



### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการสอนวิทยาศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ ที่มีต่อการคิดแบบอเนกนัยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

1. การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น
2. การเลือกตัวอย่างประชากร
3. การสร้างแผนการสอน
4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล

#### การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

เป็นการค้นคว้าหาข้อมูลสำหรับการวิจัย มีลำดับขั้นดังนี้

1. ศึกษา รวบรวมข้อมูลจากเอกสาร สิ่งพิมพ์ ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาการคิดแบบอเนกนัย

2. ศึกษากระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของ ชาลครอส (Shallcross, 1981)

## การเลือกตัวอย่างประชากร

### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2537 ของโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายประถม) จำนวน 294 คน โดยมีคุณสมบัติของโรงเรียน ดังนี้

1. เป็นโรงเรียนขนาดใหญ่ มีจำนวนนักเรียนประมาณ 1,680 คน
2. เป็นโรงเรียนที่สอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตแยกเป็นรายวิชาในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 - 6
3. เป็นโรงเรียนที่มีนโยบายส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน และส่งเสริมการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เช่น จัดโครงการโครงการงานวิทยาศาสตร์
4. เป็นโรงเรียนที่มีการจัดนักเรียนแบบคละกันระหว่างเด็กเก่ง ปานกลาง และอ่อน
5. เป็นโรงเรียนที่ผู้ปกครองส่วนใหญ่เห็นความสำคัญ และให้การสนับสนุนการศึกษาของนักเรียน
6. เป็นโรงเรียนที่ผู้บริหาร คณะครูและผู้ปกครอง เห็นความสำคัญ และให้ความร่วมมือในการวิจัย

### ตัวอย่างประชากร

ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2537 ของโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายประถม) จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 36 คน รวมเป็น 72 คน ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัยเลือกตัวอย่างประชากรตามเกณฑ์ โดยพิจารณาจากห้องที่มีจำนวนนักเรียนเท่ากัน และมีจำนวนนักเรียนชายและหญิงใกล้เคียงกันได้ 3 ห้องเรียน จากทั้งหมด 7 ห้องเรียน ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/5 6/6 และ 6/7
2. ทดสอบการคิดแบบอเนกนัยของนักเรียนทั้ง 3 ห้อง โดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
3. หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการคิดแบบอเนกนัยของนักเรียนทั้ง 3 ห้อง ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการคิดแบบอเนกนัยของนักเรียน  
ทั้ง 3 ห้อง

ห้อง	N	การคิดแบบอเนกนัย	
		$\bar{x}$	S.D.
6/5	36	90.93	35.53
6/6	36	96.33	33.04
6/7	36	93.69	32.71

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดแบบอเนกนัยทั้ง 3 ห้อง ใกล้เคียงกัน

4. ผู้วิจัยเลือกห้องเรียน 2 ห้อง ที่มีคะแนนการคิดแบบอเนกนัยใกล้เคียงกันมากที่สุด ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/6 และ 6/7 จากนั้นทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดแบบอเนกนัยตามองค์ประกอบแต่ละด้านของทั้ง 2 ห้อง ด้วยการทดสอบค่า  $t$  ( $t$ -test) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบของคะแนนการคิดแบบอเนกนัยตามองค์ประกอบแต่ละด้าน ก่อนการทดลองของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/6 และ 6/7

การคิดแบบอเนกนัย	ห้อง 6/6		ห้อง 6/7		t
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	
องค์ประกอบ					
1. ด้านความคล่องในการคิด	35.50	11.41	30.83	8.37	1.98
2. ด้านความคิดยืดหยุ่น	25.61	6.45	23.44	5.28	1.56
3. ด้านความคิดริเริ่ม	35.22	16.86	39.42	20.05	-0.82
การคิดแบบอเนกนัยรวม	96.33	33.04	93.69	32.71	0.32

\*  $p < .01$

จากตารางที่ 2 แสดงว่า คะแนนการคิดแบบอเนกนัยตามองค์ประกอบแต่ละด้านของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/6 และ 6/7 ไม่แตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข )

5. ผู้วิจัยสุ่มตัวอย่างแบบง่ายโดยการจับสลากได้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/6 เป็นกลุ่มทดลองเรียนด้วยแผนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/7 เป็นกลุ่มควบคุมเรียนด้วยแผนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ

### การสร้างแผนการสอน

แผนการสอนที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. แผนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างสร้างสรรค์เรื่อง แสง และแรงดัน จำนวน 12 แผน แต่ละแผนใช้เวลาสอน 2 คาบ คาบละ 50 นาที รวม 24 คาบ
2. แผนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติเรื่อง แสง และแรงดัน จำนวน 12 แผน แต่ละแผนใช้เวลาสอน 2 คาบ คาบละ 50 นาที รวม 24 คาบ

รายละเอียดของการสร้างแผนการสอน มีดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร คู่มือ หนังสือแบบเรียน และแผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง แสง และแรงดัน
2. ศึกษากระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของ แชลครอส
3. สร้างแผนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ และแผนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ อย่างละ 12 แผน

3.1 แผนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างสร้างสรรค์แต่ละแผนประกอบด้วย

- 3.1.1 ความคิดรวบยอด
- 3.1.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 3.1.3 เนื้อหาวิชา
- 3.1.4 กิจกรรมการเรียนการสอน แบ่งเป็น 6 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 นำเข้าสู่ปัญหา

ขั้นที่ 2 เตรียมข้อมูล

- ขั้นที่ 3 คิดแก้ปัญหาแบบอเนกนัย
- ขั้นที่ 4 ประเมินเลือกวิธีการแก้ปัญหา
- ขั้นที่ 5 ลงมือปฏิบัติ
- ขั้นที่ 6 สรุปผล

3.1.5 สื่อการสอน

3.1.6 การประเมินผล

3.2 แผนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติแต่ละแผนประกอบด้วย

3.2.1 ความคิดรวบยอด

3.2.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

3.2.3 เนื้อหาวิชา

3.2.4 กิจกรรมการเรียนการสอน แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน

ขั้นที่ 2 ชี้นำอภิปรายก่อนทดลอง

ขั้นที่ 3 ชี้นำทดลอง

ขั้นที่ 4 ชี้นำอภิปรายหลังทดลอง

3.2.5 สื่อการสอน

3.2.6 การประเมินผล

3.3 นำแผนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ และแผนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ เสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 4 ท่าน เพื่อตรวจพิจารณา และให้คำแนะนำเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

3.4 นำแผนการสอนทั้ง 2 แบบ อย่างละ 3 แผน ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายประถม) ที่ไม่ใช่ตัวอย่างประชากร จำนวนกลุ่มละ 40 คน เพื่อดูความเหมาะสมในด้านของการจัดกิจกรรม ระยะเวลา แล้วจึงนำมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ก่อนนำไปทดลองใช้กับตัวอย่างประชากร

เปรียบเทียบการสอนวิทยาศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ กับการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ

การสอนวิทยาศาสตร์อย่างสร้างสรรค์	การสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ
<p>1. <u>ขั้นนำเข้าสู่ปัญหา</u> ครูจัดกิจกรรม เช่น ทบทวนความรู้เดิม สนทนาซักถาม สำนิด ฯลฯ เพื่อให้ นักเรียนสนใจ และพร้อมที่จะเรียน</p> <p>2. <u>ขั้นเตรียมข้อมูล</u> 2.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 6-7 คน 2.2 นักเรียนเลือกประธาน และ เลขานุการกลุ่ม 2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น จาก ตำรา เอกสาร สไลด์ หรือวีดิทัศน์</p> <p>3. <u>ขั้นคิดแก้ปัญหาแบบอเนกนัย</u> นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมสมอง เพื่อตอบคำถามแต่ละข้อ ให้ได้คำตอบหลายๆ คำตอบ และช่วยกันออกแบบการทดลองให้ได้มากที่สุด</p> <p>4. <u>ขั้นประเมินเลือกวิธีการแก้ปัญหา</u> นักเรียนแต่ละกลุ่มประเมิน เลือกวิธีการทดลองที่เหมาะสมที่สุดตามเกณฑ์ที่กำหนดให้</p> <p>5. <u>ขั้นลงมือปฏิบัติ</u> นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผน และดำเนินการทดลอง และบันทึกผลการทดลอง</p> <p>6. <u>ขั้นสรุปผล</u> ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำผลที่ได้จากการทดลอง มาสรุปเป็นความรู้ใหม่</p>	<p>1. <u>ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน</u> ครูจัดกิจกรรม เช่น ทบทวนความรู้เดิม สนทนาซักถาม สำนิด ฯลฯ เพื่อให้ นักเรียนสนใจ และพร้อมที่จะเรียน</p> <p>2. <u>ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง</u> 2.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 6-7 คน 2.2 นักเรียนเลือกประธาน และ เลขานุการกลุ่ม 2.3 ครูตั้งปัญหาให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและตอบคำถาม 2.4 ครูแนะนำอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง และอธิบายวิธีทดลอง</p> <p>3. <u>ขั้นทดลอง</u> นักเรียนในกลุ่มช่วยกันทดลองตามที่ครูกำหนดให้ และบันทึกผลการทดลอง</p> <p>4. <u>ขั้นอภิปรายผลหลังการทดลอง</u> ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำผลที่ได้จากการทดลอง มาสรุปเป็นความรู้ใหม่</p>

## การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบการคิดแบบอเนกนัย โดยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ของ ทอร์แรนซ์ (Torrance, 1973)
2. สร้างแบบทดสอบการคิดแบบอเนกนัย โดยอาศัยแนวทางจากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ของ ทอร์แรนซ์ ฉบับที่เป็นแบบทดสอบทางภาษา (Verbal tasks) โดยอิงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยกิจกรรม 7 กิจกรรม ดังนี้

### กิจกรรมที่ 1 "การตั้งคำถาม"

ให้นักเรียนพิจารณาจากภาพที่กำหนดให้ แล้วตั้งคำถามเกี่ยวกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในภาพให้ได้มากที่สุด

### กิจกรรมที่ 2 "การเดาสาเหตุ"

ให้นักเรียนเดาสาเหตุของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในภาพจากกิจกรรมที่ 1 ซึ่งสาเหตุนั้นอาจเกิดขึ้น ก่อนหน้าเหตุการณ์นั้นไม่นาน หรือเกิดขึ้นมานานแล้ว ให้ได้มากที่สุด

### กิจกรรมที่ 3 "การเดาผลที่เกิดขึ้น"

ให้นักเรียนเดาผลที่อาจเกิดขึ้น อันเนื่องมาจากเหตุการณ์ในภาพจากกิจกรรมที่ 1 ซึ่งอาจเป็นผลที่จะเกิดขึ้นในอนาคตระยะยาวก็ได้ เขียนให้ได้มากที่สุด

### กิจกรรมที่ 4 "การบอกประโยชน์ของสิ่งของ"

ให้นักเรียนบอกถึงประโยชน์ หรือการนำไปใช้ประโยชน์ของสิ่งที่กำหนดให้ได้มากที่สุด

### กิจกรรมที่ 5 "การตัดแปลง"

ให้นักเรียนเขียนอุปกรณ์ที่สามารถนำมาใช้แทนอุปกรณ์ที่กำหนด ให้มากที่สุด

### กิจกรรมที่ 6 "การทดลอง"

ให้นักเรียนเขียนชื่อเรื่องการทดลองและอธิบายวิธีการทดลองย่อๆ เกี่ยวกับเรื่อง แสง และแรงดัน ให้มากที่สุด จากอุปกรณ์ที่กำหนดให้

### กิจกรรมที่ 7 "การจินตนาการ"

ให้นักเรียนเขียนสิ่งที่คิดหรือเดาว่า อะไรจะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่เป็นไปไม่ได้ที่กำหนดให้

แบบทดสอบแต่ละกิจกรรมใช้เวลา 7 นาที รวมเวลาทดสอบประมาณ 60 นาที โดย  
ก่อนทดสอบให้มีเวลาเพื่ออธิบายคำสั่ง และเปิดโอกาสให้ซักถาม

เกณฑ์การให้คะแนน การให้คะแนนการคิดแบบอเนกนัย ของ แบบทดสอบทั้ง 7  
กิจกรรม มีวิธีการเหมือนกัน คือ แต่ละกิจกรรมจะตรวจให้คะแนน 3 ด้าน ดังนี้

