

บทที่ 2

วิธีดำเนินการ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของบทเรียนที่มีการวางตำแหน่ง และรูปแบบของบทสรุปต่างกัน ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน ดังนั้นเพื่อให้การวิจัยครั้งนี้บรรลุตาม วัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยจึงได้วางแผนเกี่ยวกับ วิธีดำเนินการวิจัยตามหัวข้อต่อไปนี้ คือ ประชากร กลุ่มตัวอย่าง วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง แบบแผนการวิจัย แบบแผนทางสถิติ ตัวแปรในการวิจัย เครื่องมือและการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย วิธีดำเนินการ และสถิติที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2534 ของโรงเรียนประถมศึกษาสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดชลบุรี ขนาดกลางและขนาดใหญ่ ซึ่งมีจำนวนนักเรียน 300 คนขึ้นไป ตามเกณฑ์ของสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ จำนวน 69 โรงเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 3,487 คน

กลุ่มตัวอย่างและวิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กำลังเรียนอยู่ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2534 โรงเรียนประถมศึกษาสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดชลบุรี จำนวน 30 คน ซึ่งสุ่มมาจากประชากร

วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Random Sampling) (วันทนีส์ ชูศิลา, 2525 :

135-136) ซึ่งมีขั้นตอนในการสุ่มดังนี้

ขั้นที่ 1 สุ่มโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้มาจำนวน 9 โรงเรียน จากจำนวนทั้งหมด 69 โรงเรียน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับสลากแบบไม่ใส่กลับ (Sampling Without Replacement) ปรากฏรายชื่อโรงเรียนและจำนวนนักเรียนในแต่ละโรงเรียนที่สุ่มได้ดังตาราง 1

ตาราง 1 รายชื่อโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างและจำนวนนักเรียนในแต่ละโรงเรียน

ลำดับที่	ชื่อโรงเรียน	จำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
1	วัดมโนรม	139
2	วัดกลางดอน	116
3	ชุมชนบ้านบางพระ	109
4	บ้านสี่ดหีบ	108
5	ชุมชนบ้านหัวถนนแจ	106
6	ชุมชนวัดหนองตำลึง	78
7	บ้านโรงโป๊ะ	77
8	วัดตโปทาราม	54
9	พระตำหนักมหาราช	45
	รวม	832

ขั้นที่ 2 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งเป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปทดสอบกับนักเรียนทั้ง 9 โรงเรียน โดยจัดสภาพ
ห้องสอบเหมือนกับการสอบวัดผลทั่วไป ห้องสอบแต่ละห้องมีผู้ดำเนินการสอบ 2 คน คือ ผู้วิจัย
และครูประจำชั้น โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอบ ครูประจำชั้นของแต่ละห้องเป็นผู้ช่วย
ดำเนินการสอบ

2.1 นำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนน ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบ
ผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบตัวเลือกเกิน 1 ตัวให้ 0 คะแนน นำคะแนนของนักเรียนทุกคนที่ได้มา
จัดเรียงจากมากไปหาน้อย

2.2 นำคะแนนที่ได้จัดเรียงไว้แล้วจากข้อ 2.1 มาแบ่งกลุ่มนักเรียน
เป็นนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ต่ำ โดยการวิเคราะห์กลุ่มบนและล่างร้อยละ 27 ได้จำนวนนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนสูงและต่ำ แยกตามโรงเรียนที่ใช้นักเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่าง ดังตาราง 2

ตาราง 2 จำนวนนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและต่ำในแต่ละโรงเรียนที่ใช้
นักเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่าง

ลำดับที่	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน	จำนวนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง	จำนวนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ
1	วัดมโนรม	139	44	30
2	วัดกลางดอน	116	25	46
3	ชุมชนบ้านบางพระ	109	27	43
4	บ้านสี่ตึก	108	26	30
5	ชุมชนบ้านหัวถนน	106	40	23
6	ชุมชนวัดหนองตำลึง	78	23	12
7	บ้านโรงโป๊ะ	77	20	15
8	วัดตโปทาราม	54	11	11
9	พระตำหนักมหาราช	45	8	14
	รวม	832	224	224

ขั้นที่ 3 สุ่มนักเรียนจากตาราง 2 ในแต่ละระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามสัดส่วนของนักเรียนแต่ละโรงเรียนด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย ด้วยการจับสลากแบบไม่ใส่กลับ จะได้กลุ่มตัวอย่างในแต่ละระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแต่ละโรงเรียนตามต้องการ ดังปรากฏในตาราง 3

ตาราง 3 จำนวนนักเรียนของแต่ละโรงเรียนตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

