

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้วิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 ปีการศึกษา 2536 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดขอนแก่น ซึ่งกำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 3 จำนวน 55,925 คน แบ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 29,971 คน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 25,954 คน (สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดขอนแก่น, 2536)

3.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ในโรงเรียนประถมศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดขอนแก่น ภาคเรียนที่ 3 ปีการศึกษา 2536 จำนวน 1,200 คน จาก 25 โรงเรียน กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage Sampling) มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัยได้ กำหนดนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ค่ามาตรฐานจากตารางสำเร็จรูปของ Yamane (อุทุมพร, 2530) ตามตารางที่ 15 (รายละเอียดในภาคผนวก ข. หน้า 255) ประชากร 55,925 คน จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ความเชื่อมั่น 95% และความคลาดเคลื่อน 3 % มีค่าเท่ากับ 1,088.422 คน เนื่องจากผู้วิจัยต้องการเพิ่มขนาดของกลุ่มตัวอย่างให้ใหญ่ขึ้น ซึ่งจะทำให้การอ้างอิงไปยังกลุ่มประชากรมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น จึงเพิ่มกลุ่มตัวอย่างเป็น 1,200 คน ซึ่งเมื่อได้จำนวนนักเรียนที่จะใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างแล้ว ได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนดังนี้

3.2.1 แบ่งนักเรียนในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดขอนแก่น

ออกเป็นเขต ได้แก่ นักเรียนในเขตเทศบาล นักเรียนในเขตสุขาภิบาล และ

นักเรียนนอกเขตสุขาภิบาล

3.2.2 แบ่งนักเรียนกลุ่มตัวอย่างให้เป็นตัวแทนของแต่ละเขตในอัตราส่วนที่เหมาะสม แล้วแบ่งนักเรียนที่เรียนอยู่ในโรงเรียน แต่ละเขตออกเป็นขนาดต่าง ๆ โดยอาศัยเกณฑ์การแบ่งขนาดโรงเรียน ของสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ ดังนี้ (สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาจังหวัดขอนแก่น, 2536)

- (1) โรงเรียนแบบที่ 1 คือโรงเรียนที่มีจำนวนนักเรียนทั้งหมดตั้งแต่ 1-120 คน
- (2) โรงเรียนแบบที่ 2 คือโรงเรียนที่มีจำนวนนักเรียนทั้งหมดตั้งแต่ 121-300 คน
- (3) โรงเรียนแบบที่ 3 คือโรงเรียนที่มีจำนวนนักเรียนทั้งหมดตั้งแต่ 301-600 คน
- (4) โรงเรียนแบบที่ 4 คือโรงเรียนที่มีจำนวนนักเรียนทั้งหมดตั้งแต่ 601-900 คน
- (5) โรงเรียนแบบที่ 5 คือโรงเรียนที่มีจำนวนนักเรียนทั้งหมดตั้งแต่ 901-1,200 คน
- (6) โรงเรียนแบบที่ 6 คือโรงเรียนที่มีจำนวนนักเรียนทั้งหมดตั้งแต่ 1,201-1,500 คน
- (7) โรงเรียนแบบที่ 7 คือโรงเรียนที่มีจำนวนนักเรียนทั้งหมดตั้งแต่ 1,500 คนขึ้นไป

แต่ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งนักเรียนกลุ่มตัวอย่างตามขนาดของโรงเรียนที่กำหนดขึ้นใหม่ เพื่อความเหมาะสม และความสะดวกในการรวบรวมข้อมูลดังนี้

- ก. โรงเรียนขนาดเล็ก คือโรงเรียนที่มีจำนวนนักเรียนตามข้อ (1) และ (2)
- ข. โรงเรียนขนาดกลาง คือโรงเรียนที่มีจำนวนนักเรียนตามข้อ (3) และ (4)
- ค. โรงเรียนขนาดใหญ่ คือโรงเรียนที่มีจำนวนนักเรียนตามข้อ (5), (6) และ (7)

จำนวนกลุ่มตัวอย่างของโรงเรียนแต่ละขนาดในแต่ละเขต ได้แบ่งตามอัตราส่วนที่เหมาะสม โดยวิธีเก็บบัญญัติไตรยางศ์ ซึ่งได้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของโรงเรียนขนาดต่าง ๆ ในแต่ละเขตดังนี้

