

50.35742

8 49: 7

5-8

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ บลสัมฤทธิ์ด้าน
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้
ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ต่างกัน โดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง
และการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง

ห้องสมุดบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปริญญาโท

ของ

กาญจนา ลาภรวย

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประธานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

พฤษภาคม 2532

ลิขสิทธิ์ เป็นของ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

178444

๕๘ พ.ศ. 2535

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ตาม
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้
ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ต่างกัน โดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง
และการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง

บทคัดย่อ

ของ

กาญจนา ลาภรวบ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

พฤษภาคม 2532

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางและการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 ของโรงเรียนเทศบาล 2 วัดปราสาททอง อำเภอเมืองฯ จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 60 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย แล้วสุ่มแยกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง กลุ่มควบคุมสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง การดำเนินการทดลองใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Factorial Design การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ตัวประกอบ

ผลการศึกษาพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สูง ปานกลาง และต่ำ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนและระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
4. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
5. นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
6. ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนและระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

7. ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

8. นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

9. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนกับระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียน ปานกลาง และต่ำ ที่ได้รับการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง และต่ำ ที่ได้รับการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A COMPARISON OF PRATHOM SUKSA V STUDENTS, WHO HAVE DIFFERENT SCIENCE
COMPETENCIES ON SCIENCE ACHIEVEMENT, SCIENCE PROCESS SKILL AND
SCIENTIFIC PROBLEM-SOLVING ABILITY USING UNGUIDED AND
GUIDED DEMONSTRATION INSTRUCTION

AN ABSTRACT

BY

GANJNA LARPRUAY

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

February 1989

The purpose of this study was to compare scientific achievement, science process skills and scientific problem-solving ability of prathom sukka V students learning through unguided and guided demonstration instruction

The subjects were 60 prathom sukka V students of Tassaban II Wat Prasattong school, Muang District, Suphanburi during the first semester of the 1988 academic year. They were randomly assigned in to experimental group and control group with 30 students in each. The experimental group was taught through unguided demonstration instruction. Factorial Design was used in this study. The data was analyzed by analysis of variance.

The results of this study indicated that ;

1. Scientific achievement of the experimental group and the control group was not significantly different.
2. The group of the students with high, medium, and low competency had different scientific achievement significantly at .01 level.
3. There were no interaction between the method of teaching and the students' competency towards the scientific achievement.
4. Science Process Skills of the experimental group was higher than the control group significantly at .01 level.
5. The group of the students with high, medium and low competency had different science process skills significantly at .01 level.
6. There were no interaction between the method of teaching and the students' competency towards the science process skills.
7. Scientific problem-solving ability of the experimental group was higher than the control group significantly at .01 level.

8. The group of the students with high, medium and low competency had different scientific problem-solving ability significantly at .01 level.

9. The interaction between the methods of teaching and the students' competency effected the scientific problem-solving ability significantly at .05 level. The students with the medium and low competency in experimental group were higher scientific problem-solving ability than the students with the medium and low competency in control group significantly at .01 level.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปฏิญานี้
ฉบับนี้แล้วสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาหาบัณฑิตของ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....ประธาน
(รศ. สมจิต สมัตถพันธุ์)

.....กรรมการ
(รศ.ดร.ส.วาสนา ประवालพฤษ์)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธาน
(รศ. สมจิต สมัตถพันธุ์)

.....กรรมการ
(รศ.ดร.ส.วาสนา ประवालพฤษ์)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผศ. ปรีชา สัมฤทธิ์ผล)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปฏิญานี้ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศ.ดร. สมพร บัวทอง)

วันที่.....๕๑.....เดือน.....กุมภาพันธ์.....พ.ศ.....๒๕๕๖.....

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือจากรองศาสตราจารย์สมจิต สมิตพันธุ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ส.วาสนา ประวาสฤกษ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรีชา สัมฤทธิ์ผล ที่ได้กรุณาช่วยเหลือให้คำแนะนำตลอดมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณอาจารย์เยาวลักษณ์ วัฒนสุกแสง อาจารย์ใหญ่โรงเรียนเทศบาล 2 วัดปราสาททอง อำเภอเมืองสุพรรณบุรี อาจารย์มณฑา ป้อมสถิตย์ อาจารย์จรรยา ทองอำไพ ตลอดจนคณะครูและนักเรียนโรงเรียนเทศบาล 2 วัดปราสาททองทุกท่าน โดยเฉพาะคุณพ่อที่ให้ ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ เอกวิทยาศาสตร์ศึกษาทุกท่าน ตลอดจนเพื่อนเอกการสอนวิทยาศาสตร์ ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่และน้อง ๆ ที่เป็นกำลังใจ เป็นแรงผลักดันให้ผู้วิจัยเข้มแข็ง สามารถต่อสู้อุปสรรค และสิ่งที่ไม่อาจลืมได้คือ ความกรุณาของอาจารย์ทัสสกา สุวรรณไพฑูรย์ โรงเรียนวัดป่าเลไลยก์ อำเภอเมืองสุพรรณบุรี ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจ ผู้วิจัย รู้สึกซาบซึ้งยิ่ง

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ คุณพ่อ คุณแม่ และ รองศาสตราจารย์สมจิต สมิตพันธุ์ ที่ได้กรุณาช่วยประคับประคอง แนะนำ ช่วยเหลือผู้วิจัยมา โดยตลอด

กาญจนา ลาภกรวย

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	4
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสาธิต	12
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	22
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา	31
สมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า	40
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	42
ประชากร	42
กลุ่มตัวอย่าง	42
วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง	42
เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง	43
ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง	44
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	44
การสร้างแผนการสอน	44
การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	45

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ขั้นต้นทักษะกระบวนการทาง	
วิทยาศาสตร์	46
การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา	
วิทยาศาสตร์	47
วิธีดำเนินการทดลอง	48
สถิติที่ใช้ในการทดลอง	49
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	52
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูล	52
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	53
5. สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	72
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	72
สมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า	72
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	73
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	74
วิธีดำเนินการทดลอง	74
การวิเคราะห์ข้อมูล	75
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	75
อภิปรายผล	77
ข้อเสนอแนะ	82
บรรณานุกรม	84
ภาคผนวก	91
ประวัติย่อของผู้วิจัย	190

ប័ណ្ណទីតារាង

ตาราง	หน้า
1 คำสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของกลุ่บทดลอง และกลุ่มควบคุม	53
2 คำสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่บทดลอง และกลุ่มควบคุม	54
3 คำสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ ของกลุ่บทดลอง และกลุ่มควบคุม	54
4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์โดยพิจารณาจากวิธีสอนและระดับความสามารถ ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง	55
5 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่มีระดับความสามารถทาง การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ	56
6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาจากวิธีสอน และระดับ ความสามารถทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง	57
7 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่มีระดับ ความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ	59
8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา เชิงวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาจากวิธีสอนและระดับความสามารถ ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ กลุ่มตัวอย่าง	60

9	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการ แก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่มีระดับ ความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ	62
10	สรุปผลรวมทั้งหมด เมื่อเกิดปฏิสัมพันธ์ Interaction ของ TWO-WAY ANOVA จากการทดสอบผลที่เกิดขึ้นของแต่ละ องค์ประกอบในระดับต่าง ๆ	63
11	ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการ แก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ ตามระดับความสามารถทาง การเรียน เมื่อสอนโดยวิธีสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง	64
12	ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการ แก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ตามระดับความสามารถทางการเรียน เมื่อสอนโดยวิธีสาธิตแบบชี้แนวทาง	66
13	ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถ ในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ มีความสามารถทางการเรียนสูง (A_1) เมื่อทดสอบ ด้วยวิธีสอน 2 วิธี	67
14	ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย ของคะแนนความสามารถในการ แก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถ ทางการเรียนปานกลาง (A_2) เมื่อทดสอบด้วยวิธีสอน 2 วิธี	68
15	ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการ แก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทาง การเรียนต่ำ (A_3) เมื่อทดสอบด้วยวิธีสอน 2 วิธี	69

16	แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม ทดลองและกลุ่มควบคุม โดยแยกตามระดับความสามารถ ทางการเรียน	93
17	แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม ทดลองและกลุ่มควบคุม โดยแยกตามระดับความสามารถทาง การเรียน	100
18	แสดงคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของ กลุ่มตัวอย่าง โดยแยกตามระดับความสามารถทางการเรียน ...	103
19	แสดงค่าความยากง่าย p และค่าอำนาจจำแนก r ของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องสารและความร้อน	107
20	แสดงค่า p , q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สารและความร้อน	108
21	แสดงค่าความยากง่าย p และค่าอำนาจจำแนก r ของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	109
22	แสดงค่า p , q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สารและความร้อน	110
23	แสดงค่าความยากง่าย p และค่าอำนาจจำแนก r ของแบบ ทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์	111
24	แสดงค่า p , q และ pq ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ แก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สารและความร้อน	112

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 เปรียบเทียบขั้นตอนการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง กับการสอนสาธิตแบบ ชี้แนวทาง	11
2 แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอน กับระดับความสามารถทางการเรียน ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์	70
3 แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอน กับระดับความสามารถทางการเรียน ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์	71

ภูมิหลัง

หลักสูตรกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตเป็นกลุ่มวิชาหนึ่งในหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 ประกอบด้วยวิชาภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสุขศึกษา ว่าด้วยกระบวนการแก้ปัญหาของชีวิตและสังคม กล่าวถึงปัญหาและความต้องการของมนุษย์ในทางต่าง ๆ เพื่อความอบอุ่นและการดำรงชีวิตที่ดี สำหรับในส่วนของวิชาวิทยาศาสตร์นั้น มุ่งหมายให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ เห็นคุณค่าในวิทยาการธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม ทรัพยากรของชาติ เสริมสร้างและก่อให้เกิดความสำนึกในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสภาพแวดล้อมพร้อมทั้งให้มีความรู้ ทักษะพื้นฐานในการดำรงชีวิต มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีวิธีการแสวงหาความรู้ที่เหมาะสม และมุ่งให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น (สมจิต สวชนไพฑูรย์. 2526 : 82)

ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายในส่วนที่เป็นวิชาวิทยาศาสตร์นั้น ในปัจจุบันจึงสอนทั้งส่วนที่เป็นความรู้ และส่วนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กันไป เพื่อช่วยให้เด็กเรียนมีโอกาสฝึกฝนในด้านการปฏิบัติ รู้จักวิธีดำเนินการแก้ปัญหา และพัฒนาความนึกคิด อันจะก่อให้เกิดความเจริญงอกงามทางสติปัญญา สามารถนำไปใช้ในการแสวงหาความรู้ และการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ โดยที่การแก้ปัญหาก็กล่าวถึงนับเป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษาทุกสาขา และเป็นส่วนหนึ่งที่มิอาจขาดในหลักสูตร เป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นสำหรับการศึกษาในโรงเรียนทั่ว ๆ ไป (Dressel. 1955 : 418 - 420) เพราะการดำรงชีวิตของมนุษย์นั้นมักจะต้องเผชิญกับปัญหาที่มีความยุ่งยากซับซ้อนต่าง ๆ กัน การดำเนินการแก้ปัญหาก็ต้องอาศัยความรู้ ความคิด วิธีการ ประสบการณ์ และขั้นตอนในการศึกษาปัญหา ดังนั้นแต่ละบุคคลจึงมีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับระดับสติปัญญา ความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ และสิ่งอื่น ๆ อีกมาก การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมจึงเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ให้ดีขึ้นได้ แต่การสอนที่บอกแนวทางและข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหานั้นไม่สามารถช่วยผู้เรียน

แก้ปัญหาได้ การสอนที่จริงจังควร เป็นการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักสังเกตและคิดหาทางออกด้วยตนเอง ซึ่งจะเป็นการปลูกฝังนิสัยและทำให้ผู้เรียนสามารถนำคุณสมบัติเหล่านี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่น ๆ ได้ (ปราโมทย์ แก้วสุข. 2528 : 41)

สิ่งที่จะช่วยให้เด็กเรียนมีคุณสมบัติและคุณภาพทรงตามจุดหมายทั้งกล่าวข้างต้นนั้น ที่สำคัญที่สุดก็คือการจัดการเรียนการสอน (ฉวีวรรณ แก้วโสฬส. 2528 : 70) แต่การจัดการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ ที่ผ่านมาแล้วนั้น ได้มียังไม่เป็นที่น่าพอใจทั้งทางด้านความสามารถในการแก้ปัญหา รวมทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยที่งานวิจัยจากหน่วยงานรัฐบาลและเอกชน ได้เสนอไว้ เช่น ในด้านความสามารถในการแก้ปัญหานั้น อำนวย เลิศยงค์ (2523 : 1) ได้กล่าวไว้ว่าสภาพความสามารถด้านการแก้ปัญหาเท่าที่เป็นอยู่จะเห็นว่าบุคคลทั่ว ๆ ไป ยังไม่สามารถที่จะคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ให้สำเร็จลงได้เท่าที่ นักการศึกษาได้ตั้งข้อสังเกตไว้ว่า นักเรียนที่เรียนจบระดับประถมศึกษาหรือมัธยมศึกษาออกไปแล้ว มักจะไม่มีความสามารถทางด้านการแก้ปัญหาสูงเท่าที่ควรจะเป็นและสำหรับในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์นั้น สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2528 : 152 - 160) ได้ทำการประเมินคุณภาพของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระดับประเทศ พบว่าคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยรวมจะ 48 ส่วนคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยรวมจะ 46

การแก้ปัญหามูลนิธิของนักเรียนด้านนี้ อาจมีแนวทางแก้ไขได้หลายวิธี ซึ่งในจำนวนนี้วิธีสอนของครูก็เป็นสิ่งสำคัญประการหนึ่งที่จะต้องปรับปรุงและพัฒนาให้เหมาะสม โดยนักการศึกษาได้พยายามคิดรูปแบบการสอนแบบใหม่ ๆ ที่ให้ผลดีขึ้น ในจำนวนนี้ก็มีนักการศึกษาท่านหนึ่งคือ โอโบวัน (Obourn) แห่งสำนักงานการศึกษาแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา ได้เสนอรูปแบบการสอนสาธิตแบบใหม่คือการสาธิตเชิงเบโดยครูเป็นผู้ทำการทดลองให้นักเรียนดู ขณะที่ทำการทดลองนั้นครูจะไม่พูดหรืออธิบายสิ่งใดทั้งสิ้น แต่จะให้ข้อคิดหลังจากสาธิตไปแล้ว นักเรียนเป็นผู้คิดตามขั้นตอนการสาธิต และพัฒนาความคิดรวบยอดด้วยตัวของเขาเอง วิธีนี้ไม่ได้เน้นทฤษฎีและเนื้อหา แต่จะเป็นการเรียนที่ฝึกให้นักเรียนสังเกต บันทึกข้อมูล ฝึกการประยุกต์สิ่งที่เรียนมาเพื่อนำไปใช้กับสิ่งใหม่ (Sund and Trowbridge. 1973 : 170 - 171) โดยได้กล่าวถึงความสำคัญของความเจียวว่าเป็นการ

เปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการใช้ความคิดและสติปัญญามากขึ้น ทำให้เกิดแรงจูงใจภายใน
ใคร่เรียนใคร่รู้ เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าของตนเอง การสอนโดยวิธีนี้ครูจะยอมรับความสามารถ
ของนักเรียน และเชื่อว่าแต่ละคนมีวิธีการเรียนรู้ของเขาเอง ซึ่งในครั้งแรกจะเป็นการลองถูก
ลองผิด และในที่สุดก็จะคงความถูกต้องไว้ การเรียนรู้ที่ถูกต้องเกิดจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง
ความเจียมใจจะช่วยให้สมองทำงานดีขึ้น เพราะไม่มีสิ่งรบกวนสมาธิในการเรียน เป็นโอกาสดีของ
นักเรียนที่จะใช้ความคิดและสติปัญญาเพื่อเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ

จากหลักการของการสอนสาธิตเจียมใจ จะเห็นได้ว่าสามารถช่วยแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่อยู่ใน
ในระดับต่ำให้ดีขึ้นมาได้ เพราะการสอนโดยวิธีนี้ทำให้เด็กได้ฝึกการคิดด้วยตนเอง แก้ปัญหาต่าง ๆ
ด้วยตนเอง และนอกจากนี้ยังได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองไปโดยอัตโนมัติ
เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล เป็นต้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่า
หลักการของการสอนแบบสาธิตเจียมใจใช้ในการศึกษาค้นคว้า โดยได้ดัดแปลงและปรับปรุงให้เหมาะสม
กับสภาพของโรงเรียนและวัยของนักเรียนในระดับประถมศึกษา โดยใช้ชื่อว่าการสอนสาธิตแบบไม่ชี้
แนวทาง ซึ่งครูจะเป็นผู้สาธิตการทดลอง ให้นักเรียนเป็นผู้สังเกต บันทึกผลและสรุปผลด้วยตนเอง
เปิดโอกาสให้นักเรียนพัฒนาความคิดและความสามารถของตนเองอย่างเต็มที่ นอกจากนี้ยังเป็น
การส่งเสริมให้เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์อีกด้วย

จากข้อมูลที่ได้เสนอมาทั้งหมดนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางมาทดลอง
ใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับประถมศึกษาปีที่ 5 เพื่อศึกษาว่าการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางนี้จะ
สามารถช่วยแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้นกว่าการสอนสาธิตตามแบบเดิม
หรือไม่

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางกับการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง
- ✓ 2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางกับการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง กับการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง
4. เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนกับระดับความสามารถทางการ เรียนที่มผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

ความสำคัญในการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสาธิตที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
2. เพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ได้ใช้ประกอบในการพิจารณาเลือกกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ให้เหมาะสมกับระดับความสามารถทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเทศบาล 2 วัดปราสาททอง อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 จำนวน 4 ห้องเรียน รวม 120 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเทศบาล 2 วัดปราสาททอง อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 ที่ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย แล้วสุ่มเป็นกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สูง ปานกลาง และต่ำ

3. เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นเนื้อหาในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หน่วยที่ 6 หน่วยย่อยที่ 1 เรื่องสารและความร้อน ตามหัวข้อต่อไปนี้

3.1 สมบัติและสถานะของสาร

3.2 ผลของความร้อนที่มีต่อสาร ทำให้เปลี่ยนแปลง ขนาด เปลี่ยนสถานะ

3.3 การนำผลของความร้อนที่มีต่อสารไปใช้ในการทำเครื่องมือ เครื่องใช้ให้เป็นประโยชน์

3.4 การหลอมเหลว การเดือด การกลายเป็นไอ การควบแน่น

3.5 เทอร์โมมิเตอร์ ส่วนประกอบ การใช้และการเก็บรักษา

3.6 การส่งผ่านความร้อน

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มจะใช้เวลาในการทดลองรวม 54 คาบ คาบละ 20 นาที โดยทดลองสอนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531

5. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

5.1 ตัวแปรต้น

5.1.1 วิธีสอน 2 วิธี คือ

5.1.1.1 การสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง

5.1.1.2 การสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง

5.1.2 ระบุความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น

5.1.2.1 ระบุความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูง

5.1.2.2 ระบุความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ปานกลาง

5.1.2.3 ระบุความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำ

5.2 ทักษะการคิด

5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

5.2.2 ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5.2.3 ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง หมายถึง การสอนที่ครูเป็นผู้จัดการทดลองให้นักเรียนเป็นผู้ใช้ความสามารถในการสังเกต บันทึกข้อมูล และตีความหมายข้อมูลด้วยตนเอง เมื่อสาธิตเสร็จแล้วให้นักเรียนบอกขั้นตอนของการสาธิตและสรุปผลด้วยตนเอง ทอนสุดท้ายครูจึงสรุปและให้ข้อคิดเห็น

สรุปขั้นตอนของการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง

1.1 ขั้นนำ คือขั้นที่ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนและถามปัญหานำไปสู่การสาธิต

1.2 ขั้นก่อนการสาธิต คือขั้นที่ครูให้นักเรียนสังเกตและบันทึกข้อเท็จจริง และอุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิต พร้อมทั้งกำชับให้นักเรียนคอยสังเกตการสาธิตของครู และชี้แจงว่านักเรียนจะต้องบันทึกผล และสรุปผลด้วยตนเอง

1.3 ขั้นสาธิต คือขั้นที่ครูทำการทดลองไปตามลำดับขั้นตอน ให้นักเรียนเป็นผู้สังเกตและบันทึกข้อมูลด้วยตนเอง โดยครูมีคำอธิบายแนะแนวทางให้โดย

1.4 ขั้นหลังการสาธิต คือขั้นที่นักเรียนเขียนสรุปผล อภิปรายผล และเขียนขั้นตอนของการสาธิตด้วยตนเอง ครูตรวจผลงานแล้วจึงสรุปและให้ข้อคิดเห็น

2. การสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง หมายถึง การสอนที่ครูเป็นผู้สาธิตการทศของพร้อมทั้งอธิบายประกอบ นักเรียนบันทึกผลและสรุปผลตามที่ครูแนะให้

สรุปขั้นตอนของการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง

2.1 ขั้นนำ คือขั้นที่ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนและถามปัญหานำไปสู่การสาธิต

2.2 ขั้นก่อนการสาธิต คือขั้นที่ครูอธิบายให้นักเรียนทราบถึงจุดประสงค์ของการสาธิตและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิต และให้นักเรียนดูแผนผังขั้นตอนของการสาธิต

2.3 ขั้นสาธิต คือขั้นที่ครูสาธิตการทศของพร้อมทั้งอธิบายประกอบ นักเรียนบันทึกผลตามที่ครูแนะ

2.4 ขั้นหลังการสาธิต คือขั้นที่ครูนำอภิปรายสรุปผลการทศและการนำไปใช้ให้นักเรียนทศ

3. ระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็นระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ โดยใช้คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์จากการวัดผลภาคเรียนที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2530 โดยกำหนดไว้ดังนี้

3.1 ระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูง ได้แก่ นักเรียนที่ได้คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับควอไทล์ที่ 3 ขึ้นไป

3.2 ระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ปานกลาง ได้แก่ นักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับสูงกว่าควอไทล์ที่ 1 ขึ้นไป แต่ต่ำกว่าควอไทล์ที่ 3

3.3 ระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำ ได้แก่ นักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับควอไทล์ที่ 1 ลงมา

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ ซึ่งได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและหาคุณภาพแล้ว จำนวน 30 ข้อ

5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคืบหน้ามีระบบในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหา

จนเกิดความชำนาญคล่องแคล่ว ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ลักษณะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่าเนื้อหาในหน่วยย่อยที่ 1 เรื่อง สารและความสัมพันธ์ที่เกี่ยวของ 7 ลักษณะ ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้

5.1 การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างร่วมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใช่ความึกเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการสังเกตแล้วก็คือ สามารถบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างบรรยายสมบัติเชิงปริมาณได้โดยการกะประมาณ บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

5.2 การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือที่เหมาะสม ทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้วก็คือ เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด นอกเหนือจากการเลือกเครื่องมือวัดได้ บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง ทำการวัดคุณสมบัติ และนำหนักได้ถูกต้อง

5.3 การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ ซึ่งอาจจะเป็นความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้วก็คือ เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้สอนกำหนดให้ หรือโดยใช้เกณฑ์ของตนเอง หรือนอกเกณฑ์ที่ผู้สอนใช้

5.4 การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายที่ซ่อนอยู่ โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ ภาพ และการเขียนบรรยาย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้วคือ บรรยายหรือวาดภาพของสิ่งหนึ่งสิ่งใดด้วยข้อความที่เหมาะสมกระชับชัดเจน สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

5.5 การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปค่าตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัย
ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป
ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

สามารถทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้
สามารถทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

5.6 การตั้งสมมุติฐาน หมายถึง การคิดหาค่าตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง
โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้อาจยังไม่ทราบหรือ
ยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมุติฐานที่ตั้งขึ้นจะผิดหรือถูกก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่า
เกิดทักษะแล้วคือ

สามารถหาค่าตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกตความรู้ และ
ประสบการณ์เดิม

5.7 การตีความหมายและลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยาย
ลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ โดยอาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ด้วย
ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้วคือ

สามารถบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้

สามารถบอกความสัมพันธ์อย่างง่าย ๆ ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

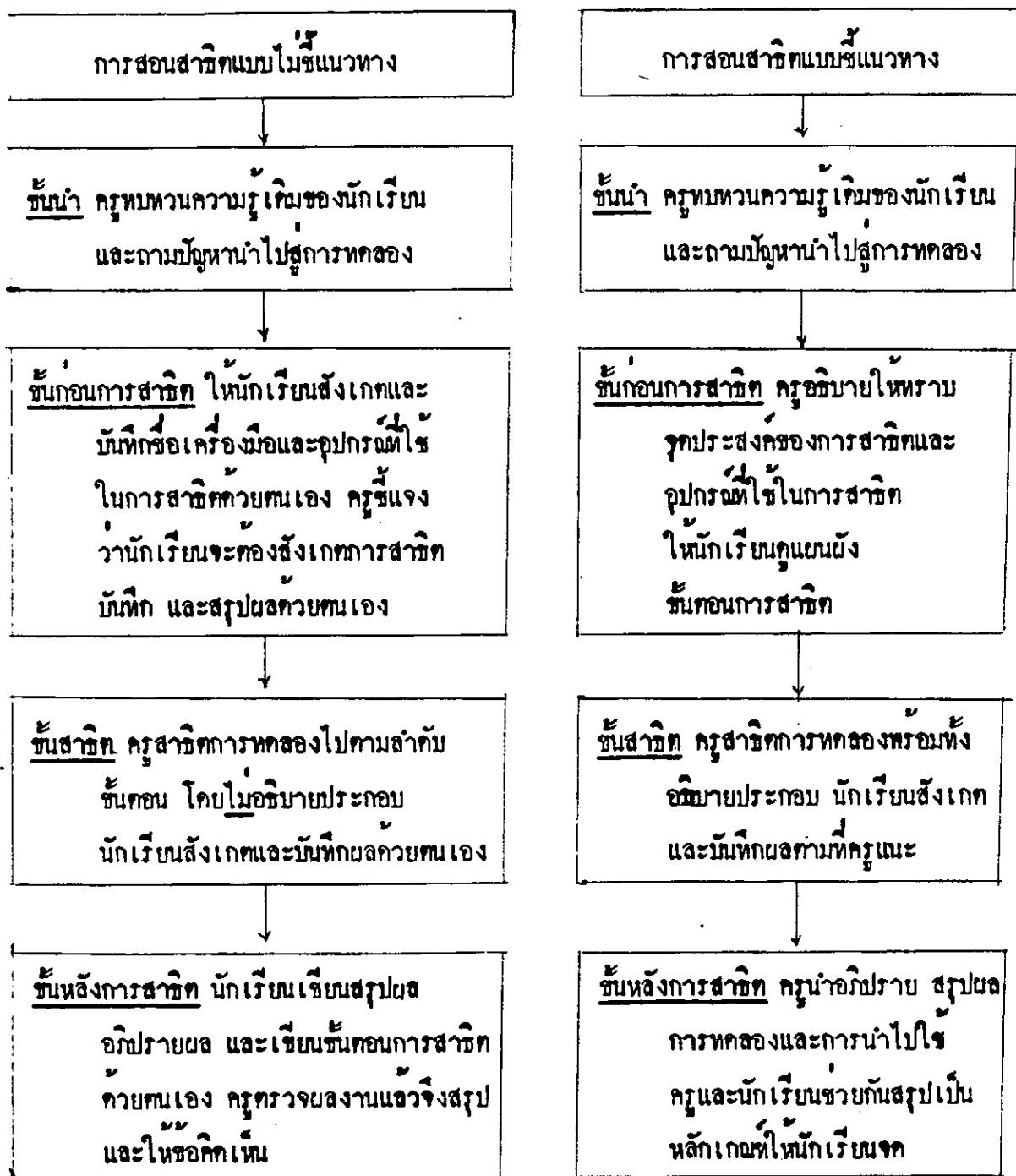
6. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความสามารถ
ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากคะแนนการตอบแบบทดสอบทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและได้หาคุณภาพแล้ว จำนวน 30 ข้อ

7. ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การใช้ประสบการณ์เดิมจาก
การเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม มาแก้ปัญหาใหม่ที่ยังไม่เคยพบ ซึ่งสามารถวัดได้จากคะแนนการตอบแบบ
ทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และได้หาคุณภาพแล้ว
จำนวน 20 ข้อ

ซึ่งในการสร้างแบบทดสอบผู้วิจัยได้สร้างขึ้นตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของ เวียร์

(Weir) คือ

- 7.1 ขั้นในการตั้งปัญหา
- 7.2 ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา
- 7.3 ขั้นในการเสนอวิธีแก้ปัญหา
- 7.4 ขั้นในการตรวจสอบผลลัพธ์



ภาพประกอบ ๑ เปรียบเทียบขั้นตอนการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางกับการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาครั้งนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสาธิต
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสาธิต

ทูลี สนิทประชากร (2525 : 78) กล่าวว่า การสอนแบบสาธิต คือการบรรยายประกอบ การแสดงวิธีทำ ให้ผู้เรียนได้ดูอย่างชัดเจนโดยเฉพาะวิชาที่จะต้องมองเห็นวัตถุที่กล่าวถึงจึงจะเข้าใจ คืบ เช่น การทดลองวิชาวิทยาศาสตร์ การประดิษฐ์ดอกไม้ ซึ่งการสอนโดยวิธีนี้จะมีผลทำให้ผู้เรียน ได้รับความรู้ ความเข้าใจ ทั้งทางตาและทางหูพร้อม ๆ กันดีกว่าการฟังบรรยายแต่เพียงอย่างเดียว การสาธิตแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. สาธิตวิธี (Method Demonstration) หมายถึง การแสดงวิธีทำสิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ ผู้เรียนเห็นวิธีทำเป็นขั้นตอนตามลำดับ และผู้เรียนสามารถนำวิธีการนั้น ๆ ไปปฏิบัติตามได้ด้วยตัว ตนเอง
2. สาธิตผล (Result Demonstration) หมายถึง การแสดงให้เห็นผลงานที่ได้ทำสำเร็จ เรียบร้อยแล้ว การสาธิตแบบนี้มักเหมาะกับผู้ที่สนใจในเรื่องนั้น ๆ อย่างจริงจัง แม้จะไม่ถึงจุด ความสนใจของบุคคลทั่วไป

ซันด์ และทราวบริจ (Sund and Trowbridge. 1967 : 117) ได้แบ่งการสาธิต ออกเป็น 6 แบบ คือ

1. ครูสาธิต (Teacher Demonstration) เป็นวิธีที่ถูกต้อง เพราะสามารถจะควบคุม ระเบียบในชั้นเรียนไว้ได้ และนำเข้าสู่บทเรียนได้ง่าย

2. ครู - นักเรียนสาธิต (Teacher Student Demonstration) เป็นการสาธิตที่ครูและนักเรียนร่วมกันกระทำให้นักเรียนปฏิบัติเอง อาจเป็นกลุ่มเล็ก ๆ หรือเป็นส่วนบุคคล การสาธิตแบบนี้ที่ให้นักเรียนได้ปฏิบัติเองหรือมีส่วนร่วมในกลุ่ม

3. นักเรียนเป็นกลุ่มสาธิต (Student Group Demonstration) การสาธิตนี้จะให้ผลดีก็ต่อเมื่อนักเรียนให้ความร่วมมืออย่างจริงจัง ควรใช้ในบางโอกาสเพื่อเป็นการเปลี่ยนบรรยากาศเท่านั้น เพราะถ้าใช้กลุ่มที่นักเรียนทั้งชั้นไม่พอใจเป็นผู้สาธิต จะทำให้การเรียนไม่ประสบผล

4. การสาธิตโดยนักเรียนคนเดียว (Individual Demonstration) การสาธิตนี้จะให้ผลดีก็ต่อเมื่อนักเรียนผู้ทำการสาธิตเป็นผู้ที่เพื่อนชอบ

5. วิทยากรสาธิต (Guest Demonstration) โดยการเชิญวิทยากรที่มีความชำนาญมาสาธิตนักเรียนจะเกิดความตื่นเต้น ได้รับความรู้แปลกใหม่และได้เปลี่ยนบรรยากาศ

6. การสาธิตเงียบ (Silent Demonstration) โดยครูจะสาธิตเป็นขั้นตอนอย่างมีระเบียบ นักเรียนเป็นผู้สังเกต บันทึกข้อมูล และตีความหมายข้อมูลเอง โดยครูจะไม่แนะอะไรให้เลย การสาธิตแบบนี้จะเป็นประโยชน์ในแง่ที่นักเรียนได้ใช้ความสามารถของตนเอง

สุวัฒน์ มุททเมธา (2523 : 176) แบ่งการสาธิตเป็น 2 อย่างคือ

1. สาธิตเงียบ ไม่มีการอธิบาย ผู้เรียนสังเกตขั้นตอนและวิธีการต่าง ๆ จากการสาธิตของครูหรือผู้อื่น เมื่อสาธิตเสร็จแล้วครูจึงให้นักเรียนอธิบายหรือหาแผนภูมิแสดงขั้นตอนของการปฏิบัติ นั้น ๆ โดยที่ก่อนทำการสาธิต ครูหรือผู้สาธิตต้องบอกผู้เรียนก่อนว่าเป็นการสาธิตเงียบให้ผู้เรียนคอยสังเกตบันทึกขั้นตอนเอาเอง

2. สาธิตแบบบรรยาย ในขณะที่ทำการสาธิตหรือก่อนที่ทำการสาธิต ผู้สาธิตอธิบายขั้นตอนหรือหาแผนผังแสดงขั้นตอนของการสาธิต วิธีการสาธิตในเวลาเดียวกันให้ผู้เรียนดูรายละเอียดแผนภูมิต่าง ๆ จากแผนผัง หรือคู่มือการสาธิตไปด้วย

จำนง ทลายแถมแซ (2514 : 67) ได้ให้เกณฑ์ในการพิจารณาความเหมาะสมของการสอนแบบสาธิต ดังนี้

1. เป็นการทดลองที่ยุ่งยากซับซ้อน การทดลองบางรายการไม่อาจหลีกเลี่ยงใช้อุปกรณ์ชนิดง่าย ๆ ได้ เพราะจะไม่ได้ผลสมบูรณ์ตามความเป็นจริง หรือเป็นการทดลองที่ต้องใช้สารเคมี การจุกกระเบิด การจุดไฟอย่างรุนแรง ซึ่งล้วนแต่จะก่อให้เกิดอันตรายหรือความเสียหายแก่ตัวได้ง่าย

2. เป็นการเร้าความสนใจไปสู่การตั้งคำถามหรือปัญหา บางครั้งก่อนครูจะเริ่มสอนบทเรียนใด อาจใช้วิธีสาธิตการทดลองเป็นเครื่องเร้าความสนใจ เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนหรือหัวข้อเรื่องที่ต้องการได้เป็นอย่างดี ทำให้เด็กเกิดความประหลาดใจและสนใจ ใช้ความคิดที่จะหาคำตอบให้ได้

3. ช่วยแก้ปัญหาในทางกลับกันกับข้อ 2 ครูอาจใช้การสาธิตการทดลองช่วยตอบปัญหาหรือช่วยแก้ปัญหาให้กระจ่างได้ดีกว่าการบรรยายแต่อย่างเดียว ปัญหาอาจได้มาจากการค้นคว้าของนักเรียนหรือครูเป็นผู้นำมาเสนอ หรือเป็นทฤษฎีบางอย่างที่อ่านพบจากตำราหรือแบบเรียน แต่ไม่แน่ใจว่าจะเป็นความจริงเพียงใด จนกว่าจะมีการทดลองให้เห็นจริง โดยนำมาสาธิตให้นักเรียนเห็นพร้อม ๆ กันทั้งสิ้น

4. เป็นการทดลองหลาย ๆ อย่างในคราวเดียวกัน ในการสอนบทเรียนบางเรื่อง หากจะให้เกิดความเข้าใจอย่างชัดเจน ต้องมีการทดลองหลายชุดประกอบกัน ถ้าจะจัดให้เด็กทดลองเองก็อุปกรณ์ไม่พอหรือสถานที่คับแคบ ซึ่งอาจทำให้เกิดความวุ่นวายโกลาหล เพื่อตัดปัญหาดังกล่าว ครูจึงควรใช้วิธีการสอนแบบสาธิต

ซูศรี สนิทประชากร (2525 : 74) ได้เสนอลำดับขั้นตอนของการสาธิตดังนี้

1. ขั้นเตรียม

- 1.1 ครูศึกษาบทเรียนให้เข้าใจแจ่มแจ้ง
- 1.2 เตรียมอุปกรณ์การสาธิตให้ครบถ้วน
- 1.3 แบ่งการสาธิตเป็นชั้น ๆ เพื่อให้เข้าใจง่าย
- 1.4 ชี้แจงการสาธิตให้ที่เสียก่อนการแสดงจริง เพื่อป้องกันการผิดพลาด
- 1.5 เตรียมจัดสถานที่ที่จะทำการสาธิตที่จะทำให้ นักเรียนทุกคนมองเห็นได้ทั่วถึง

2. ขั้นสาธิต

2.1 ครูเร้าความสนใจและให้นักเรียนตั้งจุดมุ่งหมายการสาธิต และให้นักเรียนได้สังเกตโดยไม่ควรบอกผลการสาธิตก่อน

2.2 ครูเขียนลำดับขั้นตอนการสาธิตบนกระดานดำ

2.3 ครูทำการสาธิตซ้ำ ๆ ตามลำดับขั้น ไม่ควรข้ามขั้น

2.4 ครูอธิบายประกอบการสาธิต

2.5 ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสาธิต เช่น มีการอภิปรายซักถามได้

2.6 ให้นักเรียนได้ออกมาสังเกตการสาธิตอย่างใกล้ชิดทีละหมู่ทีละคน

3. ขั้นสรุปผล

3.1 ครูซักถามให้นักเรียนค้นหาเหตุผลเพื่อสรุปความรู้ใหม่

3.2 ครูเขียนสรุปย่อ ๆ บนกระดานดำ

3.3 นักเรียนจดบันทึก

4. ขั้นประเมินผล

4.1 สังเกตความสนใจ ความตั้งใจ

4.2 ซักถามหรือมีการทดสอบสั้น ๆ

4.3 ให้นักเรียนได้ทำควมเองบ้าง

4.4 ให้นักเรียนเขียนรายงานส่ง หรือสรุปการสาธิต

น้อมฤดี จงทุมพะ และคนอื่น ๆ (2517 : 43) กล่าวถึงประโยชน์ของการสอนสาธิตไว้ดังนี้

1. เราความสนใจของเด็กได้เป็นอย่างดี และสอดคล้องกับจิตวิทยาการเรียนรู้ของเด็ก
ที่กล่าวว่าเด็กมีความอยากรู้อยากเห็นและสนใจต่อสิ่งใหม่เห็นได้ เคลื่อนไหวได้

2. ส่งเสริมให้เด็กเข้าใจกฎเกณฑ์ หลักการต่าง ๆ อย่างแจ่มแจ้ง

3. ส่งเสริมให้เด็กเกิดความคิดในรูปของปัญหามากขึ้น เพราะได้สังเกตดูด้วยตาของ

ตนเอง

4. ส่งเสริมให้เด็กเกิดทักษะทางวิทยาศาสตร์ในด้านการสังเกต การพิสูจน์เหตุผลต่าง ๆ
โดยแสดงข้อเท็จจริงให้ดู

สุวัฒน์ มุขเมธา (2523 : 178) สรุปประโยชน์ของการสอนท้าววิธีสาธิตดังนี้

1. ประหยัดเวลาของครูและนักเรียน การอธิบายเพียงอย่างเดียวทำให้เสียเวลานาน ส่วนการสาธิตทำให้เห็นจริง ทำจริง เข้าใจง่ายและรวดเร็ว
2. ประหยัดวัสดุ เพราะผู้เรียนจะได้เห็นวิธีทำและวิธีใช้วัสดุอย่างถูกต้อง
3. ทำให้ใช้เครื่องมือต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย เพราะถ้าผู้เรียนใช้เครื่องมือไม่ถูกต้องนอกจากจะทำให้เครื่องมือเสียหายแล้ว ยังทำให้ไม่ปลอดภัยด้วย
4. สามารถแสดงหรือพูด ในชั้นทำทรงจุดใดจุดหนึ่ง เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจแจ่มแจ้งในจุดที่ต้องการได้
5. สามารถกระตุ้น และตั้งให้ผู้เรียนสนใจจุดใดจุดหนึ่งได้ดี

ข้อควรระวังในการสาธิต

1. นักเรียนมีส่วนร่วมในการสาธิตจำนวนน้อย
 2. นักเรียนอาจมองการสาธิตไม่เห็น หรือเห็นไม่ชัดเจน
 3. ครูอาจรีบเร่งในบางตอน ทำให้ผู้เรียนไม่มีเวลาซักถาม จึงอาจทำให้เข้าใจไม่ชัดเจน
 4. ในการสาธิต ครูควรจัดเตรียมลำดับกระบวนการขั้นตอนให้ชัดเจน มิฉะนั้นจะทำให้ผู้เรียนสับสน ไม่สามารถสรุปหรือนำไปปฏิบัติได้
 5. อาจมีการอธิบายมากเกินไป ทำให้เสียเวลา ผู้เรียนเบื่อหรือสับสนได้ครูต้องพิจารณาถึงการอธิบายให้เหมาะสม
 6. การเร่งสรุปเร็วเกินไป อาจทำให้ผู้เรียนไม่เข้าใจ ไม่สามารถนำหลักการไปใช้ได้
- จากเอกสารที่กล่าวมาทั้งหมดสรุปได้ว่า การสอนแบบสาธิตเป็นเทคนิคสำคัญอย่างหนึ่งของ การสอนวิทยาศาสตร์ มีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนเข้าใจวิธีการ และการสอนแบบนี้เหมาะสมกับสภาพ การขาดอุปกรณ์หรือในกรณีที่การทดลองยุ่งยากซับซ้อน และอันตรายเกินไปสำหรับเด็ก

การสาธิตเชิงย

การสอนแบบสาธิตเชิงย เป็นการแก้ไขข้อบกพร่องบางประการของวิธีประกอบการบรรยาย โดยที่ครูจะอธิบายของตนเองลง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่

ซันด์ และทรอบริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1973 : 170) ได้รายงานไว้ว่า คร.โอมอน แห่งสำนักงานการศึกษาแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา เป็นผู้เสนอการสอนวิทยาศาสตร์ โดยวิธีใหม่คือ การสอนสาธิตเงียบ (Silent Demonstration) วิธีนี้ครูเป็นผู้ทำการทดลองให้นักเรียนดู โดยไม่มีการอธิบายประกอบ แต่จะได้อธิบายเห็นหลังจากที่ทดสอบไปแล้ว นักเรียนคิดตามขั้นตอนการสาธิต และพัฒนาความคิดรวบยอดด้วยตนเอง วิธีนี้ไม่ได้เน้นทฤษฎีและเนื้อหา แต่จะเป็นการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนสังเกต บันทึกข้อมูล ผูกการประยุกตสิ่งทีเรียนมาเพื่อไปใช้กับสิ่งใหม่

หลักการและความเชื่อของการสอนโดยวิธีเงียบ

กาเทเนโย (Gattegno. 1976 : 1 - 3) ได้กล่าวถึงหลักการสอนโดยวิธีเงียบไว้ดังนี้

1. การสอนเป็นรองการเรียนรู้ คือให้ความสำคัญต่อวิธีการเรียนและตัวผู้เรียนมากที่สุด การเรียนรู้เกิดจากการศึกษาด้วยตนเอง มีความสำนึก เอาใจจดใจจ่อต่อสิ่งที่เรียน แต่ละคนจะมีวิธีการเรียนที่ต่างกันและใช้เวลาเรียนต่างกัน

2. การเรียนรู้ไม่ได้เกิดจากการเลียนแบบ การฝึกฝนหรือการท่องจำเท่านั้น การที่ครูพยายามพูดหลาย ๆ ครั้งนั้น ไม่ได้ทำให้นักเรียนจำและเข้าใจได้เสมอไป เพราะเป็นการเรียนในสภาพที่นักเรียนอยู่เฉยเฉยมากกว่าจะกระตือรือร้น และยังก่อให้เกิดความเบื่อหน่าย ดังนั้นการสอนจึงควรเป็นการสร้างสถานการณ์โดยให้นักเรียนตระหนักและจจจกับสิ่งที่เรียน รับรู้ และมีส่วนร่วมในการกระทำตามความรู้สึกลึกซึ้งมากกว่าให้ท่องจำ

3. การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางปัญญามากกว่ากระบวนการทางพฤติกรรม ด้วยความเชื่อของทฤษฎีการเรียนรู้แบบปัญญานิยม (Cognitive Theory) ว่าสมองคนเป็นหน่วยงานที่ไม่หยุดนิ่ง สามารถคัดเลือกและบันทึกสิ่งต่าง ๆ โดยกำหนดหลักเกณฑ์ภายในของตนเอง ดังนั้นการเรียนรู้จึงเกิดจากการทดลองโดยการลองถูกลองผิด การคิดวิเคราะห์ การทดลอง และคงสิ่งที่ถูกต้องไว้เพื่อสรุปเป็นหลักเกณฑ์ การสอนโดยวิธีนี้จึงยอมรับในความสามารถของนักเรียน และเชื่อว่าแต่ละคนมีวิธีการเรียนรู้ของตนเอง การสอนจะเป็นไปโดยพยายามให้นักเรียนดึงความสามารถนั้นออกมาใช้

4. นักเรียนจะเป็นผู้ค้นหาเหตุผลด้วยตนเอง โดยที่ครูจะไม่เข้าไปแทรกหรือรบกวน การสอนวิธีนี้จะมีช่วงที่ครูไม่พูด อธิบายสิ่งใด แต่ครูจะแก้ไขข้อผิดพลาดภายหลัง

ลักษณะเด่นของการสอนโดยวิธีเจียม

1. ครูลดบทบาทของตนเองลง เพื่อให้นักเรียนเป็นจุดศูนย์กลางของการดำเนินกิจกรรมในชั้นเรียน แต่มีบทบาทหน้าที่เพียงเป็นผู้กระตุ้นนักเรียนให้ตระหนักและเอาใจใส่กับสิ่งที่เรียน และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดด้วยตนเอง
2. นักเรียนยอมรับในตนเอง โดยที่นักเรียนจะใคร่รู้ด้วยตนเอง และถ้ามีการผิดพลาดก็จะได้รับการแก้ไขในท่อนหายใจชั่วโหม่ง ซึ่งนับว่าเป็นการตรวจสอบความสามารถของตนเองไปด้วย
3. นักเรียนเกิดแรงจูงใจภายใน แรงจูงใจที่มีความหมายต่อนักเรียนไม่ได้เกิดจากการยกย่องชมเชยหรือให้รางวัล แต่เป็นแรงจูงใจภายในที่เกิดจากความพอใจ ใคร่เรียน ใคร่รู้ และปรารถนาที่จะได้ฝึกคิดด้วยตนเอง ซึ่งมีความหมายต่อตัวของนักเรียนมาก
4. นักเรียนมีอิสระและได้พึ่งตนเอง เนื่องจากครูจำกัดบทบาทของตนเองลง นักเรียนจึงต้องให้ความสนใจต่อกิจกรรมในชั้นเรียนมากขึ้น และมีอิสระในการคิดอย่างเต็มที่

ทราวบริจ และไบบี้ (Trowbridge and Bybee. 1986 : 207) ได้เปรียบเทียบการสอนสาธิตประกอบคำบรรยายกับการสาธิตเจียมไว้ดังนี้

การสอนสาธิตประกอบคำบรรยาย

1. ครูบอกจุดประสงค์ของการสาธิต
2. ครูบอกชื่อเครื่องมือ เครื่องใช้ และชิ้น พร้อมทั้งการจัดวาง
3. ครูเป็นผู้แสดงทักษะการทำงานและเทคนิคต่าง ๆ ชี้ให้เห็นจุดที่น่าสนใจ และอธิบายผลที่เกิดขึ้น
4. ครูชี้ให้เห็นผลที่ควรจะได้และบอกเหตุผลว่าทำไมผลการทดลองจึงไม่เป็นไปตามที่คาดไว้

การสอนสาธิตเจียม

1. นักเรียนต้องพยายามค้นพบจุดประสงค์ของการสาธิตด้วยตนเอง
2. ครูใช้เครื่องมือต่าง ๆ ให้นักเรียนเป็นผู้สังเกตการจัดเตรียมและวิธีการจัดวาง
3. ครูปฏิบัติการทดลองให้นักเรียนสังเกตและนักเรียนก็ต้องบรรยายผลที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง
4. นักเรียนบันทึกผลที่สังเกตได้ ครูตรวจสอบความถูกต้องและความซื่อสัตย์ ครูอาจสาธิตซ้ำถ้าจำเป็น

การสาธิตประกอบคำบรรยาย

5. ครูสรุปผลการทดลองและบอกข้อสรุปให้นักเรียนจด

6. ครูอธิบายถึงความสำคัญของการทดลองและการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

การสาธิตเชิงใบ

5. นักเรียนสรุปข้อมูลและเขียนข้อสรุปของตนเอง โดยเฝ้ารากฐานจากสิ่งที่สังเกต ครูตรวจสอบและอาจทองสาธิตซ้ำถ้าจำเป็น

6. นักเรียนตอบคำถามเรื่องความสำคัญของการทดลองและการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ทั้งนี้การสอนสาธิตเชิงใบจึงต้องวางแผนอย่างรอบคอบกว่าการสาธิตประกอบคำบรรยาย โดยครูผู้สอนจะต้องตระหนักในสิ่งต่อไปนี้

1. กำหนดจุดประสงค์ของการสาธิตให้ชัดเจน
2. เลือกเครื่องมือเครื่องใช้ที่เหมาะสมที่สุดในการสาธิต
3. หากจุดเริ่มต้นของการสาธิต โดยจุดเริ่มต้นของการสาธิตจะต้องเป็นสิ่งที่นักเรียนรู้อยู่แล้ว
4. พิจารณาอุปสรรคและความยุ่งยากของขั้นตอนในการเรียนรู้ พยายามใช้ส่วนที่สาธิตเป็นส่วนที่อธิบายหรือตอบคำถามของความยุ่งยากนั้น
5. แสดงถึงเทคนิคซึ่งนักเรียนสามารถจะสังเกตได้จากทุกส่วนของห้องเรียน และขั้นตอนต้องเป็นไปตามลำดับที่สอดคล้อง และสัมพันธ์กับขั้นตอนของการเรียนรู้
6. แจกหรือเขียนลำดับขั้นตอนการทดลองไว้บนกระดานคำให้นักเรียนได้เห็นทั่วกัน

ทฤษฎีทางจิตวิทยาที่สนับสนุนการสอนแบบสาธิตเชิงใบ

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ เพียเจต์ กล่าวว่า เด็กอายุระหว่าง 7 - 11, 12 ปี มีพัฒนาการทางสติปัญญาอยู่ในขั้นปฏิบัติการรูปธรรม (Concrete Operational Stage) คือ

สามารถคิดได้กว้างขวางขึ้น และความคิดมีลักษณะเคลื่อนไหวกลับไปกลับมาได้ แต่การคิดยังขึ้นอยู่กับสิ่งที่ป็นรูปธรรมมาก ลักษณะที่สำคัญคือ

1. รับรู้เข้าใจปรากฏการณ์ที่แท้จริงหลายตัวได้ แต่คงอยู่ในลักษณะสภาพของจริงหรือรูปธรรม
2. เชื่อมโยงตัวแปรต่าง ๆ ได้
3. สามารถจัดกระทำกับข้อมูลที่เป็นของจริงได้โดยใช้ความคิดอย่างมีเหตุผลในด้านการนับการจำแนก การเรียงลำดับ และการอนุรักษ์เรื่องมวล ความยาว น้ำหนัก พื้นที่ การอนุรักษ์เรื่องปริมาณใดบาง
4. การให้เหตุผลที่มีสภาพของจริงประกอบ ยังอธิบายเป็นนามธรรมไม่ได้
(สมจิต สวชนไพฑูรย์. 2526 : 87)

จากหลักการของการสอนแบบสาธิตเชิงแบบและเหตุผลพัฒนาการทางสติปัญญาของ เพียเจต์ ผู้วิจัยได้นำมาสร้างแผนการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยได้ปรับปรุงให้เหมาะสมกับสภาพของนักเรียนในวัยดังกล่าว เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยเรียกการสอนดังกล่าวว่า การสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนแบบสาธิต

ในปี ค.ศ. 1970 รูดอล์ฟ (Rudolf. 1970 : 2750 - 2754-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอน 2 วิธี กับนักเรียนระดับ 7 จำนวน 133 คน โดยแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งเรียนโดยปฏิบัติการทดลอง นักเรียนแต่ละคนมีส่วนวางแผนและรับผิดชอบในกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกัน อีกกลุ่มหนึ่งสอนโดยครูเป็นผู้สาธิตการทดลอง นักเรียนเป็นผู้สังเกต ไม่มีส่วนร่วมในการวางแผนการสอน ระยะเวลาสอน 10 สัปดาห์ ปรากฏผลดังนี้

1. นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีสมรรถภาพด้านความรู้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยครูเป็นผู้สาธิตการทดลอง มีสมรรถภาพด้านความรู้ความเข้าใจสูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยการปฏิบัติการทดลอง
3. นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีสมรรถภาพด้านความเข้าใจ สูงกว่าสมรรถภาพด้านความรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับในประเทศไทย นิมิตร มาศเกษม (2517 : 34 - 35) ได้ศึกษาเปรียบเทียบ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งได้รับการสอนวิชา
แบบสืบสอบโดยวิธีสาธิตและวิธีปฏิบัติการทดลอง ปรากฏผลดังนี้

1. กลุ่มที่สอนโดยวิธีสาธิต และกลุ่มที่สอนโดยวิธีปฏิบัติการทดลอง มีสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ ไม่แตกต่างกัน

2. กลุ่มที่สอนด้วยวิธีสาธิตมีสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาดีกว่า
กลุ่มที่สอนด้วยวิธีปฏิบัติการทดลองอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

3. การสอนทั้งสองแบบให้สัมฤทธิ์ผลทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

หยกฟ้า วิจิตรแสงศรี (2520 : 42) เปรียบเทียบผลการสอนวิชาศาสตร์แบบศูนย์การเรียน
กับแบบบรรยายประกอบสาธิต กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนประชาราษฎร์
อุปถัมภ์ จำนวน 54 คน ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มี
นัยสำคัญทางสถิติ

ปรีชา ขรฤทธิ์ (2529 : 48 - 49) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียน
โดยการสอนแบบสาธิตที่เสริมด้วยแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู
ของ สสวท. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนนาบอน จังหวัดนครศรีธรรมราช ปีการศึกษา 2529
จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน และกลุ่มควบคุม 30 คน ปรากฏผลดังนี้

1. นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 3 ทักษะ ได้แก่ การจำแนก การพยากรณ์ การตีความหมายข้อมูล
และลงข้อสรุปส่วนอีก 3 ทักษะ คือ การสังเกต การจักรกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การตั้ง
สมมุติฐานแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนสาขิตเจียม

สำหรับการวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสาขิตเจียมนั้นยังไม่เป็นที่แพร่หลาย งานวิจัยในประเทศไทยมีเพียง 1 เรื่อง ดังนี้

พจน์ย์ วราลักษณ์ (2529 : 56) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยวิธีสาขิตเจียมกับวิธีสาขิต โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2527 โรงเรียนสุเหร่าบ้านไร่ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 50 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 25 คน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ทำการศึกษาคือ การสังเกต การบันทึก และการสื่อความหมายข้อมูล การแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป การตั้งสมมุติฐาน สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ .05
2. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคงทน ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

จากงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสาขิตที่กล่าวมาแล้วนั้น จะเห็นได้ว่าการสอนแบบสาขิตนั้นสามารถให้ผลเท่าเทียมกับการสอนแบบอื่น ๆ ทั้งยังเป็นวิธีที่ประหยัดและสะดวกกว่า ส่วนการสอนแบบสาขิตเจียมซึ่งผู้วิจัยได้นำมาเป็นแนววิจัยครั้งนี้ นับว่ายังเป็นวิธีที่ยังไม่แพร่หลาย และมีหลักการที่น่าสนใจจึงสมควรจะได้นำมาศึกษาค้นคว้า เพื่อเป็นประโยชน์ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ต่อไป

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1978 : 15) ได้กล่าวถึงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นวิธีที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการเสาะแสวงหาความรู้ ความหมายที่สำคัญของกระบวนการคือวิถีทางของกระบวนการในการหาความรู้ กระบวนการนี้จะเกิดสลับซับซ้อนในแต่ละบุคคล ทำให้เกิดพัฒนาการด้านสติปัญญา

สุวัชท์ นิยมคำ (2517 : 34) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง กระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ เพื่อการค้นหาคำตอบของปัญหา

พจน ศะเพียรชัย (2517 : 49) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คือ พฤติกรรมของคนที่แสดงออกถึงความสามารถในด้านทักษะการสังเกต การวัด การบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย การจัดการเกี่ยวกับข้อมูล การแปลความหมายข้อมูลและการสรุป การสร้างสมมุติฐาน การออกแบบและการดำเนินการทดลอง การคำนวณ และการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ

ประหยัศ จันทร์ชนมู และประสพสันต์ อักษรมัย (2518 : 23) ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความคล่องแคล่ว ชำนาญในการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งหมายถึงทักษะในการทำหรือการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ และทักษะในการแก้หรือชนปัญหาซึ่งเป็นทักษะในเชิงปัญหา

สสวท. (2520 : 123) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นกฎเกณฑ์และระเบียบวิธี การศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ต้องมีการค้นคว้าทดลองเพื่อหาข้อเท็จจริง และพิสูจน์กฎเกณฑ์บางอย่าง วิธีการศึกษาจึงเปรียบเสมือนเครื่องมือที่จะใช้ในการค้นคว้าให้ได้ข้อสรุปจากการทดลอง วิทยาศาสตร์จึงไม่เพียงแต่เป็นแหล่งสะสมความรู้เท่านั้น แต่ยังมีวิธีการที่ใช้แก้ปัญหา และทำให้เกิดความงอกงามทางสติปัญญาอีกด้วย ในขณะที่ทำการค้นคว้า ผู้ทำการทดลองย่อมมีโอกาสฝึกฝนทั้งในด้านการปฏิบัติและพัฒนาความนึกคิดไปควบ พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ เหล่านี้เราเรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

โชติ เพชรชน (2527 : 16) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความชำนาญ ความคล่องแคล่ว ในการคิดและปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมที่อาจสังเกตเห็นได้ เช่น การสังเกต การเลือกเครื่องมือ การประมาณค่า การสร้างสมมุติฐาน การหาข้อยุติหรือลงความเห็นอย่างมีหลักการ

สมาคมวิทยาศาสตร์ชั้นสูงของสหรัฐอเมริกา หรือ AAAS (American Association for the Advancement of Science. 1970: 33 - 176) กล่าวว่าในการเรียนวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนไม่ควรรับเอาแต่ความจริงหรือหลักการเท่านั้น แต่ควรจะเรียนรู้ถึงกระบวนการสืบสวนสอบสวนทางวิทยาศาสตร์ด้วย และได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ ดังนี้

สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย

กม.๐๓๐๓ ๑๙๖๒

1. ทักษะกระบวนการขั้นมูลฐาน ได้แก่

- 1.1 การสังเกต
- 1.2 การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ
- 1.3 การจำแนก
- 1.4 การใช้เลขจำนวนและการคำนวณ
- 1.5 การวัด
- 1.6 การสื่อความหมาย
- 1.7 การพยากรณ์
- 1.8 การสรุปอ้างอิง

2. ทักษะขั้นบูรณาการ ได้แก่

- 2.1 การควบคุมตัวแปร
- 2.2 การตีความหมายข้อมูล
- 2.3 การตั้งสมมุติฐาน
- 2.4 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
- 2.5 การทดลอง

ทักษะกระบวนการขั้นมูลฐานเพื่อปลูกฝังให้นักเรียนตั้งแต่เกรด 3 ขึ้นไป จนถึงเกรด 6 และคาดหวังว่านักเรียนจะสามารถนำทักษะเหล่านั้นมาบูรณาการในชั้นมัธยมศึกษา เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สลับซับซ้อนขึ้นไปได้

สสวท. (2526 : 1 - 5) สรุปว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มี 13 ทักษะ ดังนี้

1. การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้อาจแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

1.1 ชีbungและบรรยายสมบัติของวัตถุใดโดยไ้ประสาหมัณัอย่างไ้คอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุใดไ้โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตไ้

2. การวัด หมายถึง การเลือกและการไ้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งที่่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนไ้คอย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

2.1 เลือกเครื่องมือไ้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดไ้

2.3 บอกวิธีวัดและวิธีไ้เครื่องมือวัดไ้คอย่างถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และสิ่งอื่น ๆ ไ้ถูกต้อง

2.5 ระบุนหน่วยของตัวเลขที่ไ้จากการวัดไ้

3. การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งอยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์่าง ๆ อาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างไ้คอย่างหนึ่งไ้ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่ง่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้นกำหนดให้ไ้

3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่ง่าง ๆ โดยไ้ใช้เกณฑ์ของตนเองไ้

3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกไ้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ไ้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

- 4.1 ชับรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
- 4.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
- 4.3 บอกชื่อของรูปทรง และรูปทรงเรขาคณิตได้
- 4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ได้ เช่น ระบูปรูป 3 มิติ ที่เห็น

เนื่องจากการฉลุลูกบาศก์ 2 มิติ

เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุ สามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (2 มิติ) ที่เป็นต้นกำเนิดเงา

เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่เกิดขึ้น

บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดขึ้นจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน

- 4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศทางของวัตถุหนึ่งได้
- 4.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศทางใดของวัตถุหนึ่ง
- 4.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจก และภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้าย

หรือขวาของกันและกันได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะคือ

- 4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งของต่าง ๆ กับเวลาได้

- 4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้

5. การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขที่นับได้มาหาคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

- 5.1 การนับ ได้แก่

5.1.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

5.1.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

5.1.3 ทักษะการสังเกตสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.1.4 ทักษะการสังเกตสิ่งของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.2 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

5.2.1 บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย

5.2.2 หาค่าเฉลี่ยได้

5.2.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดสอบ และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยหาความถี่หรือร้อยละ จักแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่โดยการหาความถี่หรือร้อยละ จักแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ โทสะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจง่ายขึ้นได้

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งหนึ่งสิ่งใดที่ช่วยข้อความที่เหมาะสมกระชับรัดกุม สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่ที่คนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. การองค์ความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความลึกเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความลึกเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดสอบโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์เกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ กับ การพยากรณ์ภายนอกขอบเขตที่มีอยู่ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

8.1 การพยากรณ์ทั่วไป เช่น ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น

ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. การตั้งสมมุติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัย การสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านั้นยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็น หลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

สมมุติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมุติฐานที่ตั้งขึ้นอาจถูกหรือถูกก็ได้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม

10. การกำหนดคตินิยมเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมุติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกต และวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปร ควบคุม ในสมมุติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่า เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็น สาเหตุเปลี่ยนแปลงไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะ
 ควบคุมให้มีเหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ชับงและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม
 และตัวแปรที่ควบคุมได้

12. การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้
 ในการทดลอง จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง
 เพื่อกำหนดวิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร) กำหนดอุปกรณ์และสารเคมี
 ที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้อจากการทดลอง
 ซึ่งอาจจะเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

12.4 การออกแบบการทดลอง โดยกำหนดวิธีการทดลองให้ถูกต้อง และเหมาะสม
 โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม ระบุอุปกรณ์หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการ
 ทดลอง

12.5 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ให้ถูกต้องและเหมาะสม

12.6 บันทึกผลการทดลองให้ชัดเจนและถูกต้อง

13. การตีความหมายและลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะ
 และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทาง
 วิทยาศาสตร์อื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ความสามารถที่แสดง
 ว่าเกิดทักษะแล้วคือ

13.1 แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (การตี
 ความหมายข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ)

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

สรุปไควท์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะนี้ เป็นสิ่งที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สมควรที่จะส่งเสริมและฝึกให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนให้เหมาะสมตามลำดับขั้น ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์ทักษะที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาได้ 7 ทักษะ คือ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การจักรกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมุติฐาน การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สุรวุฒิ สุชินโรจน์ (2523 : 75) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่งเรียนด้วยการสอนแบบสืบสอบที่มีคำแนะนำปฏิบัติการและไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2522 โรงเรียนนาถอนพัฒนา อำเภอราชบุรินทร์ จังหวัดนครพนม ผลการวิจัยพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยกลุ่มที่เรียนโดยการสอนแบบสืบสอบที่ไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยมีคำแนะนำปฏิบัติการ

วิมล สารวณวนิช (2527 : 54) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนแบบสืบเสาะที่มีชั้นสรุปผลการทดลองที่แตกต่างกัน โดยแบ่งเป็นกลุ่มที่นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง กลุ่มที่ครูสรุปผลการทดลองให้และกลุ่มที่นักเรียนกับครูช่วยกันสรุปผลการทดลอง ผลปรากฏว่า

1. สัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ทักษะการพยากรณ์ ระหว่างทั้งสามกลุ่ม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. สัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มที่นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง มีคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่ครูสรุปผลให้ ส่วนกลุ่มที่นักเรียนสรุปผลด้วยตนเอง โดยไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปผล เชนเกี่ยวกับที่ วิชที่ครูสรุปผลการทดลองให้โดยไม่แตกต่างกับวิชที่นักเรียนกับครูช่วยกันสรุป

อารายา แสงไชย (2529 : 76 - 78) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมวัดธาตุทอง เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2528 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน สอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง กลุ่มควบคุม 30 คน สอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทางตามหนังสือคู่มือครู ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยกลุ่มทดลองได้ผลสูงกว่ากลุ่มควบคุม

จากรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้กล่าวมานี้ สรุปได้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นสามารถจะฝึกให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนได้ด้วยวิธีต่าง ๆ กัน แต่วิธีที่แนะใหม่นี้จะให้ผลดีกว่าคือ วิธีที่ให้ผู้เรียนได้คิดด้วยตนเองและได้ปฏิบัติด้วยตนเอง

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา

กาเย (Gagné, 1970 : 63) ได้อธิบายถึงความสามารถทางด้านความคิดแก้ปัญหาว่าเป็นรูปของการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกัน ตั้งแต่ 2 ประเภทขึ้นไป และใช้หลักการนั้นประสมประสานกันจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ที่เรียกว่าความสามารถทางด้านความคิดแก้ปัญหา โดยการเรียนรู้ประเภทหลักการนี้ของอาศัยหลักการเรียนรู้มโนคติเป็นพื้นฐานของการเรียน การเรียนรู้ประเภทนี้ กาเย ได้อธิบายว่าเป็นการเรียนรู้อีกประการหนึ่งที่ของอาศัยความสามารถในการมองเห็นลักษณะร่วมกันของสิ่งเร้าทั้งหมด

บอร์น เอกสตรอน และโดมิโนสกี (Bourne, Ekstrand and Dominoski, 1971 : 44) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นกิจกรรมที่เป็นทั้งการแสวงหาความรู้ ความคิดจากประสบการณ์ก่อน ๆ และส่วนประกอบของสถานการณ์ที่เป็นปัจจุบัน โดยนำมาจัดเรียงลำดับใหม่ เพื่อผลของความสำเร็จในจุดมุ่งหมายเฉพาะอย่าง

กู๊ด (Good. 1973 : 518) กล่าวว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ก็คือการแก้ปัญหาที่ตนเอง การแก้ปัญหาเป็นแบบแผนหรือวิธีดำเนินการ ซึ่งอยู่ในสภาวะที่มีความยากลำบาก ยุ่งยาก หรือสภาวะที่พยายามตรวจสอบข้อเท็จจริงที่ได้ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับปัญหา มีการตั้งสมมติฐานและตรวจสอบสมมติฐานภายใต้การควบคุม มีการรวบรวมเก็บข้อมูลจากการทดลอง เพื่อหาความสัมพันธ์ที่จะทดลองสมมติฐานนั้นว่าเป็นจริงหรือไม่

ชม ภูมิภาค (2516 : 56) กล่าวว่า คำว่าการแก้ปัญหาเป็นคำที่มีความหมายกว้างมาก รวมพฤติกรรมที่ซับซ้อนอยู่ในรูปต่าง ๆ มากมาย พฤติกรรมในการแก้ปัญหานี้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีงานมีจุดมุ่งหมายที่จะต้องให้บรรลุเพื่องานนั้น

सानา พรทัศนกุล (2522 : 273) ให้ความเห็นว่าการแก้ปัญหาคือวิธีทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุดและใหม่ที่สุด เป็นวิธีการที่เกี่ยวกับการรวบรวมข้อเท็จจริง การตั้งสมมติฐาน เพื่อหาข้อยุติปัญหาของแต่ละคนอาจไม่เหมือนกัน และวิธีการให้เหตุผลก็อาจแตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับข้อเท็จจริงที่รวบรวมมาได้ หรือขึ้นอยู่กับประสบการณ์ที่มีอยู่

จากแนวความคิดของนักการศึกษาหลายท่านที่ได้กล่าวมาแล้วนี้ สรุปได้ว่าการแก้ปัญหาคือ การดำเนินการเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ โดยต้องอาศัยความรู้ ประสบการณ์และความคิด มาใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

หลักการและขั้นตอนในการแก้ปัญหา

บลูม (Blomm. 1956 : 62) สรุปไว้ว่าขั้นตอนของกระบวนการคิดแก้ปัญหานั้นมี 6 ขั้นตอนคือ

1. เมื่อผู้เรียนได้พบกับปัญหา ก็จะพยายามคิดสิ่งที่เคยพบเคยเห็นและเกี่ยวข้องกับปัญหา
2. ผู้เรียนจะใช้ประโยชน์จากขั้นที่ 1 มาสร้างรูปแบบของปัญหาขึ้นใหม่
3. การแยกแยะปัญหา
4. การเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิดและวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา
5. การใช้ข้อสรุปของวิธีการมาใช้ในการแก้ปัญหา
6. ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

ความสามารถของสมองที่นำมาใช้แก้ปัญหาชั้นที่หนึ่งถึงชั้นที่สี่ เป็นส่วนของการนำไปใช้ชั้นที่ห้าและชั้นที่หกเป็นส่วนของความเข้าใจ ส่วนความรู้ความจำนับว่าเป็นพื้นฐานสำคัญต่อการคิดแก้ปัญหา ความสามารถในการวิเคราะห์เป็นความสามารถทางสมองอีกอย่างหนึ่งที่นำมาใช้ในกระบวนการคิดแก้ปัญหา

แอทกินสัน (Atkinson. 1961 : 624) กล่าวว่า วิธีการแก้ปัญหา ก็คือวิธีเดียวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง ประกอบด้วย 9 ขั้นตอน คือ

1. กำหนดปัญหา
2. พิจารณาและตรวจสอบการทดลองเดิมที่จะใช้ในการแก้ปัญหาได้
3. ค้นหาความคิดใหม่ ๆ หรือหาข้อเท็จจริงมาสนับสนุนการแก้ปัญหา
4. ศึกษาและประเมินผลของการค้นคว้า
5. ตัดสินเลือกวิธีที่ดีที่สุดมาใช้
6. ขั้นตอนการทดลอง
7. ขั้นสรุปผล
8. สรุปและนำไปใช้กับสถานการณ์ที่คุ้นเคย
9. นำข้อสรุปไปใช้ในสถานการณ์หรือปัญหาใหม่

แวนนอย (Vannoy. 1965 : 385) ได้ศึกษากระบวนการของการคิดขั้นสูงเพื่อการแก้ปัญหาพบว่า องค์ประกอบที่บุคคลใช้ในการกระบวนการคิดหาเหตุผลในการแก้ปัญหาคือ

1. องค์ประกอบในกระบวนการแยกแยะความแตกต่าง และองค์ประกอบในคำสรุปรวม
2. สภาพของกระบวนการคิดนั้นขึ้นอยู่กับสภาพของสิ่งเร้าที่เหมาะสม
3. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความคิดขั้นสูงของบุคคลนั้นไม่ปรากฏเป็นเอกภาพ

บรูเนอร์ (Bruner. 1966 : 123) ได้ศึกษาวิธีการคิดแก้ปัญหาและสรุปว่า การคิดแก้ปัญหาของคนนั้น ท่องการกลไกแห่งความสามารถในการอ้างอิงและจำแนกประเภทของสิ่งเร้าประสบการณ์การรับรู้ต่าง ๆ ก็เป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งของกระบวนการจัดประเภทอื่นที่จะนำไปสู่การตอบสนองในขั้นสุดท้าย ขั้นตอนต่าง ๆ ในการคิดแก้ปัญหามีดังนี้

1. ขั้นรับรู้ปัญหา เป็นขั้นที่บุคคลรับรู้สิ่งที่เรากำลังเผชิญอยู่ว่าเป็นปัญหา
2. ขั้นแสวงหาสาเหตุ เป็นขั้นที่บุคคลใช้ความพยายามระลึกถึงประสบการณ์
3. ขั้นตรวจสอบความถูกต้องของก่อนที่ตอบสนองในลักษณะของการจัดประเภทหรือแยกโครงสร้าง

ของเนื้อหา

4. การตัดสินใจตอบสนองที่สอดคล้องกับปัญหา

กิลฟอร์ด (Guilford. 1967 : 313) กล่าวว่า ความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหา เป็นผลที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างมิติทั้งสามในโครงสร้างทางสติปัญญา สำหรับ กิวอี้ (Guilford. 1971 : 130) เห็นว่ากระบวนการในการแก้ปัญหานั้น ควรประกอบควยกระบวนการต่าง ๆ 5 ขั้น คือ

1. ขั้นเตรียมการ หมายถึง ขั้นที่ปัญหาหรือค้นหาปัญหาว่าที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้น ๆ

คืออะไร

2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ขั้นที่พิจารณาว่าสิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุสำคัญของปัญหา หรือสิ่งใดที่ไม่ใช่สาเหตุสำคัญของปัญหา

3. ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา หมายถึง การหาวิธีแก้ปัญหาให้ตรวจสอบสาเหตุของ ปัญหาแล้วเสนอออกมาในรูปวิธีการ ผลสุดท้ายจะได้ผลลัพธ์ออกมา

4. ขั้นตรวจสอบ หมายถึง ขั้นที่เสนอเกณฑ์เพื่อการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอ วิธีแก้ปัญหา ถ้าเห็นว่าผลลัพธ์นั้นยังไม่ใช่สิ่งที่ถูกต้อง ก็ต้องเสนอวิธีแก้ปัญหาใหม่จนกว่าจะได้วิธีการ ที่ดีที่สุดหรือถูกต้องที่สุด

5. ขั้นนำไปประยุกต์ใช้ได้ หมายถึง การนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสต่อไป เมื่อพบกับเหตุการณ์ หรือปัญหาที่คล้ายคลึงกับที่เคยพบมาแล้ว

นอกจากนี้ กิลฟอร์ด ยังได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญา กับ ขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาของ กิวอี้ และสรุปว่าขั้นตอนในการวิเคราะห์ปัญหามีความสัมพันธ์กับ ความสามารถทางด้านการรู้ ขั้นเสนอวิธีแก้ปัญหามีความสัมพันธ์ เกี่ยวข้องกับการคิดแบบเอกนัยและ แบบอนนัย ส่วนขั้นตรวจสอบผลลัพธ์มีความสัมพันธ์กับความสามารถด้านการประเมินค่า

กิวอี้ (Guilford. 1971 - 139; citing Dewey. 1929) ได้เสนอวิธี แก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. การรับรู้และเข้าใจปัญหา เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น คนส่วนใหญ่จะต้องพบกับความตึงเครียด ความสงสัย และความยากลำบากที่จะต้องพยายามแก้ไขปัญหานั้นให้หมดไป โดยที่ในขั้นต้นจะต้องรับรู้และเข้าใจตัวปัญหานั้นก่อน

2. การระบุและแจกแจงตัวปัญหา ปัญหาที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะแตกต่างกันมีระดับความยากง่ายต่างกัน จึงต้องพิจารณาสิ่งต่อไปนี้

- 2.1 มีตัวแปรต้นเหตุหรือองค์ประกอบอะไรบ้าง
- 2.2 มีอะไรบ้างที่จะต้องทำในการแก้ปัญหา
- 2.3 ต้องมองปัญหาให้เฉพาะเจาะจงไม่กว้างเกินไป
- 2.4 ต้องรู้จักใช้คำถามที่จะเป็นจุดมุ่งนำไปสู่การแก้ปัญหา
- 2.5 พยายามดูเฉพาะสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจริง ๆ บางครั้งอาจมีสิ่งที่เราเองไม่เห็นชัดเป็นตัวก่อปัญหา ถ้าจัดสิ่งนั้นได้ก็จะแก้ปัญหาได้

3. การรวบรวมข้อเท็จจริง เพื่อการตั้งสมมุติฐาน

3.1 พิจารณาว่าจะมีวิธีหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหานั้นได้อย่างไร ใครจะเป็นผู้ให้ข้อมูล

3.2 สร้างสมมุติฐานที่อาจเป็นไปได้ เพื่อช่วยแก้ปัญหา

4. การเลือกวิธีแก้ปัญหา หลังจากได้ความคิดว่าจะแก้ปัญหาได้อย่างไรแล้วก็พิจารณาว่าควรจะใช้วิธีการใดบ้าง

5. ทดลองนำวิธีแก้ปัญหาไปใช้

ขั้นตอนการแก้ปัญหาของ คิวอี้ นี้ ได้รับความสนใจจากนักศึกษาเป็นอย่างมาก และบางท่านก็ได้นำขั้นตอนนี้ไปใช้ในการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการแก้ปัญหา โดยการดัดแปลงและปรับปรุงนั้นยังมีเค้าโครงส่วนใหญ่เหมือนเดิม ดังเช่น เวียร์ (Weir. 1974 : 18) ได้เสนอขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตั้งปัญหา
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา
3. ขั้นเสนอวิธีแก้ปัญหา
4. ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์

พยอม ทัมมณี (2524 : 95) ได้แบ่งชั้นการแก้ปัญหาไว้ 4 ชั้น ตามแนวกระบวนการวิทยาศาสตร์คือ

1. ชั้นนิยามปัญหา
2. ชั้นวิเคราะห์สาเหตุแห่งปัญหา
3. ชั้นรวบรวมวิธีการแก้ปัญหา
4. ชั้นวิเคราะห์ผลที่จะเกิดขึ้น จากวิธีการที่เสนอในการแก้ปัญหานั้น

ความสามารถในการแก้ปัญหากับการเรียนการสอน

โกลด์สไตน์ (Goldstein. 1949 : 233) กล่าวว่า ครูควรสอนการแก้ปัญหาโดยตรงแก่นักเรียนซึ่งควรจะมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะช่วยให้นักเรียนได้รู้จักคิด รู้จักพิสูจน์ เพื่อหาข้อสรุปและให้นักเรียนมองเห็นคุณค่าของการแก้ปัญหา

แกเออร์ (Gaier. 1953 : 138) กล่าวว่าในการแก้ปัญหานั้นจำเป็นต้องอาศัยข้อเท็จจริงแต่ข้อเท็จจริงเพียงอย่างเดียวก็ไม่เพียงพอในการแก้ปัญหา จำเป็นต้องรู้จักสังเกต พิจารณาเลือกหาแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา การสอนที่บอกแนวทางและข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหานั้นไม่สามารถช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ ครูควรฝึกให้นักเรียนรู้จักสังเกตและหาแนวทางในการแก้ปัญหาคด้วยตนเอง

เกรสเซล (Dressel. 1955 : 418) กล่าวว่า การแก้ปัญหานั้นเป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษาในทุกสาขาวิชา การแก้ปัญหานั้นเป็นส่วนหนึ่งที่มิอาจหลีกเลี่ยงได้ในระหว่างหลักสูตรต่าง ๆ การแก้ปัญหานั้นเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญและจำเป็นสำหรับการศึกษาในโรงเรียนทั่วไป การแก้ปัญหานั้นไม่ใช่ส่วนหนึ่งของการเรียนวิทยาศาสตร์เท่านั้น

สโกลเบอร์ก (Stollburg. 1956 : 225) กล่าวว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นและวิธีการแก้ปัญหานั้นผู้แก้ปัญหาแต่ละคนย่อมมีลักษณะเฉพาะแตกต่างกัน การแก้ปัญหานั้นจึงไม่เหมือนกัน การแก้ปัญหานั้นไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนตายตัวและไม่เป็นลำดับขั้น อาจสลับก่อนหลังหรือบางขั้นตอนไม่มีก็ได้ นอกจากนี้การแก้ปัญหายังขึ้นอยู่กับ

1. ประสบการณ์ของแต่ละบุคคล
2. ทัศนะของสมอง
3. สภาพการณ์แตกต่างกัน
4. กิจกรรมและความสนใจของแต่ละคนที่ทำปัญหานั้น

เบเกอร์ (Baker. 1960 : 153) กล่าวว่าครูควรสอนให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยการปรับปรุงเทคนิคในการสังเกต การอธิบาย การวางแผนงาน และพยายามส่งเสริมให้นักเรียนมีประสบการณ์เพื่อจะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

แครอล (Carrol. 1964 : 76) กล่าวว่า ถ้านักเรียนมีคุณสมบัติในการศึกษาเหตุผล เรียนรู้ วิธีการแก้ปัญหาย่างมีประสิทธิภาพ และปลูกฝังนิสัยในการใฝ่ถาม เพื่อสืบสวนข้อเท็จจริงย่อมสามารถนำคุณสมบัติเหล่านี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาลื่น ๆ ได้

ทรวิน ชูทัย (2520 : 188) กล่าวว่า นักจิตวิทยากลุ่ม S-R และ Gestalt มีความเห็นตรงกันว่าในกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน ครูควรจะช่วยสนับสนุนให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ เพราะความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญสำหรับบุคคล เมื่อต้องประสบกับปัญหาต่าง ๆ แล้ว ถ้าบุคคลนั้นแก้ปัญหาไม่ได้ก็จะเป็นสิ่งกีดขวางการแสวงหาความรู้ และการดำเนินงาน

มังกร ทองสุกสี (2522 : 5) กล่าวว่า วิธีการต่าง ๆ ที่ครูจะช่วยให้เด็กมีความสามารถในการแก้ปัญหานั้นมีดังนี้

1. ปกติให้เด็กทำงานอยู่เสมอ วิธีการแบบนี้เป็นวิธีการที่ใช้กันมานาน และมีประโยชน์อยู่เสมอ การทำงานช่วยให้เรามีประสบการณ์เพิ่มขึ้นย่อมจะช่วยให้เรามีหนทางในการแก้ปัญหามากขึ้นในการสอนวิทยาศาสตร์นั้นครูและนักเรียนจะต้องเผชิญปัญหาย่อยตลอดเวลา
2. ปกติให้เด็กมีการทดสอบอยู่เสมอ บางครั้งครูอาจกำหนดปัญหาให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบโดยแนะให้นักเรียนกระทำกิจกรรมบางอย่างหรือการแสดงการสาธิตเพื่อให้นักเรียนหาคำตอบให้ได้ นักเรียนที่มีโอกาสฝึกการแก้ปัญหาย่อยเสมอนั้นอาจจะหาแนวทางต่าง ๆ ช่วยได้เป็นอย่างดี การสอนเนื้อหาวิชาบางครั้งครูไม่อาจทำการทดลองได้ ก็ให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยการทดสอบคนควาจากแหล่งวิชาการต่าง ๆ

3. ฝึกให้เป็นผู้มีเหตุผลแก่ตนเอง การฝึกแบบนี้เป็นการฝึกให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง

4. ให้อุบัติการวิจารณ์ ตัวอย่าง นักการศึกษาผู้มีชื่อเสียงได้กำหนดวิธีการแก้ปัญหา โดยการวิเคราะห์วิจารณ์ปัญหานั้นออกเป็นชั้น ๆ ดังนี้

- ก. การกำหนดปัญหา
- ข. รวบรวมข้อมูล
- ค. ตั้งสมมุติฐาน
- ง. ทดสอบสมมุติฐาน
- จ. ประเมินผล

การแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ได้รับความนิยมมาก เพราะช่วยให้เราแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง สามารถนำไปใช้ได้กับทุกสาขาวิชา บางทีเรียกว่าวิธีการนี้ว่าการแก้ปัญหาโดยวิธีวิทยาศาสตร์หรือวิธีการใช้ปัญญา การแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ครูควรฝึกให้นักเรียนใช้อยู่เสมอ เพราะสามารถจะนำไปใช้ในโอกาสใดก็ทำได้ นอกจากนั้นครูควรจะได้แนะนำหรือหาทางช่วยให้นักเรียนรู้จักคิดหรือกระทำดังนี้

4.1 ฝึกให้อุบัติการวิเคราะห์ - สังเคราะห์

4.2 ฝึกให้อุบัติการออกความเห็น

การฝึกหรือกระตุ้นยั่วยุให้นักเรียนรู้จักแสดงความคิดเห็นอยู่เสมอ นั้น จะเป็นการช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ความคิดของตนเอง เพราะการคิดจะทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนดีขึ้น ดีกว่าการจะฝึกให้นักเรียนใช้แต่ความจำเพียงอย่างเดียว ครูจะต้องคอยช่วยเหลือนักเรียนอยู่เสมอ เพราะนักเรียนอาจจะออกความเห็นในสิ่งที่ไม่ถูกต้องมากนักก็ได้

วิธีการแก้ปัญหาก็เกิดขึ้นได้นั้น พยอม ทัมมณี (2524 : 42) กล่าวว่า ต้องอาศัยกฎที่ไค้เรียนรู้อยู่แล้วช่วยแก้ปัญหาที่ค้นพบ การแก้ปัญหาก็ทำได้โดยการสอน โดยการบอกวิธีให้ อย่างไรก็ตาม ส่วนประกอบที่จะช่วยในการแก้ปัญหาก็คือ การใช้กฎที่ไค้เรียนรู้อยู่แล้ว ดังนั้นการแก้ปัญหาก็คือกระบวนการซึ่งผู้เรียนถึงสิ่งที่เรียนรู้อยู่แล้วมาใช้แก้ปัญหามาในสถานการณ์ต่าง ๆ

สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับมนุษย์ สมควรจะได้มีการสอนและฝึกให้นักเรียนรู้จักแก้ปัญหา เพราะถึงแม้ว่าการสอนจะไม่ทำให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ทุกสถานการณ์ ก็ยังเป็นการช่วยให้เกิดความรู้และประสบการณ์สำหรับนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้บ้าง สำหรับผู้วิจัยได้ศึกษาขั้นตอนการแก้ปัญหาของ เวียร์ เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

มาฮาน (Mahan. 1963 : 1097-A) ได้ทำการศึกษาลักษณะเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จากการใช้วิธีสอน 2 แบบ คือ แบบบรรยายประกอบการอภิปราย และแบบการแก้ปัญหา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 9 กลุ่มที่สอนแบบการแก้ปัญหา ได้ผลดังนี้

1. นักเรียนชายมีความรู้เกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้
2. นักเรียนที่เรียนอ้อมมีความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และมีทักษะในการแก้ปัญหามากขึ้น
3. นักเรียนมีความสนใจวิทยาศาสตร์มากขึ้น
4. นักเรียนทั้งชายและหญิงมีความมั่นใจ ในการตัดสินใจและมีทัศนคติที่ดี
5. นักเรียนมีความสนใจในความเจริญของงานด้านความรู้ ทักษะในการแก้ปัญหาและมีความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนชาย

จากการทดลองของ มาฮาน นั้นแสดงให้เห็นว่า การสอนแบบวิธีแก้ปัญหานั้น ช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหามากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับที่ จอห์น (John. 1966 : 994-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนของนักเรียนเกรด 8 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป จากการสอน 2 วิธี คือ กลุ่มควบคุมสอนแบบบรรยายและสาธิต ให้มีส่วนร่วมในการทดลองและทำการบ้านที่ครูกำหนดให้ กลุ่มทดลองสอนโดยวิธีแก้ปัญหาคอยตนเองครูเพียงแต่แจกคำแนะนำให้ ซึ่งจะแนะนำกิจกรรมหลายอย่างให้นักเรียนจะเลือกนำไปปฏิบัติแล้วก่อให้เกิดความรู้ ข้อเท็จจริงและเกิดมโนทัศน์ของตนเอง ผลการทดลองปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีความสามารถในการศึกษาเหตุผลในการแก้ปัญหาทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะในการเรียนดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

แต่กลุ่มควบคุมดีกว่าในด้านเนื้อหาวิชา

วรรณทิ วรรณศิลป์ (2522 : 1 - 36) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยตั้งขึ้น

1. ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยตลอดทั้งภาคเรียนสูงและต่ำ มีความสามารถในการแก้ปัญหาหากแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มานัส เพ็ญโรจน์ (2527 : 49) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนโดยการใช้ภาพประกอบคำบรรยาย ในลักษณะเน้นให้คนพบด้วยตนเอง และการใช้ภาพประกอบคำบรรยายในลักษณะบอกเล่า กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยให้กลุ่มทดลองเรียนโดยการใช้ภาพประกอบคำบรรยายในลักษณะบอกเล่า ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากเอกสารและงานวิจัยที่ได้เสนอมาทั้งหมดนั้น สรุปได้ว่าการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง เป็นวิธีที่ก่อวิธีหนึ่งที่จะนำมาใช้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพราะจะช่วยเอื้ออำนวยให้นักเรียนรู้จักคิด และแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งควรจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้นกว่าการสอนสาธิตแบบที่ครู เป็นผู้ชี้แนวทาง

สมมุติฐานในการศึกษาครั้งนี้

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางกับการสอนสาธิตแบบชี้แนวทางแตกต่างกัน

1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ แตกกัน

1.3 ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนกับระดับความสามารถทางการ เรียนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.1 ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางกับการสอนสาธิตแบบชี้แนวทางแตกต่างกัน

2.2 ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ต่างกัน

2.3 ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนกับระดับความสามารถทางการ เรียนต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง กับการสอนสาธิตแบบชี้แนวทางแตกต่างกัน

3.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ต่างกัน

3.3 ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนกับระดับความสามารถทางการ เรียนต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเทศบาล 2 วัดปราสาททอง อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 ซึ่งมีนักเรียน 4 ห้อง จำนวน 120 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเทศบาล 2 วัดปราสาททอง อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 จำนวน 60 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 30 คน

วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มอย่างง่าย โดยการจับสลากเลือกห้องเรียนจาก 4 ห้องเรียน เลือกมา 2 ห้องเรียน
2. นำนักเรียนทั้ง 2 ห้องเรียนที่สุ่มได้มาแบ่งเป็นกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ โดยใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จากภาคเรียนที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2530 โดยยึดหลักดังนี้
 - 2.1 กลุ่มระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูง หมายถึง นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับควาโตที่ 3 ขึ้นไป

2.2 กลุ่มระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ปานกลาง หมายถึง นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูงกว่าค่าเฉลี่ยที่ 1 ขึ้นไป และต่ำกว่าค่าเฉลี่ยที่ 3 ลงมา

2.3 กลุ่มระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำ หมายถึง นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับค่าเฉลี่ยที่ 1 ลงมา

3. สุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงไว้ 20 คน แล้วสุ่มเขาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 10 คน

4. สุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ปานกลางไว้ 20 คน แล้วสุ่มเขาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 10 คน

5. สุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำไว้ 20 คน แล้วสุ่มเขาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 10 คน

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นเนื้อหาที่กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หน่วยที่ 6 หน่วยย่อยที่ 1 เรื่องสสารและความร้อน ซึ่งมีหัวข้อย่อยดังนี้

1. สมบัติและสถานะของสสาร
2. ผลของความร้อนที่มีต่อสสาร
3. การหลอมเหลว
4. การเดือด
5. การกลายเป็นไอ
6. การควบแน่น
7. การนำผลของความร้อนที่มีต่อสสารไปใช้ในการทำเครื่องมือ เครื่องใช้ต่าง ๆ
8. เทอร์โมมิเตอร์ ชนิด ส่วนประกอบ การใช้ และการเก็บรักษา
9. การส่งผ่านความร้อน

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มใช้เวลาในการทดลอง 54 คาบ คาบละ 20 นาที โดยทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วยสิ่งต่อไปนี้

1. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สสารและความร้อน
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

การสร้างแผนการสอน

ผู้วิจัยได้สร้างแผนการสอนโดยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาหลักสูตรประถมศึกษา 2521 กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต และศึกษาขอบข่ายเนื้อหาวิชาจากแผนการสอนของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ
2. ศึกษาการสอนแบบสาธิตจากตำราและเอกสารต่าง ๆ เพื่อนำมาสร้างแผนการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง สำหรับการสร้างแผนการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางได้ศึกษาหลักการมาจากการสาธิตเงื้อมของ ทรอบริจ และไบบี (Trowbridge and Bybee. 1986 : 207) โดยได้นำมาปรับปรุงให้เหมาะสมกับการสอนในระดับประถมศึกษา
3. สร้างแผนการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางและแผนการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง โดยใช้เนื้อหาเดียวกันแบบละ 18 แผน แต่ละแผนใช้เวลา 3 คาบ
4. นำแผนการสอนให้ผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการสอนวิทยาศาสตร์ทราวจำลองพิจารณาให้ข้อคิดเห็น แล้วจึงมาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

5. นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดป่าเลไลยก์ อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งมีใช้กลุ่มตัวอย่าง แล้วจึงนำมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหนึ่ง จนเป็นแผนการสอนที่สมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบจากหนังสือเทคนิคการวัดผลของ ขวาล แพร่ทูล (2526 : 110 - 286) หนังสือวิธีสร้างและวิเคราะห์ข้อสอบของ วิเชียร เกตุสิงห์ (2515 : 1 - 161) และหนังสือเทคนิคการเขียนข้อสอบของ ขวาล แพร่ทูล (2520 : 1 - 405)
2. วิเคราะห์เนื้อหาเรื่องสาระและความร้อนเกี่ยวกับพฤติกรรมด้านความรู้-ความเข้าใจและการนำไปใช้ โดยผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ร่วมกับครูที่มีประสบการณ์การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษา จำนวน 5 ท่าน
3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สสารและความร้อน แบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวนทั้งสิ้น 60 ข้อ โดยสร้างให้ตรงตามพฤติกรรมแต่ละประเภท ตามตารางวิเคราะห์
4. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ เพื่อแก้ไขข้อบกพร่อง
5. นำแบบทดสอบที่ได้รับการตรวจและแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดป่าเลไลยก์ อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ที่ผ่านการเรียน เรื่องสสารและความร้อนมาแล้วจำนวน 100 คน
6. นำแบบทดสอบที่นักเรียนทำแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกต้องให้ 1 คะแนน ส่วนข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน นำคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเป็นรายข้อโดยใช้วิธีเทคนิค 27% ของ จุง เทห์ ฟาน (Fan. 1952 : 6 - 32) แล้วคัดเลือกเอาเฉพาะข้อที่มีความยากง่าย (p) ระหว่าง .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ทั้งแต่ .20 ขึ้นไป

7. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของ คูเกอ์ - ริชาร์ดสัน KR-20
(ลวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 170)

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบจากหนังสือ เทคนิคการวัดผลของ ชวาธ แพร์คูล
(2516 : 152 - 275)
2. วิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากเนื้อหาในเรื่องสสารและความร้อน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ปรากฏว่ามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
7 ทักษะ คือ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
การพยากรณ์ การตั้งสมมุติฐาน การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย
4 ข้อเลือก จำนวน 60 ข้อ
4. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรง
เชิงโครงสร้างแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข
5. นำแบบทดสอบที่แก้ไขแล้วไปทดลองให้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียน
วัดป่าเลไลยก์ อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 100 คน
6. นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ส่วนข้อที่ตอบผิด
หรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน นำคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของ
แบบทดสอบเป็นรายข้อโดยใช้วิธีเทคนิค 27% ของ จุง เทห์ ฟาน (Fan. 1952 : 6 - 32)
แล้วคัดเลือกเอาเฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนก
(r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป

7. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของ คูเกอ์ - ริชาร์ดสัน KR-20
(ลวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 170)

การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ ตามขั้นตอนในการแก้ปัญหาของ เวียร์ (Weir. 1974 : 18) คือ

1. ขั้นในการตั้งปัญหา
2. ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา
3. ขั้นในการเสนอวิธีแก้ปัญหา
4. ขั้นในการตรวจสอบผลลัพธ์

ผู้วิจัยนำขั้นตอนในการแก้ปัญหาทั้ง 4 ขั้นตอน ของ เวียร์ มาสร้างเป็นเครื่องมือวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ โดยสร้างเป็นคำถาม 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตั้งปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถระบุขอบเขตของปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดได้ โดยสามารถตอบได้ว่าอะไรคือปัญหาจากสถานการณ์นั้น
 2. ขั้นวิเคราะห์ หมายถึง นักเรียนสามารถแยกแยะสาเหตุของปัญหาได้
 3. ขั้นเสนอวิธีแก้ปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถคิดค้นและเสนอวิธีการแก้ปัญหาจากสาเหตุของปัญหาได้
 4. ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง นักเรียนสามารถคิดค้นและเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เสนอไว้ (ในข้อ 3) ได้ว่าเมื่อแก้ปัญหาแล้ว ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร
- ลักษณะของแบบทดสอบเป็นคำถามที่สร้างขึ้นจากรูปภาพหรือสถานการณ์ที่นักเรียนสามารถนำความรู้เดิมมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์ใหม่ แบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จากนั้นดำเนินการขั้นตอนต่อไปนี้
1. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง
 2. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดป่าเลไลยก์ อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 100 คน

3. นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ส่วนข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน นำคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ เป็นรายข้อโดยใช้วิธีเทคนิค 27% ของ จุง เทห์ ฟาน (Fan. 1952 : 6 - 32) เลือกเอาข้อสอบ ที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป

4. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้ สูตรของ คูเคอร์ - ริชาร์ดสัน KR-20 (ลวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 170)

การดำเนินการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแผนการวิจัยแบบ Factorial Design (ลวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 222) แบบแผนการวิจัยเป็นดังนี้

ระดับความสามารถ / วิธีสอน	การสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง	การสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง
สูง		
ปานกลาง		
ต่ำ		

การดำเนินการทดลองมีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเทศบาล 2 วัดปราสาททอง อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 60 คน ที่ได้มาโดยการสุ่ม และสุ่มเข้ากลุ่มทดลอง 30 คน และกลุ่มควบคุม 30 คน

2. ทดลองสอนตามแผนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นเวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 9 คาบ
 กลุ่มทดลอง สอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง
 กลุ่มควบคุม สอนสาธิตแบบชี้แนวทาง
3. เมื่อเสร็จสิ้นการสอนแล้ว นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถ
 ในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ไปทดสอบนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการ
 ทางสถิติ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถ
 ในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตรของ คูเคอร์ - ริชาร์ดสัน KR-20 (จัน
 สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 170)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{pq}{s_t^2} \right\}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ทำถูกในข้อหนึ่ง ๆ = $\frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$

q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ

s_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบฉบับนั้น

✓ 2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ และหาค่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนกับระดับความสามารถทางการเรียนโดยใช้ การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมี 2 ตัวประกอบ (Two Way Analysis of Variance) ดังนี้

Source of variation	df	ss	MS	F
Column (วิธีสอน)	c-1	SS_C	$\frac{SS_C}{df_C}$	$F_C = \frac{MS_C}{MS_E}$
Row (ระดับความสามารถทางการเรียน)	r-1	SS_R	$\frac{SS_R}{df_R}$	$F_R = \frac{MS_R}{MS_E}$
Interaction (ปฏิสัมพันธ์)	(r-1)(c-1)	SS_{RC}	$\frac{SS_{RC}}{df_{RC}}$	$F_{RC} = \frac{MS_{RC}}{MS_E}$
Error (ความคลาดเคลื่อน)	rc(n-1)	SS_E	$\frac{SS_E}{df_E}$	
Total	rcn-1	SS_T		

ถ้าผลการวิเคราะห์ข้อมูลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะทำการทดสอบต่อไป โดยการเปรียบเทียบพหุคูณ ใช้วิธีทดสอบของ เชฟเฟ (Scheffe's Test) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคู่ (ฉวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 119 - 120) มีสูตรการคำนวณดังนี้

$$S = \sqrt{(K - 1) F(\alpha; df_1, df_2) \frac{MS_E}{n_j} \sum_{j=1}^K \frac{(C_j)^2}{n_j}}$$

เมื่อ S	แทน ค่าวิกฤตของ Scheffe
K	แทน จำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่นำมาเปรียบเทียบกัน
$F(\alpha; df_1, df_2)$	แทน เบิกค่า F ในตารางแจกแจงค่า F ที่ α มีค่า .05 หรือที่ .01 และ df_1 คือค่า df_C หรือ df_R ส่วน df_2 คือค่า df_E
MS_E	แทน ค่า Mean Square ของความคลาดเคลื่อนในตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน
C_j	แทน สัมประสิทธิ์ Contrast ซึ่งจะมีค่าเป็น 1, -1, 1, -1, ... ในกรณีที่เป็น Simple Contrast

n_j แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม
ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย 2 ค่าใด ๆ จะมีนัยสำคัญทางสถิติก็ต่อเมื่อค่าความแตกต่างมีค่ามากกว่า S

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูล

N	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน
S^2	แทน ความแปรปรวนของคะแนน
S.D.	แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
df	แทน ขันความเป็นอิสระ
SS	แทน ผลบวกกำลังสองของคะแนน
MS	แทน ค่าเฉลี่ยของผลบวกกำลังสองของคะแนน
F	แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณา
S	แทน ค่าวิกฤตของเรฟเฟ
A	แทน วิธีสอน
A_1	แทน วิธีสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง
A_2	แทน วิธีสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง
B	แทน ระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
B_1	แทน ระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูง
B_2	แทน ระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ปานกลาง
B_3	แทน ระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำ
**	แทน ความมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

ก่อนที่จะเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้ง 3 ตอน ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง มาหาค่าสถิติพื้นฐาน ดังตาราง 1 - 3

ตาราง 1 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	s^2	S.D.
กลุ่มทดลอง	30	20.4	9.28	3.05
กลุ่มควบคุม	30	19.4	11.90	3.45

ตาราง 2 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ
กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	S.D.
กลุ่มทดลอง	30	15.13	11.09	3.33
กลุ่มควบคุม	30	12.5	16.74	4.09

ตาราง 3 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง
และกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	S.D.
กลุ่มทดลอง	30	11.57	3.94	1.99
กลุ่มควบคุม	30	9.13	10.53	3.25

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิต
แบบไม่เน้นแนวทางกับการสอนสาธิตแบบเน้นแนวทาง

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์
ความแปรปรวนแบบ 2 องค์ประกอบ องค์ประกอบที่ 1 คือวิธีสอนและองค์ประกอบที่ 2 คือระดับ
ความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาจากวิธีสอนและระดับความสามารถทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
วิธีสอน	1	15	15	1.9689
ระดับความสามารถทางการเรียน	2	146.3	98.15	12.8831 ^{**}
ปฏิสัมพันธ์	2	6.7	3.35	0.4397
ความคลาดเคลื่อน	54	411.4	7.6185	
รวมทั้งหมด	59	269.4		

$F_{.01}(2,54) = 5.01$ ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 4 แสดงว่า

1. นักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

เพื่อแสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มใดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มใด จึงทำการทดสอบโดยใช้วิธีของ เชฟเฟ (Scheffe's Test) ผลการวิเคราะห์ ปรากฏดังตาราง 5

ตาราง 5 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ระหว่างนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ

ระดับความสามารถทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์	$\bar{X}$	B_3	B_2	B_1
		17.55	20.20	21.95
B_3	17.55	-	2.65**	4.40**
B_2	20.20	-	-	1.75
B_1	21.95	-	-	-

$$s_{\alpha .01} = 2.76, s_{\alpha .05} = 2.19$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 5 แสดงว่านักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างจากนักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนนักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3 วิธีสอนกับระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่มีปฏิสัมพันธ์กันต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดย
การสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางกับการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างมา
วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 องค์ประกอบ องค์ประกอบหนึ่งคือ วิธีสอน และองค์ประกอบที่สอง
คือ ระยะเวลาความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผลการวิเคราะห์ปรากฏ
ดังตาราง 6

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาจากวิธีสอน และระยะเวลาความสามารถทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
วิธีสอน	1	104.017	104.017	8.6667**
ระยะเวลาความสามารถทางการเรียน	2	153.234	76.617	6.3838*
ปฏิสัมพันธ์	2	5.633	2.8165	0.2347
ความคลาดเคลื่อน	54	648.1	12.00185	
รวมทั้งหมด	59	910.984		

$F_{.01} (1,54) = 7.12$ ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

$F_{.01} (2,54) = 5.01$

จากตาราง 6 แสดงว่า

1. นักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบโม้แนวทาง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบชี้แนวทางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เนื่องจากวิธีสอนมีเพียง 2 วิธี ดังนั้นจึงพิจารณาจากความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนแต่ละกลุ่มที่ได้รับจากการสอน คือกลุ่มทดลอง 15.13 และกลุ่มควบคุม 12.5 โดยไม่คำนึงถึงระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ปรากฏว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบโม้แนวทางมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบชี้แนวทางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

2. นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

เพื่อแสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มใดมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มใด จึงทำการทดสอบคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของ เชฟเฟ่ (Scheffe's Test) ผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตาราง 7

ตาราง 7 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ระหว่างนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ

ระดับความสามารถทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์	$\bar{X}$	B_3	B_2	B_I
		12.4	13	16.05
B_3	12.4	-	0.60	3.65**
B_2	13	-	-	3.05*
B_I	16.05	-	-	-

$$s_{\alpha.01} = 3.49$$

$$s_{\alpha.05} = 2.77$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 7 แสดงว่า

นักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนสูง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนสูง ก็มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลางและต่ำ มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีความนัยสำคัญทางสถิติ

3. วิธีสอนกับระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน แสดงว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน เมื่อเรียนโดยวิธีสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง กับเรียนโดยวิธีสาธิตแบบชี้แนวทาง ไม่สามารถระบุได้ว่าวิธีสอนกับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์
เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดย
การสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางกับนักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง
ผู้วิจัยได้นำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างมา
วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 องค์ประกอบ องค์ประกอบหนึ่งคือ วิธีสอน และองค์ประกอบที่สอง
คือ ระดับความสามารถทางการเรียนของนักเรียน ผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตาราง 8

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์
โดยพิจารณาจากวิธีสอนและระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
วิธีสอน	1	88.8166	88.8166	43.4036**
ระดับความสามารถทางการเรียน	2	295.6	147.8	72.2281**
ปฏิสัมพันธ์	2	13.7334	6.8667	3.3557*
ความคลาดเคลื่อน	54	110.5	2.0463	
รวม	59	508.65		

$$F_{.01} (1,54) = 7.12$$

$$F_{.01} (2,54) = 5.01$$

$$F_{.05} (2,54) = 3.17$$

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 8 แสดงว่า

1. นักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบชี้แนวทางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เนื่องจากวิธีสอนมีเพียง 2 วิธี เมื่อพิจารณาความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนแต่ละกลุ่มที่ได้รับจากการสอนโดยไม่คำนึงถึงระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 11.57 มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 9.13 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

2. นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

เพื่อแสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มใดมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มใด จึงได้ทำการทดสอบคะแนนเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มเป็นรายคู่ โดยวิธีของเชฟเฟ้ (Scheffe's Test) ผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตาราง 9

ตาราง 9 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์
ระหว่างนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ

ระดับความสามารถทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์	$\bar{X}$	B_3	B_2	B_1
		8.05	9.60	13.35
B_3	8.05	-	1.60**	5.30**
B_2	9.65	-	-	3.70**
B_1	13.35	-	-	-

$$S_{\alpha.01} = 1.4320$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 9 แสดงว่า นักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงมี
ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถทาง
การเรียนปานกลางและต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่มีระดับความ
สามารถทางการเรียนปานกลาง มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียน
ที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. วิธีสอนกับระดับความสามารถทางการเรียนมีปฏิสัมพันธ์กัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .05 แสดงว่าวิธีสอนสามแบบไม่ชี้แนวทางกับวิธีสอนสามแบบชี้แนวทาง เมื่อใช้สอนกับ
นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ทำให้ให้นักเรียนมีความสามารถ
ในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

เพื่อแสดงให้เห็นว่าวิธีสอนแบบใดมีความเหมาะสมที่จะนำไปสอนกับนักเรียนที่มีความสามารถ
ทางการเรียนระดับใด จึงจะทำให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์มากที่สุด และสอนกับ
นักเรียนระดับใดได้น้อยที่สุด จึงได้ทำการทดสอบข้อที่เกื้อหนุนของแต่ละองค์ประกอบของวิธีสอน ใน
ระดับความสามารถทางการเรียนต่าง ๆ ดังนี้

ตาราง 10 สรุปผลรวมทั้งหมด เมื่อเกิดปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ของ Two-Way ANOVA
จากการทดสอบผลที่เกิดขึ้นของแต่ละองค์ประกอบในระดับต่าง ๆ

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
1. วิธีสอน 2 วิธี (A)	1	88.8166	88.8166	43.4036**
1.1 B ที่ A ₁	1	114.3667	114.3667	55.8895**
1.2 B ที่ A ₂	1	305.4667	305.4667	149.2776**
2. ระดับความสามารถทาง การเรียนรู้ (B)	2	295.6	147.8	72.2281**
2.1 A ที่ B ₁	2	29.5	14.775	7.2203**
2.2 A ที่ B ₂	2	98.55	49.275	24.08**
2.3 A ที่ B ₃	2	84.95	42.475	20.7570**
3. ปฏิสัมพันธ์	2	13.7334	6.8667	3.3557*
4. ความคลาดเคลื่อน	54	110.5	2.0463	

$$F_{.01} (1, 54) = 7.12$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

$$F_{.01} (2, 54) = 5.01$$

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

$$F_{.05} (2, 54) = 3.17$$

จากตาราง 10 แสดงว่า

1. นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่างกัน (B) ที่ได้รับการสอนโดยวิธี
สามิตแบบไม่ชี้แนวทาง (A₁) จะมีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์
แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เพื่อแสดงให้เห็นเด่นชัดยิ่งขึ้นว่าวิธีสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง (A_I) มีความเหมาะสมมากกับนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนระดับใด จึงได้ทำการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างคู่ของทดลองประกอบ โดยใช้วิธีของเชฟเฟ่ (Scheffe's Test)

คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม เมื่อทดลองสอนด้วยวิธีสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง (A_I) เปรียบเทียบกันตามระดับความสามารถทางการเรียน ปรากฏผลดังตาราง 11

ตาราง 11 ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ตามระดับความสามารถทางการเรียน เมื่อสอนโดยวิธีสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง

ระดับความสามารถทางการเรียน	$\bar{X}$	B_3	B_2	B_I
		9.5	11.3	13.9
B_3	9.5	-	1.8*	4.4**
B_2	11.3	-	-	2.6*
B_I	13.9	-	-	-

$$S_{\alpha .01} = 2.0249$$

$$S_{\alpha .05} = 1.6107$$

.. มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

• มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 11 แสดงว่า เมื่อสอนด้วยวิธีสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง (A_I) ทำให้นักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง (B_I) ได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง (B_2) และต่ำ (B_3) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ส่วนนักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง (B_2) มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่างกัน (B) ที่สอนโดยวิธีสาธิตแบบชี้แนวทาง (A_2) มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เพื่อแสดงให้เห็นเด่นชัดว่าวิธีสอนสาธิตแบบชี้แนวทางมีความเหมาะสมกับนักเรียนระดับใด จึงได้เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างคู่ของแต่ละองค์ประกอบ โดยวิธีของเชฟเฟ (Scheffe's Test)

คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม เมื่อสอนด้วยวิธีสาธิตแบบชี้แนวทาง (A_2) เปรียบเทียบกันตามระดับความสามารถทางการเรียนของนักเรียน ดังตาราง 12

ตาราง 12 ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิง
วิทยาศาสตร์ตามระดับความสามารถทางการเรียน เมื่อสอนโดยวิธีสาธิตแบบชี้แนวทาง (A_2)

ระดับความสามารถทางการเรียน	$\bar{X}$	B_3	B_2	B_I
		6.6	8	12.8
B_3	6.6	-	1.4	6.2**
B_2	8	-	-	4.8**
B_I	12.8	-	-	-

$$S_{\alpha .01} = 2.0249$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

$$S_{\alpha .05} = 1.6107$$

จากตาราง 12 แสดงว่า เมื่อสอนโดยวิธีสาธิตแบบชี้แนวทาง (A_2) ทำให้นักเรียน
กลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง (B_I) ได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่มีระดับ
ความสามารถทางการเรียนปานกลาง (B_2) และต่ำ (B_3) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
ส่วนนักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง (B_2) มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่มี
ระดับความสามารถทางการเรียนต่ำอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3. วิธีสอน 2 วิธี (A) ที่ใช้สอนกับนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง
ทำให้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เพื่อแสดงให้เห็นเด่นชัดว่านักเรียนแต่ละกลุ่มในแต่ละระดับความสามารถทางการเรียน
ที่ได้รับการสอนโดยวิธีที่แตกต่างกัน จึงได้เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหา
เชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างคู่ขององค์ประกอบ โดยใช้วิธีของเชฟเฟ (Scheffe's Test)
ดังนี้

3.1 คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ในระดับความสามารถทางการเรียนสูง
เปรียบเทียบกันตามชนิดของวิธีสอน ปรากฏผลดังตาราง 13

ตาราง 13 ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนสูง (B_I) เมื่อทดลองสอน
ด้วยวิธีสอน 2 วิธี

วิธีสอน	$\bar{X}$	A_2	A_I
		12.8	13.9
A_1	12.8	-	1.1
A_2	13.9	-	-

$$S_{\alpha .05} = 1.1391$$

จากตาราง 13 แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนในระดับความสามารถทางการเรียนสูงที่ได้รับการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง (A_I)
มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูงที่ได้รับการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง
(A_2) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3.2 คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนแต่ละกลุ่มในระดับความสามารถทางการเรียน
ปานกลาง เปรียบเทียบกันตามชนิดของวิธีสอน ปรากฏผลดังตาราง 14

ตาราง 14 ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิง
 วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง (B_2) เมื่อทดสอบ
 ด้วยวิธีสอน 2 วิธี

วิธีสอน	$\bar{X}$	A_2	A_I
		8	11.3
A_2	8	-	3.3**
A_I	11.3	-	-

$$S_{C.01} = 1.4321$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 14 แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์
 ของนักเรียนในระดับที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง ที่สอนโดยวิธีสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง
 (A_I) และสอนโดยวิธีสาธิตแบบชี้แนวทาง (A_2) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.3 คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนแต่ละกลุ่มในระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ
 เปรียบเทียบกันตามชนิดของวิธีสอน ปรากฏผลดังตาราง 15

ตาราง 15 ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ (B_3) เมื่อทดสอบด้วยวิธีสอน 2 วิธี

วิธีสอน	$\bar{X}$	A_2	A_1
		6.6	9.5
A_1	6.6	-	2.9**
A_2	9.5	-	-

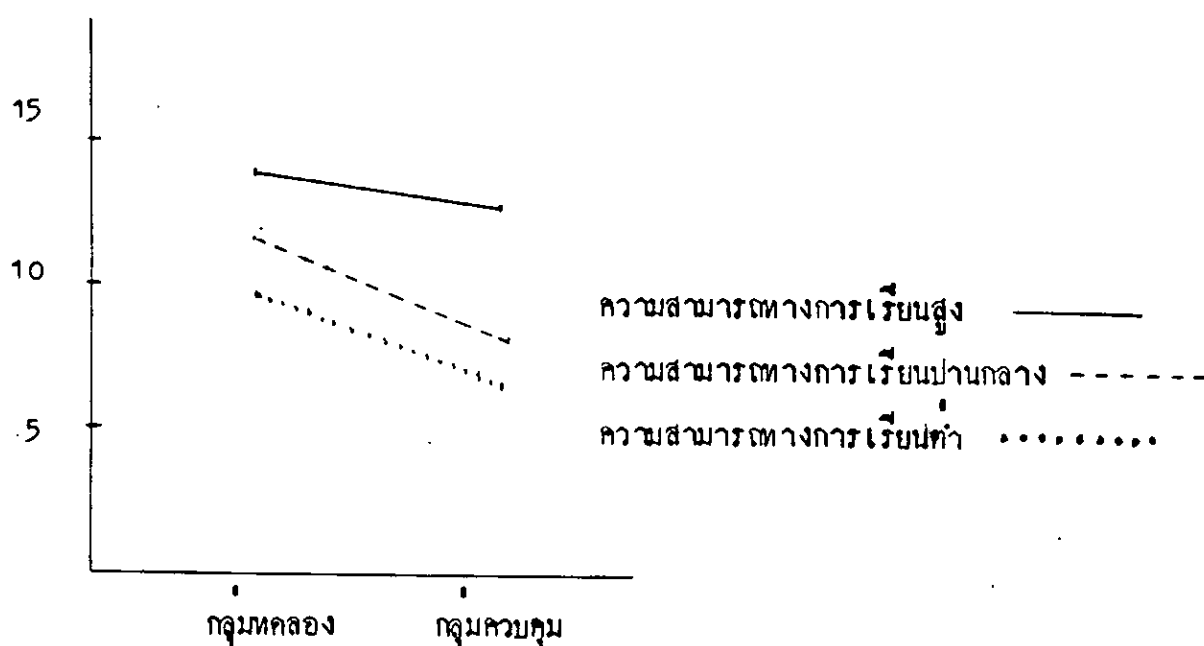
$$S_{.01} = 1.4321$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 15 แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ ที่สอนโดยวิธีสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง และสอนโดยวิธีสาธิตแบบชี้แนวทาง (A_2) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เพื่อให้เห็นปฏิสัมพันธ์ของวิธีสอนกับระดับความสามารถทางการเรียนที่ต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ จากตาราง 10, 11, 12, 13, 14, 15 ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น จึงได้นำคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์เสนอ ในลักษณะของกราฟเส้นตรงปรากฏดังภาพประกอบ 2

คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์



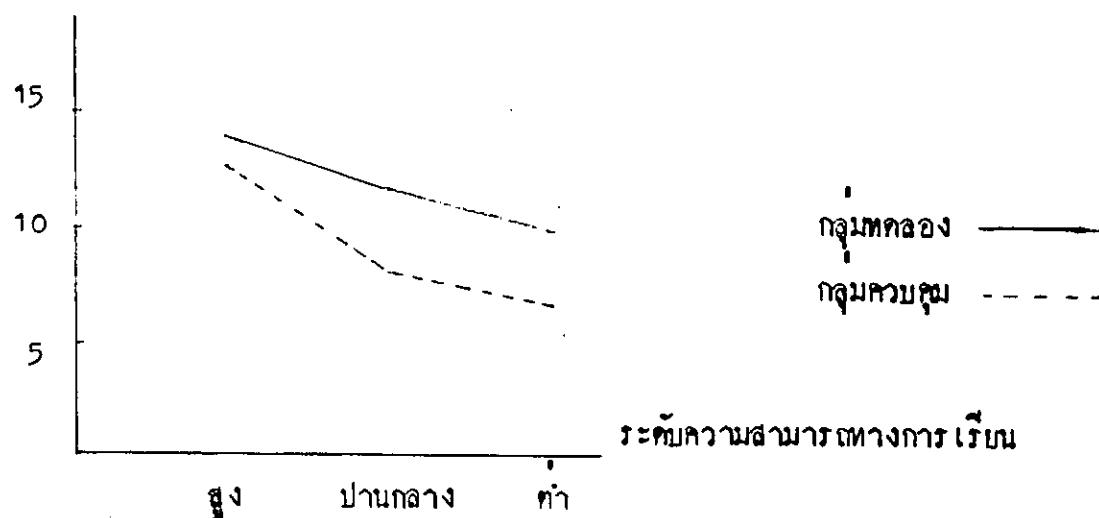
ภาพประกอบ 2 แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนกับระดับความสามารถทางการเรียนที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

จากภาพประกอบ 1 แสดงให้เห็นว่าวิธีการทั้ง 2 วิธี (A_1 และ A_2) กับระดับความสามารถทางการเรียนสูง (B_1) ปานกลาง (B_2) และต่ำ (B_3) มีผลทำให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงรวมกัน ผลดังกล่าวแสดงว่า

นักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลางและต่ำที่ได้รับการสอนสาขิตแบบไม่ชี้แนวทาง มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนในระดับความสามารถทางการเรียนเดียวกันที่ได้รับการสอนสาขิตแบบชี้แนวทาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นอกจากนี้ยังได้แสดงภาพประกอบการเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนกับระดับความสามารถทางการเรียนอีกทางหนึ่งคือ

คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์



ภาพประกอบ 3 แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนกับระดับความสามารถทางการเรียนที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาศาสตร์ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางกับการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง ซึ่งมีค่าดัชนีของการวิจัยและผลสรุปดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางกับการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางกับการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางกับการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง
4. เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนกับระดับความสามารถทางการเรียนที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 - 1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางกับการสอนสาธิตแบบชี้แนวทางแตกต่างกัน
 - 1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ต่างกัน

- 1.3 ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนกับความสามารถทางการเรียนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางกับการสอนสาธิตแบบชี้แนวทางแตกต่างกัน
 - 2.2 ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ต่างกัน
 - 2.3 ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนกับระดับความสามารถทางการเรียนของผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์
 - 3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางกับการสอนสาธิตแบบชี้แนวทางแตกต่างกัน
 - 3.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ต่างกัน
 - 3.3 ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนกับระดับความสามารถทางการเรียนต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 ของโรงเรียนวัดปรางสาทอง อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 120 คน

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 ของโรงเรียนวัดปรางสาทอง อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 60 คน ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มตามอำเภอัยชั้น จากนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ แล้วแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มทดลอง ดำเนินการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง
2. กลุ่มควบคุม ดำเนินการสอนแบบชี้แนวทาง

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. แผนการสอนที่ใช้สอนนักเรียน 2 แบบ
 - 1.1 แผนการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง
 - 1.2 แผนการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 30 ข้อ ลักษณะข้อทดสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก มีความเชื่อมั่น 0.84
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 30 ข้อ ลักษณะข้อทดสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก มีความเชื่อมั่น 0.70
4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 20 ข้อ ลักษณะข้อทดสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก มีความเชื่อมั่น 0.64

วิธีดำเนินการทดลอง

- ผู้วิจัยดำเนินการทดลองโดยสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หน่วยที่ 6 หน่วยย่อยที่ 1 เรื่องสสารและความร้อน โดยสอนติดต่อกันเป็นเวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 9 คาบ (คาบละ 20 นาที) โดยปฏิบัติดังนี้
1. ก่อนทำการทดลอง ผู้วิจัยใช้เวลา 1 สัปดาห์ เพื่อสอนให้กลุ่มตัวอย่างได้เรียนรู้และเรียนรู้วิธีการเรียนทั้ง 2 แบบ ที่ใช้ในการวิจัย
 2. ดำเนินการทดลองโดยใช้เวลาสอนกลุ่มละ 54 คาบ คาบละ 20 นาที ดังนี้
 - 2.1 กลุ่มทดลอง สอนโดยใช้แผนการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง
 - 2.2 กลุ่มควบคุม สอนโดยใช้แผนการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง
 3. หลังการทดลองสอน ให้นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์
 4. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ และหาความสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนกับระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสององค์ประกอบ (Two - Way Analysis of Variance)

ถ้าผลการวิเคราะห์มีนัยสำคัญทางสถิติ จะทำการตรวจสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของเชฟเฟ (Scheffe's Test)

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

1.1 นักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

1.2 นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3 ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนกับระดับความสามารถทางการเรียนที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

2. สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.1 นักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2 นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนสูง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง และต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ .01 ตามลำดับ ส่วนนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.3 ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนกับระดับความสามารถทางการเรียน ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

3.1 นักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.2 นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง และต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.3 วิธีสอนกับระดับความสามารถทางการเรียนมีปฏิสัมพันธ์กัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง และต่ำ ที่

ได้รับการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนในระดัความสามารถทางการเรียนเดียวกันที่ได้รับการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนที่มีระดัความสามารถทางการเรียนสูงที่ได้รับการสอนสาธิตแบบชี้แนวทางมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีระดัความสามารถทางการเรียนสูงที่ได้รับการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อภิปรายผล

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

1. จากการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐาน แคสคอลลิ่งงานวิจัยของ นิมิตร มาศเกษม (2518 : 34 - 35) ซึ่งได้ทำการวิจัยพบว่า การสอนวิทยาศาสตร์ โดยวิธีสาธิตและวิธีปฏิบัติการทดลองให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน และผู้วิจัยยังได้เสนอแนะว่าในกรณีที่โรงเรียนไม่สามารถจัดหาอุปกรณ์สำหรับทดลองให้เพียงพอแก่นักเรียนได้ ก็ควรใช้การสาธิตเพราะให้ผลทางการเรียนเท่ากันกับวิธีปฏิบัติการทดลอง เหตุที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างไม่แตกต่างกันนั้นอาจเป็นเพราะวิธีสอนทั้ง 2 วิธีนั้น เป็นการสาธิตทั้งคู่ ต่างกันเพียงกลุ่มทดลองนั้น ในขณะที่ครูทำการสาธิตการทดลอง ครูจะไม่พูดหรือชี้แนะสิ่งใดให้นักเรียน ปล่อยให้เด็กสังเกตบันทึกและสรุปผลการทดลองด้วยตัวเอง ส่วนกลุ่มควบคุมนั้นครูจะทำการสาธิตการทดลองพร้อมทั้งอธิบายชี้แนะให้นักเรียนอยู่เสมอ และกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ได้รับสิ่งที่เหมือนกันคือ เนื้อหาสื่อการสอน การวัดการประเมินผล และในตอนท้ายครูก็จะสรุปให้ความคิดเห็นเหมือนกัน รวมทั้งให้ทำแบบฝึกหัดเหมือนกัน ดังนั้นจึงเป็นไปได้ที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของทั้ง 2 กลุ่ม จึงไม่แตกต่างกัน

นอกจากนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความจำ ความเข้าใจและการนำไปใช้ ซึ่งสิ่งเหล่านี้นั้นส่วนใหญ่จะเป็นความรู้ในระดัข้อเท็จจริงเท่านั้น นั่นคือ เป็นความรู้เบื้องต้นที่นักเรียนจะต้องได้รับจากการสอนทั้ง 2 วิธีอยู่แล้ว ดังนั้นจึงอาจเป็น

เหตุหนึ่งที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

1.1 นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นแปรผันตามระดับความสามารถทางการเรียน ซึ่งหมายความว่าผู้ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงก็จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงไปด้วย ส่วนผลการวิจัยที่ว่านักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนสูงมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลางอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติอาจเป็นเพราะเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งระดับความสามารถทางการเรียนของนักเรียนออกเป็นสูง ปานกลาง และต่ำนั้น อาจจะยังไม่มาตรฐานและเที่ยงตรงพอ เพราะผู้วิจัยได้ใช้คะแนนจากการสอบจากภาคเรียนที่แล้วของนักเรียน

1.2 ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนกับระดับความสามารถทางการเรียนที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ไม่ว่าจะเรียนด้วยวิธีสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางหรือสาธิตแบบชี้แนวทางก็ตาม นักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูงก็จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มปานกลางและต่ำ และนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. นักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ การสอนแบบไม่ชี้แนวทางนั้น

ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะต่าง ๆ ด้วยตนเองอยู่ตลอดเวลา เช่น การสังเกต การตั้งสมมติฐาน หรือการพยากรณ์ เป็นต้น ต่างกับการสาธิตแบบชี้แนวทาง ซึ่งส่วนใหญ่ครูจะเป็นผู้บอกหรือแนะให้ ทำให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมค่อนข้างต่ำกว่ากลุ่มทดลอง

2.1 นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง และต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ .01 ตามลำดับ ส่วนนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งการวิจัยนี้ได้ผลสอดคล้องกับการวิจัยของ บัทโซว์ (Butzow, 1971 : 85) โดยได้ทดลองสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 8 จำนวน 92 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทดสอบก่อนและหลังการสอน พบว่านักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ จะมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต่ำกว่า และจากการวิจัยของ ยุกามาต วารานันตีกุล (2524 : 47 - 48) ก็ได้ศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้น จึงสรุปได้ว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงก็จะมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงไปด้วย

และจากผลการวิจัยครั้งนี้ก็อาจกล่าวได้ว่า ระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย

2.2 ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนกับระดับความสามารถทางการเรียนที่สูง ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ไม่ว่าจะเรียนด้วยวิธีสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางหรือสาธิตแบบชี้แนวทางก็ตาม นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง และต่ำ และนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง ก็มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มต่ำ

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

3. นักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นตามสมมุติฐาน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ มานัส เพ็ญโรจน์ (2527 : 49 - 57) ซึ่งได้วิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนที่เรียนจากการใช้ภาพประกอบคำบรรยายในลักษณะแนะให้ค้นหาคำตอบเองและการใช้ภาพประกอบคำบรรยายในลักษณะบอกเล่า กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชัยนาทพิทยาคม จังหวัดชัยนาท ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มที่เรียนจากการใช้ภาพประกอบคำบรรยายในลักษณะแนะให้ค้นหาคำตอบเอง มีความสามารถในการแก้ปัญหาลดกว่ากลุ่มที่เรียนจากการใช้ภาพประกอบคำบรรยายในลักษณะบอกเล่า

ผลดังกล่าวน่าจะมีสาเหตุเนื่องมาจาก ในการแก้ปัญหานั้นจำเป็นต้องอาศัยข้อเท็จจริงแท้ ข้อเท็จจริงเพียงอย่างเดียวก็ไม่เพียงพอในการแก้ปัญหา แต่จำเป็นต้องรู้จักสังเกต พิจารณาตัวเลือกหาแนวทางซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา การสอนที่บอกแนวทางและข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหานั้นไม่สามารถช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาคได้ ครูควรฝึกให้นักเรียนรู้จักสังเกตและหาแนวทางในการแก้ปัญหาคด้วยตนเอง (Gaier. 1953 : 138 - 141) ซึ่งการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางก็มีหลักการดังกล่าวมาแล้วคือ สอนโดยให้นักเรียนคิดอย่างอิสระ และฝึกให้แก้ปัญหาคด้วยตนเอง ดังนั้นนักเรียนกลุ่มที่สอนโดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง จึงมีความสามารถในการแก้ปัญหาลดกว่ากลุ่มที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง ซึ่งมีครูคอยชี้แนะอยู่ตลอดเวลาอย่างเห็นได้ชัด

นอกจากนี้การแก้ปัญหาก็ยังต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่ช่วย ซึ่งการเรียนโดยครูเป็นผู้บอกแนวทางและอยู่ภายในกรอบที่กำหนด จึงไม่อาจเกิดความคิดสร้างสรรค์ขึ้นมาได้และทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาลดกว่า ผู้ที่ได้ฝึกคิดอย่างอิสระ ฝึกแก้ปัญหาคด้วยตนเองตลอดเวลาโดยการสอนแบบไม่ชี้แนะแนวทาง

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับ

ความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลางมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิชา ราชรองเมือง (2516 : 1 - 88) ซึ่งได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคึกคักแบบมีส่วนร่วม วิธีการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งแสดงว่านักเรียนที่เรียนดี ก็จะสามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนระดับปานกลางและต่ำ และนักเรียนระดับปานกลางก็สามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำ

นอกจากนี้ความสามารถในการแก้ปัญหานั้น จะแตกต่างกันออกไปเพราะความสามารถในการแก้ปัญหาก็หรือไม่ขึ้นอยู่กับระดับสติปัญญา ความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ ตลอดจนได้รับการจูงใจหรือไม่เพียงใด ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และวิธีการแก้ปัญหานั้นไม่มีขั้นตอนตายตัวเสมอไป

สโตลเบอร์ก (Stollburg. 1956 : 255 - 228) ได้กล่าวว่าปัญหาที่เกิดขึ้นและวิธีการแก้ปัญหานั้น ผู้แก้ปัญหานั้นแต่ละคนย่อมมีลักษณะเฉพาะเอกลักษณ์ การแก้ปัญหาก็ไม่เหมือนกัน นอกจากนั้นการแก้ปัญหายังขึ้นอยู่กับ

ประสบการณ์ของแต่ละบุคคล

บุคลิกภาพทางสมอง

สภาพการณ์ที่แตกต่างกัน

กิจกรรมและความสนใจของแต่ละคนที่มีต่อปัญหานั้น

ดังนั้นนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่างกัน จึงมีความสามารถในการแก้ปัญหาลักษณะ

3.2 วิธีสอนกับระดับความสามารถทางการเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐาน แต่สอดคล้องกับงานวิจัยของ มาฮาน (Mahan. 1963 : 1097 - 1098) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการใช้วิธีสอน 2 วิธี คือการสอนโดยการแก้ปัญหากับการบรรยายประกอบการอภิปราย ในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาคือว่า

3.2.1 การสอนโดยวิธีแก้ปัญหาก็สร้างความงอกงามทางด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การนำไปใช้ และทักษะในการแก้ปัญหา โดยเฉพาะเด็กที่มีสติปัญญาต่ำ

3.2.2 การสอนโดยการแก้ปัญหา จะสร้างความสนใจใฝ่รู้

3.2.3 นักเรียนมีความงอกงามด้านความรู้ ทักษะด้านการแก้ปัญหาและความสนใจด้านวิทยาศาสตร์เกินกว่าที่คาดไว้

จากการศึกษาที่พบว่าวิธีสอนกับระดับความสามารถทางการเรียน มีปฏิสัมพันธ์กันนี้อาจมีเหตุผลเนื่องมาจาก การแบ่งระดับความสามารถทางการเรียนของนักเรียนนั้น ใช้ผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เมื่อภาคเรียนก่อน ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่า ลักษณะของข้อสอบจะเป็นข้อทดสอบที่เน้นความจำ และความเข้าใจ ดังนั้นนักเรียนที่ทำได้คะแนนได้ดี ก็คือผู้ที่จำเก่ง และมีความคิดจำกัดอยู่ในกรอบที่ครูกำหนด ดังนั้นเมื่อทำข้อสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาจึงทำได้ไม่ดีเท่าที่ควรสำหรับนักเรียนที่ถูกแบ่งว่ามีความสามารถทางการเรียนปานกลางและต่ำนั้น อาจตอบคำถามเกี่ยวกับความจำได้ไม่ดีพอ เพราะความคิดไม่ได้ถูกจำกัดอยู่ แต่ในกรอบที่ครูกำหนด จึงอาจเป็นเหตุให้ทำข้อสอบที่ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหาได้ไม่ดีนัก

ข้อเสนอแนะ

4. ข้อเสนอแนะทั่วไป

4.1 จากการวิจัยพบว่า การสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าการสอนสาธิตแบบธรรมดาทั่ว ๆ ไป ดังนั้น ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์จึงน่าจะเลือกใช้วิธีสอนแบบนี้ เพื่อนำไปใช้หรือประยุกต์ใช้กับนักเรียนตามความเหมาะสม อันจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ต่อไป

4.2 การสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางนี้ เป็นวิธีที่สามารถทำให้นักเรียนสนใจใฝ่รู้มากขึ้นทั้งจากประสบการณ์ของผู้วิจัย พบว่านักเรียนสนใจและตั้งใจเรียนมากขึ้น เพราะจะต้องคอยสังเกตดูการสาธิตการทดลองทุกกระยะ และใช้ความคิดอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นวิธีนี้จึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ครูจะนำไปใช้เพื่อเปลี่ยนบรรยากาศการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้น่าสนใจยิ่งขึ้น

4.3 เนื้อหาที่ใช้กับวิธีสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางจะต้องไม่ยุ่งยากซับซ้อนมาก เพื่อให้นักเรียนสังเกตเห็นผลการทดลองด้วยตนเองอย่างชัดเจน

1.4 ระดับความสามารถทางการเรียนของนักเรียนเป็นสิ่งที่ควรคำนึงถึง ให้ความสำคัญ เพราะนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูงนั้น มักจะช่วยเหลือตัวเองได้ดี และคิดได้เร็วกว่า นักเรียนที่อยู่ในระดับปานกลาง และต่ำ ดังนั้นครูจึงควรใช้เวลาให้มาก เพื่อเด็กระดับกลางและต่ำ จะได้มีกำลังใจ เพื่อสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นผลดีในระยะยาวต่อไป

1.5 ครูควรได้ตระหนักว่าการพูดพร่ำเพรื่อ การชี้แนะแนวทางให้นักเรียนอยู่เสมอ โดยความหวังดีหรือความเคยชินนั้น มิใช่จะเป็นผลดีต่อนักเรียนเสมอไป ตรงกันข้ามอาจจะทำให้สมอง ของพวกเขาพัฒนาไปโดยไม่เต็มที่ ดังนั้นจึงควรฝึกให้นักเรียนได้คิดตัดสินใจ และได้แก้ปัญหาคด้วยตนเอง โดยอยู่ภายใต้การวางแผนของครู

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

2.1 ควรจะได้มีการศึกษาต่อไปว่าปริมาณของการไม่ชี้แนะแนวทางนั้นจะมีผลต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของเด็กในระดับนี้หรือไม่ อย่างไร

2.2 ควรจะได้มีการศึกษาว่าการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง จะมีผลต่อความคิด สร้างสรรค์หรือไม่ อย่างไร

ဘဏ္ဍာရန်ကုန်

บรรณานุกรม

- คณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. รายงานการประเมินความก้าวหน้า :
คุณภาพนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระดับประเทศ ปีการศึกษา 2527. 2528.
- จำนง ทลายแขนง. คู่มือวิชาการศึกษาเทคนิคและวิธีสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ :
 สำนักพิมพ์สหพันธ์ฯ, 2514.
- _____. เทคนิคการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช,
 2529.
- ฉวีวรรณ แก้วโสฬส. ผลจากการใช้กิจกรรมตามแผนการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตตาม
การรับรู้ของครูชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์
 มหาวิทยาลัย, 2528. อักษรสำเนา.
- ชวาล แพทย์กุล. เทคนิคการวัดผล. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2516.
- _____. เทคนิคการเขียนข้อทดสอบ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2520.
- ชม ภูมิภาค. จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2516.
- ชูศรี วงศ์รัชนี. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์เจริญผล, 2528
- ชูศรี สนิทประชากร. วิธีสอนในระดับประถมศึกษาตามแนวหลักสูตรใหม่. กรุงเทพฯ :
 วัชรการพิมพ์, 2525.
- โชติ เพชรชน. "การสอนและการสอนเพื่อคิดเป็น," การวัดผลการศึกษา. 17 : 11 - 18 ;
 กันยายน - ธันวาคม 2527.
- นิมิตร มาศเกษม. การเปรียบเทียบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนระหว่างวิธีสาธิตและวิธีปฏิบัติ
การทดลอง. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518. อักษรสำเนา.
- น้อมฤดี จงกฤษะ และคนอื่น ๆ. คู่มือการศึกษาวิธีสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : เนวทวิชา
 การศึกษา วิทยาลัยครูสวนกุหลาบ, 2517.
- ประนัย จันทรมณู และประสมลันต์ อักษรมัต. วิธีสอนวิทยาศาสตร์, กรุงเทพฯ :
 โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2518.

ปราโมทย์ แก้วสุข. การศึกษาลักษณะพฤติกรรมการเรียนและแนวทางการศึกษาทางวิทยาศาสตร์
โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานการพยากรณ์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริชญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ประสานมิตร, 2528. อักสาเนา.

ปรีชา ชรฤทธิ. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนจากการสอน
แบบสาธิตที่เสริมควบแบบฝึกหัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือ
ของ สสวท.

นภาพาศ วรานุสันติกุล. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษา
ตอนปลายกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามการประเมินของครู. วิทยานิพนธ์ ค.ม.
 กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524. อักสาเนา.

พจน์ สะเพียรชัย. "การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์," พัฒนาการวิจัย. 10 :
 49 - 59 ; มกราคม 2517.

พจน์ วราดิฉณ. "การเปรียบเทียบสัมฤทธิ์ผลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยวิธีสาธิตเทียบกับวิธีสาธิต," วิทยานิพนธ์ ค.ม.
 กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529. อักสาเนา.

พรณี ชูทัย. จิตวิทยาการเรียนการสอน : จิตวิทยาสำหรับครูในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ :
 ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2522.

พยอม คุ้มฉิน. การศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของผลการสอนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยา
ในรูปแบบเชิงปัญหากับรูปแบบที่ใ้กันอยู่ทั่วไป. ปริชญานิพนธ์ กศ.ค. กรุงเทพฯ :
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อักสาเนา.

มังกร ทองสุกดี. การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย,
 2522.

มานัส เพ็ญโรจน์. การศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านพฤติกรรมและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนจากภาพประกอบคำบรรยายในลักษณะบอกเล่าและภาพประกอบคำบรรยายในลักษณะแนะให้คนพบด้วยตนเอง. ปริญญาโท

กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อักสาเนา.

อวน สายยศ และอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ :

บริษัท ศึกษาพร จำกัด, 2528.

อัคราวัลย์ หวังพานิช. สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. สำนักทดสอบ

ทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528.

วรรณดี วรรณศิลป์. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ก.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์

มหาวิทยาลัย, 2524. อักสาเนา.

วิมล สารานวนิช. การศึกษาเปรียบเทียบสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ด้วยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาค้นหาซึ่งกันและกัน.

ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อักสาเนา.

วิเชียร เกตุสิงห์. หลักการสร้างและวิเคราะห์ข้อสอบ. กรุงเทพฯ : มงคลการพิมพ์, 2515.

สุวนา พรหมคุณ. เอกสารประกอบการสอนวิชาจิตวิทยาทั่วไป. กรุงเทพฯ : ภาควิชาจิตวิทยา.

คณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2520.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.

กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์, 2526.

สมจิต สวชนไญยอภัย. "วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม." กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.

สุวัทนา นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2517.

สุวัชน พุทธเมธา. การเรียนการสอนปัจจุบัน. กรุงเทพฯ : โอเคเอนสโตร์, 2523.

- สุรวดี สุจินโรจน์. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่งเรียนด้วย
การสอนแบบสืบสอบที่มีคำแนะนำปฏิบัติการและที่ไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการ. วิทยานิพนธ์
ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523. อักสาเนา.
- หยกฟ้า วิจิตแสงศรี. การเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์แบบศูนย์การเรียนรู้กับแบบบรรยาย
ประกอบการสาธิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2520. อักสาเนา.
- อารายา แสงไชย. การศึกษาลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิด
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะ
โดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดทิศทางและไม่กำหนดทิศทาง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อักสาเนา.
- อำนวย เลิศยันทิ. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับความสามารถทาง
การคิดแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา. วิทยานิพนธ์
กศ.ค. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523. อักสาเนา.
- เอกชัย ชัยประเสริฐสิทธิ. สถิติไม่ใช้พารามิเตอร์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์,
2524.

American Association for the Advancement of Science. Science : A Process
Approach, Commentary for teacher. Washington D.C. : AAAS, 1970.

Anderson, Charles Raymond. The Effectiveness of a Simulation Learning
Game in Teaching Consumer Credit to Senior High School Student in
Comparison to a Conventional Approach to Instruction. Dissertation
Abstract International. 31(2) : 670 - 671-A ; 1978.

Athinson, Smith Krouse. The Educator's Encyclopedia. New Jersey :
Prentice - Hall, 1961.

Baker Tunis. "What Can We Do to Make Our Children Capable of Thinking
for Themselves," Science Education. 34 : 1960.

Bollm, Benjamin Samuel. Taxonomy of Educational objectives, The
Classification of educational goals. New York : David McKay, 1956.

Bourne, Lyle E., Jr., Ekstrand, Bruce, R., and Roger L. Domino. The
Psychology of Thinking. New Jersey : Prentice - Hall, 1971.

- Bruner, Jerome. S. Studies in Cognitive Growth : A Collaboration at the center for Cognitive Studies. New York : John Wiley & Sons, 1966.
- Butzow, John W. "The Process Learning Component of Introductory Physical Science : A Pilot Study," Research in Education. 85 p. Vol. 6 No. 10, October, 1971.
- Carrol, John B. Language and Thought. New Jersey : Prentice - Hall, 1964.
- Dressel, Paul L. "Critical Thinking : The Goal of Education," The Journal of the National Education Association. 44 : 1955.
- Fan, Chung - Teh. Item Analysis Table. Educational Testing Service. Princeton ; New Jersey, 1952.
- Gagne, R.M. The Condition of Learning. 2nd ed. New York : Holt, Rinehart and Winston, 1970
- Gaier, E.L. "The Role Knowledge in Problem - Solving," Progressive Education. 30 : 138 - 141, 1953.
- Gattegno, Calbe. The common Sense of Teaching Foreign Languages. New York : Educational Solutions, 1976.
- Gibbons, Jean Dickinson. Nonparametric Statistical Inference. Tokyo : McGraw - Hill Kogakusha, 1971.
- Goldstein, Joseph J. "Thinking Can be Learned," Educational Leadership. 6, 1949.
- Good, Carter V. Dictionary of Education. New York : McGraw - Hall Company, 1973.
- Guildford, J.P. The Nature of Human Intelligence. McGraw - Hill : Book Company, 1967.
- _____. The Analysis of Intelligence. McGraw - Hill : Book Company, 1971.
- Kenneth, John W. "A Comparison of Two Method of Teaching Eight Grade General Science : Traditional and Structured Problem - Solving" Dissertation Abstracts. 4(27) : 994 - 995-A ; October, 1966.
- Mahan, L.A. "The Effects of Problem Solving and Lecture Discussion in Developing Student Growth in Basic Understanding Problem - Solving Skill Attitude, Interests and Personal Adjustment," Dissertation Abstract. 3 : 1097 - 1098; September, 1963.

- Rudolf, William. "Differences in Retention between populations of seven grade Science students taught by the method of instruction : Small Group Laboratory and Teacher Demonstration," Dissertation Abstracts. 3(6) : 2753 - 2754-A; December, 1970.
- Stollburg, R.J. "Problem - Solving, The Process Games in Science Teaching," Science Teacher. 23 : 225 - 228; September, 1956.
- Sund, Robert B. and Leslic, W. Trowbridge. Teaching Science by Inquiry In the Secondary School. 2nd ed. 1973.
- Trowbridge, W. Leslic, W. and Bybee, W. Rodger. Becoming a secondary school Science Teacher. 4th Edition Merrill Publishing Company, 1986.
- Vannoy, J.S. "Generality of Cognitive Complexity Simplicity as a Personality Construct," Journal of Personality and Social Psychology. 1965.
- Weir, John Joseph. "Problem Solving is Everybody's Problem," The Science Teacher. 4 : 16 - 18; April, 1974

ກາດຜນວກ

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์แบบทดสอบ

ตาราง 16 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยแยกตามระดับความสามารถทางการเรียน

ระดับความสามารถ ทางการเรียน	คนที่	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
สูง	1	26	18
	2	25	24
	3	21	18
	4	25	21
	5	23	21
	6	17	25
	7	21	26
	8	21	26
	9	20	21
	10	22	18
		ΣX 221	ΣX 218
ปานกลาง	11	20	17
	12	21	23
	13	26	21
	14	23	20
	15	17	21
	16	16	20
	17	20	22
	18	22	18

ตาราง 16 (ต่อ)

ระดับความสามารถ ทางการเรียน	คนที่	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
	19	20	18
	20	21	18
		Σx 206	Σx 198
ทำ	21	18	15
	22	14	16
	23	20	14
	24	19	17
	25	23	15
	26	21	20
	27	16	21
	28	16	12
	29	18	16
	30	20	20
		Σx 185	Σx 166

การวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง
โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 องค์ประกอบ

$$\begin{aligned}
 SS_T &= \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \sum_{k=1}^n x_{ijk}^2 - \frac{T^2}{rcn} \\
 &= 26^2 + 25^2 + \dots + 20^2 - \frac{1194^2}{60} \\
 &= 24390 - 23760.6 \\
 &= 629.4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS_R &= \frac{\sum_{i=1}^r T_i^2}{cn} - \frac{T^2}{rcn} \\
 &= \frac{439^2 + 404^2 + 351^2}{20} - 23760.6 \\
 &= 23956.9 - 23760.6 \\
 &= 196.3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS_C &= \frac{\sum_{j=1}^c T_j^2}{rn} - \frac{T^2}{rcn} \\
 &= \frac{612^2 + 582^2}{30} - 23760.6 \\
 &= 23775.6 - 23760.6 \\
 &= 15
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS_{RC} &= \frac{\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c T_{ij}^2}{n} - \frac{\sum_{i=1}^r T_i^2}{cn} - \frac{\sum_{j=1}^c T_j^2}{rn} + \frac{T^2}{rcn} \\
 &= \frac{221^2 + 206^2 + \dots + 166^2}{10} - 23956.9 - 23775.6 + 23760.6 \\
 &= 23978.6 - 23956.9 - 23775.6 + 23760.6 \\
 &= 6.7
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS_E &= SS_T - SS_R - SS_C - SS_{RC} \\
 &= 629.4 - 196.3 - 15 - 6.7 \\
 &= 411.4
 \end{aligned}$$

$$MS_R = \frac{SS_R}{r - 1} = \frac{196.3}{2} = 98.15$$

$$MS_C = \frac{SS_C}{c - 1} = 15$$

$$MS_{RC} = \frac{SS_{RC}}{(r-1)(c-1)} = \frac{6.7}{2} = 3.35$$

$$MS_E = \frac{SS_E}{rc(n - 1)} = \frac{411.4}{54} = 7.6185$$

หา F

1. ทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรทางแถว

$$F = \frac{MS_R}{MS_E} = \frac{98.15}{7.6185} = 12.8831$$

2. ทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรทางคอลัมน์

$$F = \frac{MS_C}{MS_E} = \frac{15}{7.6185} = 1.9689$$

3. ทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรทางแถวและคอลัมน์

$$F = \frac{MS_{RC}}{MS_E} = \frac{3.35}{7.6185} = 0.4397$$

Source of Variation	df	SS	MS	F
Column	1	15	.15	1.9689
Row	2	196.3	98.15	12.8831
Interaction	2	6.7	3.35	0.4397
Error	54	411.4	7.6185	
Total	59	629.4		

1. ทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรทางแถว

จากตาราง F ที่ $df_1 = 2$, $df_2 = 54$, $F_{\alpha.01} = 5.01$

F คำนวณมากกว่า F ตาราง

2. ทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรทางคอลัมน์

จากตาราง F ที่ $df_1 = 1$, $df_2 = 54$, $F_{\alpha.05} = 4.02$

F คำนวณน้อยกว่า F ตาราง

3. ทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรทางแถวและคอลัมน์

จากตาราง F ที่ $df_1 = 2$, $df_2 = 54$, $F_{\alpha.05} = 3.17$

แสดงการทดสอบค่า S ของเซฟเฟ่ เพื่อจะทราบว่านักเรียนกลุ่มใดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มใด จากตาราง 5 หน้า 55

-สูตรการคำนวณ

$$S = \sqrt{(k-1)F_{(\alpha; df_1, df_2)}} \sqrt{MS_E \sum_{j=1}^k \frac{(C_j)^2}{n_j}}$$

k = จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่นำมาเปรียบเทียบกัน = 3

$$F_{(\alpha; df_1, df_2)} = 5.01$$

MS_E = ความคลาดเคลื่อนในตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน = 7.6185

C_j = ค่าสัมประสิทธิ์ Contrast = 1, -1

n_j = จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม = 20

แทนค่า

$$\begin{aligned}
 s_{\alpha .01} &= \sqrt{(3-1)5.01} \quad \sqrt{7.6185 \left[\frac{(1)^2}{20} + \frac{(-1)^2}{20} \right]} \\
 &= \sqrt{2 \times 5.01} \quad \sqrt{7.6185 \times \frac{1}{10}} \\
 &= 3.1654 \times 0.8728 \\
 &= 2.76
 \end{aligned}$$

ตาราง 17 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยแยกตามระดับความสามารถทางการเรียน

ระดับความสามารถ ทางการเรียน	คนที่	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
สูง	1	20	14
	2	14	12
	3	18	10
	4	17	18
	5	18	18
	6	12	20
	7	23	10
	8	15	15
	9	18	14
	10	15	20
		Σx 170	Σx 151
ปานกลาง	11	14	12
	12	12	15
	13	14	10
	14	15	8
	15	13	12
	16	11	8
	17	13	10

ตาราง 17 (ต่อ)

ระดับความสามารถ ทางการเรียน	คนที่	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
	18	16	8
	19	21	11
	20	18	19
		ΣX 147	ΣX 113
ต่ำ	21	14	8
	22	9	13
	23	14	13
	24	12	12
	25	18	12
	26	13	18
	27	11	13
	28	14	11
	29	12	3
	30	20	8
		ΣX 137	ΣX 111

การวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง
โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 องค์ประกอบ

$$\begin{aligned} SS_T &= 910.984 \\ SS_R &= 153.234 \\ SS_C &= 104.017 \\ SS_{RC} &= 5.633 \\ SS_E &= 648.1 \\ MS_R &= 76.617 \\ MS_C &= 104.017 \\ MS_{RC} &= 2.8165 \\ MS_E &= 12.00185 \end{aligned}$$

หาค่า F โดย

1. ทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรทางแถว

$$F = \frac{76.617}{12.00185} = 6.3838$$

2. ทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรทางคอลัมน์

$$F = \frac{104.017}{12.00185} = 8.6667$$

3. ทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรทางแถวและทางคอลัมน์

$$F = \frac{2.8165}{12.00185} = 0.2347$$

ตาราง 18 แสดงคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยแยกตามระดับความสามารถทางการเรียน

ระดับความสามารถ ทางการเรียน	คนที่	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
สูง	1	11	15
	2	13	12
	3	13	11
	4	16	11
	5	15	13
	6	13	16
	7	15	14
	8	13	13
	9	16	11
	10	14	12
		ΣX 139	ΣX 128
ปานกลาง	11	11	7
	12	12	7
	13	12	7
	14	11	8
	15	13	11
	16	11	4
	17	10	8

ตาราง 18 (ต่อ)

ระดับความสามารถ ทางการเรียน	คนที่	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
	18	11	8
	19	12	10
	20	10	10
		ΣX 113	ΣX 80
ทำ	21	10	6
	22	10	8
	23	11	5
	24	10	5
	25	11	7
	26	8	5
	27	9	8
	28	8	9
	29	10	4
	30	8	9
		ΣX 95	ΣX 66

การวิเคราะห์แผนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง
โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 องค์ประกอบ

$$SS_T = 508.65$$

$$SS_R = 295.6$$

$$SS_C = 88.8166$$

$$SS_{RC} = 13.7334$$

$$SS_E = 110.5$$

$$MS_R = 147.8$$

$$MS_C = 88.8166$$

$$MS_{RC} = 6.8667$$

$$MS_E = 2.0463$$

หาค่า F โดย

1. ทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรทางแถว

$$F = \frac{147.8}{2.0463} = 72.2281$$

2. ทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรทางคอลัมน์

$$F = \frac{88.8166}{2.0463} = 43.4036$$

3. ทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรทางแถวและทางคอลัมน์

$$F = \frac{6.8667}{2.0463} = 3.3557$$

วิเคราะห์แบบทดสอบ

ตาราง 19 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องสารและความร้อน

ข้อ	P	r	ข้อ	P	r
1	.72	.57	16	.72	.57
2	.62	.28	17	.40	.46
3	.79	.57	18	.61	.28
4	.62	.42	19	.47	.65
5	.54	.34	20	.72	.44
6	.48	.37	21	.79	.57
7	.77	.49	22	.42	.34
8	.68	.41	23	.52	.30
9	.50	.48	24	.52	.44
10	.56	.38	25	.66	.45
11	.52	.37	26	.50	.34
12	.60	.39	27	.65	.66
13	.49	.35	28	.62	.50
14	.54	.55	29	.74	.64
15	.44	.46	30	.65	.56

ตาราง 20 แสดงค่า p , q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ชั้นประถมศึกษา 5 เรื่อง สสารและความร้อน

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	.83	.17	.14	16	.87	.13	.11
2	.73	.27	.19	17	.53	.47	.25
3	.80	.20	.16	18	.72	.28	.20
4	.71	.29	.21	19	.68	.32	.22
5	.56	.44	.25	20	.78	.22	.17
6	.58	.42	.24	21	.90	.10	.18
7	.82	.18	.15	22	.62	.38	.24
8	.75	.25	.19	23	.77	.23	.18
9	.47	.53	.25	24	.60	.40	.24
10	.48	.52	.25	25	.85	.15	.13
11	.62	.38	.24	26	.62	.38	.24
12	.79	.21	.17	27	.71	.29	.21
13	.69	.31	.21	28	.65	.35	.23
14	.57	.43	.25	29	.82	.18	.15
15	.55	.45	.25	30	.75	.25	.19

ตาราง 21 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
 การแก้ปัญหาระบบการทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	P	r	ข้อที่	P	r
1	.54	.34	16	.52	.32
2	.38	.36	17	.40	.39
3	.43	.59	18	.56	.51
4	.66	.45	19	.63	.24
5	.73	.55	20	.37	.40
6	.32	.62	21	.64	.47
7	.46	.62	22	.50	.34
8	.65	.56	23	.72	.57
9	.47	.85	24	.68	.62
10	.42	.49	25	.34	.65
11	.54	.34	26	.45	.69
12	.60	.39	27	.71	.68
13	.73	.32	28	.54	.41
14	.50	.48	29	.70	.38
15	.59	.31	30	.59	.64

ตาราง 22 แสดงค่า p , q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สารและความร้อน

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	.45	.55	.24	16	.48	.52	.25
2	.29	.71	.20	17	.37	.63	.23
3	.32	.68	.21	18	.64	.36	.23
4	.57	.43	.24	19	.58	.42	.24
5	.63	.37	.23	20	.22	.78	.17
6	.23	.77	.17	21	.63	.37	.23
7	.39	.61	.23	22	.35	.65	.22
8	.55	.45	.24	23	.80	.20	.16
9	.72	.28	.20	24	.73	.27	.19
10	.46	.54	.25	25	.25	.75	.18
11	.68	.32	.21	26	.34	.66	.22
12	.67	.33	.22	27	.68	.32	.21
13	.77	.23	.17	28	.33	.67	.22
14	.59	.41	.24	29	.76	.24	.18
15	.70	.30	.21	30	.58	.42	.24

ตาราง 23 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัด
ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อ	P	r
1	.37	.69
2	.68	.62
3	.52	.52
4	.66	.45
5	.50	.61
6	.41	.64
7	.26	.79
8	.41	.64
9	.72	.57
10	.62	.61
11	.66	.65
12	.50	.48
13	.38	.78
14	.53	.79
15	.48	.58
16	.57	.67
17	.34	.74
18	.59	.56
19	.68	.62
20	.35	.66

ตาราง 24 แสดงค่า p , q และ pq ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเชิง
วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สสารและความรอบ

ข้อ	p	q	pq
1	.25	.75	.18
2	.72	.28	.20
3	.37	.63	.23
4	.65	.35	.22
5	.47	.53	.24
6	.32	.68	.21
7	.24	.76	.18
8	.38	.62	.23
9	.70	.30	.21
10	.45	.55	.25
11	.68	.32	.21
12	.40	.60	.24
13	.31	.69	.21
14	.62	.38	.23
15	.52	.48	.25
16	.67	.33	.22
17	.25	.75	.18
18	.68	.32	.21
19	.73	.27	.19
20	.28	.72	.20

การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องสารและความร้อน โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเคอร์-ริชาร์ดสัน

$$\Sigma X = 1633$$

$$(\Sigma X)^2 = 2666689$$

$$\Sigma X^2 = 29855$$

$$s_t^2 = \frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N^2}$$

$$= \frac{100(29855) - 2666689}{100 \times 100}$$

$$= 31.88$$

$$\Sigma pq = 6.09$$

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

$$= \frac{30}{30-1} \left\{ 1 - \frac{6.09}{31.88} \right\}$$

$$= 0.84$$

การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องสสารและความร้อน โดยใช้สูตร KR-20 ของ
คูเทอร์-ริชาร์ดสัน

$$\sum X = 1335$$

$$(\sum X)^2 = 1782225$$

$$\sum X^2 = 19809$$

$$s_t^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N^2}$$

$$= \frac{100(19809) - 1782225}{100 \times 100}$$

$$= 19.87$$

$$\sum pq = 6.43$$

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right\}$$

$$r_{tt} = \frac{30}{30-1} \left\{ 1 - \frac{6.43}{19.87} \right\}$$

$$= 0.70$$

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องสารและความร้อน โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเตอร์-ริชาร์ดสัน

$$\sum x = 932$$

$$(\sum x)^2 = 868624$$

$$\sum x^2 = 9784$$

$$s_t^2 = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N^2}$$

$$= \frac{100(9784) - 868624}{100 \times 100}$$

$$= 10.98$$

$$\sum pq = 4.29$$

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right\}$$

$$r_{tt} = \frac{20}{20-1} \left\{ 1 - \frac{4.29}{10.98} \right\}$$

$$= 0.64$$

ภาคผนวก ข

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
เรื่องสสารและความร้อน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจงให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) พิจารณาอักษร ก, ข, ค และ ง
หน้าข้อความที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. เทอร์โมมิเตอร์แบบเซเชเซียกับแบบฟาเรนไฮต์ต่างกันอย่างไร
 - ก. ของเหลวที่บรรจุอยู่ภายใน
 - ข. ขนาดของหลอดแก้ว
 - ค. ขนาดของกระเปาะหลอดแก้ว
 - ง. การแบ่งขีดของสเกล
2. ทำไมจึงนิยมใช้ปรอทบรรจุไว้ในเทอร์โมมิเตอร์
 - ก. ขยายตัวได้ดี
 - ข. ทนความร้อนและเย็นได้ดี
 - ค. มีน้ำหนักมาก
 - ง. สามารถทำให้เป็นเส้นเล็ก ๆ ได้
3. ร่างกายของคนปกติมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณเท่าใด
 - ก. 34°C
 - ข. 35°C
 - ค. 36°C
 - ง. 37°C
4. น้ำแข็งจะหลอมเหลวที่อุณหภูมิเท่าใด
 - ก. -4°C
 - ข. -1°C
 - ค. 0°C
 - ง. 4°C

5. การนำเทอร์โมมิเตอร์วัดไข้ ไปแช่น้ำร้อนจะเป็นอย่างไร
 - ก. หลอดแก้วจะแตกเพราะเป็นแก้วไม่ทนไฟ
 - ข. หลอดแก้วจะแตกเพราะปรอทขยายตัว
 - ค. ปรอทจะขยายตัวจนถึงขีดสูงสุดของ เทอร์โมมิเตอร์
 - ง. ปรอทจะลกลงไปอยู่ในกระเปาะแก้ว
6. ความร้อนทำให้อุณหภูมิของสสารสูงขึ้นนั้น หมายความว่าอย่างไร
 - ก. ปริมาตรของสสารเพิ่มขึ้น
 - ข. ระเบียบของความร้อนสูงขึ้น
 - ค. น้ำหนักของสสารเพิ่มขึ้น
 - ง. ปริมาณความร้อนมากขึ้น
7. คำของภาชนะหุ้มต้มมักหุ้มด้วยพลาสติกหรือไม้เพราะเหตุใด
 - ก. ทนทานกว่าอย่างอื่น
 - ข. ราคาถูก
 - ค. ทำความสะอาดง่าย
 - ง. ป้องกันการนำความร้อนได้ดี
8. ยางรถจักรยาน ยางรถยนต์ ใช้งานได้เพราะคุณสมบัติข้อใดของอากาศมากที่สุด
 - ก. อากาศมีตัวตน
 - ข. อากาศมีน้ำหนัก
 - ค. อากาศมีแรงดัน
 - ง. อากาศที่อัดไว้มีแรงดันมากกว่าปกติ
9. การถ่ายเทความร้อนจะสิ้นสุดลงเมื่อใด
 - ก. เมื่อเป็นวัตถุต่างชนิดกัน
 - ข. เมื่อเป็นวัตถุต่างสถานะกัน
 - ค. เมื่ออุณหภูมิต่างกัน
 - ง. เมื่ออุณหภูมิเท่ากัน

10. กรมอุตุนิยมวิทยาประกาศว่า พุ่งนี้ฤดูหฤมิ 18 องศาเซลเซียส หมายความว่าอะไร
 - ก. อากาศเย็น
 - ข. อากาศร้อน
 - ค. ฝนจะตก
 - ง. จะเกิดพายุ
11. การประคิษฐ์เทอร์โมมิเตอร์ยัคหลักการใด
 - ก. ความร้อนทำให้ฤดูหฤมิสูง
 - ข. ความร้อนมากยอมมีฤดูหฤมิสูง
 - ค. ของเหลวถูกความร้อนยอมขยายตัว
 - ง. ความร้อนทำให้สสารเปลี่ยนสถานะได้
12. เทอร์โมมิเตอร์ใช้วัดสิ่งใด
 - ก. ปริมาตรของวัตถุ
 - ข. รัศมีความร้อนของวัตถุ
 - ค. ปริมาณความร้อนของวัตถุ
 - ง. ปริมาณความกดคันของวัตถุ
13. เมื่อได้รัความร้อนเพิ่มขึ้น วัตถุจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร
 - ก. โตขึ้น
 - ข. เล็กลง
 - ค. เท่าเคิม
 - ง. แล้วยัคชนิกของวัตถุ
14. ในฤดูหฤมิปกติ สารใดอยัในสถานะการ
 - ก. อากาศ
 - ข. ปรอท
 - ค. แอออกออด
 - ง. น้ำมันเบนซิน

15. สสารข้อใดเปลี่ยนได้ทั้ง 3 สถานะในธรรมชาติ
- ก. ดิน
 - ข. หิน
 - ค. น้ำ
 - ง. อากาศ
16. ชุกอุกโป่งไว้กลางแดด ชุกโป่งมักแตกเพราะเหตุใด
- ก. อากาศภายในชุกโป่งร้อนจึงขยายตัว
 - ข. ชุกโป่งหดลงเมื่อถูกแดด
 - ค. ชุกโป่งจะฉวยเมื่อถูกแดด
 - ง. อากาศถูกความร้อนจึงซึมออกได้เร็ว
17. เมื่อเปิดฝาขวดไม่ออก ทำไมจึงใช้ไฟลนปากขวด
- ก. ให้ฝาขวดขยายตัว
 - ข. ให้ปากขวดขยายโตขึ้น
 - ค. ให้อากาศในขวดขยายตัวดันฝาเปิดออก
 - ง. ให้ฝาขวดเคลื่อนที่เพื่อเปิดได้ง่าย
18. เมื่อเอาน้ำแข็งใส่ในแก้วที่แห้ง สักครู่จะมีหยกน้ำเกาะข้างแก้วด้านนอก แสดงว่าอย่างไร
- ก. ในอากาศมีไอน้ำ
 - ข. น้ำระเหยออกมาจากแก้ว
 - ค. น้ำแข็ง เกิดจากการหลอมเหลว
 - ง. ยังสรุปไม่ได้
19. ข้อใดระเหยได้เร็วกว่าข้ออื่น
- ก. น้ำ
 - ข. น้ำมันก๊าด
 - ค. น้ำเกลือ
 - ง. แอลกอฮอล์

20. อาชีพใดของอาชีพการเปลี่ยนสถานะของสารโดยตรง
- การประมง
 - การทำป่าไม้
 - การทำนาเกลือ
 - การทำเหมืองแร่
21. ประโยชน์ที่สำคัญที่สุดที่ได้จากการระเหย และการควบแน่นคือข้อใด
- การเกิดฝน
 - การเกิดเมฆ
 - การเกิดหมอก
 - การเกิดน้ำค้าง
22. การหล่อโลหะให้เป็นรูปต่าง ๆ เป็นผลเนื่องจากข้อใด
- การเปลี่ยนสถานะของของแข็ง เป็นการ
 - การเปลี่ยนสถานะของของเหลว เป็นการ
 - การเปลี่ยนสถานะของของแข็ง เป็นของเหลว
 - การเปลี่ยนสถานะของของเหลว เป็นของแข็ง
23. การที่ความร้อนทำให้สสารเปลี่ยนสถานะได้ มีประโยชน์ในแง่ใดมากที่สุด
- ทำให้เกิดฝน
 - สามารถทำน้ำกลั่น
 - เป็นหลักการในการสร้างสะพานเหล็ก
 - การต้มน้ำให้เดือด
24. ถ้าจะหลอมเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของสารใช้น้ำที่เหมาะสมที่สุด เพราะเหตุใด
- น้ำเป็นของเหลวที่หาง่าย
 - น้ำเป็นของเหลวที่ระเหยได้เร็ว
 - น้ำเป็นของเหลวที่เปลี่ยนได้ทั้ง 3 สถานะ
 - น้ำขยายตัวได้เร็ว

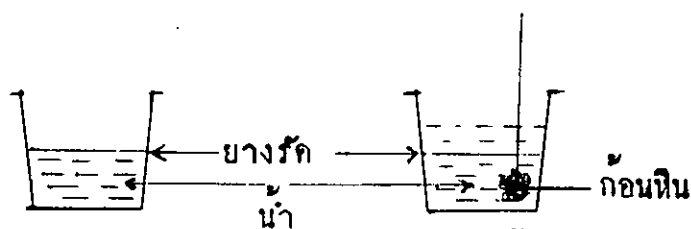
25. การทำเทอร์โมมิเตอร์ด้วยปรอท ดีหรือไม่คืออย่างไร
- ก. ดี เพราะปรอทขยายตัวได้เร็ว
 - ข. ดี เพราะปรอทขยายตัวได้เร็วและสม่ำเสมอ
 - ค. ไม่ดี เพราะปรอทไม่มีสี อ่านยาก
 - ง. ไม่ดี เพราะปรอทราคาแพง
26. งานชนิดใดที่ของอากาศมีการหลอมเหลว และการแข็งตัวของไอน้ำในเวลาเดียวกัน
- ก. การเหกลอนกรีก
 - ข. การปักกริ
 - ค. การทำไอศกรีม
 - ง. การเป่าแก้ว
27. การที่เรารู้สึกหนาวเย็นในฤดูหนาว แสดงให้เห็นว่าอากาศเป็นสสารตามคุณสมบัติข้อใด
- ก. ต้องการที่อยู่
 - ข. มีน้ำหนัก
 - ค. มีตัวตน
 - ง. สัมผัสได้
28. สิ่งใดที่ทำให้สสารเปลี่ยนแปลงสถานะ
- ก. แสง
 - ข. เสียง
 - ค. ความร้อน
 - ง. ถูกทุกข้อ
29. ข้อใดเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสถานะที่แตกต่างจากข้ออื่น ๆ
- ก. เมฆ
 - ข. หมอก
 - ค. ฝน
 - ง. น้ำค้าง

30. ห้ามนำเทอร์โมมิเตอร์ไฟฟ้าเข้าอาคาร เพราะเหตุใด

- ก. แก้วจะแตก
- ข. ปรอทจะขึ้นแก้วแตก
- ค. ปรอทจะเสื่อมคุณภาพเร็ว
- ง. ปรอทจะแข็งตัว

ข้อทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้างตัวอักษร ก, ข, ค และ ง
หน้าข้อความที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

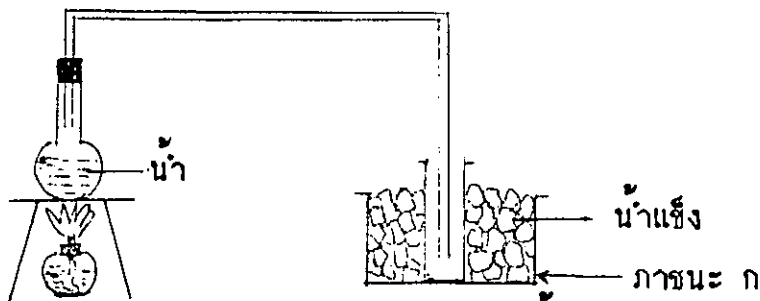


จากภาพจงตอบคำถาม ข้อ 1 - 3

1. จากภาพข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง
 - ก. ระดับน้ำเพิ่มขึ้นเมื่อใส่ก้อนหินลงไป
 - ข. ระดับน้ำลดลง เมื่อใส่ก้อนหินลงไป
 - ค. ปริมาตรของน้ำ เท่ากับปริมาตรของก้อนหิน
 - ง. ก้อนหินมีตัวตนและต้องการที่อยู่
2. ยางที่ใช้รัดข้างแก้วมีประโยชน์อย่างไร
 - ก. เพื่อบอกระดับน้ำ
 - ข. เพื่อบอกปริมาตรของก้อนหิน
 - ค. เพื่อให้สังเกตเห็นระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงไป
 - ง. เพื่อบอกปริมาตรของน้ำ
3. การทดลองนี้สรุปได้ว่าอย่างไร
 - ก. ระดับน้ำเพิ่มขึ้นเมื่อใส่ก้อนหินลงไป
 - ข. ระดับน้ำลดลง เมื่อใส่ก้อนหินลงไป
 - ค. ปริมาตรของน้ำ เท่ากับปริมาตรของก้อนหิน
 - ง. ก้อนหินมีตัวตนและต้องการที่อยู่

4. การวัดอุณหภูมิให้ไคอุณหภูมิดูกทอง ควรปฏิบัติอย่างไร

- ก. หึ่งเทอร์โมมิเตอร์ให้ตรง
- ข. ให้แท่งเทอร์โมมิเตอร์สัมผัสกับสิ่งที่จะวัด
- ค. ให้กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์สัมผัสสิ่งที่จะวัด
- ง. ให้กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์สัมผัสอากาศเสมอ



จากภาพจงตอบคำถามข้อ 5 - 8

5. ถ้าใส่น้ำผสมสีในคณโทแก้ว จะเกิดอะไร

- ก. ไม่เกิดไอน้ำ
- ข. จะไคน้ำบริสุทธิ์
- ค. จะไคน้ำเป็นสีอ่อน ๆ
- ง. น้ำกลั่นตัวไคเร็วขึ้น

6. การทดลองนี้มีลักษณะเช่นเดียวกับปรากฏการณ์ในข้อใด

- ก. การเกิดคอม
- ข. การเกิดฝน
- ค. การเกิดเมฆ
- ง. การเกิดไอน้ำในอากาศ

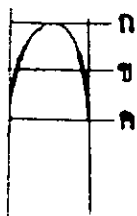
7. ถ้าไม่ใส่น้ำแข็งในภาชนะ ก. จะเป็นอย่างไร

- ก. จะไม่เกิดไอน้ำ
- ข. จะเกิดไอน้ำน้อยลง
- ค. ไอน้ำจะไม่กลั่นตัวเป็นหยดน้ำ
- ง. ไอน้ำจะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำช้าลง

8. ถ้าใส่เกลือลงในกะหล่ำ จะเกิดผลอย่างไร

- ก. น้ำที่กลั่นได้จะมีรสเค็ม
- ข. รุกเค็ชของน้ำจะต่ำลง
- ค. จะได้น้ำบริสุทธิ์
- ง. ทำให้เกิดไอน้ำน้อยลง

9.

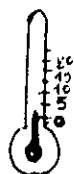


จากรูป ในการอ่านอุณหภูมิจากเทอร์โมมิเตอร์ จะต้องอ่านที่ระดับใด

- ก. ระดับ ก
- ข. ระดับ ข
- ค. ระดับ ค
- ง. ถูกทั้ง 3 ข้อ

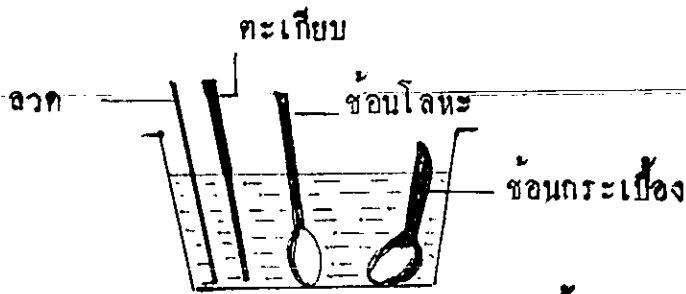
10. จากความสูงของปรอทในภาพ นักเรียนคาดว่าอากาศจะเป็นอย่างไร

- ก. หนาวจัด
- ข. เย็นสบาย
- ค. อบอุ่น
- ง. ร้อนจัด



11. วางลูกเหม็นทิ้งไว้บนแผ่นกระดาษนาน 1 สัปดาห์ ทำอย่างไรจึงจะทราบการเปลี่ยนแปลงของลูกเหม็น

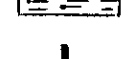
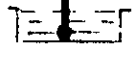
- ก. สังเกตดูด้วยตาเปล่าว่าลูกเหม็นเล็กลง
- ข. ใช้ไม้บรรทัดวัดขนาดของลูกเหม็น
- ค. ชั่งน้ำหนักลูกเหม็นก่อนและหลังการทดลอง
- ง. วัดปริมาตรของลูกเหม็น

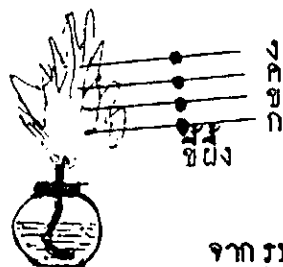


จากภาพจงตอบคำถาม ข้อ 12 - 14

12. ถ้าใช้น้ำเย็นแทนน้ำร้อน ผลจะเป็นอย่างไร
 - ก. ฉวกเย็นที่สุด
 - ข. ตะเกียบเย็นที่สุด
 - ค. ช้อนโลหะเย็นที่สุด
 - ง. ช้อนกระเบื้องเย็นที่สุด
13. จากการทดลองในข้อ 12 สรุปผลได้ว่า
 - ก. การพาความร้อน
 - ข. การนำความร้อน
 - ค. การแผ่รังสี
 - ง. ถูกทุกข้อ
14. เมื่อจะรับประทานอาหารที่ร้อน ควรใช้สิ่งใด
 - ก. ช้อนกระเบื้อง
 - ข. ช้อนสังกะสี
 - ค. ช้อนโลหะ
 - ง. ถูกทุกข้อ
15. ถ้าจะเปรียบเทียบการขยายตัวของแท่งโลหะ 2 แท่ง ซึ่งมีขนาดเท่ากันและยาวเท่ากัน สิ่งใดที่ต้องควบคุมให้เท่ากัน
 - ก. น้ำหนัก
 - ข. อุณหภูมิขณะทดลอง
 - ค. ปริมาณความร้อนที่ให้แก่วัตถุทั้ง 2
 - ง. ถูกทุกข้อ

16. สารในข้อใดมีสถานะเดียวกัน
- ลูกเหม็น น้ำมัน
 - ออกซิเจน กำมะถัน
 - ปรอท แอลกอฮอล์
 - น้ำแข็ง ออกซิเจน
17. คุณสมบัติของสารในข้อใดที่มีเครื่องมือวัดได้โดยเฉพาะ
- ทองการที่อยู่
 - มีน้ำหนัก
 - มีตัวตน
 - สัมผัสได้
18. ถ้าจะวัดอุณหภูมิของเหลว เทอร์โมมิเตอร์ควรอยู่ในลักษณะใด

- 
- 
- 
- 



จากรูปจงตอบคำถามข้อ 19 - 20

19. การทดลองทั้งภาพเป็นการทดลองอะไร
- เปรียบเทียบการจุดไหม้ของสาร
 - เปรียบเทียบการนำความร้อนของสาร
 - เปรียบเทียบจุดหลอมเหลวของสาร
 - เปรียบเทียบการพาความร้อนของสาร

20. จากการทดลองในข้อ 19 ถ้าชี้ขี้ผึ้งในแท่ง ก. หลุดก่อน จะสรุปได้อย่างไร

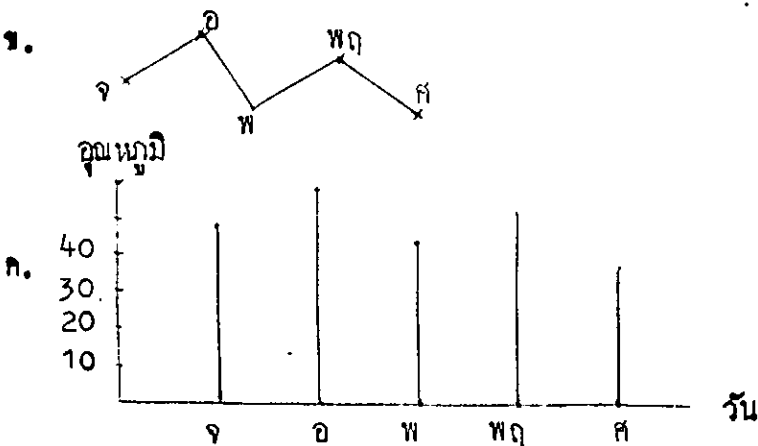
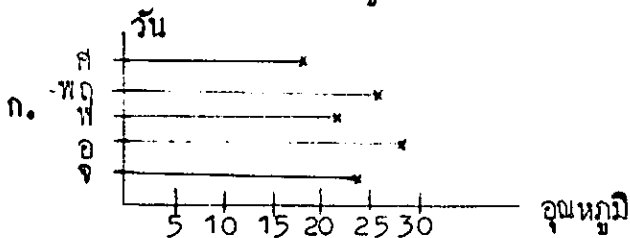
- ก. โลหะ ก. พาความร้อนได้ดี
- ข. โลหะ ก. นำความร้อนได้ดี
- ค. โลหะ ก. แผ่รังสีความร้อนได้ดี
- ง. โลหะ ก. อยู่ใกล้ไฟมากกว่าแท่งอื่น ๆ

21. ข้อใดต่อไปนี้ต่างจากข้ออื่น ๆ

- ก. น้ำเคือกกลายเป็นไอ
- ข. ทากย่ำเปียกไว้จนแห้ง
- ค. น้ำแข็งละลายเป็นน้ำ
- ง. น้ำค้างหายไปหมดตอนสาย

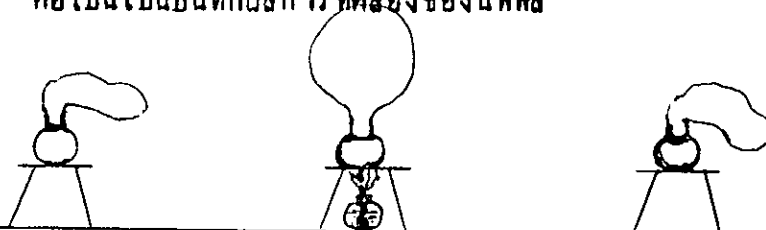
22. ประชากรของหมู่ของอากาศ 5 วัน ได้ดังนี้

จันทร์ 24 ข อังคาร 28 ข พุธ 22 ข พฤหัสบดี 26 ข ศุกร์ 18 ข
เขาควรจะทำอย่างไรจึงจะสบายและชั้คเจน



ง. ถูกทั้ง ก. และ ค.

ต่อไปนี้นี้เป็นบันทึกผลการทดลองของนพพล



ข้อที่สังเกต	ผลที่ได้
1. ในชวคมีอะไร	1. มีอากาศ - ก๊าซ
2. เมื่อเอาลูกโป่งส่วนที่ปากชวคกอนบนไฟ	2. ลูกโป่งแฟบ
3. เมื่อเอาไฟลงที่ก้นชวค ลูกโป่งจะเป็นอย่างไร	3. ลูกโป่งจะโป่งพองออก
4. เมื่อเอาไฟออกจากก้นชวค ลูกโป่งจะเป็นอย่างไร	4. ลูกโป่งจะค่อย ๆ เล็กลง
5. เมื่อปล่อยทิ้งไว้จนเย็น ลูกโป่ง เป็นอย่างไร	5. ลูกโป่งจะแฟบลง เหมือน ตอนยังไม่ได้นำไฟ

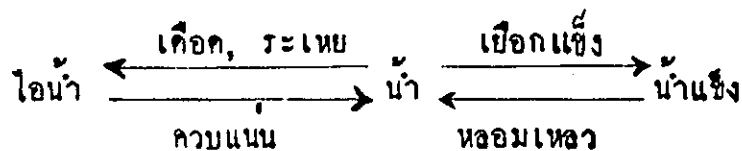
23. จากข้อมูลดังกล่าว ข้อใดถูกต้อง
- ลูกโป่งพองขึ้นได้ เพราะอากาศ
 - ลูกโป่งพองขึ้นได้ เพราะความร้อน
 - อากาศร้อนจะขยายตัวลอยสูงขึ้น
 - สสารมีตัวตนและต้องการที่อยู่
24. เมื่อปล่อยไว้จนเย็นทำไมลูกโป่งจึงแฟบลงอีก
- อากาศระเหยออกไปจากลูกโป่งโดยเร็ว
 - ไอน้ำที่มีอยู่ในชวคเย็นลงจึงหดตัว
 - อากาศในชวคเย็นลง ปริมาตรจึงลดลง
 - อากาศในชวคมีความกดดันต่ำลง

25. ในการทดลองนี้สิ่งใดที่สำคัญที่สุด ซึ่งสามารถทำให้เห็นความแตกต่าง

- ก. ขวดแก้ว
- ข. ลูกโป่ง
- ค. ไฟ
- ง. ขาค้าง

26. การทดลองนี้ถ้าเอาไฟลงที่ก้นขวดต่อไปเรื่อย ๆ จะเกิดสิ่งใด

- ก. ขวดแตก
- ข. ลูกโป่งแฟบ
- ค. ขวดจะลอยสูงขึ้น
- ง. ยังสรุปไม่ได้



27. จากแผนผังนี้ น้ำปรากฏกี่สถานะ

- ก. 1 สถานะ
- ข. 2 สถานะ
- ค. 3 สถานะ
- ง. ยังไม่อาจสรุปได้

28. ขั้นตอนของการหลอมเหลวนั้นจำเป็นต้องใช้สิ่งใด

- ก. อุณหภูมิคงที่
- ข. อุณหภูมิคงที่ เพิ่มขึ้น
- ค. อุณหภูมิคงที่
- ง. ยังสรุปไม่ได้

29. แขนงนี้แสดงให้เห็นสิ่งใด

ก. อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง

ข. การหลอมเหลว

ค. การเกิดน้ำแข็ง

ง. การหมุนเวียนของน้ำตามธรรมชาติ

30. ถ้าไม่มีการระเหยของน้ำ ผลเสียข้อใดที่ร้ายแรงที่สุด

ก. ตากผ้าไม่แห้ง

ข. ไม่มีฝนตก

ค. ไอน้ำในอากาศมาก

ง. เหมืองจะไม่แห้ง

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง สสารและความร้อน

คำชี้แจง แบบทดสอบต่อไปนี้กำหนดให้เป็นสถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีคำถาม 4 ข้อ ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วกากบาท (X) ลงใน กระดาษคำตอบ

สถานการณ์ เมื่อวันเสาร์ที่แล้ว เกษมไปช่วยป้าเกี่ยวข้าวในนา ตอนกลางวัน ที่ทุ่งนาร้อนมาก เพราะมีแดดจจัดตลอดทั้งวัน เกษมใส่เสื้อสีขาวแขนยาว เขารู้สึก ร้อนจนแทบทนไม่ไหว จึงถอดเสื้อออกวางไว้ใกล้ ๆ ย้ายคลุมผมสีน้ำตาลของป้า หลังจากนั้นประมาณ 1 ชั่วโมง เขาก็เดินมาเก็บผ้า เขาท้องประหลาดใจมาก เมื่อรู้ว่าเสื้อของเขาร้อนกว่าผ้าคลุมผมของป้า

1. ข้อใดคือปัญหาของสถานการณ์นี้
 - ก. ที่ทุ่งนามีแดดจจัดและร้อนมาก
 - ข. การใส่เสื้อแขนยาวทำให้ร้อน
 - ค. ผ้าสีขาวร้อนกว่าผ้าสีดำ
 - ง. ผ้าสีดำร้อนกว่าผ้าสีขาว
2. สาเหตุของปัญหาของข้อ 1 คืออะไร
 - ก. ฤดูร้อนแดดจจัด
 - ข. การใส่เสื้อผ้าทำให้ไอน้ำระเหยช้า
 - ค. สีขาวดูดกลืนความร้อนได้ดีกว่าสีดำ
 - ง. สีดำดูดกลืนความร้อนได้ดีกว่าสีขาว

3. นักเรียนจะตรวจสอบสาเหตุในข้อ 2 ใ้ข้อใด

- ก. ดอกเชื้อออก
- ข. ใส่เชื้อสีขาวกับเชื้อสีน้ำตาล เปรียบเทียบกัน
- ค. ใส่เชื้อที่ขึ้นกับเชื้อแห้ง เปรียบเทียบกัน
- ง. ใส่เชื้อแขนสั้นกับเชื้อแขนยาว เปรียบเทียบกัน

4. ข้อใดเป็นผลจากการตรวจสอบสาเหตุในข้อ 3

- ก. ทำให้ทราบว่าอุณหภูมิร้อนแคจก
- ข. ทำให้ทราบว่าสีน้ำตาลกับสีขาวสีโคคูกกลืนความร้อนได้ดีกว่า
- ค. ทำให้ทราบว่าไอน้ำระเหยช้า จึงร้อน
- ง. ทำให้ทราบว่าเชื้อแขนสั้นกับเชื้อแขนยาวทำให้ร้อนต่างกัน

สถานการณ์ ปรีชาไม่สบาย เมื่อไปหาหมอ หมอจึงฉีดยาให้ ก่อนฉีดยาหมอใช้สำลีชุบแอลกอฮอล์เช็ดบริเวณที่จะฉีดยา ปรีชารู้สึกเย็น เมื่อกลับมาบ้านเขาเองใช้สำลีชุบน้ำเช็ดที่แขนก็ไม่เย็นเท่าแอลกอฮอล์

5. ข้อใดคือปัญหาของสถานการณ์นี้

- ก. ปรีชาไม่สบาย
- ข. การฉีดยาทำให้เย็น
- ค. แอลกอฮอล์ใช้ฆ่าเชื้อโรค
- ง. แอลกอฮอล์ทำให้เย็นกว่าน้ำ

6. ปัญหาที่กล่าว เกิดจากสาเหตุใด

- ก. อากาศเปลี่ยนแปลง
- ข. ยาที่ฉีดยาเข้าไปทำให้เย็น
- ค. น้ำระเหยเร็วจึงทำให้เย็น
- ง. แอลกอฮอล์ระเหยเร็วจึงทำให้เย็น

7. นักเรียนจะตรวจสอบสาเหตุในข้อ 6 ใต้อย่างไร
- ก. เปรียบเทียบก่อนฉีดยากับหลังฉีดยากว่าคอนไหนเย็นกว่า
 - ข. ใช้น้ำและแอลกอฮอล์เท่า ๆ กันลงในจานเล็ก ๆ สังเกตดูว่าชนิดใดระเหยหมดก่อน
 - ค. วัดอุณหภูมิของอากาศ
 - ง. วัดอุณหภูมิของยา
8. ข้อใดเป็นผลจากการตรวจสอบสาเหตุในข้อ 7
- ก. ทำให้ทราบว่าความรู้สึกของคนใช้วัคซีนภูมิคุ้มกันไม่แน่นอน
 - ข. ทำให้ทราบว่ายาที่ใช้ฉีดมีอุณหภูมิต่ำ
 - ค. ทำให้ทราบว่าแอลกอฮอล์กับน้ำ ชนิดใดระเหยเร็วกว่ากัน
 - ง. ทำให้ทราบว่าอาการระคายเคืองทำให้เย็นกว่า

สถานการณ์ ลัคคาน่าลูกเห็บในใส่ไว้ในลิ้นชัก เพื่อเก็บแอมโงสาข เมื่อถึงไว้ 1 เดือน ก็เห็นลูกเห็บ เหลืออยู่เพียงเล็กน้อยและโคกอื่นเท่านั้น เธอไม่เข้าใจว่าลูกเห็บจะหายไปใต้อย่างไร โดยไม่ทิ้งร่องรอยเปื้อกขึ้นไว้บ้างเลย เพราะเธอเคยเรียนมาว่าของแข็งนั้น เมื่อละลายก็จะกลายเป็นของเหลว

9. ข้อใดคือปัญหาของสถานการณ์นี้
- ก. ลูกเห็บกับแอมโงสาขไม่ได้
 - ข. ลูกเห็บทิ้งไว้นาน ๆ ไม่ได้
 - ค. หนูหรือแมลงอื่นอาจจะกินลูกเห็บ
 - ง. ลูกเห็บหายไป
10. ปัญหาที่กล่าวถึงเกิดจากสาเหตุใด
- ก. ลูกเห็บละลายเป็นของเหลวแล้วจึงระเหยไป
 - ข. ลูกเห็บระเหยไปโดยไม่ทิ้งเป็นของเหลวก่อน
 - ค. หนูกินลูกเห็บ
 - ง. ยังสรุปไม่ได้

11. นักเรียนจะตรวจสอบสาเหตุในข้อ 10 ได้อย่างไร

- ก. นำลูกเหม็นมาเผาไฟ เพื่อดูการระเหย
- ข. นำลูกเหม็นวางทิ้งไว้ แล้ววัดขนาดทุกสัปดาห์
- ค. คั่นหว่ามีสัตว์เล็ก ๆ คาบลูกเหม็นไป
- ง. วัดอุณหภูมิภายในลิ้นชัก

12. ข้อใดเป็นผลจากการตรวจสอบสาเหตุในข้อ 11

- ก. ทำให้ทราบว่าลูกเหม็นละลายเป็นของเหลว
- ข. ทำให้ทราบว่าลูกเหม็นระเหยไปโดยไม่ทิ้ง เป็นของเหลวก่อนไค้หรือไม่
- ค. ทำให้ทราบว่าแมลงบางชนิดกินลูกเหม็น
- ง. ทำให้ทราบว่าความร้อนทำให้ลูกเหม็นระเหยไค้หรือไม่

สถานการณ์ ห้องครัวบ้านของมาลีค่อนข้างคับแคบ มีหน้าต่าง 2 บาน แต่เวลาประกอบอาหารควันไฟและไอน้ำรวมทั้งกลิ่นอาหารจะลอยอบอวลอยู่นาน และอากาศก็ร้อนด้วย

13. ข้อใดคือปัญหาของสถานการณ์นี้

- ก. ห้องครัวแคบ
- ข. มีหน้าต่างน้อย
- ค. อากาศร้อนอยู่เสมอ
- ง. ควัน ไอน้ำ และกลิ่นอาหารอบอวลภายในห้อง

14. ปัญหาที่กล่าวเกิดจากสาเหตุใด

- ก. ผนังครัวกักความร้อน
- ข. การระบายอากาศไม่ดี
- ค. มีความชื้นสูง เพราะไอน้ำมากจึงร้อน
- ง. ทิศทางลมไม่ดี

15. นักเรียนจะตรวจสอบสาเหตุในข้อ 14 ได้อย่างไร

- ก. ทิศบ่งทิศทางวัสดุที่สามารถดูความร้อนได้
- ข. วัสดุของห้อง ห้อง เหมอ
- ค. เงาของระบายนอากาศที่เพดานห้อง
- ง. ทิศทิศลมที่เพดาน

16. ข้อใดเป็นผลจากการตรวจสอบสาเหตุในข้อ 15

- ก. ทำให้ทราบว่าในครัวมีความร้อนสูง
- ข. ทำให้ทราบว่าอุณหภูมิของห้อง สูงอยู่ เหมอ
- ค. ทำให้ทราบว่าห้องครัวมีหน้าต่างน้อยเกินไป
- ง. ทำให้ทราบว่าช่องระบายอากาศที่เพดาน ทำให้อากาศถ่ายเทได้ดีขึ้น

สถานการณ์ เศษหีบแก้วออกมาจากตู้เย็นแล้วเหน็บร้อนใส่ลงไป แก้วลั่นเปรี๊ยะ ๆ แล้วแตกทันที แต่เมื่อเราเหน็บร้อนใส่แก้วใบอื่น ๆ ที่ตั้งอยู่ข้างนอกตู้เย็น แก้วก็ไม่แตก เศษประหลาดใจมาก

17. ข้อใดคือปัญหาของสถานการณ์นี้

- ก. ทำไมแก้วจึงแตก
- ข. ทำไมแก้วถูกน้ำร้อนจึงแตก
- ค. ทำไมแก้วที่เย็นจืด เมื่อถูกน้ำร้อนจึงแตก
- ง. ยังสรุปไม่ได้

18. สาเหตุของปัญหาในข้อ 17 คืออะไร

- ก. แก้วบางมาก
- ข. ความร้อนทำให้แก้วแตก
- ค. ความเย็นทำให้แก้วแตก
- ง. การขยายตัวและหดตัวอย่างรวดเร็ว ทำให้แก้วแตก

19. นักเรียนจะตรวจสอบสาเหตุในข้อ 18 ได้อย่างไร
- ก. เหน้ร้อนใส่แก้วทั้งหึ่งไว้
 - ข. เหน้เย็นใส่แก้วทั้งหึ่งไว้
 - ค. ใส่น้ำอุ่นเล็กน้อยแล้วเขย่าให้หึ่งแก้ว แล้วจึงใส่น้ำร้อน
 - ง. เหน้ร้อนและน้ำเย็นพร้อม ๆ กันลงในแก้วใบเดียว
20. ข้อใดเป็นผลจากการตรวจสอบสาเหตุในข้อ 19
- ก. ทำให้ทราบว่าเนื้อแก้วบางมากจึงแตกง่าย
 - ข. ทำให้ทราบว่าความร้อนทำให้แก้วแตก
 - ค. ทำให้ทราบว่าความเป็นทำให้แก้วแตก
 - ง. ทำให้ทราบว่า การขยายตัวและหดตัวอย่างรวดเร็ว ทำให้แก้วแตก

ภาคผนวก ก

- แผนการสอนกลุ่มทดลอง
- แผนการสอนกลุ่มควบคุม

แผนการสอนกลุ่มทดลอง
(การสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง)
เรื่อง สารและความร้อน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

แผนการสอนครั้งที่ 1

เวลา 3 คาบ (60 นาที)

ความศึกรวมบอก

สสารเป็นสิ่งที่สัมผัสได้มีน้ำหนัก

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้วจะสามารถ

1. สังเกตและบันทึกชื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตได้
2. สังเกตและบันทึกขั้นตอนของการสาธิตได้
3. สรุปผลจากการสาธิตได้ว่า สสารเป็นสิ่งที่สัมผัสได้ มีน้ำหนัก
4. ใ้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งต่อไปนี้ การสังเกต การตั้งสมมุติฐาน การวัด การจักรกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และการพยากรณ์

เนื้อหา

คุณสมบัติของสสารคือ สัมผัสได้ มีน้ำหนัก ท้องการที่อยู่

กิจกรรม

ขั้นนำ

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสสารต่าง ๆ ที่อยู่รอบ ๆ ตัว และทบทวนเรื่องการชั่งน้ำหนักของสสารต่าง ๆ และถ้าจะชั่งน้ำหนักของอากาศจะชั่งได้อย่างไร ครูและนักเรียนช่วยกันออกแบบการทดลอง แล้วจึงให้นักเรียนศึกษาคำทอมล่วงหน้า ก่อนทำการทดลอง

ขั้นตอนการทดลอง

1. ให้นักเรียนสังเกตและบันทึกอุปกรณ์ในการทดลองด้วยตนเอง
2. ครูสาธิตการทดลองไปตามลำดับ โดยไม่อธิบายให้นักเรียนสังเกตและบันทึกผลการทดลองด้วยตนเอง โดยมีลำดับดังนี้
 - 2.1 ครื่อนำลูกโป่งที่ยังไม่ตีเป่า 2 ลูกใส่ในตาชั่ง 2 แขน ชั่งละลูก
 - 2.2 จากนั้นจึง เป่าลูกโป่งลูกหนึ่งแล้ววางลงไป
 - 2.3 นักเรียนสังเกตและบันทึกผลด้วยตนเอง

ขั้นสรุป

1. นักเรียนเขียนสรุปผลการทดลอง อภิปรายผล และขั้นตอนการสาธิตด้วยตนเอง และให้ทำแบบฝึกหัด
2. ครูสรุปและให้ข้อคิดเห็น

สื่อการเรียน

เครื่องชั่งและเครื่องชั่ง 2 แขน ลูกโป่งขนาดเท่ากัน 2 ลูก

การประเมินผล

1. โดยการสังเกตจากความสนใจ และการแสดงความคิดเห็น
2. ตรวจสอบงานจากแบบฝึกหัด และแบบบันทึกการทดลอง

แผนการสอนครั้งที่ 2

เวลา 3 คาบ (60 นาที)

ความคิดรวบยอด

สสารทองการที่อยู่

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้วจะสามารถ

1. สังเกตและบันทึกชื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตได้
2. สังเกตและบันทึกขั้นตอนการสาธิตได้
3. สรุปผลจากการสาธิตได้ว่า สสารทองการที่อยู่
4. ใ้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่อไปนี้คือ การสังเกต การตั้งสมมุติฐาน การวัด การจักรกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การพยากรณ์

เนื้อหา

สสารทองการที่อยู่

กิจกรรม

ขั้นนำ

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการทดลอง เรื่องสสารทองการที่อยู่ช่วยกันออกแบบการทดลอง แล้วให้นักเรียนคาดคะเนผลการทดลองล่วงหน้า

ขั้นสาธิตการทดลอง

1. ให้นักเรียนสังเกตและบันทึกอุปกรณ์การทดลองด้วยตนเอง

2. ครูสาธิตการทดลองไปตามลำดับชั้น โดยไม่อธิบายให้นักเรียนสังเกตและบันทึกผลการทดลองด้วยตนเอง

- 2.1 ครูเทน้ำใส่แก้วประมาณครึ่งแก้ว
- 2.2 ใส่น้ำยารักษาไว้ที่ระดับน้ำ
- 2.3 นำก้อนหินผูกเชือกหย่อนลงในแก้วน้ำ

ขั้นสรุป

1. นักเรียนเขียนสรุปผลการทดลอง อภิปรายผล และขั้นตอนการสาธิตด้วยตนเอง และให้ทำแบบฝึกหัด
2. ครูสรุปและให้ข้อคิดเห็น

สื่อการเรียนรู้

ก้อนหิน แก้ว น้ำ

การประเมินผล

1. โดยการสังเกต จากความสนใจและการแสดงความคิดเห็น
2. ทตรวจผลงาน แบบฝึกหัด และแบบบันทึกการทดลอง

แผนการสอนครั้งที่ 3

เวลา 3 คาบ (60 นาที)

ความถี่รวมย่อ

ความร้อนทำให้สสารเปลี่ยนสถานะ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้วจะสามารถ

1. สังเกตและบันทึกชื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตได้
2. สังเกตและบันทึกขั้นตอนการสาธิตได้
3. สรุปผลจากการสาธิตได้ว่า ความร้อนทำให้สสารเปลี่ยนสถานะ
4. ใ้ค้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คือ การสังเกต การตั้งสมมุติฐาน การจักรกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

เนื้อหา

ความร้อนทำให้สสารเปลี่ยนสถานะ

กิจกรรม

ชั้นนำ

1. ครูและนักเรียนสนทนาเรื่องสถานะของสสาร การเปลี่ยนแปลงของสถานะ และตัวการที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนสถานะคือความร้อน
2. ครูและนักเรียนช่วยกันออกแบบการทดลอง ให้นักเรียนคาดคะเนผล

ขั้นสาธิตการทดลอง

1. ให้นักเรียนสังเกตและบันทึกอุปกรณ์การทดลองด้วยตนเอง
2. สาธิตการทดลองไปตามลำดับขั้น โดยไม่อธิบาย ให้นักเรียนสังเกต และบันทึกผลการทดลองด้วยตนเอง
 - 2.1 ครูนำกระป๋องใส่น้ำแข็งไปทิ้งไฟ ทิ้งไว้สักครู
 - 2.2 จากนั้นใช้กาใส่น้ำ ทิ้งไฟให้เดือด
 - 2.3 เมื่อน้ำเดือดเต็มที่จนมีไอน้ำพุ่งออกมาจากพวยกา ก็ใช้แผ่นกระจกไปรองรับไอน้ำที่พุ่งออกมา

ขั้นสรุป

1. นักเรียนเขียนสรุปผลการทดลอง อภิปรายผล และขั้นตอนการสาธิตด้วยตนเอง และให้ทำแบบฝึกหัด
2. ครูสรุปและให้ข้อคิดเห็น

ชื่อการเรียนรู้

กระป๋อง น้ำ น้ำแข็ง ตะเกียง แผ่นกระจก

การประเมินผล

1. โดยการสังเกตจากความสนใจ และการแสดงความคิดเห็น
2. ตรวจผลงาน แบบฝึกหัด และแบบบันทึกการทดลอง

แผนการสอนครั้งที่ 4

เวลา 3 คาบ (60 นาที)

ความถี่รวบยอด

ความร้อนทำให้สสารเปลี่ยนขนาด

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้วจะสามารถ

1. สังเกตและบันทึกชื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตได้
2. สังเกตและบันทึกขั้นตอนการสาธิตได้
3. สรุปผลการสาธิตได้ว่า ความร้อนทำให้สสารเปลี่ยนขนาด
4. ใ้ฝึกทักษะกระบวนการต่อไปนี้คือ การสังเกต การตั้งสมมุติฐาน การวัด

การจักรกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

เนื้อหา

ความร้อนทำให้สสารเปลี่ยนขนาด

กิจกรรม

ชั้นนำ

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย ปัญหาที่ว่า เมื่อสสารได้รับความร้อน นอกจากจะเปลี่ยนสถานะแล้วจะเกิดอะไรขึ้นอีกบ้าง ให้นักเรียนฝึกตั้งสมมุติฐาน

2. ครูและนักเรียนช่วยกันออกแบบการทดลอง

ขั้นสาธิตการทดลอง

1. ให้นักเรียนสังเกตและบันทึกอุปกรณ์การทดลองด้วยตนเอง

2. ครูสาธิตการทดลองตามลำดับโดยไม้อธิบาย นักเรียนต้องสังเกตและบันทึกผลการทดลองด้วยตนเอง

- 2.1 ชั่งเส้นลวดทองแดงกับหลักให้ตึง
- 2.2 แขนงลวดกุ่มน้ำหนักที่กึ่งกลางเส้นลวด
- 2.3 วัดระยะจากพื้นโต๊ะถึงกุ่มน้ำหนัก
- 2.4 ใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ลนเส้นลวดทองแดงให้ทั่วประมาณ 5 นาที
- 2.5 วัดระยะจากพื้นโต๊ะถึงกุ่มน้ำหนักอีกครั้งหนึ่ง

ขั้นสรุป

1. นักเรียนเขียนสรุปผลการทดลอง อภิปรายผล และขั้นตอนการสาธิตด้วยตนเองและให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด
2. ครูสรุปและให้ข้อคิดเห็น

สื่อการเรียน

ลวดทองแดงเส้นเล็ก หลัก ที่บีบ กุ่มน้ำหนัก ไม้มรรทัด ตะเกียงแอลกอฮอล์
สำหรับครูผู้สอน

การประเมินผล

1. สังเกตจากความสนใจ
2. ตรวจสอบผลงานจากแบบฝึกหัดและแบบบันทึกการทดลอง

แผนการสอนครั้งที่ 5

เวลา 3 คาบ (60 นาที)

ความทึกรวมยอก

ของ เหลว เมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว ปริมาตรเพิ่มขึ้น และเมื่อ เย็นลง ปริมาตรก็จะลดทอนเข้าเดิม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้วจะสามารถ

1. สังเกตและ บันทึกชื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตได้
2. สังเกตและ บันทึกขั้นตอนของการสาธิตได้
3. สรุปผลจากการสาธิตได้ว่า ของเหลว เมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัวมี ปริมาตรเพิ่มขึ้น เมื่อเย็นลงปริมาตรจะลดลงเข้าเดิม

4. ใ้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่อไปคือ การสังเกต การตั้ง สมมุติฐาน การวัด การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การพยากรณ์

เนื้อหา

ขั้นนำ

ครูและนักเรียนอภิปรายถึงการทดลองครั้งก่อน ซึ่งสรุปได้ว่าของแข็ง เมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว และเมื่อ เย็นลงก็จะหดตัว เข้าเดิม และให้นักเรียนทำนายผลล่วงหน้าว่าของเหลว เมื่อได้รับความร้อนจะเป็นอย่างไร และช่วยกันออกแบบการทดลอง

ขั้นสาธิตการทดลอง

1. ให้นักเรียนสังเกต และ บันทึกอุปกรณ์การทดลองด้วยตนเอง

2. ครูสาธิตการทดลองตามลำดับชั้น โดยไม่ต้องอธิบาย นักเรียนต้องสังเกตและบันทึกผลการทดลองด้วยตนเอง

2.1 เติมน้ำใส่ในคอมโทแก้วทึบไฟจนเกือบเต็ม

2.2 ปิดฝาคอมโทให้แน่น โดยเสียบหลอดคนำกาซไว้

ขั้นสรุป

1. นักเรียนเขียนสรุปผลการทดลอง อภิปรายผล และขั้นตอนการสาธิตด้วยตนเอง และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด

2. ครูสรุปและให้ข้อคิดเห็น

สื่อการเรียนรู้

น้ำแข็ง ถ้วยหรือกระป๋อง ตะเกียง สามขา กาน้ำ แผ่นกระจก

การประเมินผล

1. โดยการสังเกต

2. ทตรวจผลงานจากแบบฝึก และแบบบันทึกการทดลอง

แผนการสอนครั้งที่ 6

เวลา 3 คาบ (60 นาที)

ความคิดรวบยอด

เมื่ออากาศได้รับความร้อนจะขยายตัวลอยสูงขึ้น ปริมาตรเพิ่มขึ้นกว่าเดิมและเมื่อเย็นลงจะหดตัวลอยต่ำลง ปริมาตรลดลงเท่าเดิม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้วจะสามารถ

1. สังเกตและบันทึกชื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตได้
2. สังเกตและบันทึกขั้นตอนของการสาธิตได้
3. สรุปผลการสาธิตได้ว่า อากาศเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัวลอยสูงขึ้น มีปริมาตรเพิ่มขึ้นกว่าเดิม และเมื่อเย็นลงจะหดตัวลอยต่ำลง ปริมาตรจะลดลงเท่าเดิม
4. ใ้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คือ การสังเกต การตั้งสมมุติฐาน การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การพยากรณ์

เนื้อหา

อากาศหรืออากาศนั้น เมื่อได้รับความร้อนก็จะขยายตัวลอยสูงขึ้น ปริมาตรเพิ่มขึ้นกว่าเดิม แต่เมื่อเย็นลงก็จะหดตัวลอยต่ำลง ปริมาตรก็จะลดลงมาเท่าเดิม

กิจกรรม

ขั้นนำ

1. ครูและนักเรียนอภิปรายถึงการทดลองด้วยตนเอง
2. ครูสาธิตการทดลองตามลำดับขั้น โดยไม่ต้องอธิบาย นักเรียนต้องสังเกตและบันทึกผลการทดลองด้วยตนเอง

- 2.1 นำปากลูกโป่งครอบที่ปากของ คนโทแก้วทนไป
- 2.2 นำคนโทไปหึ่งไฟ นานประมาณ 5 นาที
- 2.3 คีบไฟ

ขั้นสรุป

1. นักเรียนเขียนสรุปผลการทดลอง อภิปรายผล และขั้นตอนการสาธิตด้วยตนเอง และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด
2. ครูสรุป และให้ข้อคิดเห็น

สื่อการเรียนรู้

คนโทแก้ว ลูกโป่ง ตะเกียง แอลกอฮอล์

การประเมินผล

1. สังเกตจากความสนใจ
2. ตรวจสอบผลงานจากแบบฝึกหัด และแบบบันทึกการทดลอง

แผนการสอนครั้งที่ 7

เวลา 3 คาบ (60 นาที)

ความคาดหวัง

มีองค์ความรู้เกี่ยวกับหน่วยการเรียนรู้

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. สังเกตและบันทึกชื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตได้
2. สังเกตและบันทึกขั้นตอนของการสาธิตได้
3. สรุปผลจากการสาธิตได้ว่า มือและความรู้สึกร่างกายของเราไม่สามารถวัดความร้อน

หน่วยการเรียนรู้

4. ได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ การสังเกต การตั้งสมมติฐาน การจักรกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การพยากรณ์

เนื้อหา

มือหรือความรู้สึกของนักเรียนนั้นไม่อาจจะวัดอุณหภูมิได้อย่างแน่นอน และไม่อาจเชื่อถือได้

กิจกรรม

ขั้นนำ

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่องอุณหภูมิของสิ่งต่าง ๆ โดยถ้าเราใช้ความรู้สึกของตัวเราเองวัดความเป็นความร้อน จะเป็นการเชื่อถือได้หรือไม่ ครูและนักเรียนช่วยกันออกแบบการทดลอง

ชั้นสาธิตการทดลอง

1. ให้นักเรียนสังเกตและบันทึกอุปกรณ์การทดลองด้วยตนเอง
2. ครูสาธิตการทดลองตามลำดับชั้น โดยไม่ต้องอธิบาย นักเรียนต้องสังเกตและบันทึกผลการทดลองด้วยตนเอง

2.1 ทั้งอ่างน้ำไว้ 3 อ่าง ตามลำดับคือ อ่างน้ำอุ่น อ่างน้ำธรรมดา และ อ่างน้ำปนน้ำแข็ง

ขั้นสรุป

1. นักเรียนเขียนสรุปผลการทดลอง อภิปรายผล และขั้นตอนการสาธิตด้วยตนเอง และให้ทำแบบฝึกหัด
2. ครูสรุปและให้ข้อคิดเห็น

สื่อการเรียน

อ่างน้ำ 3 ใบ น้ำร้อน น้ำธรรมดา น้ำแข็ง

การประเมินผล

1. สังเกตจากความสนใจ และการตอบคำถาม
2. ตรวจสอบรายงานจากแบบฝึกหัด และแบบบันทึกผลการทดลอง

แผนการสอนครั้งที่ 8

เวลา 3 คาบ (60 นาที)

ความคิดรวบยอด

การเปลี่ยนแปลงสถานะของเหลวเป็นกาซ เป็นไค้ทั้งอย่างช้า ๆ เรียกว่าการระเหย และอย่างรวดเร็ว เรียกว่า การเดือด

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้แล้วนักเรียนจะสามารถ

1. สังเกตและบันทึกชื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตได้
2. สังเกตและบันทึกขั้นตอนของการสาธิตได้
3. สรุปผลจากการสาธิตได้ว่า การเดือด คือการกลายเป็นไอทั่วทั้งก้อนอย่างรวดเร็ว ณ ที่อุณหภูมิคงที่ ซึ่งเรียกว่า จุดเดือด
4. ใค้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ สังเกต การตั้งสมมุติฐาน การวัด การจักกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

เนื้อหา

การเปลี่ยนแปลงสถานะของของเหลวเป็นกาสนั้นมี 2 แบบคือ การกลายเป็นกาซอย่างช้า ๆ เรียกว่าการระเหย และการกลายเป็นกาซอย่างรวดเร็วทั่วทั้งก้อน เรียกว่า การเดือด

กิจกรรม

ขั้นนำ

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะของของเหลวเป็นกาซที่เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลาอย่างช้า ๆ เรียกว่าการระเหย ส่วนที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วนั้นเรียกว่าการเดือด

ชั้นสาธิตการทดลอง

1. ให้นักเรียนสังเกตและบันทึกอุปกรณ์การทดลองด้วยตนเอง
2. ให้ครูสาธิตการทดลองตามลำดับชั้น โดยไม่ต้องอธิบาย นักเรียนต้องสังเกตและบันทึกผลการทดลองด้วยตนเอง

- 2.1 ใส่น้ำในบีกเกอร์ ยกขึ้นทิ้งบนสามขา
- 2.2 ยิกเทอร์โมมิเตอร์ไว้กับขาตั้ง และให้จุ่มลงในบีกเกอร์
- 2.3 จุกตะเกียงแอลกอฮอล์บนที่ก้นของบีกเกอร์ จนกระทั่งถึงจุดที่น้ำเดือด

ขั้นสรุป

1. นักเรียนสรุปผลการทดลอง อภิปรายผล และเขียนขั้นตอนการสาธิตด้วยตนเอง และให้ทำแบบฝึกหัด
2. ครูสรุปและใช้ข้อคิดเห็น

สื่อการสอน

บีกเกอร์ สามขา เทอร์โมมิเตอร์ ตะเกียง แอลกอฮอล์

การประเมินผล

1. สังเกตจากความสนใจและความตั้งใจในการทดลอง
2. ตรวจสอบงานคือแบบฝึกหัด และแบบบันทึกผลการทดลอง

แผนการสอนครั้งที่ 9

เวลา 3 คาบ (60 นาที)

ความรู้รวบยอด

ไอน้ำเมื่อกระทบความเย็นจะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ เรียกว่า การควบแน่น

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้แล้วนักเรียนจะสามารถ

1. สังเกตและบันทึกชื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตได้
2. สังเกตและบันทึกขั้นตอนของการสาธิตได้
3. สรุปผลจากการสาธิตได้ว่า ไอน้ำเมื่อกระทบความเย็นจะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ
4. ใ้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสังเกต การตั้งสมมุติฐาน

การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

เนื้อหา

เมื่อน้ำเดือดจะกลายเป็นไอ และเมื่อไอน้ำกระทบความเย็นก็จะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ

กิจกรรม

ขั้นนำ

1. ครูและนักเรียนสนทนาถึงความรู้เดิมที่นักเรียนเคยเรียนมาในชั้นก่อน ๆ เกี่ยวกับ เรื่องการกลั่นน้ำ และวัฏจักรของน้ำ ครูและนักเรียนช่วยกันออกแบบการทดลอง เรื่องการกลั่นน้ำ

ขั้นสาธิตการทดลอง

1. ให้นักเรียนสังเกต และบันทึกอุปกรณ์การทดลองด้วยตนเอง
2. ครูสาธิตการทดลองตามลำดับชั้น โดยไม่ต้องอธิบาย นักเรียนต้องสังเกต และบันทึกผลการทดลองด้วยตัวเอง
 - 2.1 เหนี่ยวสมสิ่งลงในคนโทแก้วทนไฟ
 - 2.2 ปิดฝาคนโทโดยที่ฝาคนโทจะมีหลอดนำก๊าซติดอยู่ หลอดนำก๊าซนี้จะไปผ่านอ่างน้ำแข็ง
 - 2.3 ตั้งภาชนะรอง กับที่ปลายหลอดนำก๊าซ
 - 2.4 จุดตะเกียงแอลกอฮอล์ลนที่ก้นคนโทจนกระทั่งน้ำเดือด

ขั้นสรุป

1. นักเรียนสรุปผลการทดลอง อภิปรายผล และเขียนขั้นตอนการสาธิตด้วยตนเอง และให้ทำแบบฝึกหัด
2. ครูสรุปและให้ข้อคิดเห็น

สื่อการเรียนรู้

บิกเกอร์ น้ำ ขาค้าง สามขา ตะเกียงแอลกอฮอล์ เทอร์โมมิเตอร์ พร้อมที่จับยึด

การประเมินผล

1. สังเกตจากความสนใจและการซักถาม
2. ทรวางผลงาน แบบฝึก และแบบบันทึกผล

แผนการสอนครั้งที่ 10

เวลา 3 คาบ (60 นาที)

ความคิดรวบยอด

การนำความร้อน คือ การส่งผ่านความร้อนที่อาศัยตัวนำ จากจุดที่มีอุณหภูมิสูง ไปสู่จุดที่มีอุณหภูมิต่ำ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากเรียนเรื่องนี้แล้วนักเรียนจะสามารถ

1. สังเกตและบันทึกชื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตได้
2. สังเกตและบันทึกขั้นตอนของการสาธิตได้
3. สรุปผลจากการสาธิตได้ว่า การนำความร้อนคือการส่งผ่านความร้อนที่อาศัยตัวนำและจะส่งจากจุดที่มีอุณหภูมิสูง ไปสู่จุดที่มีอุณหภูมิต่ำ
4. ใ้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คือ การสังเกต การตั้งสมมุติฐาน

เนื้อหา

การส่งผ่านความร้อนที่ต้องอาศัยตัวนำ เรียกว่าการนำความร้อน โดยจะนำความร้อน จากจุดที่มีอุณหภูมิสูง ไปสู่จุดที่มีอุณหภูมิต่ำ

กิจกรรม

ชี้แนะ

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายทบทวนความรู้จากที่เรียนมาแล้วในเรื่องการส่งผ่านความร้อน ซึ่งมีหลายแบบ แล้วครูจึงกล่าวถึงการนำความร้อน และช่วยกันออกแบบการทดลองให้นักเรียนคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้น

ขั้นสาธิตการทดลอง

1. ให้นักเรียนสังเกต และบันทึกอุปกรณ์การทดลองด้วยตนเอง
2. ครูสาธิตการทดลองตามลำดับขั้น โดยไม่ต้องอธิบาย นักเรียนต้องสังเกต และบันทึกผลการทดลองด้วยตนเอง
 - 2.1 ไขเส้นลวดแข็งยาวประมาณ 1 ฟุต
 - 2.2 บั่นคินน้ำมันเป็นก้อนกลม ๆ ขนาดเท่า ๆ กัน 5 ก้อน
 - 2.3 ทัดคินน้ำมันไว้ที่เส้นลวด ให้แต่ละก้อนห่างกันประมาณ 2 นิ้ว
 - 2.4 ไขปลายลวดข้างหนึ่งลงไฟทิ้งไว้นาน

ขั้นสรุป

1. นักเรียนสรุปผลการทดลอง อภิปรายผล และเขียนขั้นตอนการสาธิตด้วยตนเอง และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด
2. ครูสรุปและให้ข้อคิดเห็นในจุดที่นักเรียนบกพร่องและไม่เข้าใจ

สื่อการเรียนรู้

เส้นลวดยาว 1 ฟุต คินน้ำมัน ตะเกียงแอลกอฮอล์

การประเมินผล

1. สังเกตจากความสนใจ
2. ตรวจสอบผลงานจากแบบฝึกหัด และการบันทึกผลการทดลอง

แผนการสอนครั้งที่ 11

เวลา 3 คาบ (60 นาที)

ความลึกขมยอก

อากาศ เป็นตัวกลางที่ดีในการพาความร้อน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากนักเรียน เรียนเรื่องนี้แล้วจะสามารถ

1. สังเกตและบันทึกชื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตได้
2. สังเกตและบันทึกขั้นตอนของการสาธิตได้
3. สรุปผลการสาธิตได้ว่า อากาศเป็นตัวกลางที่ดีในการพาความร้อน
4. ใ้ค้บันทึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ การสังเกต ตั้งสมมุติฐาน การพยากรณ์ การจักรกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

เนื้อหา

การพาความร้อน เป็นการส่งผ่านความร้อนที่ตัวกลางจะต้อง เคลื่อนที่จากที่หนึ่ง ไปยังอีกที่หนึ่ง และอากาศเป็นตัวกลางที่ดีในการพาความร้อน

กิจกรรม

ชั้นนำ

ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปราย เรื่อง การส่งผ่านความร้อนอีกวิธีหนึ่ง การพาความร้อน ครูและนักเรียนช่วยกันออกแบบการทดลอง ให้นักเรียนคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้น

ชั้นปฏิบัติการทดลอง

1. ให้นักเรียนสังเกต และบันทึกอุปกรณ์การทดลองด้วยตนเอง
2. ครูสาธิตการทดลองตามลำดับชั้น โดยไม่ต้องอธิบาย นักเรียนต้องสังเกต

และบันทึกผลการทดลองด้วยตนเอง

- 2.1 ครูนำกล่องสาธิตการเกิดลมมาให้นักเรียนดู
- 2.2 จุดเทียนไขใส่ให้ตรงปล่อง (ตั้งเทียนไขไว้ภายในกล่อง)
- 2.3 จุดธูปจ่อไว้ที่ช่องด้านนอกทางกล่อง

แผนการสอนครั้งที่ 12

เวลา 3 คาบ (60 นาที)

ความคิดรวบยอด

น้ำเป็นตัวพาความร้อนที่ดี แต่เป็นตัวนำความร้อนที่เลว

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้วจะสามารถ

1. สังเกตและบันทึกชื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตได้
2. สังเกตและบันทึกขั้นตอนจากการสาธิตได้
3. สรุปผลจากการสาธิตได้ว่า น้ำเป็นตัวพาความร้อนที่ดี แต่เป็นตัวพาความร้อน

ที่เลว

4. ใ้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ การสังเกต การตั้งสมมุติฐาน การพยากรณ์ การจักรกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

เนื้อหา

น้ำเป็นตัวพาความร้อนที่ดี แต่เป็นตัวนำความร้อนที่เลว

กิจกรรม

ขั้นนำ

ครูและนักเรียนอภิปรายพบพบทวนการทดลองครั้งที่แล้ว คือ อากาศเป็นตัวกลางที่ดีในการพาความร้อน และถ้าอยากรู้น้ำเป็นตัวกลางที่ดีหรือไม่ในการพาความร้อน และนำความร้อนจะหาอย่างไร ครูและนักเรียนจึงช่วยกันออกแบบการทดลอง และให้นักเรียนคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้น

ขั้นสาธิตการทดลอง

1. ให้นักเรียนสังเกต และบันทึกอุปกรณ์การทดลองด้วยตนเอง
2. ครูสาธิตการทดลองตามลำดับขั้น โดยไม่ต้องอธิบาย นักเรียนต้องสังเกตและบันทึกผลการทดลองด้วยตนเอง
 - 2.1 ให้นำใส่หลอดทดสอบประมาณครึ่งหลอด
 - 2.2 ใช้มือจับที่ก้นหลอดทดสอบไว้ แล้วใช้ตะเกียงเผาตรงส่วนบนที่ระกบน้ำค้างบนจนกระทั่งน้ำเดือด ให้นักเรียนลองจับก้นหลอดที่ละคน
 - 2.3 ให้นำใส่หลอดทดสอบอีกหลอดหนึ่ง เทากับหลอดแรก ใช้ที่จับจับที่ปากหลอดแล้วจึงใช้ตะเกียงเผาที่ก้นหลอด ให้นักเรียนลองจับที่ปากหลอดที่ละคน

ขั้นสรุป

1. ให้นักเรียนสรุปผลการทดลอง อภิปรายผล และเขียนขั้นตอนการสาธิตด้วยตนเอง และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด
2. ครูสรุปและให้ข้อคิดเห็นในสิ่งที่นักเรียนฝึกหัด

สื่อการเรียนรู้

หลอดทดสอบ 2 หลอด ตะเกียงแอลกอฮอล์ น้ำ ที่จับหลอดทดสอบ

การประเมินผล

1. การสังเกต จากความตั้งใจและความสนใจ
2. ทրววจผลงานจากแบบฝึกหัด บันทึกผลการทดลอง

แผนการสอนกลุ่มควบคุม
(การสอนสาขิตแบบชี้แนวทาง)
เรื่อง สสารและความร้อน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

แผนการสอนครั้งที่ ๑

เวลา 3 คาบ (60 นาที)

ความคิดรวบยอด

สสารเป็นสิ่งที่สัมผัสได้ มีน้ำหนัก

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้วจะสามารถ

1. สังเกตและบันทึก ชื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตได้
2. สังเกตและบันทึกขั้นตอนของการสาธิตได้
3. สรุปผลจากการสาธิตได้ว่า สสารเป็นสิ่งที่สัมผัสได้ มีน้ำหนัก
4. ใช้อุปกรณ์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งต่อไปนี้ การสังเกต การตั้งสมมติฐาน การวัด การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และการพยากรณ์

เนื้อหา

คุณสมบัติของสสารคือ สัมผัสได้ มีน้ำหนัก ท้องการที่อยู่

กิจกรรม

ชี้แนะ

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย ถึงสสารต่าง ๆ ที่อยู่รอบ ๆ ตัว และมหัพพนเรื่องของการชั่งน้ำหนักของสสารต่าง ๆ
2. ครูนำอภิปรายถึงวิธีการชั่งน้ำหนักของสสารต่าง ๆ และการชั่งน้ำหนักของอากาศ โดยการชั่งน้ำหนักของลูกโป่งที่เป่าแล้วและยังไม่ได้เป่า ให้นักเรียนคิดหาคำทวงล่วงหน้า

ขั้นสาธิตการทดลอง

1. ครูศึกษแผนผังการทดลองให้นักเรียนดู พร้อมทั้งสรุปวิธีทดลองให้ฟังย่อ ๆ แล้วจึงแจกแบบบันทึกการทดลอง
2. ครูสาธิตการชั่งลูกโป่งที่เป่าแล้ว และที่ยังไม่ได้เป่า พร้อมทั้งอธิบายประกอบเพื่อทดสอบสมมุติฐาน แล้วให้นักเรียนบันทึกผลการทดลอง โดยครูช่วยแนะให้

ขั้นสรุป

1. ครูนำอภิปรายถึงการทดลองดังกล่าวโดยแสดงให้เห็นว่า อากาศมีน้ำหนัก อากาศเป็นสสารอย่างหนึ่ง
2. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด

สื่อการเรียนรู้

เครื่องชั่งและเครื่อง 2 แขน ลูกโป่งขนาดเท่ากัน 2 ลูก

การประเมินผล

1. โดยการสังเกตจากความสนใจและการแสดงความคิดเห็น
2. ตรวจผลงานจากแบบฝึกหัดและแบบบันทึกการทดลอง

แผนการสอนครั้งที่ 2

เวลา 3 คาบ (60 นาที)

ความถี่รวมย่อ

สสารทองการที่อยู

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้วจะสามารถ

1. สังเกต และบันทึก ชื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตได้
2. สังเกตและบันทึกขั้นตอนการสาธิตได้
3. สรุปผลจากการสาธิตได้ว่า สสารทองการที่อยู
4. ใ้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่อไปนี้คือ การสังเกต การตั้ง

สมมุติฐาน การวัด การจักรกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การพยากรณ์

เนื้อหา

สสารทองการที่อยู

กิจกรรม

ชี้แนะ

1. ครูนำอภิปรายถึงวิธีการทดลองเรื่องสสารทองการที่อยู คือนำก้อนหินผูกเชือก แล้วหย่อนลงในแก้วน้ำ สังเกตดูระดับน้ำว่าเพิ่มขึ้นหรือไม่
2. ให้นักเรียนตั้งสมมุติฐาน

ขั้นการทดลอง

1. ครูศึกษแผนผังการทดลองให้นักเรียนดู พร้อมทั้งสรุปวิธีทดลองให้ฟังย่อ ๆ แล้วจึงแจกแบบบันทึกการทดลอง
2. ครูสาธิตการทดลองให้ดู
3. ให้นักเรียนบันทึกผลโดยครูช่วยแนะให้

ขั้นสรุป

1. ครูนำอภิปรายถึงผลการทดลอง โดยแสดงให้เห็นว่า สารทอง การที่อยู่
2. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด

สื่อการเรียน

ก้อนหิน แก้ว น้ำ

การประเมินผล

1. โดยการสังเกต จากความสนใจและการแสดง ความคิดเห็น
2. ตรวจผลงาน แบบฝึกหัด และแบบบันทึกการทดลอง

แผนการสอนครั้งที่ 3

เวลา 3 คาบ (60 นาที)

ความถี่รวบยอด

ความร้อนทำให้สสารเปลี่ยนสถานะ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้วจะสามารถ

1. สังเกตและบันทึกชื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตได้
2. สังเกตและบันทึกขั้นตอนการสาธิตได้
3. สรุปผลจากการสาธิตได้ว่า ความร้อนทำให้สสารเปลี่ยนสถานะ
4. ใ้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ การสังเกต การตั้งสมมุติฐาน

การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

เนื้อหา

ความร้อนทำให้สสาร เปลี่ยนสถานะ

กิจกรรม

ขั้นนำ

1. ครูและนักเรียนสนทนาเรื่องสถานะของสสาร โดยครูพยายามแนะให้เห็นว่า ความร้อนเป็นตัวการทำให้สสารเปลี่ยนแปลงสถานะ
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการทดลอง ให้นักเรียนคาดคะเน

ขั้นตอนการทดลอง

1. ครูศึกษาค้นคว้าการทดลองให้ครู แล้วแจกแบบบันทึกการทดลอง
2. นำกระป๋องน้ำแข็งไปตั้งไฟ ให้นักเรียนสังเกตและบันทึกผล
3. นำกาสิโนน้ำตั้งไฟให้เดือด ให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลง และบันทึกผล
เมื่อน้ำเดือดเต็มที่ไอน้ำพุ่งออกมาจากพวยกา ไขว่แผ่นกระจกไปรองรับไอน้ำที่พุ่งออกมา
ให้สังเกตและบันทึกผล โดยครูช่วยแนะให้

ขั้นสรุป

1. ครูนำอภิปรายการทดลองดังกล่าว และสรุปว่า ความร้อนทำให้สสารเปลี่ยนสถานะ
2. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด

สื่อการเรียนรู้

น้ำแข็ง ถ้วยหรือกระป๋อง ตะเกียง สามขา กาน้ำ แผ่นกระจก

การประเมินผล

1. สังเกตจากความสนใจ
2. ทบทวนผลงานจากแบบฝึกหัด และแบบบันทึกการทดลอง

แผนการสอนครั้งที่ 4

เวลา 3 คาบ (60 นาที)

ความคิดรวบยอด

ความร้อนทำให้สสารเปลี่ยนขนาด

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้วจะสามารถ

1. สังเกตและบันทึกชื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตได้
2. สังเกตและบันทึกขั้นตอนของการสาธิตได้
3. สรุปผลการสาธิตได้ว่า ความร้อนทำให้สสารเปลี่ยนขนาด
4. ใ้ฝึกทักษะกระบวนการต่อไปนี้คือ การสังเกต การตั้งสมมุติฐาน การวัด

การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

เนื้อหา

ความร้อนทำให้สสารเปลี่ยนขนาด

กิจกรรม

ขั้นนำ

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาที่ว่า เมื่อสสารได้รับความร้อน นอกจากจะเปลี่ยนสถานะแล้ว จะเกิดอะไรขึ้นอีกบ้าง ให้นักเรียนฝึกตั้งสมมุติฐาน
2. ครูนำอภิปรายถึงการทดลองที่แสดงว่าความร้อนทำให้สสารเปลี่ยนขนาด

ขั้นสาธิตการทดลอง

1. ครูฝึกแผนภูมิการทดลองให้นักเรียนดู พร้อมทั้งสรุปวิธีทดลองให้ฟังย่อ ๆ แล้วจึงแจกแบบบันทึกการทดลอง

2. ครูสาธิตการทดลองพร้อมทั้งอธิบายประกอบอย่างละเอียดโดยตั้งเส้นลวดทองแดงกับหลักให้ตั้ง แล้วแขวนลูกตุ้มน้ำหนักที่กึ่งกลาง เส้นลวด วัดระยะจากพื้นโต๊ะถึงตุ้มน้ำหนัก แล้วใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์อุ่นเส้นลวดทองแดงให้ทั่วประมาณ 5 นาที แล้วจึงวัดระยะระหว่างตุ้มน้ำหนักกับพื้นโต๊ะอีกครั้งหนึ่ง

3. ให้นักเรียนบันทึกผลตามที่ครูแนะให้

ขั้นสรุป

1. ครูนำอภิปรายผลการทดลอง และสรุปว่า ความร้อนทำให้สสารเปลี่ยนแปลงขนาด
2. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด

สื่อการเรียน

ลวดทองแดงเส้นเล็ก หลัก ที่ยึด ตุ้มน้ำหนัก ไม้บรรทัด ตะเกียงแอลกอฮอล์
ค้ายสำหรับผูกตุ้มน้ำหนัก

การประเมินผล

1. โดยการสังเกต
2. ตรวจผลงานจากแบบฝึกหัดและแบบบันทึกการทดลอง

แผนการสอนครั้งที่ 5

เวลา 3 คาบ (60 นาที)

ความคิดรวบยอด

ของเหลวเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัวปริมาตรเพิ่มขึ้น และเมื่อเย็นลงปริมาตรก็จะหดตัวกลับ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้วจะสามารถ

1. สังเกตและบันทึกชื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตได้
2. สังเกตและบันทึกขั้นตอนของการสาธิตได้
3. สรุปผลจากการสาธิตได้ว่า ของเหลวเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัวมีปริมาตรเพิ่มขึ้น เมื่อเย็นลงปริมาตรจะหดตัวกลับ
4. ได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่อไปนี้คือ การสังเกต การตั้งสมมติฐาน การวัด การจักราะหาและสื่อความหมายข้อมูล การพยากรณ์

เนื้อหา

ของเหลวเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัวมีปริมาตรเพิ่มขึ้น และเมื่อเย็นลงปริมาตรก็จะหดตัวกลับ

กิจกรรม

ขั้นนำ

ครูนำอภิปรายถึงการทดลองครั้งก่อน ซึ่งสรุปได้ว่าของแข็งนั้นเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว และเมื่อเย็นลงก็จะหดตัวกลับ และให้นักเรียนทำนายผลล่วงหน้าว่าของเหลวเมื่อได้รับความร้อนจะเป็นอย่างไร และช่วยกันออกแบบการทดลองโดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะ

ขั้นตอนการทดลอง

1. ครูให้นักเรียนดูแผนผังการทดลอง พร้อมทั้งสรุปวิธีทดลองให้ฟังย่อ ๆ แล้วจึงแจกแบบบันทึกการทดลอง
2. ครูทำการสาธิตการทดลองพร้อมทั้งอธิบายประกอบ โดยใช้คนโทใส่น้ำเกือบเต็มปิดปากแน่นเสียบหลอดคนำกาซ แล้วทำเครื่องหมายระดับน้ำไว้ แล้วจึงนำคนโทตั้งกลางแจ้งไฟ ให้นักเรียนสังเกตดูระดับน้ำเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร แล้วจับบันทึก

ขั้นสรุป

ครูนำอภิปรายสรุปผลการทดลองว่า ของเหลวเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว มีปริมาตรเพิ่มขึ้น และเมื่อเย็นลงปริมาตรก็จะลดลงเท่าเดิม ก่อจากนั้นจึงให้ทำแบบฝึกหัด

สื่อการเรียน

คนโทแก้วทนไฟพร้อมฝาปิด ซึ่งมีหลอดคนำกาซเสียบอยู่ น้ำใส่สี สามขา ตะเกียง แอลกอฮอล์ ขางรัก

การประเมินผล

1. สังเกตจากความสนใจ
2. ตรวจสอบผลงานจากแบบฝึกหัด และแบบบันทึกการทดลอง

แผนการสอนครั้งที่ 6

เวลา 3 คาบ (60 นาที)

ความคิดรวบยอด

เมื่อก๊าซได้รับความร้อนจะขยายตัวลอยสูงขึ้น ปริมาตรเพิ่มขึ้นกว่าเดิมและเมื่อเย็นลงจะหดตัวลอยต่ำลง ปริมาตรลดลงเท่าเดิม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้วจะสามารถ

1. สังเกตและบันทึกชื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตได้
2. สังเกตและบันทึกขั้นตอนของการสาธิตได้
3. สรุปผลจากการสาธิตได้ว่า ก๊าซเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัวลอยสูงขึ้น มีปริมาตรเพิ่มขึ้นกว่าเดิม และเมื่อเย็นลงจะหดตัวลอยต่ำลง ปริมาตรจะลดลงเท่าเดิม
4. ใ้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คือ การสังเกต การตั้งสมมุติฐาน การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การพยากรณ์

เนื้อหา

อากาศหรือก๊าซนั้น เมื่อได้รับความร้อนก็จะขยายตัวลอยสูงขึ้น ปริมาตรเพิ่มขึ้นกว่าเดิม แต่เมื่อเย็นลงก็จะหดตัวลอยต่ำลง ปริมาตรก็จะลดลงมาเท่าเดิม

กิจกรรม

ขั้นนำ

1. ครูนำอภิปรายถึงการทดลองครั้งที่แล้ว ซึ่งเป็นการทดลองเรื่องของเหลว เมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว ปริมาตรเพิ่มขึ้น ครูให้นักเรียนคาดคะเนล่วงหน้าว่า ถ้าทำการทดลอง เช่นเดียวกัน แต่เปลี่ยนจากของเหลวเป็นก๊าซจะเกิดอย่างไร

2. ครูและนักเรียนช่วยกันคิดออกแบบการทดลอง โดยครูคอยช่วยแนะนำ

ขั้นสาธิตการทดลอง

1. ครูคิดแผนผังขั้นตอนการสาธิตให้ดู พร้อมทั้งอธิบายย่อ ๆ ให้เข้าใจแล้ว

จึงแจกแบบบันทึกผลการทดลอง

2. ครูเริ่มสาธิตการทดลองโดยใช้ลูกโป่งครอบที่ปากของกรวยที่ปากของคนโทแก้ว หนไฟ ให้นักเรียนสังเกต จากนั้นจึงนำคนโทไปตั้งไฟ ให้นักเรียนสังเกตดูความเปลี่ยนแปลง ของลูกโป่งแล้วจับบันทึก จากนั้นจึงเอาไฟออกจากคนโท แล้วสังเกตดูความเปลี่ยนแปลง ให้นักเรียนบันทึกผล โดยที่ครูคอยอธิบายและแนะนำอยู่ตลอดเวลาเมื่อนักเรียน เกิดปัญหา

ขั้นสรุป

1. ครูนำอภิปรายสรุปผลการทดลอง และสรุปให้นักเรียนฟังว่าก๊าซที่ขยายตัว เมื่อได้รับความร้อน และปริมาตรก็เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับสารอื่น ๆ นั่นเอง และอธิบายถึง ประโยชน์ของการนำหลักการนี้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน แล้วจึงให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด

สื่อการเรียนรู้

คนโทแก้วหนไฟ ลูกโป่ง ตะเกียงแอลกอฮอล์ สามขา

การประเมินผล

1. สังเกตจากความสนใจ และการตอบคำถาม
2. ตรวจสอบผลงานจากแบบฝึกหัดและแบบบันทึกผลจากการทดลอง

แผนการสอนครั้งที่ 7

เวลา 3 คาบ (60 นาที)

ความคิดรวบยอด

เมื่อวัดความรู้สึกก่อนหนาวได้ไม่แน่นอน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้วจะสามารถ

1. สังเกตและบันทึกชื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตได้
2. สังเกตและบันทึกขั้นตอนของการสาธิตได้
3. สรุปผลจากการสาธิตได้ว่า มือและความรู้สึกของเราไม่สามารถวัดความร้อนหนาวได้แน่นอน
4. ใ้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ การสังเกต การตั้งสมมุติฐาน การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การพยากรณ์

เนื้อหา

มือหรือความรู้สึกของคนเรานั้นไม่อาจจะวัดอุณหภูมิได้อย่างแน่นอน และไม่อาจเชื่อถือได้

กิจกรรม

ชั้นนำ

1. ครูนำอภิปรายถึงเรื่องอุณหภูมิ ความเย็น ความร้อน ของสิ่งต่าง ๆ ซึ่งเราใช้ความรู้สึกของเราวัด จะเป็นการแน่นอนเชื่อถือได้หรือไม่

2. ครูและนักเรียนช่วยกันออกแบบการทดลอง โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะ แล้วให้นักเรียนคาดคะเนล่วงหน้าว่าจะเป็นอย่างไร

ขั้นสาธิตการทดลอง

1. ครูศึกษาดังการสาธิตให้ดู พร้อมทั้งอธิบายวิธีทดลองให้นักเรียนเข้าใจ แล้วจึงแจกแบบบันทึกการทดลอง

2. ครูเริ่มทำการสาธิตพร้อมทั้งอธิบาย โดยจุ่มมือซ้ายลงในอ่างน้ำเย็นจัด ส่วนมือขวาจุ่มลงในอ่างน้ำอุ่น แล้วยกมือทั้งสองขึ้นมาจุ่มลงในอ่างน้ำธรรมดาพร้อม ๆ กัน จากนั้นจึงให้นักเรียนออกมาทดลองทุกคน แล้วบันทึกผล

ขั้นสรุป

1. ครูนำอภิปรายผลการทดลอง และสรุปว่า ความรู้สึกของคนเรานั้นไม่อาจวัดอุณหภูมิได้แน่นอน และบอกออกมาเป็นตัวเลขไม่ได้ ดังนั้นจึงใช้เทอร์โมมิเตอร์วัด

2. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด

สื่อการเรียน

อ่างน้ำ 3 ใบ น้ำเย็น น้ำแข็ง น้ำอุ่น น้ำธรรมดา

การประเมินผล

- สังเกตจากความสนใจและความตั้งใจในการทดลอง
- ทราวจะผลงาน คือ แบบฝึกหัด และแบบบันทึกผลการทดลอง

แผนการสอนครั้งที่ 8

เวลา 3 คาบ (60 นาที)

ความคิดรวบยอด

การเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นกาซ เป็นได้ทั้งอย่างช้า ๆ เรียกว่า การระเหย และอย่างรวดเร็ว เรียกว่าการเดือด

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้วจะสามารถ

1. สังเกตและบันทึกชื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตได้
2. สังเกตและบันทึกขั้นตอนของการสาธิตได้
3. สรุปผลจากการสาธิตได้ว่า การเดือดคือการกลายเป็นไอทั่วทั้งก้อนอย่างรวดเร็ว ณ ที่อุณหภูมิคงที่ ซึ่งเรียกว่าจุดเดือด
4. ใ้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้แก่ การสังเกต การตั้งสมมุติฐาน การวัด การจักรกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

เนื้อหา

การเปลี่ยนสถานะของของเหลวเป็นกาสนั้นมี 2 แบบ คือ การกลายเป็นกาซอย่างช้า ๆ เรียกว่าการระเหย และการกลายเป็นกาซอย่างรวดเร็ว เรียกว่า การเดือด

กิจกรรม

ขั้นนำ

1. ครูนำอภิปรายถึง เรื่องการเปลี่ยนสถานะของของเหลวเป็นกาซ ที่เกิดอยู่ตลอดเวลาเรียกว่าการระเหย ส่วนการเดือดนั้น เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะได้ทำการทดลอง

2. ครูและนักเรียนช่วยกันออกแบบการทดลองโดยครูเป็นผู้ชี้แนะ

ขั้นสาธิตการทดลอง

1. ครูฝึกแผนผังการสาธิตให้นักเรียนดู พร้อมทั้งอธิบายวิธีทดลอง และแจกแบบบันทึกผล
2. ครูเริ่มสาธิตโดยเริ่มบอกชื่อของอุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิต และนำบิกเกอร์ใส่น้ำขึ้นตั้งบนสามขา โดยมีเทอร์โมมิเตอร์จุ่มอยู่ในบิกเกอร์ด้วย (ใช้ที่กึ่งบิกเทอร์โมมิเตอร์ไว้) จุดตะเกียงแอลกอฮอล์ขึ้นที่ก้นบิกเกอร์ ให้นักเรียนสังเกตดูความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ แล้วบันทึกผลไว้ จนกระทั่งถึงจุดที่น้ำเดือด ทุกชั้นตอนครูจะอธิบายและตอบปัญหาอยู่ตลอดเวลา

ขั้นสรุป

1. ครูนำอภิปรายถึงผลการทดลอง และสรุปว่า จุดเดือดคือ จุดที่ของเหลวกลายเป็นไอทั่วทั้งภาชนะอย่างรวดเร็ว
2. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด

สื่อการเรียนรู้

บิกเกอร์ น้ำ ขาตั้ง สามขา ตะเกียงแอลกอฮอล์ เทอร์โมมิเตอร์ พร้อมกับที่จับยึด

การประเมินผล

1. สังเกตจากความสนใจและการซักถาม
2. ทราบผลงาน แบบฝึกหัด และแบบบันทึกผล

แผนการสอนครั้งที่ 9

เวลา 3 คาบ (60 นาที)

ความคิกรวบรวมข้อ

ไอน้ำ เมื่อกระทบความเป็นจะกลั่นตัว เป็นหยดน้ำ เรียกว่า การควบแน่น

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้วจะสามารถ

1. สังเกตและบันทึกชื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตได้
2. สังเกตและบันทึกขั้นตอนของการสาธิตได้
3. สรุปผลจากการสาธิตได้ว่า ไอน้ำเมื่อกระทบความเป็นจะกลั่นตัว เป็นหยดน้ำ
4. ใ้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสังเกต การตั้ง

สมมุติฐาน การจักรกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

เนื้อหา

เมื่อน้ำเดือดจะกลายเป็นไอ และเมื่อไอน้ำกระทบความเป็นก็จะกลั่นตัว เป็นหยดน้ำ

กิจกรรม

ขั้นนำ

ครูนำเสนอถึงความรุ้เดิมที่นักเรียนเคยเรียนมาในชั้นก่อน ๆ เกี่ยวกับเรื่อง การกลั่นน้ำ และวัฏจักรของน้ำ ครูและนักเรียนช่วยกันออกแบบการทดลองในการกลั่นน้ำ โดยครูเป็นผู้ชี้แนะ

ขั้นสาธิตการทดลอง

1. ครูคิดแผนผังการสาธิตให้นักเรียนดู พร้อมทั้งอธิบายและแจกแบบบันทึกผล
2. ครูสาธิตการทดลอง พร้อมทั้งอธิบายประกอบโดยใช้ผ้าใสสี ใสในคนโทแก้ว หนไฟปิดฝาคนโทโดยมีหลอดนำก๊าซติดอยู่ และให้หลอดนำก๊าซผ่านอ่างน้ำแข็ง แล้วจึงจุดไฟที่คนโท ให้นักเรียนสังเกตและบันทึกผล

ขั้นสรุป

1. ครูนำอภิปรายสรุปผลการทดลองว่า ไอน้ำเมื่อกระทบความเย็นจะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ เรียกว่าการควบแน่น
2. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด

สื่อการเรียนรู้

คนโทแก้วหนไฟ หลอดนำก๊าซ อ่างน้ำ น้ำแข็ง หลอดทดสอบ สามขา ตะเกียง น้ำผสมสี.

การประเมินผล

1. สังเกตจากความสนใจและการเข้าร่วมกิจกรรม.
2. ทรวผลงาน จากแบบฝึกหัด และแบบบันทึกผล

แผนการสอนครั้งที่ 10

เวลา 3 คาบ (60 นาที)

ความกึกรวบยอก

การนำความร้อน คือ การส่งผ่านความร้อนที่อาศัยตัวนำจากจุดที่มีอุณหภูมิสูง ไปสู่จุดที่มีอุณหภูมิต่ำ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากเรียนเรียนเรื่องนี้แล้ว จะสามารถ

1. สังเกตและบันทึกชื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตได้
2. สังเกตและบันทึกขั้นตอนของการสาธิตได้
3. สรุปผลจากการสาธิตได้ว่า การนำความร้อน คือ การส่งผ่านความร้อนที่อาศัยตัวนำและจะส่งจากจุดที่มีอุณหภูมิสูง ไปสู่จุดที่มีอุณหภูมิต่ำ
4. ใ้ยกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ การสังเกต และการตั้งสมมุติฐาน

เนื้อหา

การส่งผ่านความร้อนที่ทองอาศัยตัวนำ เรียกว่าการนำความร้อน โดยจะนำความร้อนจากจุดที่มีอุณหภูมิสูง ไปสู่จุดที่มีอุณหภูมิต่ำ

กิจกรรม

ขั้นนำ

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายพบทวนความรู้จากที่เรียนมาแล้วในเรื่องการส่งผ่านความร้อนซึ่งมีหลายแบบ แล้วครูจึงกล่าวถึงการนำความร้อนและช่วยกันออกแบบการทดลองให้นักเรียนคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้น

ขั้นสาธิตการทดลอง

1. ครูคิดแผนผังการสาธิตให้นักเรียนดู พร้อมทั้งอธิบายวิธีทดลองและแจกแบบบันทึกผล
2. ครูทำการสาธิต โดยใช้ลวดยาวประมาณ 1 ฟุต ใช้ดินน้ำมันปั้นเป็นก้อนกลม ๆ ขนาดเท่า ๆ กัน ทึบไว้ที่เส้นลวดให้แต่ละก้อนห่างกันประมาณ 2 นิ้ว แล้วจึงเอาปลายลวดข้างหนึ่งฉีกไฟ ให้นักเรียนสังเกตและบันทึกผลโดยครูคอยแนะนำให้

ขั้นสรุป

1. ครูนำอภิปรายผลการทดลอง และสรุปว่าเส้นลวดเป็นตัวนำความร้อนจากจุดที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่จุดที่มีอุณหภูมิต่ำ
2. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด

สื่อการเรียน

เส้นลวดยาว 1 ฟุต ดินน้ำมัน ตะเกียงแอลกอฮอล์

การประเมินผล

1. สังเกตจากความสนใจ
2. ตรวจสอบผลงานจากแบบฝึกหัด และการบันทึกผลการทดลอง

แผนการสอนครั้งที่ 11

เวลา 3 คาบ (60 นาที)

ความคิดรวบยอด

อากาศเป็นตัวกลางที่ดีในการพาความร้อน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้วจะสามารถ

1. อธิบายและบันทึกชื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตได้
2. อธิบายและบันทึกขั้นตอนของการสาธิตได้
3. สรุปผลจากการสาธิตได้ว่า อากาศเป็นตัวกลางที่ดีในการพาความร้อน
4. ใช้อุปกรณ์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ การสังเกต การตั้งสมมุติฐาน การพยากรณ์ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

เนื้อหา

การพาความร้อน เป็นการส่งผ่านความร้อนที่ตัวกลางจะต้องเคลื่อนที่ จากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง และอากาศเป็นตัวกลางที่ดีในการพาความร้อน

กิจกรรม

ขั้นนำ

ครูนำอภิปรายถึง เรื่องการส่งผ่านความร้อนอีกวิธีหนึ่งคือ การพาความร้อนแล้วช่วยกันออกแบบการทดลองโดยที่ครูเป็นผู้ชี้แนะ ให้นักเรียนคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้น

ขั้นสาธิตการทดลอง

1. ครูศึกษารายละเอียดของการสาธิตให้นักเรียนดู พร้อมทั้งอธิบายวิธีทดลอง และ
แจกแบบบันทึกผลการทดลอง
2. ครูทำการสาธิตโดยใช้กล่องการเกิดลม คือ จุดเทียนไขภายในกล่องแล้ว
จุดธูปไว้ที่ช่องด้านข้าง ให้นักเรียนสังเกตดูควันธูป โดยครูคอยอธิบายและชี้แนะในการจก
บันทึกผลการทดลอง

แผนการสอนครั้งที่ 12

เวลา 3 คาบ (60 นาที)

ความคิดรวบยอด

น้ำเป็นตัวพาความร้อนที่ดี แต่เป็นตัวนำความร้อนที่เลว

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้วจะสามารถ

1. สังเกตและบันทึกชื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตได้
2. สังเกตและบันทึกขั้นตอนของการสาธิตได้
3. สรุปผลจากการสาธิตได้ว่า น้ำเป็นตัวพาความร้อนที่ดี แต่เป็นตัวนำความร้อน

ที่เลว

4. ใ้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ การสังเกต การตั้งสมมุติฐาน การพยากรณ์ การจักรกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

เนื้อหา

น้ำเป็นตัวพาความร้อนที่ดี แต่เป็นตัวนำความร้อนที่เลว

กิจกรรม

ขั้นนำ

1. ครูนำอภิปรายทบทวนการทดลองที่แล้ว คือ อากาศเป็นตัวกลางที่ดีในการพาความร้อน และถ้าอยากทราบว่าน้ำเป็นตัวกลางที่ดีหรือไม่ในการพาความร้อนและนำความร้อนจะทำอย่างไร

2. ครูและนักเรียนช่วยกันออกแบบการทดลอง โดยครูเป็นผู้ชี้แนะให้และให้นักเรียนคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้น

ชั้นสาธิตการทดลอง

1. ครูฝึกแผนผังการสาธิตให้นักเรียนดู พร้อมทั้งอธิบายวิธีทดลอง และแจกแบบบันทึกการทดลอง

2. ครูทำการสาธิตพร้อมทั้งอธิบาย ชี้แนะ ให้ข้อสังเกตตลอดการสาธิต วิธีทดลอง คือ เอน้ำใส่หลอดทดสอบประมาณครึ่งหลอด ใช้มือจับที่ก้นหลอดทดสอบไว้ แล้วใช้ตะเกียงเผาตรงส่วนแผนที่ระดับน้ำค้ำบนจนกระทั่งเดือด ให้นักเรียนลองจับที่ก้นหลอดว่าร้อนหรือไม่ แล้วบันทึกผลจากนั้นเอน้ำใส่หลอดทดสอบอีกหลอดหนึ่ง เท่ากับหลอดแรก ใช้ที่จับ จับที่ค้ำปากหลอด แล้วจึงใช้ตะเกียงเผาที่ก้นหลอด ให้นักเรียนลองจับที่ปากหลอดทดสอบว่าร้อนหรือไม่ แล้วจึงบันทึกผล

ขั้นสรุป

1. ครูนำอภิปรายผลการทดลอง และช่วยสรุปว่า น้ำเป็นสภาวะความร้อนที่ดี แต่เป็นสื่อนำความร้อนที่เลว
2. ให้นักเรียนหาแบบฝึกหัด

สื่อการเรียน

หลอดทดสอบ 2 หลอด ตะเกียงแอลกอฮอล์ น้ำ ที่จับหลอดทดสอบ

การประเมินผล

1. การสังเกต จากความตั้งใจและความสนใจ
2. ทรวผลงานจากแบบฝึกหัด บันทึกผลการทดลอง

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวกาญจนา ชื่อสกุล ฉากมวย

เกิดวันที่ 2 เดือนมีนาคม พุทธศักราช 2500

สถานที่เกิด อำเภอมะนัง จังหวัดสุพรรณบุรี

สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 175 หมู่ 5 ถนนชนแดน อำเภอมะนัง
จังหวัดสุพรรณบุรี 72000

สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนวัดป่าเลไลยก์ อ. เมือง จ.สุพรรณบุรี

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2517 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (แผนกวิทยาศาสตร์) จากโรงเรียน
กรรมฐานศึกษา อ. เมือง จ.สุพรรณบุรี

พ.ศ. 2521 ค.บ. (วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป) จากวิทยาลัยครูนครปฐม