ลำดับที่	โรงเรียน	จำนวนนักเรียนที่มี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง	จำนวนนักเรียนที่มี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ
1	วัดมโนรม	35	24
2	วัดกลางดอน	20	37
3	ชุมชนบ้านบางพระ	22	35
4	บ้านเสด็จ	21	24
5	ชุมชนบ้านหัวกุ่มแจ	32	18
6	ชุมชนวัดหนองคำสิง	19	10
7	บ้านโรงโป๊ะ	16	12
8	วัดตโปทาราม	9	9
9	พระตำหนักมหาราช	6	11
	รวม	180	180

ขั้นที่ 4 สุ่มนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเข้ารับการทดลอง (Random Assignment) โดยสุ่มนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจากตาราง 3 ในแต่ละระดับผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนแต่ละโรงเรียน ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย โดยการจับฉลากแบบไม่ใส่กลับ ได้นักเรียนกลุ่มที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง และกลุ่มที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ เข้ารับการทดลองกลุ่มละ 30 คน จำนวน 12 กลุ่ม และสุ่มหมายเลขกลุ่มทดลองให้กับนักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยกำหนดหมายเลข 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ให้กับกลุ่มนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ส่วนหมายเลข 7,

- หมายเลข 9 แทน กลุ่มนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ซึ่งเรียนบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อเรื่องและบทสรุปแบบบรรยายเพียงอย่างเดียว โดยมีบทสรุปแทรกระหว่างเนื้อเรื่อง
- หมายเลข 10 แทน กลุ่มนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ซึ่งเรียนบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อเรื่องและบทสรุปแบบบรรยายและมีภาพประกอบ โดยมีบทสรุปรวบยอดหลังเนื้อเรื่อง
- หมายเลข 11 แทน กลุ่มนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ซึ่งเรียนบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อเรื่องและบทสรุปแบบบรรยายและมีคำถามประกอบ โดยมีบทสรุปรวบยอดหลังเนื้อเรื่อง
- หมายเลข 12 แทน กลุ่มนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ซึ่งเรียนบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อเรื่องและบทสรุปแบบบรรยายเพียงอย่างเดียว โดยมีบทสรุปรวบยอดหลังเนื้อเรื่อง

จากการสุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มทดลองในชั้นที่ 4 ได้จำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มทดลอง
จำนวนตามเงื่อนไขการทดลอง ดังตาราง 4

ตาราง 4 จำนวนนักเรียนที่ได้รับการส่งแยกเข้ากลุ่มทดลอง

		บทสรุปแบบ บรรยาย และมีภาพ ประกอบ	บทสรุปแบบ บรรยาย และมีคำถาม ประกอบ	บทสรุปแบบ บรรยายเพียง อย่างเดียว	รวม
ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน	การวางตำแหน่ง ของบทสรุป				
	บทสรุปแทรก ระหว่างเนื้อเรื่อง	30	30	30	180
สูง	บทสรุปรวบยอด หลังเนื้อเรื่อง	30	30	30	
ต่ำ	บทสรุปแทรก ระหว่างเนื้อเรื่อง	30	30	30	180
	บทสรุปรวบยอด หลังเนื้อเรื่อง	30	30	30	
รวม		120	120	120	360

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบหลายตัวประกอบสอบหลังเพียงครั้งเดียว

(Posttest-only Experiment in Factorial Design) ซึ่งมีลักษณะดังภาพประกอบ 1

R	a ₁	b ₁	c ₁	O ₁
R	a ₁	b ₁	c ₂	O ₂
R	a ₁	b ₁	c ₃	O ₃
R	a ₁	b ₂	c ₁	O ₄
R	a ₁	b ₂	c ₂	O ₅
R	a ₁	b ₂	c ₃	O ₆
R	a ₂	b ₁	c ₁	O ₇
R	a ₂	b ₁	c ₂	O ₈
R	a ₂	b ₁	c ₃	O ₉
R	a ₂	b ₂	c ₁	O ₁₀
R	a ₂	b ₂	c ₂	O ₁₁
R	a ₂	b ₂	c ₃	O ₁₂

ภาพประกอบ 1 แบบแผนการวิจัยแบบหลายตัวประกอบสอบหลังเพียงครั้งเดียว

(ดัดแปลงจาก Tuckman, 1978 : 135)

เมื่อ

R	แทน	การกำหนดกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่ม (Random Assignment)
A	แทน	ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แปรค่าออกเป็น 2 ระดับ คือ
a ₁	แทน	ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง
a ₂	แทน	ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