3.2.2.1 นักเรียนในเขตเทศบาล

เขตเทศบาลมีจำนวนโรงเรียนและจำนวนนักเรียน แบ่งตามขนาดของโรงเรียนได้ดังนี้

- (1) โรงเรียนขนาดเล็ก มีจำนวน 9 โรงเรียนเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 212 คน คิดเป็นจำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง 5 คน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 208 คน คิดเป็นจำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง 4 คน
- (2) โรงเรียนขนาดกลางมีจำนวน 10 โรงเรียน เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 741 คน คิดเป็นจำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง 16 คน นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 657 คนคิดเป็นจำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง 14 คน

(3) โรงเรียนขนาดใหญ่มีจำนวน 3 โรงเรียนเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 839 คน คิดเป็นจำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง 18 คน นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 809 คน คิดเป็นจำนวนนักเรียนที่ใช้คิดเป็นกลุ่มตัวอย่าง 17 คน

3.2.2.2 นักเรียนในเขตสุขาภิบาล

เขตสุขาภิบาลมีจำนวนโรงเรียนและจำนวนนักเรียน แบ่งตามขนาดของโรงเรียนได้ดังนี้

(1) โรงเรียนขนาดเล็ก มีจำนวน 20 โรงเรียนเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 691 คน คิดเป็นจำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง 15 คน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 663 คน คิดเป็นจำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง 14 คน

(2) โรงเรียนขนาดกลางมีจำนวน 17 โรงเรียน เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1,240 คน คิดเป็นจำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง 27 คน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1,256 คน คิดเป็นจำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง 27 คน

(3) โรงเรียนขนาดใหญ่มีจำนวน 1 โรงเรียนเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 268 คน คิดเป็นจำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง 6 คน นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 240 คน คิดเป็นจำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง 5 คน

3.2.2.3 นักเรียนนอกเขตสุขาภิบาล

นอกเขตสุขาภิบาลมีจำนวนโรงเรียนและจำนวนนักเรียน แบ่งตามขนาดของโรงเรียนได้ดังนี้

(1) โรงเรียนขนาดเล็ก มีจำนวน 924 โรงเรียนเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20,089 คน คิดเป็นจำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง 431 คน นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 16,350 คน คิดเป็นจำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง 351 คน

(2) โรงเรียนขนาดกลางมีจำนวน 101 โรงเรียน เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 5,711 คน คิดเป็นจำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง 122 คน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 5,588 คน คิดเป็นจำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง 120 คน

(๓) โรงเรียนขนาดใหญ่มีจำนวน 1 โรงเรียนเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 180 คน คิดเป็นจำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง 4 คน นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 183 คน คิดเป็นจำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง 4 คน