- ก. คะแนนความคล่องในการคิด หมายถึง คะแนนที่ได้จากคำตอบตาม  
เงื่อนไขของ คำถาม คำตอบละ 1 คะแนน
- ข. คะแนนความยืดหยุ่นในการคิด หมายถึง คะแนนที่ได้จากการจัดกลุ่ม  
คำตอบของนักเรียนแต่ละคน ตามวิธีคิดที่แตกต่างกัน แล้วให้คำตอบ  
กลุ่มละ 1 คะแนน ส่วนคำตอบที่ไม่ได้อยู่ในกลุ่ม จะได้คะแนนคำตอบละ  
1 คะแนน
- ค. คะแนนความคิดริเริ่ม หมายถึง คะแนนที่ได้จากการคิดคำตอบที่แตกต่าง  
ไปจากคนอื่น เกณฑ์ในการตัดสินว่า คำตอบใดเป็นคำตอบที่จัดว่าเป็น  
ความคิดริเริ่มนั้น ผู้วิจัยจะบันทึกคำตอบของแต่ละข้อของนักเรียนทั้งหมด  
แล้วหาค่าความถี่ของคำตอบแต่ละคำตอบโดยให้คะแนน ดังนี้

คำตอบที่มีความถี่เกิน 5 ขึ้นไป ได้ 0 คะแนน

คำตอบที่มีความถี่เป็น 5 ได้ 1 คะแนน

คำตอบที่มีความถี่เป็น 4 ได้ 2 คะแนน

คำตอบที่มีความถี่เป็น 3 ได้ 3 คะแนน

คำตอบที่มีความถี่เป็น 2 ได้ 4 คะแนน

คำตอบที่มีความถี่เป็น 1 ได้ 5 คะแนน

(เกณฑ์การให้คะแนนความคิดริเริ่มของ ทศนีย์ พฤกษ์ชลสาร, 2517)

คะแนนการคิดแบบอเนกนัยแต่ละกิจกรรมของนักเรียน หาได้จากผลรวมของคะแนน  
ความคล่องในการคิด คะแนนความยืดหยุ่นในการคิด และคะแนนความคิดริเริ่ม และการให้  
คะแนนการคิดแบบอเนกนัยของนักเรียนแต่ละคน หาได้จากผลรวมของคะแนนการคิดแบบอเนกนัย  
ทั้ง 7 กิจกรรม



3. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้ (try out) ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายประถม) จำนวน 6 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างประชากร เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของภาษา และแนวการตอบแบบทดสอบนี้

4. ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบจากการทดลองใช้ครั้งที่ 1 จากนั้นนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 4 ท่าน ตรวจสอบเพื่อพิจารณาความตรงของแบบทดสอบว่า สามารถใช้วัดการคิดแบบอเนกนัยของนักเรียนได้หรือไม่

5. นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 4 ท่าน มาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหนึ่ง

6. นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ (try out) ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายประถม) จำนวน 10 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างประชากร เพื่อพิจารณาแนวการตอบ การตรวจให้คะแนน และกำหนดเวลาที่เหมาะสม

7. ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบ โดยอาศัยการทดลองสอบครั้งที่ 2

8. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ไปทดลองสอบ (try out) ครั้งที่ 3 กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายประถม) จำนวน 40 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างประชากร เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์แห่งความเที่ยงของแบบทดสอบการคิดแบบอเนกนัย โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบฮอยท์ (Hoyt's analysis of variance) หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ โดยทดสอบสมมติฐาน  $F = \frac{MS_p}{MS_e}$

และหาความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของคะแนนของแต่ละบุคคล โดยใช้สูตรของ Johnson Palmer (อ้างถึงในประคอง กรรณสูต, 2535) ผลจากการคำนวณค่าสถิติปรากฏว่าค่าสัมประสิทธิ์แห่งความเที่ยงของแบบทดสอบเท่ากับ 0.77 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของคะแนนของแต่ละบุคคลเป็น 15.67 หน่วยคะแนน และโดยเฉลี่ยแบบทดสอบสามารถจำแนกบุคคลได้อย่างมีนัยสำคัญ ณ ระดับ .01 ( รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข )

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยได้ทดสอบการคิดแบบอเนกนัยของนักเรียนกลุ่มทดลองเรียนด้วยแผนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ และกลุ่มควบคุมเรียนด้วยแผนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติก่อนการทดลองสอน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบการคิดแบบอเนกนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
2. ดำเนินการทดลองสอนกลุ่มทดลองโดยใช้แผนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ และกลุ่มควบคุมโดยใช้แผนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเองทั้ง 2 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มสอนสัปดาห์ละ 4 วัน วันละ 1 คาบ คาบละ 50 นาที รวมเวลาดทดลองสอน 6 สัปดาห์
3. ทดสอบการคิดแบบอเนกนัย หลังการทดลองสอน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบชุดเดิม ทั้ง 2 กลุ่ม