- B แทน การวางตำแหน่งของบทสรุป แปรค่าออกเป็น 2 ระดับ คือ
- b_1 แทน บทสรุปแทรกระหว่างเนื้อเรื่อง
 - b_2 แทน บทสรุปรวบยอดหลังเนื้อเรื่อง
- C แทน รูปแบบของบทสรุป แปรค่าออกเป็น 3 ระดับ คือ
- c_1 แทน บทสรุปแบบบรรยายและมีภาพประกอบ
 - c_2 แทน บทสรุปแบบบรรยายและมีคำถามประกอบ
 - c_3 แทน บทสรุปแบบบรรยายเพียงอย่างเดียว
- O แทน ผลการทดลอง
- O_1 แทน ผลการทดลองของกลุ่มที่ 1
 - O_2 แทน ผลการทดลองของกลุ่มที่ 2
 - O_3 แทน ผลการทดลองของกลุ่มที่ 3
 - O_4 แทน ผลการทดลองของกลุ่มที่ 4
 - O_5 แทน ผลการทดลองของกลุ่มที่ 5
 - O_6 แทน ผลการทดลองของกลุ่มที่ 6
 - O_7 แทน ผลการทดลองของกลุ่มที่ 7
 - O_8 แทน ผลการทดลองของกลุ่มที่ 8
 - O_9 แทน ผลการทดลองของกลุ่มที่ 9
 - O_{10} แทน ผลการทดลองของกลุ่มที่ 10
 - O_{11} แทน ผลการทดลองของกลุ่มที่ 11
 - O_{12} แทน ผลการทดลองของกลุ่มที่ 12

แบบแผนทางสถิติ

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัย ใช้แบบแผนทางสถิติแบบแฟกทอเรียลกลุ่มสมบูรณ์ไม่เคลำกำหนด

2 x 2 x 3 (2 x 2 x 3 Completely Randomized Factorial Fixed Effect Model)

(ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน x การวางตำแหน่งของบทสรุป x รูปแบบของบทสรุป)
โดยมีตัวแปรในการทดลองดังนี้

1. ตัวแปรอิสระ มี 3 ตัวแปร ได้แก่

1.1 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (A) แปรค่าออกเป็น 2 ระดับ คือ

1.1.1 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง (a_1)

1.1.2 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ (a_2)

1.2 การวางตำแหน่งของบทสรุป (B) แปรค่าออกเป็น 2 ระดับ คือ

1.2.1 บทสรุปแทรกระหว่างเนื้อเรื่อง (b_1)

1.2.2 บทสรุปรวบยอดหลังเนื้อเรื่อง (b_2)

1.3 รูปแบบของบทสรุป (C) แปรค่าออกเป็น 3 ระดับ คือ

1.3.1 บทสรุปแบบบรรยายและมีภาพประกอบ (c_1)

1.3.2 บทสรุปแบบบรรยายและมีคำถามประกอบ (c_2)

1.3.3 บทสรุปแบบบรรยายเพียงอย่างเดียว (c_3)

2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จาก

คะแนนการตอบแบบทดสอบ วัดด้านความรู้ความจำ แบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก ที่ครอบคลุม
เนื้อหา เรื่องสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง

แบบแผนทางสถิติแบบแฟคทอเรียลกลุ่มสมบูรณ์ไม่แตกกำหนด $2 \times 2 \times 3$
 (ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (A) x การวางตำแหน่งของบทสรุป (B) x รูปแบบของบทสรุป (C)
 ดังตาราง 5

ตาราง 5 แบบแผนทางสถิติแบบแฟคทอเรียลกลุ่มสมบูรณ์ไม่แตกกำหนด $2 \times 2 \times 3$

factor	A	B	C		
			c ₁	c ₂	c ₃
a ₁	b ₁		abc 11101	abc 11201	abc 11301
			abc 11102	abc 11202	abc 11302
		⋮	⋮	⋮	⋮
		abc 11130	abc 11230	abc 11330	
	b ₂		abc 12101	abc 12201	abc 12301
			abc 12102	abc 12202	abc 12302
⋮		⋮	⋮	⋮	
	abc 12130	abc 12230	abc 12330		
a ₂	b ₁		abc 21101	abc 21201	abc 21301
			abc 21102	abc 21202	abc 21302
		⋮	⋮	⋮	⋮
		abc 21130	abc 21230	abc 21330	
	b ₂		abc 22101	abc 22201	abc 22301
			abc 22102	abc 22202	abc 22302
⋮		⋮	⋮	⋮	
	abc 22130	abc 22230	abc 22330		

(ดัดแปลงจาก Winer, 1971 : 452)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีทั้งหมด 6 รายการ ดังนี้