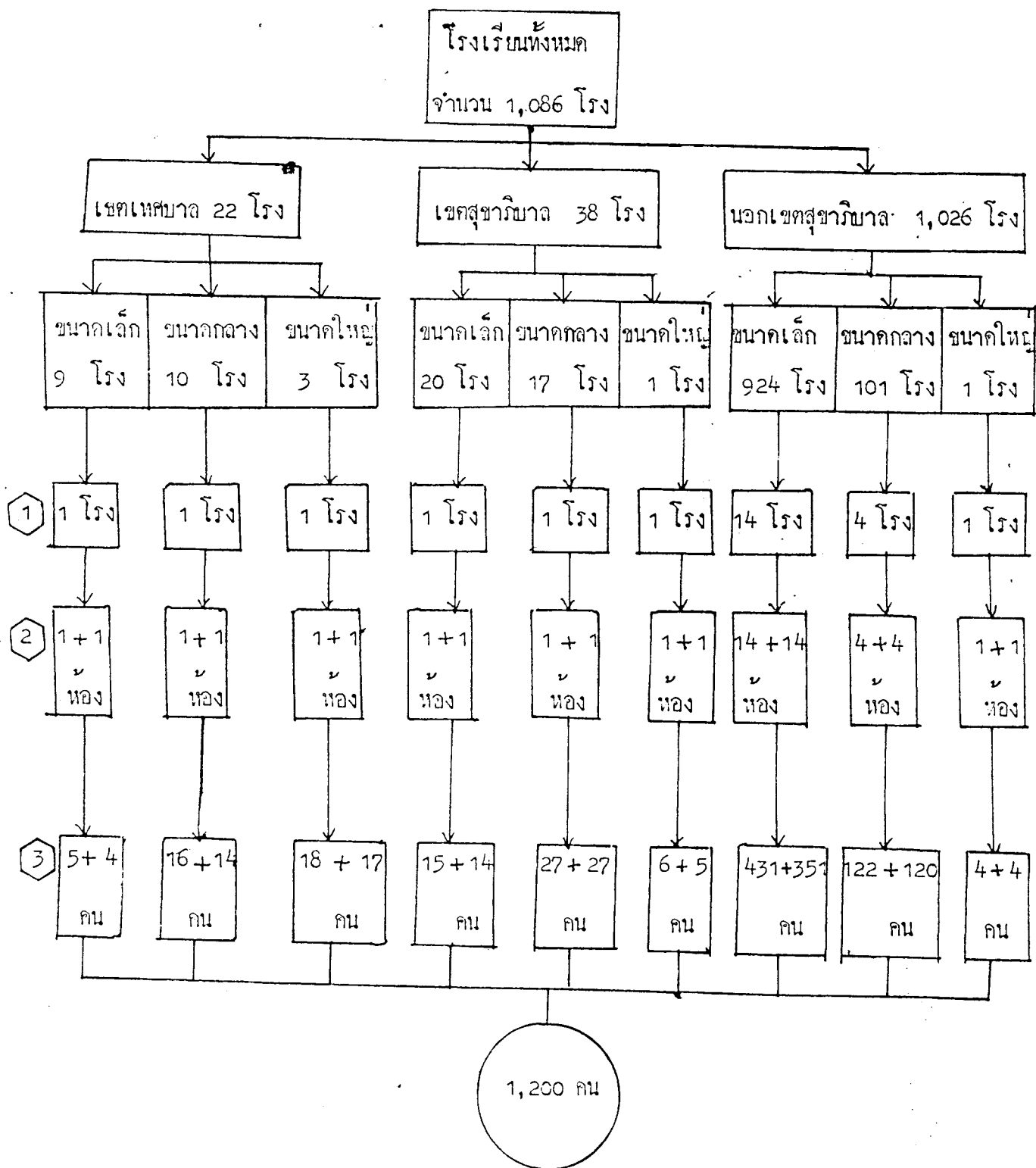
3.3 การได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน ผู้วิจัยได้ดำเนินการสุ่มตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 สุ่มโรงเรียนจากจำนวนโรงเรียนแต่ละขนาดในแต่ละเขต ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยการสุ่มโรงเรียน 1 โรงเรียนจากจำนวนโรงเรียนแต่ละขนาดในแต่ละเขต ยกเว้นโรงเรียนขนาดเล็กและขนาดกลางนอกเขตเทศบาล สุ่มโรงเรียนมาจำนวน 14 โรงเรียนและ 4 โรงเรียนตามลำดับ

ขั้นที่ 2 สุ่มห้องเรียนจากจำนวนห้องเรียนที่ได้จากการสุ่มในขั้นตอนที่ 1 โดยใช้วิธีจับสลากห้องเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มาระดับชั้นละ 1 ห้องเรียน กรณีที่โรงเรียนใดมีห้องเรียนระดับชั้นละ 1 ห้อง ผู้วิจัยใช้ห้องเรียนดังกล่าวเป็นกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นที่ 3 สุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากห้องเรียนที่ได้จากการสุ่มในขั้นตอนที่ 2 โดยการสุ่มเชิงระบบ (Systematic Sampling) เพื่อเลือกกระดานคำตอบให้ได้จำนวนเท่ากับกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดไว้

การได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่างได้แสดงขั้นตอนการสุ่มตัวอย่างและขนาดของกลุ่มตัวอย่างไว้ในแผนภาพที่ 3 ส่วนรายละเอียดของรายชื่อของโรงเรียนและจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างแสดงไว้ในตารางที่ 16, 17 และ 18 (ในภาคผนวก ข หน้า 255-256.)