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบคะแนนการคิดแบบอเนกนัยตามองค์ประกอบแต่ละด้าน หลังการทดลองระหว่าง นักเรียนที่เรียนด้วยแผนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยแผนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ โดยการใช้การทดสอบค่าที (t-test)
2. เปรียบเทียบคะแนนการคิดแบบอเนกนัยตามองค์ประกอบแต่ละด้าน ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยแผนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ โดยการใช้การทดสอบค่าที (t-test)
3. เปรียบเทียบคะแนนการคิดแบบอเนกนัยตามองค์ประกอบแต่ละด้าน ก่อนและหลังการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยแผนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ โดยการใช้การทดสอบค่าที (t-test)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สถิติที่ใช้ในการวิจัย

### 1. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1.1 คะแนนเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ใช้สูตร

$$\text{เมื่อ } \bar{X} = \frac{\Sigma X}{N} \quad (\text{ประคอง กรรณสูต, 2535})$$

$$\bar{X} = \text{ค่าเฉลี่ย}$$

$$\Sigma X = \text{ผลรวมของคะแนน}$$

$$N = \text{จำนวนนักเรียนทั้งหมด}$$

#### 1.2 หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$S = \sqrt{\frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)}}$$

(ประคอง กรรณสูต, 2535)

$$\text{เมื่อ } S = \text{ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง}$$

$$\Sigma X = \text{ผลรวมของคะแนน}$$

$$N = \text{จำนวนข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง}$$

$$\Sigma X^2 = \text{ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง}$$

#### 1.3 หาค่าความแปรปรวนของข้อมูล

$$\text{สูตร } S^2 = (S)^2 \quad (\text{ประคอง กรรณสูต, 2535})$$

$$S^2 = \text{ความแปรปรวน}$$

$$S = \text{ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน}$$

## 2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบการคิดแบบอเนกนัย

### 2.1 หาค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบทดสอบ โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน แบบฮอยท์ (Hoyt's analysis of variance)

$$\text{สูตร } r_{tt} = 1 - \frac{S_e^2}{S_p^2} \quad (\text{ประคอง กรรณสูตร, 2535})$$

$r_{tt}$  = สัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบทดสอบ

$S_e^2$  = ความแปรปรวนคลาดเคลื่อน

$S_p^2$  = ความแปรปรวนระหว่างบุคคล

### 2.2 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

สมมติฐาน  $H_0$  = ไม่มีความแตกต่างระหว่างบุคคล

$$F_{df} = \frac{MS_p}{MS_e} \quad (\text{ประคอง กรรณสูตร, 2535})$$

$F$  = นัยสำคัญทางสถิติที่ทดสอบอำนาจจำแนกบุคคล

$df$  = ชั้นแห่งความอิสระระหว่างบุคคล, ความคลาดเคลื่อน

$MS_p$  = ความแปรปรวนของคะแนนระหว่างบุคคล

$MS_e$  = ความแปรปรวนคลาดเคลื่อน

### 2.3 หาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของคะแนนแต่ละบุคคล

(standard error of measurement of an individual score = SE) โดยใช้สูตรของ Johnson Palmer

$$\text{สูตร } SE = \sqrt{\frac{SS \text{ ของส่วนที่เหลือ}}{df \text{ ระหว่างบุคคล}}} \quad (\text{ประคอง กรรณสูตร, 2535})$$

ตารางสรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Hoyt

แหล่งความแปรปรวน (sources of variation)	ขั้นแห่งความอิสระ (df=degree of freedom)	กำลังสอง (SS) (sum of squares)	ความแปรปรวน $MS = S^2 = SS/df$
ระหว่างบุคคล (between individuals)	จำนวนผู้เข้าสอบ-1 $(N_p - 1)$	$SS_p = \frac{\sum X_p^2}{N_i} - \frac{(\sum X_t)^2}{N}$	$MS_p = S_p^2 = \frac{SS_p}{(N_p - 1)}$
ระหว่างข้อ (between item)	จำนวนข้อสอบ-1 $(N_i - 1)$	$SS_i = \frac{\sum X_i^2}{N_p} - \frac{(\sum X_t)^2}{N}$	$MS_i = S_i^2 = \frac{SS_i}{(N_i - 1)}$
ส่วนที่เหลือ (residual) หรือความคลาดเคลื่อน (error)	$(N-1) - (N_p - 1) - (N_i - 1)$	$SS_e = SS_t - SS_p - SS_i$	$MS_e = S_e^2 = \frac{SS_e}{(N-1) - (N_p - 1) - (N_i - 1)}$
ทั้งหมด (total)	จำนวนข้อมูล ทั้งหมด-1 $(N-1)$	$SS_t = \frac{\sum X_t^2}{N} - \frac{(\sum X_t)^2}{N}$	