1. บทเรียน ประกอบด้วยเนื้อเรื่องและบทสรุปที่มีการวางตำแหน่งและรูปแบบของบทสรุปต่างกัน จำนวน 6 รูปแบบ คือ บทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อเรื่องและบทสรุปแบบบรรยายและมีภาพประกอบโดยมีบทสรุปแทรกระหว่างเนื้อเรื่อง บทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อเรื่องและบทสรุปแบบบรรยายและมีคำถามประกอบโดยมีบทสรุปแทรกระหว่างเนื้อเรื่อง บทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อเรื่องและบทสรุปแบบบรรยายเพียงอย่างเดียวโดยมีบทสรุปแทรกระหว่างเนื้อเรื่อง บทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อเรื่องและบทสรุปแบบบรรยายและมีภาพประกอบโดยมีบทสรุปวางขอดหลังเนื้อเรื่อง บทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อเรื่องและบทสรุปแบบบรรยายและมีคำถามประกอบโดยมีบทสรุปวางขอดหลังเนื้อเรื่อง บทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อเรื่องและบทสรุปแบบบรรยายเพียงอย่างเดียวโดยมีบทสรุปวางขอดหลังเนื้อเรื่อง บทเรียนแต่ละรูปแบบจะมีเนื้อหาเดียวกัน คือ เนื้อหาเรื่องสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง ประกอบด้วย 5 เรื่อง เรื่องละ 1 บทเรียน คือ บทเรียนเรื่องปลา สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ สัตว์เลื้อยคลาน สัตว์ปีก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความรู้ความจำ โดยครอบคลุมเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรประถมศึกษา 2521 จำนวน 50 ข้อ

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ใช้วัดผลสัมฤทธิ์หลังจากนักเรียนได้เรียนบทเรียนจบในแต่ละบท ซึ่งมีจำนวน 5 บทเรียน บทเรียนละ 10 ข้อ รวมทั้งหมด 50 ข้อ

4. กระดาษคำตอบ

5. นาฬิกาจับเวลา

6. เครื่องบันทึกเสียงและตลับเทปบันทึกคำชี้แจง

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 4 รายการ ดังนี้

1. การสร้างบทเรียนประเภทต่าง ๆ มีวิธีการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาหลักการเรียนรู้ และหลักการสร้างบทเรียนจากตำรา งานวิจัย และเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.2 ศึกษาหลักสูตรประถมศึกษาพุทธศักราช 2521 หนังสือเรียน แผนการสอน กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของกรมวิชาการ โดยเลือกเนื้อหา เรื่องสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง

1.3 จัดแบ่งเนื้อหา เรื่องสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังออกเป็นบทเรียนได้ 5 บทเรียน คือ บทเรียนเรื่องปลา สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ สัตว์เลื้อยคลาน สัตว์ปีก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม โดยในแต่ละบทเรียนประกอบด้วยเนื้อเรื่องย่อย ดังนี้ ลักษณะที่สำคัญ การดำรงชีวิต และการสืบพันธุ์

1.4 ดำเนินการสร้างบทเรียนโดยเขียนเนื้อเรื่องเป็นข้อความบรรยายและมีบทสรุปประกอบในแต่ละบทเรียน จัดสร้างบทเรียนในแต่ละบทเรียนเป็น 6 รูปแบบ ดังนี้

รูปแบบที่ 1 เป็นบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อเรื่องและบทสรุปแบบบรรยาย และมีภาพประกอบ โดยมีบทสรุปแทรกระหว่างเนื้อเรื่อง

รูปแบบที่ 2 เป็นบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อเรื่องและบทสรุปแบบบรรยาย และมีคำถามประกอบ โดยมีบทสรุปแทรกระหว่างเนื้อเรื่อง

รูปแบบที่ 3 เป็นบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อเรื่องและบทสรุปแบบบรรยาย เพียงอย่างเดียว โดยมีบทสรุปแทรกระหว่างเนื้อเรื่อง

รูปแบบที่ 4 เป็นบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อเรื่องและบทสรุปแบบบรรยาย และมีภาพประกอบ โดยมีบทสรุปรวบยอดหลังเนื้อเรื่อง

รูปแบบที่ 5 เป็นบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อเรื่องและบทสรุปแบบบรรยาย และมีคำถามประกอบ โดยมีบทสรุปรวบยอดหลังเนื้อเรื่อง

รูปแบบที่ 6 เป็นบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อเรื่องและบทสรุปแบบบรรยายเพียงอย่างเดียว โดยมีบทสรุปย่อหลังเนื้อเรื่อง

1.5 ภาพที่จะใช้ประกอบบทสรุปเป็นภาพลายเส้นขาว-ดำพร้อมคำบรรยายประกอบด้านล่างของภาพ ดังปรากฏในภาคผนวก 3 บทเรียนรูปแบบที่ 1 และ 4 ส่วนคำถามที่จะใช้ประกอบบทสรุปเป็นคำถามชนิดเติมคำในช่องว่าง ดังปรากฏในภาคผนวก 3 บทเรียนรูปแบบที่ 2 และ 5 และบทสรุปแบบบรรยายเพียงอย่างเดียวเป็นบทสรุปที่บรรยายเป็นตัวอักษรเพียงอย่างเดียว ดังปรากฏในภาคผนวก 3 บทเรียนรูปแบบที่ 3 และ 6

1.6 นำบทเรียนที่สร้างทั้งหมด 6 รูปแบบ โดยแต่ละรูปแบบมีเนื้อหาเดียวกัน รูปแบบละ 5 บทเรียน ให้ผู้มีความรู้ทางวิชาวิทยาศาสตร์และครูผู้สอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 คน พิจารณาความเหมาะสมของเนื้อเรื่อง เวลา และข้อบกพร่องต่าง ๆ แล้วผู้วิจัยนำกลับไปปรับปรุงก่อนนำไปทดลองใช้

1.7 นำบทเรียนที่ประกอบด้วยบทสรุปที่ปรับปรุงแล้วทั้ง 5 บทเรียน ไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนวัดช่องลม สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดชลบุรี ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ โดยจัดนักเรียนเป็นกลุ่ม ทั้งหมด 6 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน จำนวน 60 คน เพื่อกำหนดเวลาที่เหมาะสม ที่จะนำไปใช้ในการทดลองจริง โดยดูเวลาที่นักเรียนจำนวนร้อยละ 90 ของนักเรียนทั้งหมดอ่านจบในแต่ละบทเรียน และพิจารณาถึงความยากง่ายของภาษาที่ใช้ในบทเรียน ด้วยการสอบถามจากนักเรียนและจากการสังเกตด้วยตนเอง แล้วนำมาปรับปรุงก่อนนำไปใช้ทดลองจริง

2. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อใช้แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและต่ำ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

2.1 นำแบบทดสอบวัดจุดประสงค์เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ของกระทรวงศึกษาธิการ ที่ครอบคลุมทุกเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์มาดัดแปลง โดยสร้างเป็นข้อคำถามเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นคำถามวัดความรู้ความจำ แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 84 ข้อ โดยศึกษาวิธีสร้างข้อสอบจากหนังสือที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลและประเมินผลทางการศึกษา

2.2 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างเสร็จแล้ว ไปให้ผู้รู้และมีประสบการณ์ทางด้านการวัดผลและประเมินผลทางการศึกษา และผู้มีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 คน เป็นผู้พิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

2.3 ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบตามข้อเสนอแนะของผู้รู้และมีประสบการณ์ทางด้านการวัดผลและประเมินผลทางการศึกษา และผู้มีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อให้มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

2.4 นำแบบทดสอบที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2534 โรงเรียนบริษัทไทยกลีกรสงเคราะห์ สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดชลบุรี ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการทดลองครั้งนี้ จำนวน 60 คน

2.5 นำกระดาษคำตอบจากข้อ 2.4 มาตรวจให้คะแนน โดยให้ข้อที่ตอบถูกต้อง 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิด หรือไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 ตัวเลือกให้ 0 คะแนน แล้วรวมคะแนนของแต่ละคน

2.6 นำคะแนนของนักเรียนแต่ละคนจากข้อ 2.5 มาเรียง จากคะแนนสูงสุดจนถึงคะแนนต่ำสุด แล้วใช้เทคนิค 27 เปอร์เซ็นต์แบ่งเป็นคะแนนนักเรียนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ จากนั้นทำการวิเคราะห์หาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้ตารางสำเร็จรูปของ เฟอร์ ฟาน (Fan, 1952 : 3-32)

2.7 คัดเลือกแบบทดสอบข้อที่มีค่าความยาก (P) ระหว่าง .20 -.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป โดยคำนึงถึงความครอบคลุมจุดประสงค์ที่ต้องการวัดให้ได้จำนวน 50 ข้อ

2.8 นำแบบทดสอบจำนวน 50 ข้อ ซึ่งหาคุณภาพแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนในข้อ 1.7 จำนวน 60 คน เพื่อหาเวลาเฉลี่ยในการทำแบบทดสอบ และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (Ebel and Frisbie, 1986 : 77) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ .868

3. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสัตว์ที่มี

กระดุกสี่เหลี่ยมหลัง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 ศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบ การสร้างข้อสอบ และการวิเคราะห์ข้อสอบ โดยอาศัยตารางวิเคราะห์หลักสูตร และศึกษาหนังสือการวัดผลการศึกษา เทคนิคการเขียนข้อสอบ (ชวาล แพร่ตกุล, 2520, บุญเชิด ภิญโญอินตพงษ์, 2523 และ อนันต์ ศรีโสภา, 2524)

3.2 ดำเนินการสร้างข้อสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก ที่มีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาเรื่องสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง ซึ่งแบ่งเป็น 5 บทเรียน บทเรียนละ 20 ข้อ รวมทั้งหมด 100 ข้อ