แผนภาพที่ 3 แสดงการกระจายตัวของ...

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4.1 แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ประจิต นามโคตร (2530) แบบทดสอบมีจำนวน 3 ข้อ รายละเอียดมีดังนี้

ข้อที่ 1 "ปลาทอง" โดยมีคำถามว่า "เด็กชายประชา เลี้ยงปลาทองไว้ในตู้ 5 ตัว ต่อมาประชาพบ ปลาทองในตู้ตายไป 1 ตัว โดยไม่ทราบว่าปลาทองตัวนั้นตายเพราะเหตุใด นักเรียนคิดว่าปลาทองตายเพราะเหตุใดได้บ้าง ให้นักเรียนคิดหาสาเหตุที่ทำให้ปลาทองตัวนั้นตายให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ แล้วเขียนสิ่งที่นักเรียนคิดลงในช่องว่างข้างล่าง"

ข้อที่ 2 "จะทำอย่างไรดี" โดยมีคำถามว่า "ถ้าเสื้อของนักเรียนเปื้อก และนักเรียนต้องการทำให้เสื้อตัวนั้นแห้งโดยเร็ว โดยที่เมื่อเสื้อแห้งแล้วอยู่ในสภาพที่ใส่ได้ นักเรียนจะทำอย่างไร นักเรียนสามารถทำให้เสื้อแห้งโดยเร็วได้หลายวิธีพยายามคิดหาวิธีที่เป็นไปได้ให้มากที่สุดแล้ว เขียนลงในช่องว่างข้างล่าง"

ข้อที่ 3 "สมมติว่า" โดยมีคำถามว่า "สมมติว่านับตั้งแต่วินาทีนี้เป็นต้นไปพืชทุกชนิดไม่ออกดอกอีกเลยนักเรียนคิดว่า สิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตในโลกจะมีการเปลี่ยนแปลงอะไรเกิดขึ้นบ้าง ให้นักเรียนเขียนสิ่งที่เกิดขึ้นผลมาจากการที่พืชเคยมีดอกแล้วไม่มีดอกให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ลงในช่องว่างข้างล่างนี้"

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ชุดนี้มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.72

3.4.2 แบบวัดพัฒนาการทางสติปัญญาขึ้นปฏิบัติการรูปธรรม ตามทฤษฎีของ เพียเจต์ของ paul H. Ankly และ Lyle K. Joce ซึ่งปรับเป็นภาษาไทยโดย ผศ.ดร.อาภา จันทรสกุล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้แบบทดสอบมี 30 ข้อ โดยแบ่งออกเป็น 10 งาน งาน ละ 3 ข้อ ข้อสอบทั้ง 10 งาน จะใช้วัดความสามารถทางสติปัญญา ในด้านต่อไปนี้

1. การอนุรักษเชิงน้ำหนัก ได้แก่ข้อที่ 23, 25 และ 29
2. การอนุรักษเชิงความยาว ได้แก่ข้อที่ 1, 26 และ 28
3. การอนุรักษเชิงพื้นที่ ได้แก่ข้อที่ 5, 20 และ 24
4. การอนุรักษเชิงปริมาตร ได้แก่ข้อที่ 3, 7 และ 10
5. การจัดหมวดหมู่ ได้แก่ข้อที่ 2, 13 และ 21

6. การเรียงลำดับแบบจับคู่ ได้แก่ข้อที่ 8, 12 และ 17
7. การให้เหตุผลความสัมพันธ์เชื่อมโยง ได้แก่ข้อที่ 11, 15 และ 27
8. ความเข้าใจเกี่ยวกับที่ว่างเชิงเรขาคณิต ได้แก่ข้อที่ 4, 9 และ 14
9. ความเข้าใจเกี่ยวกับตำแหน่งต่าง ๆ ในที่ว่าง ได้แก่ข้อที่ 2, 16

