสอนต้องเป็นไปตามความต้องการและความสนใจของเด็ก คำนี้จึง
 ถึงความเหมาะสมและระดับความสามารถของเด็ก ครูจำเป็นต้องเข้าใจในทฤษฎีจิตวิทยา
 พัฒนาการของเด็ก ในการศึกษาพัฒนาการด้านสติปัญญาและการคิดขั้นนามธรรมในเนื้อหาวิชา
 วิทยาศาสตร์ของเด็กที่ระดับอายุในเนื้อหาเรื่องต่าง ๆ ได้แก่ สติปัญญาของแรงกด สติปัญญา
 ของความเร็ว สติปัญญาของความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทาง สติปัญญาของแรง
 สติปัญญาของอัตราเร่ง และสติปัญญาของงาน ปรากฏว่าที่ระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน
 เด็กที่มีสติปัญญาของความเร็วมีจำนวน 71.88 % ซึ่งมีจำนวนสูงกว่าสติปัญญาอื่น สติปัญญา
 ของแรงกดมีจำนวน 37.50 % สติปัญญาของความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทางมี
 จำนวน 34.38 % สติปัญญาของแรงมี 21.88 % สติปัญญาของงานมี 3.13 % และสำหรับ
 เด็กที่ระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน นี้พบว่า ยังไม่มีพัฒนาการด้านสติปัญญาของ
 อัตราเร่ง

ที่ระดับอายุ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน จำนวนเด็กที่มีสติปัญญาปรากฏผลดังนี้
 ด้านสติปัญญาของความเร็วมี 87.50 % ซึ่งมีจำนวนเปอร์เซ็นต์สูงกว่าในระดับอายุ 13 ปี -
 13 ปี 11 เดือน และสูงกว่าที่ระดับอายุเดียวกัน สติปัญญาของแรงกดมี 68.75 % สติปัญญา
 ของความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทางมี 53.13 % สติปัญญาของแรงมี 50 % สติปัญญา
 ของงานมี 3.13 % และที่ระดับอายุนี้เด็กมีสติปัญญาของอัตราเร่งสูงกว่าที่ระดับอายุอื่น คือ
 มีจำนวน 15.63 %

ในระดับอายุ 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน เด็กที่มีสติปัญญาของความเร็วมีจำนวน
 87.50 % สติปัญญาของแรงกดมี 71.88 % สติปัญญาของความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและ -

ระยะทางมี 65.63 % สังกัปของงานมี 12.50 % และสังกัปของอัตราเร่งมี 3.13 %

สำหรับระดับอายุ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน จำนวนเปอร์เซ็นต์ของเด็กที่มี สังกัปในเรื่องต่าง ๆ เรียงลำดับจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ สังกัปของความเร็วมี 93.75 % ซึ่งที่ระดับอายุนี้นี้เด็กเกือบทั้งหมดสามารถตอบได้ถูกต้อง สังกัปของแรงกดมี 81.25 % สังกัปของความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทาง 75 % สังกัปของแรงมี 62.50 % สังกัปของงานมี 12.50 % และสังกัปของอัตราเร่งมี 6.25 %

ในสังกัปของแรงกดปรากฏว่า จำนวนเปอร์เซ็นต์ของเด็กที่ได้สังกัปของแรงกด สูงขึ้นตามระดับอายุ คือ ที่ระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน และ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน มีเด็กที่ได้สังกัปของ แรงกดจำนวน 37.50 % 68.75 % 71.88 % และ 81.25 % ตามลำดับ

ด้านสังกัปของความเร็วมีย่านจำนวนเปอร์เซ็นต์ของเด็กที่ได้สังกัปของความเร็วยิ่งสูง ขึ้นตามระดับอายุ คือ ที่ระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน และ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน มีเด็กที่ได้สังกัปของความ เร็วจำนวน 71.88 % 87.50 % 87.50 % และ 93.75 % ซึ่งจะเห็นว่าในทุกระดับ อายุจะมีพัฒนาการด้านสังกัปของความเร็วยิ่งสูงมาก คือ มีพิสัยระหว่าง 71.88 ถึง 93.75 % ตามการศึกษาของ เพียเจต์ ซึ่งเท่ากับเด็กยุโรปพบว่า เด็กจะเริ่มมีความเข้าใจความ สัมพันธ์ระหว่างเวลาและความเร็วเมื่อมีอายุ 10 หรือ 11 ปี (Piaget & Inhelder. 1969 : 103 อ้างอิงมาจาก ดวงเดือน ศาสตร์ภัทร ม.ป.ป. : 68) เพราะฉะนั้น เด็กในช่วงระดับอายุ 13 - 16 ปี ก็ควรจะมีพัฒนาการ สังกัปของความเร็วยุ่กคนแล้ว แต่จากผลที่ได้ไม่พบว่าจะมีถึง 100 % ซึ่งแสดงว่าพัฒนาการด้านการศึกษาของเด็กบางคน ยังไม่ได้รับการพัฒนาและเจริญงอกงามเท่าที่ควร

สำหรับสังกัปของความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทางก็พบว่า จำนวน เปอร์เซ็นต์ของเด็กที่ได้สังกัปสูงขึ้นตามระดับอายุ คือ ที่ระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี

11 เดือน 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน และ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน มีเด็กที่ไ้ด้สั่งกั๊บของความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทางจำนวน 34.38 % 53.63 % และ 75 % ตามลำดับ

คานสั่งกั๊บของแรงก็พบว่า จำนวนเปอร์เซ็นต์ของเด็กที่ไ้ด้สั่งกั๊บสูงขึ้นตามระดับอายุ คือ ที่ระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน และ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน มีเด็กที่ไ้ด้สั่งกั๊บของแรงจำนวน 21.88 % 50 % 50 % และ 62.50 % ตามลำดับ

แต่สำหรับสั่งกั๊บของอัตราเร่งปรากฏว่า จำนวนเปอร์เซ็นต์ของเด็กที่ไ้ด้สั่งกั๊บไม่ไ้ด้สูงขึ้นตามระดับอายุ กล่าวคือ ที่ระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน ไม่มีเด็กคนใดที่ไ้ด้สั่งกั๊บในคานนี้เลย และที่ระดับอายุ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน มีเด็กที่ไ้ด้สั่งกั๊บของอัตราเร่งจำนวน 15.63 % ในขณะที่กลุ่มระดับอายุ 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน และ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน มีเด็กที่ไ้ด้สั่งกั๊บของอัตราเร่งเพียง 3.13 % และ 6.25 % ตามลำดับ

สั่งกั๊บของงานพบว่า จำนวนเปอร์เซ็นต์ของเด็กที่ไ้ด้สั่งกั๊บไม่ไ้ด้สูงขึ้นตามระดับอายุ เพราะมีจำนวนเด็กที่มีสั่งกั๊บในเรื่องนี้น้อยมากในแต่ละระดับอายุ คือ ในระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน มีเพียง 3.13 % จนถึงระดับอายุ 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน และ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน จึงมีจำนวนเด็กไ้ด้สั่งกั๊บเพิ่มเป็น 12.50 % แสดงว่ามีเด็กบางคนเท่านั้นที่มีพัฒนาการสั่งกั๊บในเรื่องนี้ ในขณะที่เด็กส่วนใหญ่ยังไม่มีความพัฒนาการคานสั่งกั๊บของงานเลย

ดังนั้นอาจจะพูดรวม ๆ ไ้ได้ว่าในทุกสั่งกั๊บยกเว้นสั่งกั๊บของอัตราเร่งและสั่งกั๊บของงาน จะพบว่าเด็กมีเปอร์เซ็นต์ของการไ้ด้สั่งกั๊บสูงขึ้นตามระดับอายุ ซึ่งตรงกับผลการศึกษาของ วิรัช จายถนอม (วิรัช จายถนอม 2520 : 73) ที่พบว่ากลุ่มที่มีระดับอายุมากกว่าจะมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลทางตรรกศาสตร์ไ้ด้สูงกว่ากลุ่มที่มีระดับ

อายุน้อยกว่า นอกจากนั้นพัฒนาการด้านการคิดของเด็กจะพัฒนาไปได้มากน้อยแค่ไหนก็ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่อไปนี้ด้วย ได้แก่ (ดวงเดือน ศาสตร์ภักดิ์ ม.ป.ป. : 20 - 21)

1. วุฒิภาวะ
2. ประสบการณ์ทางกาย
3. ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม

วุฒิภาวะมีความสำคัญต่อพัฒนาการด้านการคิดอยู่ที่การเจริญเติบโตของเซลล์ประสาทและพัฒนาการของระบบต่อมไร้ท่อ ประสบการณ์ทางกายมีผลต่อพัฒนาการทางสติปัญญา เด็กต้องมีประสบการณ์กับวัตถุและสิ่งเร้าอื่นในสิ่งแวดล้อม เช่น การจับฉวยวัตถุ การเรียนรู้ความสัมพันธ์ สำหรับองค์ประกอบด้านปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดระหว่างบุคคล เช่น การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน พ่อ แม่ หรือการมีปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในท้องเรียนซึ่งมีความสำคัญมาก สิ่งเหล่านี้ทำให้เกิดการเรียนรู้ และความคิดของเด็กจะพัฒนาไปเรื่อย ๆ ทรายเท่าที่มีการกระทำต่อสิ่งต่าง ๆ ในสิ่งแวดล้อมนั้น ดังนั้นอาจจะพบว่าเด็กบางคนจะได้รับประสบการณ์มากกว่าคนอื่น ด้วยเหตุผลที่กล่าวมานี้จึงอาจนำมาอธิบายเด็กในระดับอายุ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน ที่มีพัฒนาการด้านสังคมของอัตราเร่งสูงกว่าเด็กกลุ่มอื่น ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าเด็กบางคนอาจจะได้รับการเรียนรู้ในเรื่องนี้มา หรืออาจจะมีความสามารถด้านการคิดหาเหตุผลสูงกว่าเด็กในกลุ่มอื่นในบางเรื่อง

จากการทดสอบทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนในสังกัดของแรงกดปรากฏว่าที่ระดับอายุ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน และ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน ได้คะแนนสูงกว่ากลุ่มระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มที่มีระดับอายุ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน และ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน ปรากฏว่าได้คะแนนสังกัดของแรงกดไม่ต่างกัน ในกลุ่มระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน ยังมีเด็กอีกหลายเปอร์เซ็นต์ที่ยังไม่มีสังกัดในเรื่องนี้ เพราะมีเปอร์เซ็นต์ของผู้ตอบได้เพียง 37.50 % เมื่อระดับอายุ

สูงขึ้นเด็กจะมีพัฒนาการสั่งกัปของแรงกดเพิ่มขึ้น จะเห็นได้ในระดับอายุ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน เด็กที่มีสั่งกัปของแรงกดมีจำนวน 68.75 % และไคคะแนนสั่งกัปของแรงกดไม่แตกต่างจากกลุ่มเด็กระดับอายุ 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน และ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน เมื่อเป็นเช่นนี้อาจจะสรุปได้ว่าเด็กในระดับอายุ 14 ปี จะเริ่มมีพัฒนาการด้านสั่งกัปของแรงกด เพราะจำนวนเปอร์เซ็นต์ของเด็กที่มีสั่งกัปของแรงกดมีจำนวนสูง และมีจำนวนที่ไม่แตกต่างจากกลุ่มระดับอายุที่สูงขึ้น

ด้านสั่งกัปของความเร็วแต่ละระดับอายุไคคะแนนสูงและไคคะแนนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าเด็กจะมีสั่งกัปในเรื่องนี้ ในระดับอายุที่ต่ำกว่า 13 ปีแล้ว พอมาถึงช่วง 13 ปี - 16 ปี เด็กเกือบทุกคนพร้อมจะมีสั่งกัปของความเร็วอย่างสมบูรณ์

สำหรับสั่งกัปของความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทางปรากฏว่า กลุ่มเด็กระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน และ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน ไคคะแนนสั่งกัปความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทางไม่แตกต่างกัน แต่เด็กที่ระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน ไคคะแนนสั่งกัปในค่านี้นี้ต่ำกว่ากลุ่มเด็กที่ระดับอายุ 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน และ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ .01 ตามลำดับ แสดงว่าเด็กที่ระดับอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน และ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน มีความสามารถพอ ๆ กัน และมีจำนวนเด็กที่มีสั่งกัปเพียง 34.38 % และ 53.13 % แต่เมื่อเด็กมีระดับอายุสูงขึ้นในช่วงอายุ 15 ปี - 16 ปี ปรากฏว่าจำนวนเด็กที่มีสั่งกัปจะสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีจำนวนเปอร์เซ็นต์ของเด็กที่มีสั่งกัปสูง คือ ระดับอายุ 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน มี 65.63 % และระดับอายุ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน มี 75 % ดังนั้นอาจจะสรุปได้ว่า เด็กจะเริ่มมีสั่งกัปของความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทางที่ระดับอายุ 15 ปี

จากการศึกษาสั่งกัปของแรงพบว่าที่ระดับอายุ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน และ 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน มีจำนวนเปอร์เซ็นต์ของเด็กที่มีสั่งกัปเรื่องนี้เท่ากัน โดยเฉพาะ

ในระดั้มอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน มีนักเรียนตอบได้เพียง 21.88 % เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนปรากฏว่า กลุ่มนักเรียนระดั้มอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน ได้คะแนนต่ำกว่ากลุ่มนักเรียนระดั้มอายุ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน และ 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มระดั้มอายุ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน 15 ปี - 15 ปี 11 เดือน และ 16 ปี - 16 ปี 11 เดือน ปรากฏว่าได้คะแนนไม่แตกต่างกัน แสดงว่าในระดั้มอายุ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน เด็กกลุ่มนี้มีความคิดค้นสังกัปของแรงพัฒนาขึ้นมาสูงกว่ากลุ่มในระดั้มอายุ 13 ปี - 13 ปี 11 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อระดั้มสูงขึ้นไปอีกจำนวนเด็กที่มีสังกัปก็เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย แสดงว่าเด็กระดั้มอายุ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน เริ่มมีสังกัปของแรงแล้ว

สำหรับการศึกษาพัฒนาการด้านสังกัปของอัตราเร่งปรากฏว่า เริ่มพบพัฒนาการสังกัปเรื่องนี้ในกลุ่มระดั้มอายุ 14 ปี - 14 ปี 11 เดือน แต่มีจำนวนเด็กที่มีสังกัปของอัตราเร่งน้อยมาก คือ มีเพียง 15.63 % เท่านั้น เช่นเดียวกับสังกัปของงานก็มีจำนวนเด็กที่มีสังกัปน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบคะแนนสังกัปของงานในแต่ละระดั้มอายุก็ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งสองสังกัปนี้เด็กมีการพัฒนาความคิดไปได้อย่างช้า ๆ ดังนั้นแม้ว่าจะพบจำนวนเปอร์เซ็นต์ของเด็กที่มีสังกัปของอัตราเร่งและสังกัปของงานอยู่บ้าง แต่ก็ยังเป็นเปอร์เซ็นต์ที่น้อยมาก จนอาจกล่าวได้ว่าแม่อายุ 16 ปี แล้วก็ตามเด็กไทยก็ยังไม่มีสังกัปของอัตราเร่งและสังกัปของงาน ดังได้กล่าวมาแล้วว่าเด็กบางคนที่มีพัฒนาการสังกัปแต่ละสังกัปขึ้นมาได้อาจจะด้วยการมีประสบการณ์ที่ดีกว่าคนอื่น มีความสามารถมากกว่าคนอื่น ซึ่งเพียงเจตน์บอกว่า สิ่งมีชีวิตที่เจริญเติบโตขึ้นมาต้องมีปฏิสัมพันธ์อย่างทอเนื่องกับสิ่งแวดล้อม ทำให้ได้รับการเรียนรู้จากโลกภายนอก มีความสัมพันธ์ระหว่างตัวเองกับสิ่งอื่น โดยลักษณะนี้มนุษย์แต่ละคนก็จะมีพัฒนาการเกี่ยวกับการรับรู้โลกภายนอกด้วยตัวเอง (Klausmeier. 1975 : 139 - 140) พัฒนาการของสิ่งมีชีวิตจะผ่านกระบวนการ การจัดระบบ (Organization) และการปรับตัว (Adaptation)

ซึ่งทำให้เกิดโครงสร้างต่าง ๆ ขึ้น ขณะเดียวกันโครงสร้างเหล่านี้ก็จะเปลี่ยนแปลงไปตามแต่ละขั้นของพัฒนาการ และเพ็ญเจตไค์แข็งขันของพัฒนาการ ของมนุษย์ออกเป็นสี่ขั้นซึ่งในขั้นสุดท้ายเป็นขั้นพัฒนาการสูงสุดของการปฏิบัติการด้วยนามธรรม

กล่าวโดยสรุปได้ว่า สังกัปของแรงกดดัน สังกัปของความเร็ว สังกัปของความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทาง และสังกัปของแรงเคັงจะพัฒนาขึ้นตามระดับอายุ ถึงแม้สังกัปของความเร็วมักพัฒนาขึ้นก็ตามแต่เป็นเพราะในสังกัปของความเร็วมักได้แก่ตั้งแต่อายุ 13 ปี เพราะฉะนั้นจึงไม่พัฒนาอีกแล้วตรงกับทฤษฎีของเพ็ญเจตไค์ว่าในขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรมนี้โครงสร้างทางสติปัญญาของเด็กมาถึงระยะวุฒิภาวะนั่นคือสภาพทางค่านคุณภาพทางการคิดของเด็กจะสูงสุดเมื่อปฏิบัติการด้วยนามธรรมบรรลุผลสำเร็จหลังจากขั้นนี้ไปจะไม่มีการปรับปรุงโครงสร้างในเครื่องมือที่ใช้ในการคิดอีกต่อไป เพราะได้รับการพัฒนาถึงขีดสุด

เมื่อเปรียบเทียบพัฒนาการสังกัปการคิดขั้นนามธรรมของเด็กในเมืองและเด็กในชนบทที่ระดับอายุเดียวกัน พบว่าในทุกุระดับอายุกลุ่มเด็กมีความสามารถในการคิดขั้นนามธรรมในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน แม้ว่าในการศึกษาจะใช้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นเด็กในชนบทห่างจากตัวเมืองประมาณ 80 กิโลเมตร แล้วก็ตาม ซึ่งน่าจะมีสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน แต่เมื่อผลการศึกษาไม่พบความแตกต่างในการคิดขั้นนามธรรมของเด็กในเมืองและชนบทก็แสดงว่าสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ของจังหวัดสงขลาไม่มีความแตกต่างกัน ถึงแม้ว่าจะมีความแตกต่างกันบ้างเช่น ค่านอาชีพของบิดามารดา แต่ก็ไม่ได้มีอิทธิพลต่อเด็กมากนัก เนื่องจากมีการคมนาคมติดต่อถึงกันไคร่ระหว่างตัวเมืองและตัวชนบท ทำให้สภาพของชนบทมีส่วนใกล้เคียงกับสภาพของตัวเมือง เข้าไปทุกที จึงมีสภาพแวดล้อมค่านต่าง ๆ คล้ายคลึงกัน ดังนั้นควรจะได้มีการศึกษาที่ไกลออกไปกว่านั้นอีกเพื่อให้เห็นการแตกต่างกันอย่างแท้จริง นอกจากนั้นอาจจะเป็นเพราะว่าเด็กในเมืองและเด็กในชนบทที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าเด็กจะมีสังกัปในการคิดและไม่มีสังกัปในการคิดอยู่ในระดับอายุที่ใกล้เคียงกัน จึงมีความสามารถที่จะเรียนรู้และเข้าใจ

ในสังกัดการศึกษาระดับมัธยมศึกษาในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์พอ ๆ กัน

ผลการวิจัยได้ยืนยันว่าความสามารถของเด็กในเมืองและเด็กในชนบทที่อยู่ในจังหวัดเดียวกันของภาคการศึกษา 3 ไม่มีความแตกต่างกัน เพราะมีสภาพของสิ่งแวดล้อมคล้ายคลึงกัน ดังนั้นควรจะได้มีการศึกษากับกลุ่มตัวอย่างที่อยู่คนละจังหวัด เช่น ศึกษา กับกลุ่มตัวอย่างที่อยู่ในกรุงเทพมหานครกับเด็กที่อยู่ในชนบทต่างจังหวัด ซึ่งจะมีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด แต่อย่างไรก็ตามในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้พบว่าเด็กอีกเป็นจำนวนมากที่ยังไม่ได้รับการพัฒนาศักยภาพสูงสุดทางด้านพัฒนาทางการคิด จึงเป็นหน้าที่ของผู้เกี่ยวข้องกับการศึกษาที่จะได้จัดประสบการณ์การเรียนการสอนในโรงเรียนให้เหมาะสมกับความสามารถและสิ่งแวดล้อมของเด็ก เพื่อให้เด็กมีความเจริญงอกงามทางด้านพัฒนาการทางการคิดเพื่อช่วยสร้างสรรค์ความเจริญให้แก่สังคมและประเทศชาติต่อไป

ขอเสนอแนะ

เด็กจะมีพัฒนาการทางการคิดในแต่ละสังกัดดังต่อไปนี้

สังกัดของความเร็วยุติปรากฏว่าเด็กจะมีแล้วในระดับอายุ 13 ปี สังกัดของแรง-กกดและสังกัดของแรงปรากฏว่าเด็กจะเริ่มมีในระดับอายุ 14 ปี และสังกัดของความ-สัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทางพบว่า เด็กจะเริ่มมีในช่วงอายุ 15 ปี ส่วนสังกัดของอัตราเร่งและสังกัดของงานยังไม่พบแม้เด็กจะมีอายุถึง 16 ปีแล้วก็ตาม

เพื่อจะเป็นประโยชน์ในการสร้างหลักสูตรการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับสมรรถภาพของเด็กจึงควรจะให้เด็กได้เรียนรู้เรื่องสังกัดของความเร็วในระดับชั้น ม. 1 เรื่องสังกัดของแรงกกดและสังกัดของแรงควรจะให้เด็กได้เรียนรู้ในระดับชั้น ม. 2 (ม.ศ. 1 เดิม) และในสังกัดของความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทางควรจะให้เด็กได้เรียนรู้ในระดับชั้น ม. 3 (ม.ศ. 2 เดิม) สำหรับสังกัดของอัตราเร่งและสังกัดของงานนั้นยังไม่เหมาะสมกับเด็กระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น อาจจะเหมาะสมกับเด็กในระดับชั้น

มัธยมศึกษาตอนปลาย หรือในเด็กที่มีอายุมากกว่า 16 ปี ขึ้นไป

ขอเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

1. ควรจะได้มีการศึกษากับกลุ่มตัวอย่างที่อยู่ในภาคใต้ที่อาศัยอยู่คนละจังหวัด เพื่อจะดูว่ามีความสามารถในการคิดขั้นนามธรรมแตกต่างกันอย่างไรหรือไม่
2. ควรจะได้มีการศึกษาสังเกตการคิดขั้นนามธรรมในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องอื่น ๆ อีก เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนในโรงเรียนชั้นมัธยมศึกษา
3. เพื่อจะได้มีการศึกษาให้กว้างขวางออกไปควรจะได้มีการศึกษากับกลุ่มตัวอย่างในภาคการศึกษาอื่นอีก
4. ควรจะได้มีการศึกษาสังเกตการคิดขั้นนามธรรมด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ กับตัวแปรอื่น ๆ เช่น ทัศนคติของ พ่อ - แม่ ที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ความสัมฤทธิ์ผลในการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- จรรยา สุวรรณพัตต์ การทดลองสอนสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ แก่เด็กไทยระดับ
7 - 8 ขอบ รายงานวิจัยฉบับที่ 20 สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรี-
นครินทรวิโรฒ 2519, 274 หน้า
- ดวงเดือน ศาสตร์ภัทร์ เอกสารประกอบการสอนวิชาทฤษฎีเพียเจต์ ภาคจิตวิทยา คณะ
มนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ม.ป.ป. 78 หน้า
- นিকা สะเพียรชัย "การพัฒนาหลักสูตร" ใน จุดยืนและทิศทางการศึกษาไทย หน้า
51 - 60 วัฒนาพานิช 2518
- บุญลือ ทองอู่ "ความคิดสร้างสรรค์" ใน มิตรครู หน้า 15 สำนักงานปลัดกระทรวง
เมษายน 2521
- พิทักษ์ รักพลเดช นโยบายการศึกษาฝ่ายวิทยาศาสตร์ โรงพิมพ์โรงเรียนสตรีเนติศึกษา
2513, 74 หน้า
- วิรัช จาบทนอม เปรียบเทียบการคิดหาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์และการคิดหาเหตุผล
เชิงจริยธรรมของนักเรียนระดับอายุ 13 และ 15 ปี ในกรุงเทพมหานครและในชนบท
ปริญญาบัณฑิต กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร 2520, 73 หน้า
อัครสำเนา
- สุพล บุญทรง พัฒนาการของเด็กไทยในการอนุรักษ์สสาร น้ำหนัก และปริมาตร
ปริญญาบัณฑิต กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร 2511, 53 หน้า อัครสำเนา
- สุวัฒน์ นิยมคำ การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด วัฒนาพานิช 2517, 240 หน้า
- สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี "โครงการดำเนินการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป"
ใน คู่มือการสอนวิชาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาปีที่ 3 หน้า 1 - 3 2518

ศรีเรือน แกวกังวาล จิตวิทยาฝ่ายภาษา แพร่พิण्या 2519, 294 หน้า

- Bruner, J.S. and H.J. Kenney. Cognitive Development in Children. University of Chicaco Press, 1970. 231 p.
- Busse, Thomas V, Richard S. Mansfield and Lee J. Messinger. Activities in Child and Adolescent Development. Harper and Row, 1974. 170 p.
- Carroll, John B. Language and Thought. New Jersey, Prentice-Hall, 1964. 118 p.
- Case, D. and J.M. Collinson. "The Development of Formal Thinking in Verbal Comprehension" in Research Journal of Education and Psychology. V. 32, p. 103 - 111. 1962.
- Dale, L.G. "The Growth of Systematic Thinking: Keplication and Analysis of Piaget's First Chemical Experiment" in Australian Journal of Psychology. V. 22, p. 277 - 286. 1970.
- Divesta, Francis J and George G. Thomson. Educational Psychology. New York, Appleton-Century-Crofts, 1970. 663 p.
- Elkind, D. "Quantitative Conceptions in Junior and Senior High School Student" in Child Development. V. 32, p. 551 - 560. 1961.
- Flavell, John H. The Developmental Psychology of Jean Piaget. New Jersey, Princeton, D. Van Nostrand Company, Inc., 1963. 472 p.
- Goldschmidt, M. "Different Type of Conservation and Nonconservation and Vocabulary" in Child Development. V. 38, p. 1229 - 1246. 1967.
- Graybill, Letitia. "Sex Difference in Problem-Solving Ability" in Journal of Research in Science Teaching. v. 12, p. 341-346. 1975.
- Karplus, R and R.W. Peterson. "Intellectual Development beyond Elementary School II" in School Science and Mathematics. v. 5, p. 398 - 406. 1970.
- Klausmeier, Herbert J. Learning and Human Abilities: Educational Psychology. 4th. ed., New York, Harper and Row, 1975. 558 p.

- Lawson, Anton E and J.W. Renner. "Relationship of Science Subject Matter and Developmental Levels of Learners" in Journal of Research in Science Teaching. v. 12, p. 341 - 358. 1975.
- Lawson, Anton E and Warrent Wollman. "Encouraging the Transition from Concrete to Formal Cognitive Function" in Journal of Research in Science Teaching. v. 13, p. 413 - 430. 1976.
- Lovell, K. "A Follow-Up Study of Inhelder and Piaget's the Growth of Logical Thinking" in British Journal of Psychology. v. 57, p. 143 - 153. 1961.
- Lindquist, E.F. Design and Experiments in Psychology and Education. Boston, Houghton Mifflin, 1956. 393 p.
- McKinnon, J.W. The Influence of a College Inquiry Centred Course in Science on Student Entry into the Formal Operation Stage, Doctor's Thesis. University of Oklahoma, 1971.
- Piaget, Jean and B. Inhelder. The Growth of Logical Thinking from Childhood to Adolescence. London, Routledge & Kegan Paul, 1958. 83 p.
- Randal, D.L. Examination of the Hereditary Assumption Underlying Piaget's Theory of the Development of Intellectual Structure, Doctor's thesis. University of Colorado, 1967.
- Renner, J.W. and D.G. Stafford. Teaching Science in Secondary School. New York, Harper and Row, 1973. 296 p.
- Ripple, R.E. and V.N. Rockcastle. Piaget Rediscovered School of Education. New York, Ithaca, 1964. 71 p.
- Robertson, W.W and E. Richardson. "The Development of Some Physical Science Concepts in Secondary School Student" in Journal of Research in Science Teaching. v. 12, p. 165 - 174. 1975.
- Rowell, J.A. and P.S. Hoffman. "Group Tests Distinguishing Formal from Concrete Thinkers" in Journal of Research in Science Teaching. v. 12, p. 157 - 164. 1975.
- X Sayre, Steve and Danial N. Ball. "Piagetian Cognitive Development and Achievement in Science" in Journal of Research in Science Teaching. v. 12, p. 165 - 174. 1975.

Sprinthall, Richard C and Normal A. Sprinthall. Educational Psychology. Addison-Wesley, 1974. 462 p.

Sund, Robert B and Leslie W. Trowbridge. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. 2nd. ed., Columbus, Ohio, Merrill, 1973. 631 p.

Winer, B.J. Statistical Principle in Experimental Design. 2nd. ed., New York, McGraw-Hill, 1971. 897 p.