จากตาราง เมื่อ

$X_p$  = คะแนนของนักเรียนแต่ละคน

$X_i$  = คะแนนรวมของแต่ละข้อที่นักเรียนทุกคนได้รับ

$X_t$  = คะแนนแต่ละข้อของนักเรียนแต่ละคน

$N$  = จำนวนคะแนนทั้งหมดทุกรายการ คือ ผลคูณระหว่างจำนวนข้อสอบ ( $N_1$ )  
กับจำนวนผู้เข้าสอบ ( $N_p$ )

$\Sigma X_t$  = ผลบวกของคะแนนแต่ละข้อที่แต่ละคนได้รับ ( $X_p = X_1$ )

$\Sigma X_t^2$  = ผลบวกของกำลังสองของคะแนนแต่ละข้อที่แต่ละคนได้รับ

$\Sigma X_p^2$  = ผลบวกของกำลังสองของคะแนนที่แต่ละคนได้รับ

$\Sigma X_1^2$  = ผลบวกของกำลังสองของคะแนนรวมของแต่ละข้อที่ทุกคนได้รับ

### 3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบความมีนัยสำคัญของคะแนนระหว่าง 2 กลุ่ม

#### 3.1 ทดสอบความแปรปรวนของประชากร 2 กลุ่ม โดยการทดสอบค่า เอฟ (F-test)

$$\text{สูตร} \quad F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad (\text{ประกอบ กรรณสูตร, 2535})$$

$$df = (N_1 - 1, N_2 - 1)$$

$S_1^2$  = ค่าความแปรปรวนของคะแนนของนักเรียนในกลุ่มที่มีค่ามาก

$S_2^2$  = ค่าความแปรปรวนของคะแนนของนักเรียนในกลุ่มที่มีค่าน้อย

$N_1$  = จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองที่มีค่าความแปรปรวนมาก

$N_2$  = จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองที่มีค่าความแปรปรวนน้อย

#### 3.2 ทดสอบความมีนัยสำคัญของความแตกต่างของคะแนนการคิดแบบอเนกนัย ก่อนการทดลองระหว่าง 2 กลุ่ม โดยการทดสอบค่า ที (t-test) จากสูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{\Sigma X_1^2 + \Sigma X_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \cdot \left( \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)}} \quad (\text{ประกอบ กรรณสูตร, 2535})$$

เมื่อ

$$\sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$X_1 = \text{ค่าเฉลี่ยของคะแนนของนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ 1}$$

$$X_2 = \text{ค่าเฉลี่ยของคะแนนของนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ 2}$$

$$\Sigma X_1^2 = \text{ผลรวมกำลังสองของผลต่างระหว่างคะแนนแต่ละตัว กับ}$$

$$\text{ค่าเฉลี่ยของคะแนนของนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ 1}$$

$$\Sigma X_2^2 = \text{ผลรวมกำลังสองของผลต่างระหว่างคะแนนแต่ละตัว กับ}$$

$$\text{ค่าเฉลี่ยของคะแนนของนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ 2}$$

$$N_1 = \text{จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ 1}$$

$$N_2 = \text{จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ 2}$$

$$df = N_1 + N_2 - 2$$

3.3 ทดสอบความมีนัยสำคัญของความแตกต่างของคะแนนการคิดแบบอเนกนัย ก่อนและหลังการทดลองของแต่ละกลุ่ม โดยการทดสอบค่า t (t-test) จากสูตร

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N \Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N - 1}}} \quad (\text{ประคอง กรรณสูต, 2535})$$

$\Sigma D$  = ผลรวมของผลต่างของคะแนนทดสอบก่อนการเรียน และ  
หลังการเรียน

$\Sigma D^2$  = ผลรวมของกำลังสองของผลต่างของคะแนนทดสอบก่อนการเรียน  
และหลังการเรียน

$N$  = จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

$df = N - 1$