และ 19

10. ความเข้าใจเรื่องความเร็วกับเวลา ได้แก่ข้อที่ 18, 22 และ 30

แบบทดสอบวัดพัฒนาการทางสติปัญญาขั้นปฏิบัติการรูปธรรม มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.76

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ 1 พฤศจิกายน 2536 ถึง วันที่ 27 มกราคม 2537 ซึ่งมีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

3.5.1 เตรียมแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับได้แก่

- แบบทดสอบวัดความถนัดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
- แบบทดสอบวัดพัฒนาการทางสติปัญญาขั้นปฏิบัติการรูปธรรม

โดยผู้วิจัยกำหนดส่งสื่อขออนุญาตใช้แบบทดสอบทั้งสองฉบับจากอาจารย์ ประจักษ์ นามโคตร และ ผศ.ดร. อาภา จันทรสกุล

3.5.2 นำแบบทดสอบทั้งสองฉบับไปทดสอบกับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดขอนแก่น ซึ่งมีสถานที่ตั้งโรงเรียน ตลอดจนสภาพแวดล้อมต่าง ๆ คล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ซึ่งจำนวนกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบได้มาโดยการสุ่มเชิงระบบ (Systematic Sampling) ดังมีรายละเอียดของชื่อโรงเรียนและจำนวนนักเรียน แสดงไว้ในตารางที่ 19

(ในภาคผนวก ข หน้า 259.)

3.5.3 การเตรียมการสอบ

- ผู้วิจัยกำหนดส่งสื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูล จากผู้อำนวยการการประถมศึกษาจังหวัดขอนแก่น
- เตรียมอุปกรณ์การทดสอบ เช่น กระดาษคำตอบ
- กำหนดเวลาในการดำเนินการทดสอบ

3.5.4 วิธีดำเนินการทดสอบ

- ผู้วิจัยแนะนำตัวเอง ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการทดสอบ ประโยชน์ที่ได้รับ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจตรงกัน
- กำหนดเวลาในการทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ข้อละ 15 นาที และแบบทดสอบวัดพัฒนาการทางสติปัญญาขั้นปฏิบัติการรูปธรรม 1 ชั่วโมง 30 นาที
- ให้นักเรียนทำแบบทดสอบพร้อมกัน เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบเสร็จให้ส่งแบบทดสอบและกระดาษคำตอบก่อนออกจากห้องสอบ

3.6 การตรวจแบบทดสอบ

3.6.1 การตรวจแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

- (1) การตรวจให้คะแนนความคล่องในการคิด ให้คะแนนคำตอบที่เป็นไปได้คำตอบละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับคำตอบของผู้อื่นหรือไม่
- (2) การตรวจให้คะแนนความยืดหยุ่นในการคิด ใช้วิธีจัดกลุ่มคำตอบนักเรียนแต่ละคน แยกตามแนววิธีคิดที่แตกต่างกัน วัตถุประสงค์ให้คะแนนคำตอบกลุ่มละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับคำตอบของผู้อื่นหรือไม่
- (3) การตรวจให้คะแนนความคิดริเริ่ม ใช้วิธีการนับทุกคำตอบแต่ละข้อของนักเรียนแต่ละคน แล้วนำคำตอบแต่ละข้อมาหาความถี่ เพื่อให้คะแนนดังนี้

- คำตอบที่มีความถี่เกิน 5	นับไปให้	0 คะแนน
- คำตอบที่มีความถี่ 5	ให้	1 คะแนน
- คำตอบที่มีความถี่ 4	ให้	2 คะแนน
- คำตอบที่มีความถี่ 3	ให้	3 คะแนน
- คำตอบที่มีความถี่ 2	ให้	4 คะแนน
- คำตอบที่มีความถี่ 1	ให้	5 คะแนน

- (4) คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แต่ละข้อของนักเรียนแต่ละคน ได้จากผลบวกของคะแนนความคล่องในการคิด คะแนนความยืดหยุ่นในการคิดและคะแนนความคิดริเริ่ม

- (5) คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ได้จากผลรวมของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ข้อ