3.3 นำบทเรียนและแบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามเนื้อหาในข้อ 3.2 ไปให้ผู้รู้และผู้มีประสบการณ์ทางด้าน การวัดผลและประเมินผลทางการศึกษา จำนวน 3 คน ผู้มีความรู้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ และครูผู้สอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 คน ช่วยตรวจสอบและพิจารณาให้นำหน้ากฎอุปสรรคต่าง ๆ

3.4 นำบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อเรื่องและบทสรุปที่มีการวางตำแหน่งและรูปแบบของบทสรุปต่างกัน ทั้ง 6 รูปแบบ โดยบทเรียนแต่ละรูปแบบมีเนื้อหาเดียวกัน จำนวน 5 บทเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเพื่อทดสอบหลังการเรียนแต่ละบทเรียนไปทดลองกับนักเรียนในข้อ 2.4 เรียนบทเรียนรูปแบบละ 10 คน รวม 60 คน

3.5 นำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนน โดยให้ข้อที่ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิด หรือไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 ตัวเลือกให้ 0 คะแนน แล้วรวมคะแนนของแต่ละคน

3.6 นำคะแนนจากแบบทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) และหาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซ็นต์ ดำเนินการวิเคราะห์เช่นเดียวกับข้อ 2.6 และ 2.7 ตามลำดับ

3.7 เมื่อได้ค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบแต่ละข้อ แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง .20 -.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ทั้ง 5 บทเรียน บทเรียนละ 10 ข้อ รวม 50 ข้อ

3.8 นำข้อสอบที่คัดเลือกแล้ว จำนวนบทเรียนละ 10 ข้อ รวม 50 ข้อ จากข้อ 3.7 ไปทดสอบกับนักเรียนในข้อ 1.7 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 60 คน เพื่อหาค่าเวลาเฉลี่ยในการทำแบบทดสอบ และหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปลาเท่ากับ .779 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำเท่ากับ .755 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสัตว์เลื้อยคลานเท่ากับ .668 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสัตว์ปีกเท่ากับ .584 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเท่ากับ .752

4. การสร้างคลังเทปบันทึกคำชี้แจง จำนวน 1 ม้วน ผู้วิจัยได้บันทึกคำชี้แจงให้ครอบคลุมกระบวนการเรียนการสอน ตามเงื่อนไขของการทดลองในครั้งนี้ดังปรากฏในชั้นทดลองเมื่อบันทึกเสร็จแล้ว ผู้วิจัยนำคลังเทปบันทึกคำชี้แจงไปทดลองพร้อมกับบทเรียนทั้ง 5 บทเรียนกับนักเรียนในข้อ 1.7 เพื่อหาข้อบกพร่องและปรับปรุง ก่อนนำไปใช้ทดลองจริง

การทดลองนำร่อง

ผู้วิจัยทำการทดลองนำร่อง (Pilot Study) ก่อนการทดลองจริง เพื่อศึกษาปัญหาของวิธีดำเนินการวิจัยที่อาจเกิดขึ้นในขณะทดลองจริง จะได้หาวิธีป้องกันมิให้เกิดในขณะทดลองจริง โดยดำเนินการทดลองดังนี้

1. เลือกนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2534 จากโรงเรียนวัดเขาบางทราย สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดชลบุรี ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ไปทดสอบนักเรียนของโรงเรียนที่เลือกไว้ เพื่อนำผลสัมฤทธิ์จากการทดสอบมาแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นนักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและต่ำ จำนวน 84 คน แล้วสุ่มเข้ากลุ่มทดลอง 12 กลุ่ม กลุ่มละ 7 คน ด้วยการจับฉลากแบบไม่ใส่กลับ ดังนี้

กลุ่มที่ 1 และ 7 เรียงบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อเรื่องและบทสรุปแบบบรรยาย และมีภาพประกอบ โดยมีบทสรุปแทรกระหว่างเนื้อเรื่อง

กลุ่มที่ 2 และ 8 เรียงบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อเรื่องและบทสรุปแบบบรรยาย และมีคำถามประกอบ โดยมีบทสรุปแทรกระหว่างเนื้อเรื่อง

กลุ่มที่ 3 และ 9 เรียงบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อเรื่องและบทสรุปแบบบรรยาย เพียงอย่างเดียว โดยมีบทสรุปแทรกระหว่างเนื้อเรื่อง

กลุ่มที่ 4 และ 10 เรียงบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อเรื่องและบทสรุปแบบบรรยาย และมีภาพประกอบ โดยมีบทสรุปรวบยอดหลังเนื้อเรื่อง

กลุ่มที่ 5 และ 11 เรียงบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อเรื่องและบทสรุปแบบบรรยาย และมีคำถามประกอบ โดยมีบทสรุปรวบยอดหลังเนื้อเรื่อง

กลุ่มที่ 6 และ 12 เรียงบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อเรื่องและบทสรุปแบบบรรยาย เพียงอย่างเดียว โดยมีบทสรุปรวบยอดหลังเนื้อเรื่อง

2. ดำเนินการทดลองเหมือนการทดลองจริง ซึ่งมีวิธีการดำเนินการดังจะได้กล่าวต่อไป

วิธีดำเนินการทดลอง

ขั้นเตรียมการทดลอง

1. เตรียมเครื่องมือที่จะใช้ในการทดลอง ซึ่งได้แก่ บทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อเรื่องและบทสรุปที่มีการวางตำแหน่งและรูปแบบของบทสรุปต่างกัน จำนวน 6 รูปแบบ คือ บทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อเรื่องและบทสรุปแบบบรรยายและมีภาพประกอบ โดยมีบทสรุปแทรกระหว่างเนื้อเรื่อง บทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อเรื่องและบทสรุปแบบบรรยายและมีคำถามประกอบ โดยมีบทสรุปแทรกระหว่างเนื้อเรื่อง บทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อเรื่องและบทสรุปแบบบรรยายเพียงอย่างเดียว โดยมีบทสรุปแทรกระหว่างเนื้อเรื่อง บทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อเรื่องและบทสรุปแบบบรรยายและมีภาพประกอบ โดยมีบทสรุปรวบยอดหลังเนื้อเรื่อง บทเรียนที่ประกอบด้วย

เนื้อเรื่องและบทสรุปแบบบรรยายและมีคำถามประกอบ โดยมีบทสรุปรวบยอดหลังเนื้อเรื่อง และบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อเรื่องและบทสรุปแบบบรรยายเพียงอย่างเดียว โดยมีบทสรุปรวบยอดหลังเนื้อเรื่อง บทเรียนแต่ละรูปแบบจะมีเนื้อหาเดียวกัน รูปแบบละ 5 บทเรียน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กระจายคำตอบนาฬิกาจับเวลา เครื่องบันทึกเสียงและตลับเทปบันทึกคำชี้แจง

2. เตรียมห้องทดลองเพื่อใช้ในการทดลอง ผู้วิจัยใช้ห้องเรียนที่ว่างของโรงเรียนที่มีกลุ่มตัวอย่าง โดยจัดสภาพการทดลองให้ทุกกลุ่มตัวอย่างคล้ายคลึงกันมากที่สุด

3. เตรียมนักเรียนที่จะเข้ารับการทดลองในแต่ละโรงเรียน

สุ่มนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและต่ำ โดยสุ่มนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างของโรงเรียนแต่ละโรงเรียนเข้ากลุ่มทดลองทั้ง 12 กลุ่ม ดังที่กล่าวไว้แล้วในเรื่องการเลือกกลุ่มตัวอย่าง และในการวิจัยครั้งนี้ทำการทดลองกับนักเรียน 9 โรงเรียนทดลองกับกลุ่มใดก่อนใช้วิธีการจับฉลากและดำเนินการทดลองตามลำดับ

ขั้นทดลอง

1. ผู้วิจัยทำการทดลองกับนักเรียน 9 โรงเรียน โดยดำเนินการทดลองกับกลุ่มทดลองครั้งละ 1 โรงเรียน ทดลองกับกลุ่มทดลองโรงเรียนใดก่อนหรือหลัง ใช้วิธีการจับฉลากรายชื่อโรงเรียนและดำเนินการทดลองตามลำดับ ในการทดลองกับกลุ่มทดลองแต่ละโรงเรียน ผู้วิจัยใช้บทเรียนทั้งหมด 5 บทเรียน และใช้เวลาในการทดลองกลุ่มทดลองละ 5 วันติดต่อกัน วันละ 1 บทเรียน บทเรียนละ 45 นาที โดยให้นักเรียนอ่านบทเรียนบทเรียนละ 25 นาที หลังจากนักเรียนอ่านบทเรียนจบในแต่ละบทเรียน ผู้วิจัยเก็บบทเรียนคืนแล้วให้นักเรียนพักเป็นเวลา 5 นาที หลังจากนั้นจึงให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้เวลาทดสอบบทเรียนละ 15 นาที

2. ก่อนที่จะทำการทดลอง ผู้วิจัยชวนชวนนักเรียนที่จะเข้ารับการทดลองพร้อมกับแจกบทเรียนฉบับที่ 1 โดยที่ผู้รับการทดลองแต่ละคนได้รับบทเรียนตามเงื่อนไขของกลุ่มทดลองที่จัดไว้ และชี้แจงทำความเข้าใจกับนักเรียนก่อนโดยใช้เทปบันทึกเสียงคำชี้แจงดังนี้

"สวัสดิ์คะให้นักเรียนทุกคน วันละและอีก 4 วันถัดไป ครูมีบทเรียนมาให้ให้นักเรียนอ่านวันละ 1 บทเรียน ขอให้ให้นักเรียนตั้งใจอ่านและทำตามคำสั่งในบทเรียนของนักเรียนแต่ละคนละคน โดยจะให้เวลานักเรียนอ่านบทเรียนบทเรียนละ 25 นาที เมื่อนักเรียนอ่านจบและทำตามคำสั่งในบทเรียนเสร็จ ขอให้ให้นักเรียนปิดบทเรียนแล้วเงยหน้าขึ้น เมื่อหมดเวลาครูจะเก็บบทเรียนคืน แล้วให้นักเรียนพักเป็นเวลา 5 นาที หลังจากนั้นจะให้นักเรียนทำแบบทดสอบ เพื่อวัดดูว่านักเรียนได้เรียนรู้อะไรและเข้าใจเรื่องที่อ่านหรือไม่ จะให้เวลานักเรียนทำแบบทดสอบ 15 นาที เมื่อหมดเวลาครูจะเก็บแบบทดสอบและกระดาษคำตอบคืน ครูหวังเป็นอย่างยิ่งว่านักเรียนทุกคนจะตั้งใจอ่านบทเรียน และทำแบบทดสอบ เมื่อทุกคนเข้าใจดีแล้วครูจะให้ให้นักเรียนเริ่มอ่านบทเรียนกันเลยนะคะ"

3. เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนแต่ละบทจบผู้วิจัยจะเก็บบทเรียนคืน และให้นักเรียนพัก 5 นาที แล้วแจกกระดาษคำตอบให้นักเรียน และให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล หมายเลขที่นักเรียนได้รับไว้บนหัวกระดาษในช่องที่เขียนว่า ชื่อ นามสกุล และเลขที่ หมายเลขที่ให้นักเรียนเขียนนั้น ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างเข้ารับการทดลองในแต่ละกลุ่ม ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดหมายเลข และบัญชีรายชื่อกลุ่มตัวอย่างไว้ในแต่ละโรงเรียนว่า นักเรียนแต่ละคนอยู่ในกลุ่มระดับผลสัมฤทธิ์ใดบ้าง โดยที่ผู้วิจัยเขียนหมายเลขนั้นติดไว้กับกระดาษคำตอบของนักเรียน จากนั้นผู้วิจัยแจกแบบทดสอบและให้เวลาในการทำแบบทดสอบ 15 นาที เมื่อหมดเวลาให้นักเรียนทุกคนวางดินสอและเก็บกระดาษคำตอบพร้อมทั้งแบบทดสอบคืน โดยแยกตามเงื่อนไขของกลุ่มทดลอง

4. การทดลองในวันที่ 2 ถึงวันที่ 5 ผู้วิจัยดำเนินการทดลองเช่นเดียวกับ การทดลองในวันแรก

การให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบถือเกณฑ์ดังนี้ คือ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 ตัวเลือกให้ 0 คะแนน

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยใช้สถิติดังต่อไปนี้

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ใช้สถิติดังนี้
 - 1.1 ค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27 % ในการแบ่งกลุ่มสูงและต่ำ (บุญเรียง ขจรศิลป์, 2530 : 112-114)
 - 1.2 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (Ebel and Frisbie, 1986 : 77)
2. สถิติที่ใช้ในการแบ่งนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและต่ำในวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยใช้วิธีวิเคราะห์กลุ่มบนและกลุ่มล่างร้อยละ 27 (The Upper Lower 27 Percent) (ไสว เลี่ยมแก้ว, 2516 : 118 อ้างอิงมาจาก Kelley, 1939)
3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน มีดังนี้
 - 3.1 ค่ามัธยฐานเลขคณิต (\bar{X}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (Guilford and Fruchter, 1981 : 45)
 - 3.2 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (Ferguson, 1981 : 68)
 - 3.3 การทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนของข้อมูลก่อนการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยใช้วิธีการของฮาร์ทลีย์ (Hartley's Test) (Winer, 1971 : 206)
 - 3.4 วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบแฟกทอเรียลกลุ่มสมบูรณ์โมเดลกำหนด $2 \times 2 \times 3$ ($2 \times 2 \times 3$ Completely Randomized Factorial Fixed Effect Model) (Winer, 1971 : 455-460)

3.5 ทดสอบเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison Procedure)

หลังจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน เมื่อพบว่าผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรหลักมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้วิธี HSD ของทูดีย์ (Kirk, 1968 : 88)

3.6 การทดสอบผลการทดลองรอง (Simple Main Effect Test)

เมื่อพบว่า กิริยาร่วมมีนัยสำคัญทางสถิติ (Kirk, 1968 : 180)