3.5.2 การตรวจแบบทดสอบวัดพัฒนาการทางสติปัญญาชั้นปฏิบัติการ
รูปธรรม โดยแยกข้อสอบออกเป็น 10 งาน ซึ่งแต่ละงาน จะมีข้อสอบ 3 ข้อ นัก
เรียนที่ผ่านแต่ละงาน จะต้องตอบข้อสอบถูกต้อง 2 ใน 3 ข้อ และนักเรียนที่ถือว่า
พัฒนาการทางสติปัญญาชั้นปฏิบัติการรูปธรรม จะต้องทำแบบทดสอบผ่าน 8 งาน ใน
10 งาน

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่

3.7.1 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรของ Hoyt (Hoyt's Analysis Of Variance)
(บุญสม, 2528) ดังนี้

$$r_{tt} = 1 - \frac{MS_E}{MS_B}$$

เมื่อ, X คือ คะแนนแต่ละข้อของแต่ละคน

T คือ ผลรวมของคะแนนแต่ละข้อ

P คือ ผลรวมของคะแนนแต่ละคน

N คือ จำนวนคนสอบ

K คือ จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ

G คือ ผลรวมผลกำลังหนึ่ง

$$SS_t = \text{Sum Square ของ Total} = \frac{\sum (\sum X)^2}{NK} - \frac{G^2}{NK}$$

$$SS_A = \text{SS ระหว่างข้อ} = \frac{\sum T^2}{N} - \frac{\sum G^2}{NK}$$

$$SS_B = \text{SS ระหว่างคน} = \frac{\sum P^2}{K} - \frac{\sum G^2}{NK}$$

$$SS_E = SS_t - SS_A - SS_B$$

3.7.2 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดระดับพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจต์ โดยใช้สูตร KR - 20 ดังนี้ (บุญชม, 2528)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\Sigma pq}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ, n คือ จำนวนข้อสอบ

p คือ สัดส่วนของคนที่ตอบถูก

q คือ ส่วนของคนที่ตอบผิด

Σpq คือ ผลรวมของผลคูณระหว่าง p กับ q

S_t^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนน ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$S^2 = \frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)} \quad (\text{บุญชม, 2528})$$

เมื่อ, S^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนน

X คือ คะแนนของนักเรียนแต่ละคน

X^2 คือ คะแนนของนักเรียนแต่ละคนยกกำลังสอง

ΣX^2 คือ ผลรวมของคะแนนของนักเรียนแต่ละคนเมื่อยกกำลังสองแล้ว

$(\Sigma X)^2$ คือ ผลรวมของคะแนนของนักเรียนแต่ละคนยกกำลังสอง

N คือ จำนวนนักเรียนที่ทำแบบทดสอบ

3.7.3 หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้สูตร $\bar{X} = \frac{\Sigma X}{N}$ (งามนิษฐ์, 2528)

N

เมื่อ, $\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ΣX คือ ผลรวมของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ของนักเรียน

3.7.4 หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้สูตร

$$S.D = \sqrt{\frac{N\sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}} \quad (\text{นิภา, 2531})$$

เมื่อ $\sum x^2$ คือ ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
 $(\sum x)^2$ คือ ผลรวมทั้งหมดของคะแนนยกกำลังสอง
 N คือ จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.7.5 หาค่าพิสัย โดยใช้สูตร

$$\text{พิสัย} = \text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด} \quad (\text{นิภา, 2531})$$

3.7.6 หาค่าร้อยละของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และค่าร้อยละของนักเรียนที่มีขั้นพัฒนาการทางสติปัญญารับปฏิบัติการรูปธรรม

3.7.7 หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยใช้สูตร Pearson Product Moment Correlation (งามนิษฐ์, 2528) ดังนี้

$$r = \frac{N\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{\left[N\sum x^2 - (\sum x)^2 \right] \left[N\sum y^2 - (\sum y)^2 \right]}}$$

เมื่อ, r คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

x คือ คะแนนจากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

y คือ คะแนนจากแบบทดสอบวัดพัฒนาการทางสติปัญญา

$\sum xy$ คือ ผลรวมทั้งหมดของผลคูณระหว่าง x กับ y

$\sum x, \sum y$ คือ ผลรวมทั้งหมดของคะแนน x และ y ตามลำดับ

$\sum x^2, \sum y^2$ คือ ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N คือ จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง