

การศึกษามลัทธิทางการเมืองวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 ที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทาง

ปริญญานิพนธ์

ของ

กัญญา ทองมัน

10 ก.ย. 2534

34968

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา

กุมภาพันธ์ 2534

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการที่ควบคุมและคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปฏิญานินพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอก
วิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

..... ประธาน
(รศ. สมจิต สมัตถพันธ์)
..... กรรมการ
(รศ. บุญเชิด วิทยไถ่อนันตพงษ์)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน
(รศ. สมจิต สมัตถพันธ์)
..... กรรมการ
(รศ. บุญเชิด วิทยไถ่อนันตพงษ์)
..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อ. สาคกร ผลกล้วย)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปฏิญานินพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

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

วันที่ ..11...เดือน...สิงหาคม.....พ.ศ. 2534

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีเพราะ ผู้วิจัยได้รับคำแนะนำช่วยเหลือเป็นอย่างดี
จากรองศาสตราจารย์สมจิต สมัตถพันธ์ รองศาสตราจารย์บุญเชิด วิทยุโณนันทพงษ์ ผู้ช่วย
ศาสตราจารย์สมจิต สวชนไพบูลย์ และอาจารย์สาคร ผลกล้วย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็น
อย่างสูง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ว่าสนา กลัดแก้ว อาจารย์สุวรรณา ทรัพย์บำรุง อาจารย์
อุไรวรรณ เล้าสุขสุวรรณ อาจารย์สุรางค์ เครือเมฆ อาจารย์บุญสม มากสินธุ์ ที่กรุณาช่วยเหลือ
ในการวิเคราะห์เครื่องมือและอำนวยความสะดวกในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือเป็นอย่างดี

คุณค่าและประโยชน์ใดๆของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่คุณพ่อผู้ แก้วกระจ่ายบิดา
ผู้ล่วงลับ ที่เป็นกำลังใจ อบรมสั่งสอนและชี้แนะแนวทางการศึกษาแก่ผู้วิจัยตลอดมา

กัญญา ทองมัน

สารบัญ

บทที่

หน้า

1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	4
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	5
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	5
นิยามศัพท์	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	10
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	10
เอกสารเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง	18
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบการทดลองและการทดลอง	20 22
เอกสารที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	23
งานวิจัยที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	30
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	38
3 วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า	40
ประชากร	40
กลุ่มตัวอย่าง	40
วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง	40
เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง	40
ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง	41
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	41
การสร้างแผนการสอน	41

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	42
การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	44
การดำเนินการทดลอง	46
การวิเคราะห์ข้อมูล	46
 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	 48
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	48
การวิเคราะห์ข้อมูล	49
 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	 80
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	80
การดำเนินการศึกษาค้นคว้า	82
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	83
อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	85
ข้อเสนอแนะ	91
 บรรณานุกรม	 93
 ภาคผนวก	 101
 ประวัติของผู้วิจัย	 184

1	แสดงผลการเปรียบเทียบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ทำการทดลอง แบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทาง	9
2	คะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ และรวมผลสัมฤทธิ์ทุกด้าน ก่อนการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่ม ทดลอง	50
3	คะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำความเข้าใจ การนำไปใช้ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ และรวมผลสัมฤทธิ์ทุกด้าน หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่ม ทดลอง	51
4	คะแนนเฉลี่ย ที่ไม่ได้ปรับแก้ และที่ปรับแก้ ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ซึ่งได้จากการทดสอบหลังการทดลอง	52
5	คะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการวัด ด้านการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูลรวมเป็นทักษะขั้นพื้นฐาน ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	54
6	คะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการวัด ด้านการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูลรวมเป็นทักษะขั้นพื้นฐาน หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	55
7	คะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปรการทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป และรวมขั้นบูรณาการ ก่อนการทดลองของนักเรียน กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	56

8	คะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปรการทดลอง การตี ความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป และรวมขึ้นบูรณาการ หลังการทดลองของนักเรียน กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	57
9	คะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทุกด้าน ก่อนและหลังการทดลอง	58
10	คะแนนเฉลี่ยที่ไม่ได้ปรับแก้ และที่ปรับแก้ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐาน โดยแยกเป็นด้านการวัด และการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ของ กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	60
11	คะแนนเฉลี่ยที่ไม่ได้ปรับแก้ และที่ปรับแก้ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ โดยแยกเป็นด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุม ตัวแปร การทดลองการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ของกลุ่มควบคุมและกลุ่ม ทดลอง ซึ่งได้จากการทดสอบหลังการทดลอง	61
12	คะแนนเฉลี่ยที่ไม่ได้ปรับแก้ และที่ปรับแก้ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์รวม 6 ด้านของ กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ซึ่งได้จากการทดสอบหลังการทดลอง.....	62
13	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ หลังจากสิ้นสุดการทดลองแล้ว ของนักเรียนกลุ่มควบคุมและ ทดลอง	64
14	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความเข้าใจ หลังสิ้นสุดการทดลองแล้ว ของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง..	65
15	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการนำไปใช้ หลังสิ้นสุดการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	66

16	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังสิ้นสุดการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง	67
17	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ รวม 4 ด้าน หลังสิ้นสุดการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	68
18	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการวัด หลังสิ้นสุดการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	70
19	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของการทางวิทยาศาสตร์ด้านการจัดกระทำและสื่อความหมาย ข้อมูล ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	71
20	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้าน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หลังสิ้นสุดการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุมและ กลุ่มทดลอง	72
21	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านกำหนดและควบคุมตัวแปร หลังสิ้นสุดการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	73
22	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการทดลอง หลังสิ้นสุดการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	74
23	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หลังสิ้นสุดการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุม และทดลอง	75
24	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น พื้นฐาน หลังสิ้นสุดการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	76
25	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้น บูรณาการ หลังสิ้นสุดการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	77

26	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์รวม	
	4 ด้าน หลังสิ้นสุดการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	78
27	แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	103
28	แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	104
29	แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มควบคุม	108
30	แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลอง	109
31	แสดงคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการวัด การจัดการกระทำและสื่อความหมายข้อมูล รวมทั้งทักษะขั้นพื้นฐาน ของกลุ่มควบคุม	110
32	แสดงคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการวัด การจัดการกระทำและสื่อความหมายข้อมูล รวมทั้งทักษะขั้นพื้นฐาน ของกลุ่มทดลอง	111
33	แสดงคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป รวมทั้งทักษะขั้นบูรณาการ ของกลุ่มควบคุม	112
34	แสดงคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป รวมทั้งทักษะขั้นบูรณาการ ของทดลอง ..	113
35	แสดงคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทุกด้าน ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	114

ดัชนีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

- 1 แสดงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้..... 14
- 2 แสดงการจัดกิจกรรมแบบต่าง ๆ ของการเรียนรู้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้..... 17

ภูมิหลัง

①

นับตั้งแต่เริ่มการศึกษาเป็นระบบขึ้นมา รูปแบบการเรียนการสอนก็มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ผู้ที่เรียนวิชาชีพครูได้เคยเรียนวิธีสอนมากมายหลายวิธี วิธีสอนแต่ละรูปแบบก็เหมาะสมกับเนื้อหา และกิจกรรมที่แตกต่างกันไป รูปแบบการสอนเป็นยุทธวิธีหนึ่ง ที่ครูจะต้องพิจารณาเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสภาพเหตุการณ์สิ่งแวดล้อมที่เป็นปัจจุบัน เพื่อให้มีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลต่อตัวนักเรียนมากที่สุด ซึ่งสุลล วังสินธุ์ (2532 : 3) ได้กล่าวไว้ว่า การสอนเป็นงานที่ท้าทายความสามารถของผู้ที่ยึดมั่นและศรัทธาในวิชาชีพครูเป็นอย่างมาก เพราะไม่มีรูปแบบการสอนใดที่สมบูรณ์ที่สุด ฉะนั้นจึงต้องพัฒนารูปแบบการสอนอย่างไม่มีวันจบสิ้น การพัฒนานั้นเพื่อให้เหมาะสมกับเหตุการณ์ปัจจุบันและเกิดประสิทธิภาพในการเรียนการสอน ✓

ปัจจุบัน ประเทศไทยกำลังเปลี่ยนแปลงไปสู่ประเทศอุตสาหกรรมใหม่ จึงต้องเตรียมประชาชนให้มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพอสมควร ประกอบกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6 เน้นความสำคัญของการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาประเทศ จึงจำเป็นต้องเตรียมประชาชนทุกคนสำหรับเรื่องนี้อย่างเพียงพอ ซึ่งการให้ความรู้เป็นหน้าที่ของสถานศึกษาต่างๆ ของประเทศ สำหรับในด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยี รัฐบาลได้จัดตั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เพื่อทำหน้าที่ค้นคว้า วิจัยและปรับปรุงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สสวท. ได้กำหนดจุดประสงค์ในการสอนวิทยาศาสตร์ข้อหนึ่ง คือ เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2531 : 1) ทักษะที่สำคัญคือทักษะกระบวนการ

การทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นส่วนประกอบในการแสวงหาความรู้ เพื่อให้เกิดความรู้ทาง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิธีการสอนที่ สลวท. เห็นว่าเหมาะสมเพื่อให้แก่นักเรียนไปสู่จุดมุ่งหมาย ที่วางไว้ คือวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คืออภิปรายก่อนการทดลอง ขั้นทดลอง และขั้นอภิปรายหลังการทดลอง แต่มินักวิจัยบางท่านพบว่า ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนไทยยังต่ำอยู่ (มาโนช วาทพุกณะ. 2523 : 70 ; กิ่งฟ้า ลินธวงษ์. 2525 : 113 ; วรณทิภา รอดนรงค์. 2530 : 76-78)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้มีการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2531 ใหม่ และประกาศใช้เมื่อปีการศึกษา 2531 การ ปรับปรุงครั้งนี้มีทั้งในด้านเนื้อหาและกระบวนการเรียนการสอน ในส่วนกระบวนการเรียนการสอน ยังคงเน้นแบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อมุ่งพัฒนาให้นักเรียน เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2531 : 1-4) พร้อมกันนี้ได้จัดทำคู่มือครูเพื่อให้ครูใช้กระบวนการเรียนการสอน โดยเพิ่มสรุปหลักการในแต่ละ กิจกรรมให้เด่นชัดขึ้นเรียกการทดลองเป็นกิจกรรม แต่ละกิจกรรมการทดลองจะบอกวิธีทดลองเพื่อให้ นักเรียนปฏิบัติได้ถูกต้องมีแบบบันทึกผลการทดลอง เพื่อช่วยให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบ การเตรียมตัวสอนนั้น เนื่องจากกระบวนการเรียนการสอนยังคงเน้นวิธีการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่ง กิจกรรมส่วนใหญ่ยังเป็นการทดลอง ครูต้องเตรียมล่วงหน้า แบ่งกลุ่มนักเรียนในภาคปฏิบัติ จัดอุปกรณ์ใส่ตะกร้าไว้เป็นชุด ๆ (คู่มือครูวิทยาศาสตร์. 2531 : 2-8) คู่มือครูมีไว้เพื่อเป็นแนวทาง ในการดำเนินการสอนของครู ซึ่งคู่มือครูได้แนะนำให้ครูเปลี่ยนแปลงสิ่งต่างๆตามความเหมาะสม แต่ครูส่วนมากมักจะเน้นเฉพาะเนื้อหาที่เป็นตัวความรู้โดยไม่คำนึงถึงองค์ประกอบด้านอื่นๆ เช่น ความสนใจของผู้เรียนทักษะในการปฏิบัติการทดลอง (สมสุข ชีระนิจิต. 2526 : 4) ครูมักยึด กิจกรรมตามแบบแผนที่กำหนดไว้ในคู่มือครูจากงานวิจัยของชัยศ จำเนียรกุล (2532 : บทคัดย่อ) ซึ่งได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้แบบเรียนของ สลวท. ฉบับปรับปรุงปี 2531 พบว่านักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ขั้นพื้นฐานอยู่ในระดับต่ำ และจากข้อความของบทความหนึ่งกล่าวว่า นักเรียนไทยยังขาดทักษะในเชิงปฏิบัติ และกระบวนการทดลองเป็นอย่างมาก (ครุวิทย์เพื่อสังคมนิกสัยต้องเคี้ยวอีกนาน. 2532 : 8) ซึ่งมีทนา จงสุขสันติกุล (2524 : 42) ได้วิจัยเกี่ยวกับหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นในเขตกรุงเทพมหานครปี 2524 พบว่าปัญหาอย่างหนึ่งเกี่ยวกับตัวผู้เรียน คือนักเรียนขาดทักษะในการปฏิบัติและการใช้อุปกรณ์

เมื่อพิจารณาการเรียนที่ สสวท. ได้นำเสนอไว้จะพบว่า ส่วนใหญ่มีการกำหนดปัญหาวิธีการทดลองอย่างมีขั้นตอน และมีรูปแบบที่แน่นอนไว้แล้วนักเรียนเพียงปฏิบัติตามก็สามารถค้นหาคำตอบได้ และสถานที่ที่เป็นจริงครูพยายามสอนตามแนวการสอนในคู่มือครู (สายันต์ ทองตัน. 2531 : 2) การเรียนการสอนแบบนี้ เป็นการสอนที่กำหนดแนวทางทางของกิจกรรมการทดลอง (structured Laboratory) ซึ่งสวัณก์ นิยมคำ (2517 : 128) กล่าวว่าวิธีการสอนนี้ไม่สามารถช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดมากนัก เมื่อพิจารณาความหมายของทักษะการทดลองแล้ว ทักษะการทดลองประกอบด้วยการออกแบบการทดลอง การปฏิบัติทดลอง และการบันทึกผลการทดลอง (คู่มือผู้สอนหน่วยการเรียนการสอน. หน่วยที่ 8.6) ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของสสวท. ด้านทักษะการทดลองจึงไม่ครบตามความหมาย ส่วนที่ไม่ครบคือนักเรียนขาดการออกแบบซึ่งไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้พยายามใช้ความคิด ถ้าจะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนพยายามใช้ความคิด ควรให้นักเรียนมีอิสระในการคิดวางแผนกำหนดวิธีค้นคว้ารวบรวมข้อมูล และสรุปด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured Laboratory) (สวัณก์ นิยมคำ. 2517 : 114) การออกแบบการทดลองประกอบด้วยทักษะหลายประการด้วยกันคือ การให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรและการกำหนดและควบคุมตัวแปรภายนอก การเลือกวัดค่าต่างๆของตัวแปร และการเลือกใช้เครื่องมือและวิธีการใช้ในการรวบรวมข้อมูล (สมจิต สวชนไพบูลย์ .ม.ป.ป. ๒๕๒๖ : อ้างอิงมาจาก AAAS. 1970) ประกอบกับความสามารถในการออกแบบการทดลองการดำเนินการทดลอง จัดเป็นทักษะหนึ่งที่สำคัญในทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และเป็นทักษะที่ต้องใช้ทักษะ

อื่นๆอีกหลายทักษะมาประกอบกัน (นิศาล สร้อยอุหรำ. 2526 : 234-239) ฉะนั้นการทำกิจกรรม การทดลองโดยไม่กำหนดแนวทางโดยให้นักเรียนได้ออกแบบการทดลองเอง จึงทำให้นักเรียนมี โอกาสฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ มากอีกด้วย ซึ่งน่าจะส่งผลต่อทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและจากงานวิจัยของ รุ่งชีวา สุขติ (2530 : 68-69) ซึ่งได้ ศึกษาผลการฝึกออกแบบการทดลอง พบว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกออกแบบการทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนสูงขึ้นถ้าหากนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการจากที่นักเรียนได้ออกแบบไว้ก็น่าจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนมากขึ้น และข้อดีของการสอนที่นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองข้อหนึ่งคือกิจกรรมการ ทดลองหนึ่ง ๆ สามารถจัดเตรียมได้หลายรูปแบบเพื่อสนองความสนใจ และความต้องการของ นักเรียนทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง และจดจำได้นาน (สมสุข อธิระนิจิต. 2526 : 36) ซึ่งน่าจะส่งผลถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วย

อนึ่ง ได้มีการศึกษาวิธีการสอบแบบสืบเสาะหาความรู้โดยทำกิจกรรมไม่กำหนดแนวทาง ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีผู้พบว่าไม่ต่างกัน (ธงยuth สลายคง. 2527 : 68) และมีผู้ที่ศึกษา พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน (อารธา แสงไชย. 2529 : 76) จะเห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีทั้งแตกต่างและไม่แตกต่าง ส่วนในด้านทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ยังไม่มีผู้ใดศึกษามาก่อน

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาใคร่รู้ว่าวิธีสอนแบบสืบเสาะหา ความรู้โดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง จะมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมี ผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างไร ซึ่งเป็นการพัฒนารูปแบบการสอนเพิ่มขึ้นจากรูป แบบที่ สลวท. เสนอแนะ และเป็นการเพิ่มพูนความรู้แก่ผู้ที่เกี่ยวข้องในการสอนวิทยาศาสตร์ด้วย

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แต่ละด้านระหว่างนักเรียน ที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทาง

2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ละด้านระหว่างนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง และกำหนดแนวทาง

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จะทำให้ทราบถึงผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางในด้านที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. ผลการศึกษาค้นคว้าจะเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ สามารถตัดสินใจเลือกใช้วิธีการจัดกิจกรรมการทดลองที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

3. ผลการศึกษาค้นคว้า จะช่วยให้ หัวหน้าหมวดวิทยาศาสตร์ ผู้บริหารการศึกษาศึกษานิเทศก์และนักพัฒนาหลักสูตร ได้เป็นแนวทางในการพัฒนาเผยแพร่และจัดอบรม การเรียนการสอน วิทยาศาสตร์โดยเฉพาะในขั้นตอนการทดลองให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนนาฏศิลป์ชั้นต้นปีที่ 2 (มัธยมศึกษาตอนต้นปีที่ 2)

วิทยาลัยนาฏศิลป์

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนนาฏศิลป์ชั้นต้นปีที่ 2 วิทยาลัยนาฏศิลป์ อ่างทอง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 สุ่มอย่างง่ายโดยการจับสลากเลือกจาก 3 ห้องเรียนมา 2 ห้องเรียน ได้กลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 57 คนเนื่องจากนักเรียนทั้ง 3 ห้อง คละกันระหว่างเด็กเก่งกับเด็กอ่อน ตั้งแต่เริ่มเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ความสามารถแต่ละห้องจึงใกล้เคียงกัน

2. ตัวแปรในการศึกษาค้นคว้า

2.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ วิธีสอน จำแนกได้ 2 แบบคือ

2.1.1 การสอนโดยทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง

2.1.2 การสอนโดยทำการทดลองแบบกำหนดแนวทาง

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองสอน เป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ (ว.203) ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ สสวท. ปรับปรุงปีการศึกษา 2531 เรื่องอาหาร

4. เวลาที่ใช้ในการทดลอง คือ 15 คาบ คาบละ 50 นาที โดยเรียนสัปดาห์ละ 4 คาบ เป็นเวลา 3 สัปดาห์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การสอนที่ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ที่มุ่งให้นักเรียนได้ค้นหาคำตอบด้วยตนเองครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยและสนใจแก้ปัญหา ตั้งสมมติฐาน นักเรียนทำการทดลอง สังเกต บันทึกข้อมูล ตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

2. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ทำการทดลองแบบกำหนดแนวทาง หมายถึง การเรียนการสอนที่ครูเป็นผู้กำหนด อธิบาย ออกแบบการทดลอง และวิธีทดลองจากสมมติฐานที่ตั้งขึ้น นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติตามวิธีทดลอง โดยใช้อุปกรณ์ และสารเคมีที่ครูเป็นผู้กำหนดให้ และลงข้อสรุปจากข้อมูลโดยการหาคำตอบที่ครูกำหนดไว้เป็นแนวทาง

3. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง หมายถึง การเรียนการสอนที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดทดลอง ปฏิบัติตามวิธีทดลอง และลงข้อสรุปด้วยตนเองให้

ครอบคลุม

✓ 4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความสามารถของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องอาหาร ซึ่งวัดได้จากความสามารถของ
นักเรียนในการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัด
ความสามารถแต่ละด้าน ดังต่อไปนี้

4.1 ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคย
เรียนมาแล้วเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เรื่องอาหาร

4.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้เมื่อ ปรากฏ
อยู่ในรูปแบบใหม่และแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังอีกสัญลักษณ์หนึ่ง

4.3 ด้านการนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธี
การวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ที่แตกต่างกันออกไป โดย เฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่
เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน

4.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบ
เสาะหาความรู้โดยใช้กระบวนการสังเกต การจำแนกประเภท การวัด การจัดกระทำและสื่อ
ความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
การกำหนดและ ควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

✓ 5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสืบเสาะหา
ความรู้โดยผ่านการปฏิบัติการ และฝึกฝนอย่างมีระบบจนเกิดความแคล่วคล่อง ชำนาญ ในการวิจัย
ครั้งนี้ ได้วิเคราะห์แล้วพบว่า เรื่องอาหารมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 6 ทักษะด้วยกันคือ

5.1 การวัด หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมใน
การวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้ อย่างเหมาะสมและถูกต้อง

5.2 การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึงการนำข้อมูลที่ได้จากการ
สังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่

เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนี้ดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปตาราง แผนภูมิ แผนภาพ วงจร กราฟ สมการและเขียนบรรยายเป็นต้น

✓ 5.3 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึงการให้ความหมายและขอบเขตต่าง ๆ ให้เป็นที่เข้าใจตรงกันและสามารถตรวจสอบหรือวัดได้

5.4 การกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม การควบคุมตัวแปรหมายถึง การควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่เราไม่ต้องการศึกษาให้คงที่ เพื่อไม่ให้ตัวแปรเหล่านี้มีอิทธิพลถึงตัวแปรตาม

5.5 การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองนี้จะต้องประกอบด้วยกิจกรรมหลัก 3 ขั้นตอน

5.5.1 ออกแบบการทดลองหมายถึงการวางแผนก่อนการทดลองเพื่อกำหนดวิธีการทดลอง (เกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร) อุปกรณ์และ / หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

5.5.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึงการลงมือปฏิบัติการทดลอง จริง ๆ

5.5.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึงการจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

✓ 5.6 การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ร่วมด้วย

ตาราง 1 แสดงการเปรียบเทียบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ทำการทดลอง
แบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทาง

กลุ่มทดลอง: สอนแบบสืบเสาะที่ทำการทดลอง แบบไม่กำหนดแนวทาง	กลุ่มควบคุม: สอนแบบสืบเสาะที่ทำการทดลอง แบบกำหนดแนวทาง
<u>ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง</u> อภิปรายปัญหาสาเหตุของปัญหาและตั้ง สมมติฐาน	<u>ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง</u> อภิปรายปัญหาสาเหตุของปัญหาและ ตั้งสมมติฐาน
<u>ขั้นทดลอง</u> - นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อออก แบบการทดลองตามอุปกรณ์ที่มีอยู่โดยเลือกสิ่งที่ ทดสอบ หาวิธีการทดลองเลือกอุปกรณ์ที่จะใช้ ในการทดลอง - นักเรียนเลือกอุปกรณ์ตามที่ออกแบบไว้ มาปฏิบัติการทดลองและบันทึกผลตามที่ออกแบบ - นักเรียนลงข้อสรุปด้วยตนเองจากผล การทดลอง	<u>ขั้นทดลอง</u> - ครูเป็นผู้ดำเนินการอธิบายโดยกำหนด สิ่งที่ใช้ทดสอบ วิธีการทดลองและอุปกรณ์ที่ใช้ ในการทดลอง - ครูแจกอุปกรณ์ที่จัดไว้เป็นชุด ๆ ให้ นักเรียนปฏิบัติการทดลองและบันทึกผลตามแบบ ที่กำหนดให้ - ครูถามให้นักเรียนตอบเพื่อลงข้อสรุป ตามแนวทางที่กำหนดไว้แล้ว
<u>ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง</u> ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหา ข้อสรุปร่วมกัน	<u>ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง</u> ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อ สรุปร่วมกัน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จำแนกเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้อง

- 1.1 เอกสารที่เกี่ยวกับวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
- 1.2 เอกสารเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง
- 1.3 เอกสารเกี่ยวกับการออกแบบการทดลองและการทดลอง
- 1.4 เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นนั้น ผู้สอนสามารถที่จะเลือกวิธีสอนได้หลายวิธี แต่ควรเลือกวิธีที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน ดังนั้นผู้สอนจะต้องทราบจุดมุ่งหมาย ของการสอนวิทยาศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งจุดมุ่งหมายให้เกิดมีแก่ผู้เรียนดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2531 : 2)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และวงจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีและ
อิทธิพลที่มีต่อมวลมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

6. เพื่อให้สามารถนำความรู้ ความเข้าใจ ในเรื่องวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้
ประโยชน์ต่อสังคมและพัฒนาคุณภาพชีวิต

จากจุดมุ่งหมายดังกล่าว การสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันสรุปได้ว่าเพื่อส่งเสริมสนับสนุน
ให้นักเรียนให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งต้องใช้
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะเรียนวิทยาศาสตร์ในลักษณะของกระบวนการ
มีความเข้าใจพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ วิธีสอนที่เหมาะสมกับเหตุผลข้างต้นคือ วิธีสอนแบบสืบเสาะ
หาความรู้ วิธีสอนนี้เป็นวิธีสอนที่ใช้กันมากในวงการวิทยาศาสตร์ปัจจุบันเพราะมีเหตุผลสนับสนุน
หลายด้านเช่น ปรัชญาการศึกษา งานวิจัยการศึกษา และจิตวิทยา

หลักจิตวิทยาพื้นฐานในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีรากฐานมาจากจิตวิทยาเรื่องการเน้นพัฒนา
ทางสมองของเพียเจท์ (ลัดดา ศุภปริติ. 2523 : อ้างอิงมาจาก Piaget.n.d.) นักจิตวิทยา
ที่ว่า คนมีกระบวนการคิดเป็น 2 ประการคือ มีโครงสร้างความคิดเดิม จึงสามารถนำความคิดเดิม
มาเป็นแนวให้เกิดความรู้ใหม่ได้ แต่ถ้าสิ่งที่รับใหม่ไม่สัมพันธ์กับโครงสร้างเดิมก็สามารถปรับปรุง
โครงสร้างนั้นเพื่อรับรู้ใหม่ได้ ดังนั้นโครงสร้างของกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
จึงมี 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 Assimilative Structure คือ ขั้นเร้าให้เด็กนำความรู้เดิมมาใช้
เป็นแนวทางในการคิด

ขั้นที่ 2 Accommodative Structure ในกรณีที่มีความรู้เดิมซึ่งเป็นแนวทางให้เกิดความรู้ใหม่นั้น ไม่ตรงกับความรู้ใหม่ ก็ต้องปรับปรุงเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเพื่อให้เข้าใจ ความรู้ใหม่นอกจากนี้ซันด์ (สวัณก์ นิยมคำ. 2517 : 155 อ้างอิงมาจาก Sund. 1976) ได้ระบุถึงหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า

1. ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะรู้ได้ดีที่สุดก็ต่อเมื่อนักเรียนได้เกี่ยวข้องกับอย่างมีชีวิตชีวา กับการค้นหาความรู้นั้น ๆ โดยตรง มากกว่าการที่จะบอกเล่าให้นักเรียนฟัง
2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนนั้นช่วยให้เด็กเรียนอยากเรียน มีชีวิตชีวา และผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมที่นำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าหาความรู้ให้เกิดความล้มเหลว

3. วิธีการสอนของครูจะต้องส่งเสริมความคิดให้นักเรียนคิดเป็น มีความคิดสร้างสรรค์ ให้โอกาสนักเรียนได้ใช้ความคิดเห็นของตนเองให้มากที่สุด

จากจิตวิทยานี้ฐานดังกล่าว สรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ ใช้ความคิดและปฏิบัติการด้วยตนเองให้เกิดการเรียนรู้ เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่ซึ่งสอดคล้องกับความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่กูด (Good. 1993 : 303) ได้ให้ความหมายไว้ประการหนึ่งคือ

ความหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นเทคนิคหรือกลวิธีเฉพาะประการหนึ่ง ในการจัดให้เกิดการเรียนรู้เนื้อหาบางอย่างของ วิชาวิทยาศาสตร์โดยกระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็นและแสวงหาความรู้โดยการถามคำถามและพยายามค้นหาคำตอบให้ตนเอง เป็นวิธีการเรียนรู้โดย การแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนที่เกิดขึ้น ซึ่งปรากฏการณ์ใหม่ ๆ ที่นักเรียนเผชิญในแต่ละครั้งจะเป็นตัวกระตุ้นการคิดด้วยการสังเกตอย่างถี่ถ้วนเป็นระบบ ออกแบบการวัดที่ต้องการแยกแยะสิ่งที่สังเกตกับสิ่งที่สรุปหาอย่างชัดเจน ประดิษฐ์คิดค้นตีความหมายภายใต้สถานการณ์แวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด การใช้วิธีการอย่างฉลาดสามารถทดสอบได้และสรุปอย่างมีเหตุผล และชุดแผน (วราภรณ์ ชัยโอกาส. 2521 : 53 อ้างอิงมาจาก

Suchman.n.d.) ได้กล่าวถึงผลการสอนแบบสืบเสาะไว้ดังนี้

1. การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนจะรู้ได้มากกว่าการเรียนรู้แบบครูบอกให้หมด นักเรียนสามารถรับประสบการณ์ต่าง ๆ ไว้ได้มากกว่าซึ่งเป็นไปตามความต้องการ ความอยากรู้อยากเห็นและเหมาะสมกับระดับความรู้พื้นฐาน เหมาะสมกับอัตราความสามารถในการรับรู้ของแต่ละคน

2. การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ให้แรงจูงใจสูงเพราะนักเรียนจะรู้สึกสนุกสนาน ได้ร่วมกิจกรรมอย่างอิสระและกิจกรรมที่ดำเนินการพัฒนาด้านความรู้ความจริงและการสร้างความคิดรวบยอด

3. ความคิดรวบยอด (Concept) ที่ได้จากการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นนามธรรม ที่นักเรียนสรุปได้ด้วยตนเองอย่างมีเหตุผล ความคิดรวบยอดที่เกิดขึ้นจะฝังอยู่ในความทรงจำที่เป็นประโยชน์ต่อนักเรียนไปนาน

ตามความหมายและผลของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นั้น ถ้านักเรียนได้คิดออกแบบการทดลองและปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองจะทำให้ได้ความคิดรวบยอดที่จดจำได้นาน การสอนแบบสืบเสาะมีขั้นตอนในการสอนดังนี้

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

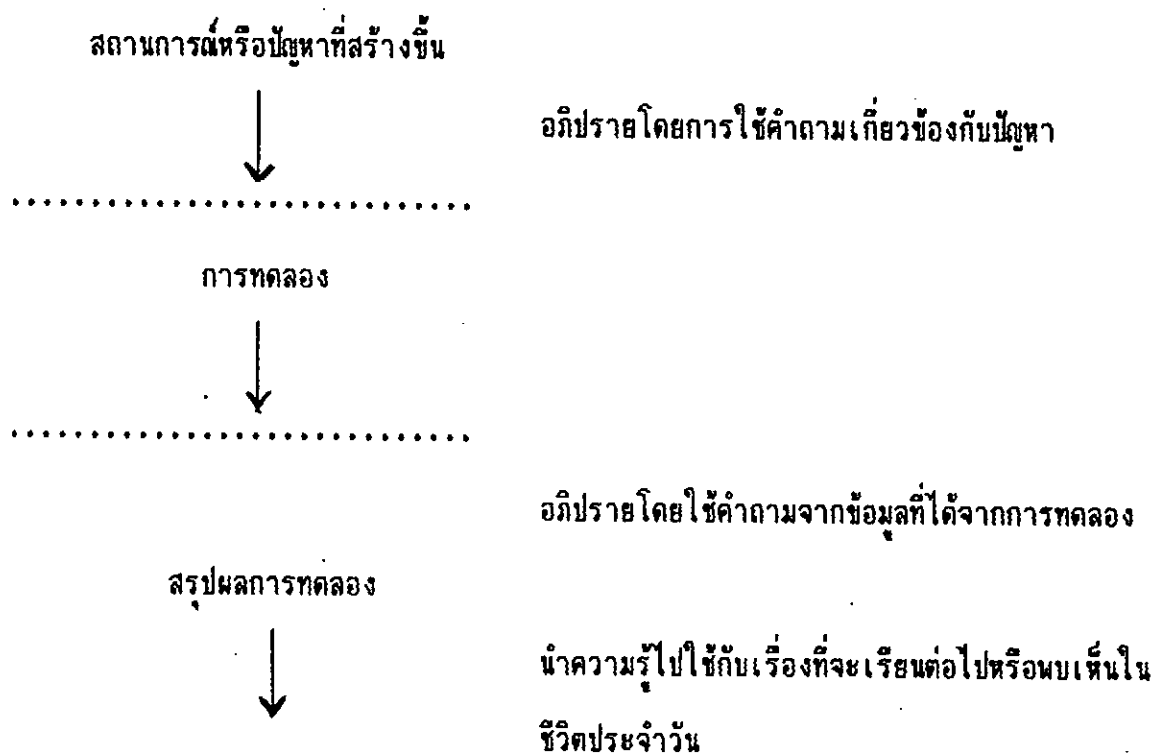
คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 116-120) ได้เสนอกิจกรรมที่สำคัญที่นำมาใช้ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ซึ่งได้แก่ การอภิปราย และการทดลอง และอาจแบ่งขั้นตอนได้ดังนี้

1. การอภิปรายนำเข้าสู่การทดลอง
2. การทดลอง
3. การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

การอภิปรายนับว่าเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่ง ถ้าผู้สอนรู้จักแนะแนวทางที่เหมาะสม

แล้วจะช่วยฝึกและปลูกฝังให้ผู้เรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล่าวแสดงความคิดเห็นยอมรับความคิดของคนอื่นอย่างมีเหตุผล ส่วนการทดลองนั้นถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นแกนนำไปสู่การฝึกให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมการอภิปรายเข้าสู่การทดลอง และอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลองนั้น ผู้สอนจำเป็นต้องใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนให้รู้จักคิดหาความสัมพันธ์ ระหว่างสถานการณ์ที่สร้างขึ้นกับเรื่องที่จะทดลอง และข้อมูลที่ได้จากการทดลอง กับการสรุปในการอภิปรายและซักถามนักเรียน อาจจะใช้คำถาม ถามครูหรือนักเรียนด้วยกันเองก็ได้ ซึ่งการสอนลักษณะนี้อาจเขียนแผนภูมิแสดงได้ดังนี้



ภาพประกอบ 1 แสดงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามลักษณะที่แสดงในภาพประกอบ 1 สามารถที่จะแบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์จากปัญหา จากเนื้อหา ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่จะสอน เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของปัญหา เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด และแก้ปัญหาในปัญหาหรือสถานการณ์นั้นควรอยู่ใกล้ตัวถึงจุดความสนใจของผู้เรียนเป็นสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวันสามารถไปสู่การออกแบบการทดลองได้

2. การใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางการหาคำตอบ ของปัญหาข้างต้น การใช้คำถามในตอนนี้จะต้องอาศัยสถานการณ์หรือปัญหาที่สร้างขึ้นเป็นหลัก ชุดคำถามต้องสามารถนำนักเรียนไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ (สมมติฐาน) คำตอบที่เป็นไปได้ควรเป็นแนวทางของการออกแบบการทดลองที่กำหนดไว้ในแบบเรียน

3. ใช้คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลองและความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์ คำถามในช่วงนี้จะออกมาในรูปของการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้นำน้ออุปกรณ์เทคนิคและขั้นตอนการทดลองตลอดจนความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์

4. ดำเนินการทดลองและบันทึกผล ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องดำเนินการทดลองและบันทึกผลโดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามความเหมาะสม ครูจะมีบทบาทในการให้ความช่วยเหลือ

5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง การใช้คำถามในตอนนี้จะต้องอาศัยข้อมูลจากการทดลองเป็นหลัก เพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้สถานการณ์หรือปัญหาข้างต้น และควรมีคำถามที่ฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวันหรือในเรื่องที่จะเรียนต่อไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้วางแนวการสอน เป็นขั้นตอนใหญ่ ๆ

3 ขั้นตอน ทั้งนี้โดยพิจารณาจากกิจกรรมที่สำคัญในกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งได้แก่ การอภิปรายและการทดลอง จึงได้แบ่งขั้นตอนการสอนเป็น 3 ขั้นตอน

ดังต่อไปนี้ คือ (พรรณิ ภวภูตานนท์. 2528 : 33-34)

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง เป็นการเริ่มต้นเพื่อจะนำไปสู่การกำหนดปัญหา หรือ แนะแนวให้นักเรียนคิดออกแบบการทดลองหรือตั้งสมมติฐาน และหาวิธีการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน แล้วแต่กรณี ผลลัพท์ได้จากขั้นตอนนี้คือ เป็นการช่วยปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น

2. การทดลอง เป็นส่วนสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ในการที่จะนำไปสู่การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักทำงานร่วมกับผู้อื่น แต่ถึงแม้ว่าการทดลองจะเป็นส่วนสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ก็ตาม ในบางครั้งครูอาจดำเนินการสอนไปตามกระบวนการสอนของการสืบเสาะหาความรู้โดยไม่มีการทดลองก็ได้แต่ทั้งนี้ กิจกรรมที่นำมาแทนในส่วนนี้ ได้แก่ การซักถาม การยกข้อมูลที่มีอยู่ก่อนมาอภิปรายสรุปผลหรือการจำลองสถานการณ์เพื่อให้ได้ข้อมูลมาอภิปรายสรุปผลแล้วแต่ความเหมาะสม ดังนั้น การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จึงอาจเกิดขึ้นโดยไม่มีการทดลองเลยก็ได้

3. การอภิปรายหลังการทดลอง ครูจะต้องพยายามตั้งคำถามเพื่อนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุป หรือแนวคิดจากหลักการสำคัญ ๆ ของบทเรียนนั้น ๆ

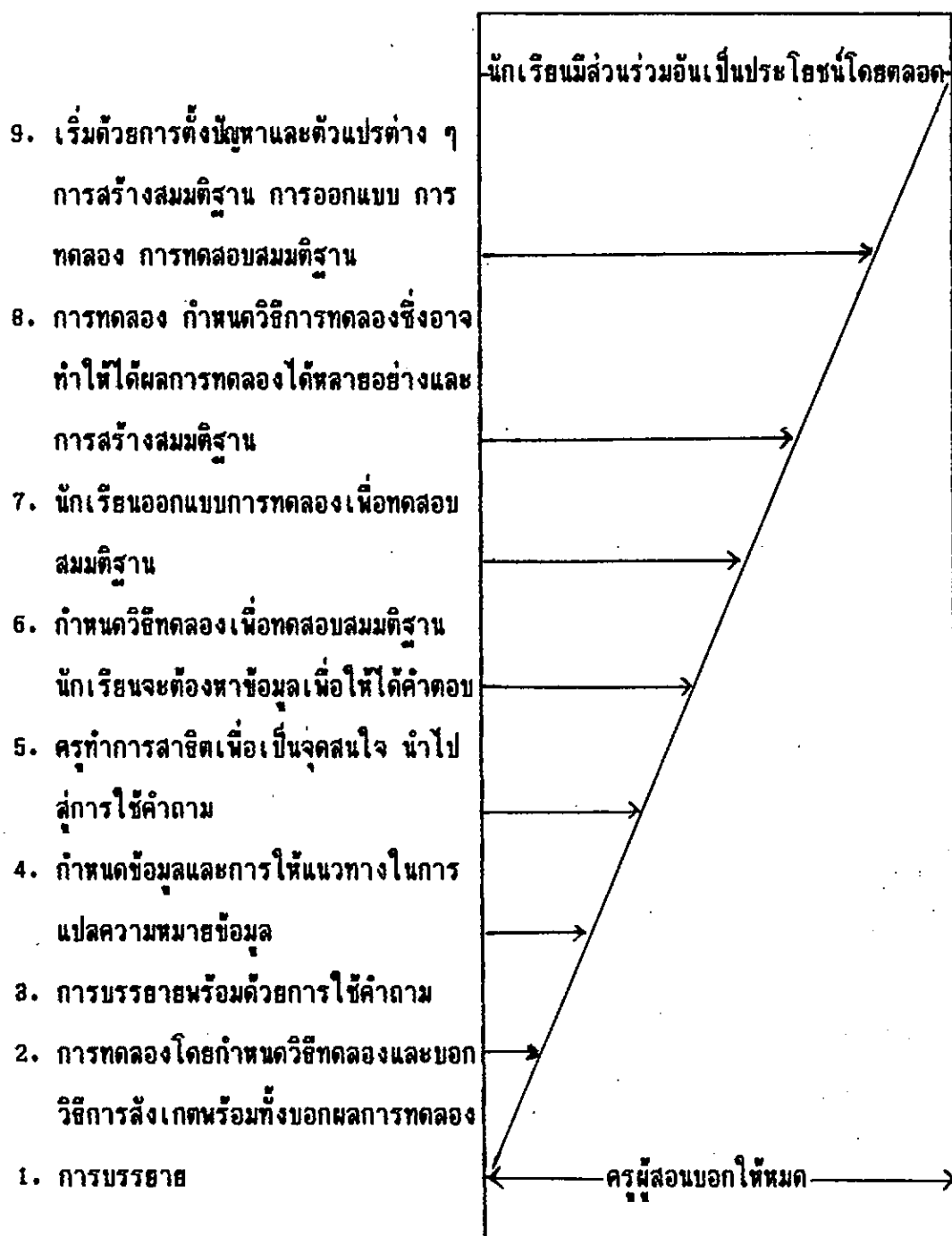
นอกจากนี้ สสวท. ยังได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ว่า ในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ครูสามารถเลือกจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรูปแบบต่าง ๆ ตามความเหมาะสมดังภาพประกอบ 2 ซึ่งแยกให้เห็นการมีส่วนร่วมของนักเรียนตั้งแต่น้อยไปหามาก (สสวท. 2519 : 4-5) ดังนี้

แนวการสอนแบบต่าง ๆ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการที่นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอน

แบบสืบเสาะหาความรู้

ตัวอย่างการเรียนการสอนแบบต่าง ๆ

กิจกรรมของนักเรียน



ภาพประกอบ 2 แสดงการจัดกิจกรรมแบบต่าง ๆ ของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

เมื่อดูจากขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จะเห็นได้ว่าผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนได้หลายรูปแบบตามความเหมาะสม ซึ่ง ซันด์ และ โทรวริดจ์ โรเมย์ (Sund and Trowbridge 1973 : 67-68 ; Romey : 24) ได้แสดงความเห็นไว้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในระยะแรก ๆ ที่นักเรียนยังเคยชินกับการสอนแบบเดิมที่ครูเป็นผู้ให้ความรู้ นั้น ครูควรกำหนดแนวทางในการดำเนินกิจกรรมไว้ให้นักเรียน เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์มากขึ้นจึงค่อย ๆ ลดการแนะนำ จนในที่สุดนักเรียนสามารถดำเนินกิจกรรมในการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง โดยครูมีบทบาทเป็นเพียงผู้ให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียน ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีความเห็นว่าควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนได้คิดออกแบบการทดลองจะค่อย ๆ ลดคำแนะนำจากที่นักเรียนเคยชินอยู่กับการสอนที่ครูเป็นผู้กำหนดสิ่งต่าง ๆ ให้หมด วิธีนี้จะทำให้นักเรียนรู้จักคิดมากขึ้น มีอิสระในการทดลองมากขึ้นเหมือนกับว่าไม่ได้กำหนดแนวทางการทดลองให้

เอกสารเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง

ส่วพงศ์ นิยมคำ (2517 : 182) ; โรเมย์ (Romey. 1968 : 22-24) ได้เสนอแนะการจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางไว้ดังนี้

1. การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางนั้นเป็นการจัดทำตามคำแนะนำและกำหนดวิธีการค้นคว้าหาคำตอบของปัญหาให้เสร็จ นักเรียนเพียงแต่ทำตามทีครุนำก็จะได้คำตอบของปัญหาตามความต้องการ ลักษณะการจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางจะเป็นดังนี้

1.1 ครูกำหนดปัญหา

1.2 เสนอแนะวิธีรวบรวมข้อมูล

1.3 ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลตามวิธีการในข้อ 1.2

1.4 เมื่อได้ข้อมูลแล้วให้นักเรียนจัดทำตารางและเขียนกราฟตามที่ครูบอก

1.5 ตั้งคำถามที่ต้องการไว้ แล้วให้นักเรียนตอบโดยใช้ข้อมูลข้างต้น

2. การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured Laboratory) การทดลองแบบนี้ให้เด็กค้นหาคำตอบเอง โดยครูกำหนดปัญหาให้ ครูให้นักเรียนทั้งชั้นร่วมกันอภิปรายวางแผนและกำหนดวิธีการแก้ปัญหา เมื่อได้แนวทางแล้วจึงแยกเด็กทำการทดลองต่อไป แล้วนำผลที่ได้มาอภิปรายหน้าชั้นอีกครั้งหนึ่ง การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางเป็นการส่งเสริมสมรรถภาพทางความคิด โรงเรียนควรทำแบบนี้ แต่ต้องค่อยเป็นค่อยไป โดยเริ่มต้นจากการทดลองที่สำเร็จรูปก่อนแล้วค่อย ๆ ลดกำหนดแนวทางของครูเรื่อย ๆ จนในที่สุดเด็กสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง การทดลองแบบนี้ควรให้นักเรียนวางแผนก่อนการทดลอง แล้วจึงค่อยลงมือทำตามแผนที่กำหนดไว้ การวางแผนการทดลองครูอยู่ในฐานะที่เลี้ยง การวางแผนการทดลองประกอบด้วย กำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน กำหนดวิธีการที่เหมาะสมที่จะทำการทดสอบสมมติฐาน สร้างแบบการทดลอง

กิจกรรมการทดลองในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถจัดได้หลายวิธี การจัดกิจกรรมการทดลองโดยไม่กำหนดแนวทางก็เป็นวิธีหนึ่งที่ส่งเสริมสมรรถภาพทางความคิด แต่ต้องค่อยเป็นค่อยไป โดยลดการกำหนดแนวทางของครูลงเรื่อย ๆ การทดลองในการสอนแบบสืบเสาะของ สสวท. มีลักษณะเป็นการทดลองที่กำหนดแนวทาง ผู้วิจัยจึงคิดว่าควรจัดการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางโดยครูค่อย ๆ ลดการกำหนดวิธีการทดลอง การสร้างแบบการทดลองโดยให้นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการออกแบบการทดลองเอง

เอกสารเกี่ยวกับการออกแบบการทดลองและการทดลอง

เนื่องจากการทดลองเป็นการรวบรวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลายทักษะเข้าด้วยกันซึ่ง นิคาล สร้อยสุหร่า (2526 : 234-247) ได้ให้รายละเอียดในเรื่องการทดลองดังนี้

สรุปแนวคิดเกี่ยวกับการทดลองว่านักวิทยาศาสตร์ใช้การทดลองเป็นเครื่องมือในการหาคำตอบปัญหาและ/หรือ ตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น ในการทดลองจะมีการนำเอาขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาประกอบ ทั้งการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดตัวแปร

1.6 ให้นักเรียนสรุปตอบปัญหา แล้วอภิปรายหน้าชั้น การสรุป นักเรียน
บางคนอาจถูกบ้างผิดบ้าง ครูจะบอกใครถูกใครผิด

2. การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง เป็นการปล่อยให้นักเรียนมีอิสระในการที่จะ
วางแผนกำหนดวิธีการค้นคว้า รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และลงข้อสรุปด้วยตนเอง ลักษณะ
กิจกรรมแบบนี้จะเป็นดังนี้

2.1 ครูตั้งปัญหาให้

2.2 ให้นักเรียนทั้งชั้นวางแผนและกำหนดวิธีการแก้ปัญหาเอง ดำเนินการเองจนได้
ข้อสรุป

บางปัญหานักเรียนอาจมองไม่เห็นแนวทางที่จะกำหนดวิธีการค้นคว้า ครูควรทำดังนี้

1. ตั้งปัญหาให้นักเรียนนำไปคิดเป็นการบ้านก่อนการทดลอง
2. บอกเครื่องมือที่จำเป็นในการทดลองให้
3. เมื่อถึงการทดลองให้นักเรียนเสนอวิธีการค้นคว้ามา แล้วมีการอภิปรายและ
กำหนดวิธีการค้นคว้าที่จะเป็นไปได้ 2-3 วิธี

4. ให้นักเรียนดำเนินการทดลองตามนั้น

5. เสนอผลงานด้วยการอภิปราย

ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ ขั้นตอนการสอนนั้นจะมีการทดลอง
การให้นักเรียนทำการทดลองในห้องปฏิบัติการไม่ว่าจะเป็นการทดลองแบบใดก็ตาม ครูอาจจัด
กิจกรรมในการทดลองได้เป็น 2 แบบ คือแบบกิจกรรมสำเร็จรูปหรือกำหนดแนวทางกับกิจกรรม
ที่ไม่กำหนดแนวทาง

1. การทดลองแบบสำเร็จรูปหรือการทดลองแบบกำหนดแนวทาง (Structured
Laboratory) การทดลองแบบนี้ครูกำหนดปัญหา บอกวิธีการแก้ปัญหาและอื่น ๆ ไว้เสร็จ นักเรียน
เพียงแต่ทำตามคำชี้แจงในคู่มือการทดลอง ก็สามารถได้คำตอบออกมา ซึ่งการสอนแบบนี้ไม่
ส่งเสริมความคิดเท่าที่ควร

ที่ต้องควบคุม การออกแบบการทดลอง และการดำเนินการอย่างรอบคอบและรัดกุม การสังเกต และการบันทึกผลการทดลอง อย่างละเอียดทุกขั้นตอน ตลอดจนการตีความหมายข้อมูลที่บันทึกไว้ ได้อย่างถูกต้องตรงไปตรงมา ความสามารถในการออกแบบ และดำเนินการทดลองจัดเป็นทักษะ ที่สำคัญในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ความสำคัญของการทดลอง ในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การทดลองเป็นขั้นที่ นักวิทยาศาสตร์ใช้สำหรับตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้นว่าควรแก่การยอมรับหรือไม่ ในการดำเนินการทดลองนั้น ผู้ทดลองจะต้องนำเอากระบวนการอื่น ๆ มาประกอบกัน ความสำเร็จของการทดลองจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการด้วยกัน

การทำการทดลองมีข้อดีหลายประการดังนี้ (สมสุข ชีระนิจิต. 2526 : 36)

1. นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง และมีโอกาสฝึกทักษะในการทดลองและใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา
2. ขั้นตอนในการสอนปฏิบัติการ มีแนวโน้มในการเตรียมประสบการณ์ตรงมากกว่าวิธีการอื่น ๆ
3. เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นพบหลักการวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง เพราะนักเรียนจะเป็นผู้ออกแบบการทดลอง และวัดผลการปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนได้ข้อมูลที่ถูกต้อง
4. กิจกรรมการทดลองหนึ่ง ๆ สามารถจัดเตรียมได้หลายรูปแบบเพื่อตอบสนองความสนใจและความต้องการของนักเรียนได้อย่างทั่วถึง
5. สามารถสร้างให้นักเรียนค้นพบ หรือสืบเสาะ โดยที่หลังการทดลองแล้ว นักเรียนจะสามารถวิเคราะห์เหตุผล สมมติฐานและสรุปได้อย่างมีเหตุผล
6. เป็นการเตรียมนักเรียนแต่ละคนให้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นในการแก้ปัญหา ทั้งปัญหาเดิม และปัญหาที่ต่อเนื่องจากปัญหาเดิม
7. ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง และจดจำได้นาน

8. เป็นสื่อนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันและสามารถนำไปสู่การวิจัยในระดับสูงต่อไป
9. ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ในการทดลองนั้น การออกแบบการทดลอง เป็นขั้นตอนที่สำคัญในกิจกรรมการทดลองถ้า นักเรียนได้ออกแบบการทดลองจะทำให้กิจกรรมการทดลองสมบูรณ์มากขึ้น และได้ฝึกทักษะอื่น ๆ เพิ่มมากขึ้น

การออกแบบการทดลอง

การออกแบบการทดลอง เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดขั้นหนึ่งในกระบวนการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งขึ้นว่าจริงหรือไม่ ซึ่งได้มีนักวิทยาศาสตร์ศึกษา และสถาบันที่เกี่ยวข้องได้กล่าวถึงการออกแบบการทดลองในลักษณะที่สอดคล้องกันดังนี้

โอเค และ มิล (น้อยทิพย์ ศัลยศาสตร์. 2522 : 17 ; อ้างอิงมาจาก Okey and Fie1) ได้กล่าวถึงการออกแบบการทดลอง (Designing Investigation) ว่าเป็นความสามารถที่จะออกแบบการทดลองได้เมื่อกำหนดสมมติฐานให้ การออกแบบการทดลองประกอบด้วย

1. การให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม
2. การกำหนด และควบคุมตัวแปรภายนอก
3. การเลือกวัดค่าต่าง ๆ ของตัวแปรอิสระ

สมาคมวิทยาศาสตร์ชั้นสูงของสหรัฐอเมริกา หรือ AAAS (American Association for the Advancement of Science) (สมจิต สวชนโพบูลย์ ม.ป.ป. : 69 อ้างอิงมาจาก AAAS : 1970) ได้ให้ความหมายของการออกแบบการทดลองว่า การออกแบบการทดลองหมายถึง การกำหนดโครงการทดลอง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาทดสอบสมมติฐานโดยคำนึงถึง

1. นิยามปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
2. การควบคุมตัวแปรต่าง ๆ
3. เครื่องมือและวิธีการที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางโดยให้นักเรียนได้ออกแบบการทดลองซึ่ง หมายถึง การวางแผนก่อนลงมือทดลอง กำหนดวิธีการ อุปกรณ์ และสารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลองและ ปฏิบัติตามที่ออกแบบไว้จะทำให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น และการออกแบบนี้ก็เป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะมีประสิทธิภาพเพียงใด ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหนึ่ง คือ ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียน

๙ 23-35

เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งของการ แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะการทำงานตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์แต่ละ ขั้นตอนนั้นจะประสบความสำเร็จหรือล้มเหลวขึ้นอยู่กับ ความสามารถและทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ของแต่ละคน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นสามารถฝึกให้เกิดขึ้นมาได้ประเภท ของทักษะนั้นได้มีผู้จัดแบ่งไว้ หลายประเภท แต่เมื่อพิจารณาโดยส่วนรวมแล้วจะเห็นว่า มีเนื้อหา สาระใกล้เคียงกันจึงขอกล่าวถึงการแบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ สสวท. ซึ่ง สสวท. ได้ให้ความสำคัญ ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเน้นทั้งเนื้อหาความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ว่า มี 13 ทักษะ ดังนี้ (สสวท. 2526 : 1-5)

1. การสังเกต (Observation) หมายถึงการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือ เหตุการณ์ โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิด เห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 อย่างคือ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ ลักษณะสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

1.1 บ่งชี้และบรรยายคุณสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุโดยการกะประมาณได้

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด (Measurement) หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างถูกต้องเหมาะสม โดยมีหน่วยกำกับเสมอ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

2.1 การเลือกเครื่องมือได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่น ๆ ได้ถูกต้อง

2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. การจำแนกประเภท (Classification) หมายถึงการแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์ในการจัดซึ่งอาจใช้ความเหมือนความต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา (Space/Space Relationship and Space/Time Relationship) หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปซของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่
วัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

4.1 ชีบรูป 2 มิติ และวัตถุ ที่กำหนดให้ได้

4.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

4.3 ขอกชีรูปทรง และรูปทรงเรขาคณิตได้

4.4 ขอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้เช่น รูป 3 มิติที่

เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ

- เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุสามารถขอกรูปทรงของวัตถุ (2 มิติ) ที่

เป็นต้นกำเนิดของเงาได้

- เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถขอกเงา (2 มิติ) ที่เกิดขึ้น

4.5 ขอกตำแหน่งหรือทิศทางของวัตถุหนึ่งได้

4.6 ขอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง

4.7 ขอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจก และภาพที่ปรากฏว่าเป็นซ้าย หรือ

ขวาของกันและกันได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง
ที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลาความ
สามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

4.8 ขอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

4.9 ขอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ

กับเวลาได้

✓ 5. การคำนวณ (Using number) หมายถึงการนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลข
แสดงจำนวนที่นับได้ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงว่า
เกิดทักษะแล้ว เช่น

5.1 การนับได้แก่ นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้ ตัดสินว่าของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน ตัดสินได้ว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือแตกต่างกัน ตัดสินว่าของในแต่ละกลุ่มจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน ตัดสินได้ว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.2 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่ บอกวิธีหาค่าเฉลี่ย แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ยได้

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication) หมายถึงการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ โคออดิเนต วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยายเป็นต้น ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว เช่น

- เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม
- บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้
- ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้
- เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้
- บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัดสื่อความหมาย

ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

- บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่ต้นสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึงการเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วยความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือสามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ (Predication) หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎี ที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นมาช่วยในการสรุป การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลขได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือ กราฟ ทำได้ 2 แบบ คือการพยากรณ์ข้อมูลภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ กับ การพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

8.1 การพยากรณ์ทั่วไป เช่น ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎี ที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น ทำนายผลที่เกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้ ทำนายผลที่เกิดขึ้นภายนอกขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบล่วงหน้ายังไม่ทราบ หรือยังไม่มีการ ทฤษฎีมาก่อน คำตอบที่คิดล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้ อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิม

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้ ความสามารถที่แสดงว่าทักษะเกิดแล้ว คือ การกำหนดความหมายขอบเขตของคำว่าตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้ และวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผล เช่นนั้นจริงหรือไม่ ตัวแปรตาม สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วยซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนกัน มิเช่นนั้นอาจทำ

ให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. การทดลอง (Experimenting) หมายถึงกระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึงการวางแผน การทดลองก่อนการลงมือจริง เพื่อกำหนดวิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร) และอุปกรณ์/หรือสารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริงๆ

12.3 การบันทึกผลการทดลอง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่นๆ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

12.3.1 การออกแบบการทดลองโดย กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้อง และเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมและระบุอุปกรณ์หรือสารเคมีซึ่งต้องใช้ในการทดลองได้

12.3.2 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

12.3.3 บันทึกการทดลองได้อย่างคล่องแคล่วถูกต้อง

✓ 13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Intrepretting Data and Conclusion)

หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุปหมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (การตีความหมายข้อมูลที่ต้องอาศัยทักษะการคำนวณ) นอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะที่กล่าวมาแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic Science Skills) ได้แก่ทักษะที่ 1-8 และทักษะขั้นบูรณาการ (Integrate Science Process Skills) ได้แก่ ทักษะที่ 9-13 ทักษะทั้ง 13 ทักษะนั้น หากผู้สอนต้องการทราบว่า หลังจากผ่านการเรียนการสอนแล้วนักเรียนมีทักษะด้านต่าง ๆ มากน้อยเพียงใด วัดผลได้จากการสังเกต และการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ลักษณะของข้อทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2518 : 23-24) ได้กล่าวถึงลักษณะของข้อทดสอบเพื่อวัดความสามารถในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังนี้ คือ

1. สถานการณ์

1.1 สถานการณ์ที่สร้างขึ้น จะเป็นสถานการณ์สมมติ หรือนำมาจากเอกสารอื่นใดก็ตามจะต้องมีความง่ายเหมาะสมกับระดับของนักเรียน

1.2 ใช้คำพูดที่เข้าใจง่าย คำนึงเทคนิคต้องไม่นอกเหนือไปจากที่เรียนรู้มาแล้ว

1.3 ถ้าเป็นเรื่องที่มีหน่วยการวัด จะต้องระบุให้ชัดเจนว่าเป็นหน่วยใด

1.4 สถานการณ์ต้องไม่เป็นสถานการณ์ที่เป็นไปไม่ได้ จะต้องเป็นจริงสมเหตุสมผล

1.5 สถานการณ์ที่ยกมา ต้องสั้นกระชับรัด อ่านเข้าใจง่าย และแต่ละ

สถานการณ์ควรใช้สำหรับคำถามมากกว่า 1 ข้อ เพื่อให้นักเรียนไม่เสียเวลาในการอ่านมากเกินไป

2. คำถาม คำถามที่จะให้ตอบตามสถานการณ์ที่ยกมาจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

2.1 ถามในเรื่องที่ต้องการใช้ความสามารถในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่ถามในเรื่องความรู้ความจำ

2.2 ไม่ถามถึงปัญหาหรือสมมติฐานที่เคยสรุป อภิปรายมาแล้ว เพราะจะกลายเป็นความจำ ทั้งๆที่คำถามเหมือนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.3 ใช้คำถามรื้อถาม บ่งชี้ว่าจะให้คำตอบในเรื่องใด แม้ว่าบางคำถามจะมีทางออก ความคิดเห็นได้ต่างกัน แต่ต้องเป็นความเห็นเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ โดยเฉพาะ

2.4 ข้อความที่จะให้ตอบแต่ละคำถามควรเป็นตอนและเรื่อง และกำหนดคะแนนให้เหมาะสม ถ้าเป็นไปได้ควรให้คะแนนเป็น 1 ถ้าตอบถูก และให้ 0 ถ้าตอบผิด

3. การตรวจ ถ้าเป็นข้อทดสอบแบบให้ตอบสั้นๆ แม้จะตั้งคำถามที่ผู้ถามคิดว่าจำเพาะเจาะจงลงคำตอบน่าจะแน่นอน แต่ในการตรวจจะต้องดูเหตุผลของนักเรียนบางคนที่ตอบแตกต่างกันไปจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้ด้วย ถ้าเหตุผลถูกต้องก็ต้องยอมรับ

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยยึดตามคำจำกัดความและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมตามแนวของ สสวท. โดยใช้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องอาหาร

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นฤมล ยุตะคม (2522 : 57) ได้ทำการศึกษา อิทธิพลของการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้การทดลองแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทางต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ชั้น ม. 1 พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มที่สอน โดยใช้การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่สอน โดยใช้การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พนทิพย์ พิมพ์สุใส (2523 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะการสังเกต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-4 ที่เรียนตามโครงการสอนของ สสวท. ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนนอกโครงการทดลองของ สสวท. โดยใช้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 120 คน ผลปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนตามโครงการ สสวท. ได้คะแนนทักษะการสังเกตสูงกว่า นักเรียนที่เรียนนอกโครงการทดลองของ สสวท.

สุรวุฒิ สุชินโรจน์ (2523 : 76) ได้ทำการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่งเรียนด้วยการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่มีคำแนะนำปฏิบัติการ และไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการ

1. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่งเรียนด้วยการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่มีคำแนะนำปฏิบัติการและไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการ

1.1 ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียน ซึ่งปรับค่าแล้วเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยการทดสอบค่า เอฟเทส (F-test) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2 ค่าคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนเรียน คะแนนทดสอบหลังเรียนที่ปรับค่าแล้ว เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง สรุปได้ว่าผลการเรียนโดยวิธีสืบสวนทั้งแบบที่มีคำแนะนำปฏิบัติการทำให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบสวนที่ไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการสูงขึ้นมากกว่ากลุ่มที่เรียนแบบสืบสวนที่มีคำแนะนำปฏิบัติการ

นิกุล รื่นเรืองใจ (2527 : 72) ได้ศึกษาผลการสอนโดยผ่านกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ วิชาวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 90 คน ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะการสังเกต การจำแนกข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล การสื่อความหมายและลงความเห็นจากข้อมูล ไม่แตกต่างกัน แต่นักเรียนที่เรียนโดยกระบวนการกลุ่มมีความชอบในวิธีการเรียนมาก และมีแนวโน้มที่จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในด้านทักษะทั้ง 4 สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสืบสวนสอบสวน

วนา ชลประเวส (2527 : 61) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนแบบใช้เกม วิธีสอนแบบใช้ถาม กับวิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลองที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 60 คน ปรากฏผลว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปก และสเปกกับเวลาระหว่าง

กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยวิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลองส่งผลต่อการเรียนการสอนสูงกว่าวิธีสอนแบบใช้เกม

✓ ยงยุทธ สายคง (2527 : 68) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทางที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ทำกิจกรรมแบบกำหนดและไม่กำหนดแนวทาง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่เรียน โดยการทำกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการทำกิจกรรม แบบกำหนดแนวทางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิมล ลำราญวนิช (2527 : 60-61) ได้ศึกษาเปรียบเทียบสัดส่วนจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 90 คน โดยวิธีสอนแบบสืบเสาะหามีขั้นสรุปผลการทดลองแตกต่างกัน โดยที่กลุ่มที่ 1 นักเรียนสรุปผลการทดลองเอง กลุ่มที่ 2 ครูเป็นผู้สรุปผลการทดลองให้ กลุ่มที่ 3 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง ปรากฏผล ว่าสัดส่วนจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และด้านทักษะการพยากรณ์ ทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่ด้านทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยกลุ่มนักเรียนที่สรุปผลการทดลองเอง มีสัดส่วนจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์สูงกว่ากลุ่มที่ครูสรุปผลการทดลองให้

✓ ปราโมทย์ แก้วสุข (2528 : 86) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการพยากรณ์กับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ผลการทดลองพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการพยากรณ์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สุชิน วรณฉวี (2528 : 74-75) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 160 คน ที่สอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการจัดกลุ่มย่อยแบบต่าง ๆ ผลปรากฏว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของการจัดกลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยการจัดกลุ่มที่ตีคือครูเป็นผู้จัดการกลุ่มให้โดยคณะแผนก จำนวนเท่ากัน

✓ อารยา แสงไชย (2529 : 79-80) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

อุทัย นุญมาติ (2529 : 60-61) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และตามคู่มือครู สลวท. ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน ในกลุ่มทดลองนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูงและปานกลาง จะมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชาญชัย กิจสวัสดิ์ (2529 : 74) ได้ศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานในการสอนวิทยาศาสตร์ โดยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ได้ฝึกการตั้งสมมติฐานโดยใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ฝึกโดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครู ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ ที่มีการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ กับโดยการให้การ

อภิปรายตามคู่มือครูและโดยใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ กับโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

แสงศิริ ศิริมงคล (2529 : 79-80) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 80 คน ที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ทบทวนโดยครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังมีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ทบทวนความรู้พื้นฐานโดยครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปวีติ สัมครประโคน (2531 : 77) ได้ศึกษาผลการสอนสืบเสาะแบบซีกถามที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 94 คน ที่มีระดับพัฒนาการทางสติปัญญาแตกต่างกัน ปรากฏว่านักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่อเนื่องมีคะแนนเฉลี่ยหลังการเรียนในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียน ที่มีระดับสติปัญญาแบบรูปธรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่มีสติปัญญาดำเนินต่อเนื่องมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ

✓ รุ่งริวา สุขติ (2531 : 68-69) ได้ศึกษาผลการฝึกออกแบบการทดลองในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกออกแบบการทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

โอลารินอย (Olarinoy 1974 : 4146-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อการเปรียบเทียบผลการสอน 3 แบบ คือการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการแนะแนวทาง (Guide Inquiry) กับการสอนปกติ (Traditional) และการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง (Inquiry role approach) ในวิชาฟิสิกส์โดยให้กลุ่มควบคุมได้รับการสอนปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนะแนวทาง และกลุ่มที่ 2 ได้

รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเองผู้วิจัยจะดำเนินการสอนเองทั้ง

3 กลุ่ม การเรียนของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

✓ เดวิส (Davis. 1976 : 4184-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะที่ใช้
การชี้นำแนวทาง (Guided Inquiry discovery approach) กับการสอนโดยครูบอกความรู้
ตามตำรา (Expository-text approach) ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มตัวอย่างเป็น
เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาจำนวน 130 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 51 คน ซึ่งได้รับการสอนแบบ
สืบเสาะที่ใช้การชี้นำแนวทางกลุ่มควบคุม 52 คน ได้รับการสอนแบบครูบอกความรู้ตามตำรา
ผลการทดลองปรากฏว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่าง
มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ไรลีย์ (Rilley. 1975 : 5152-A) ได้ศึกษาผลการฝึกทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์แก่นักเรียนฝึกหัดครู 2 วิธี โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 และกลุ่ม
ที่ 2 เป็นกลุ่มทดลอง ส่วนกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 1 ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์โดยใช้เครื่องมือปฏิบัติการจริง ๆ ส่วนกลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์เฉพาะทฤษฎีเท่านั้น กลุ่มที่ 3 ได้รับการสอนโดยทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทั่ว ๆ ไป
หลังจากนั้นได้ให้ตอบแบบสอบถาม 4 ฉบับ เพื่อศึกษาตัวแปร 5 ชนิด คือความรู้เกี่ยวกับทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์
และเจตคติต่อการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลปรากฏว่า กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มี
ความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ดีกว่ากลุ่มที่ 3 แต่ความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม
ไม่แตกต่างกัน

ชอว์ (Shaw. 1983 : 615-622) ได้ใช้ชุดการเรียน 11 ชุด (Eleven Modules)
จาก SAPA 2 ในการศึกษาผลการใช้หลักสูตรที่เน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถ
ในการแก้ปัญหา หมายถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการได้แก่ การแปลความหมาย

ข้อมูลการกำหนดและควบคุมตัวแปร นิยามเชิงปฏิบัติการและทักษะการตั้งสมมติฐาน กลุ่มทดลองมี 2 กลุ่ม นักเรียนทั้งหมดมี 46 คน และกลุ่มควบคุมมี 2 กลุ่มมีนักเรียนทั้งหมด 37 คนซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย จากประชากรที่เป็นนักเรียนเกรด 6 ของ University Community ใน Oklahoma กลุ่มทดลองสอนโดย The Eleven SAPA 2 Modules เป็นเวลา 24 สัปดาห์ กลุ่มควบคุมสอนโดยใช้เนื้อหาเดียวกันกับกลุ่มทดลองแต่ไม่ได้เน้นทักษะในการแก้ปัญหา การวิเคราะห์ข้อมูล t-test พบว่าคะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ นักเรียนในกลุ่มทดลองมีความสามารถในด้านทักษะกำหนด และควบคุมตัวแปร ทักษะการแปลความหมายข้อมูล และนิยามเชิงปฏิบัติการดีขึ้น ยกเว้นทักษะการตั้งสมมติฐาน

สตราวิทซ์ และ มาโลน (Strawtz and Malone. 1987 : 58) ได้ศึกษาการเรียนและความคงทนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการของนักศึกษาฝึกหัดครู ประถมศึกษาที่ได้รับการสอนจากครูโดยตรง (Teacher directed Strategy) และที่ได้รับการสอนโดยการศึกษาด้วยตนเอง (Self-instructional strategy) พบว่านักศึกษาฝึกหัดครูประถมศึกษาที่ได้รับการสอนโดยการศึกษาด้วยตนเอง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการมากกว่านักศึกษาฝึกหัดครูประถมศึกษาที่ได้รับการสอนจากครูโดยตรง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนด้านความคงทนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของการสอนทั้งสองวิธีนั้น พบว่ามีความคงทนทั้งสองวิธี

งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาทั้งหมดพอจะเห็นได้ว่าการสอนแบบสืบเสาะให้ผลดีกับผลสัมฤทธิ์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะการให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมการทดลองด้วยตนเองโดยไม่กำหนดแบบหรือวิธีต่าง ๆ ให้จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้นซึ่งเป็นเหตุเป็นผลสนับสนุนการทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง ที่เกิดจากนักเรียนได้คิดออกแบบการทดลอง นอกจากนั้นยังมีวิจัยที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันซึ่งมีดังต่อไปนี้

รุจิ โรจนประศาสน์ (2523 : 47-48) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 640 คน โดยใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยปรากฏว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันทางบวก และกลุ่มนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำ

ผกามาศ วรานุสันติ (2524 : 47-48) ได้ทำการศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ได้ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โปรแกรมวิทยาศาสตร์โรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพฯ จำนวน 342 คน ปรากฏผลว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กมล หลีกภัย (2525) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา เขต 1 ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เสงี่ยม วิไลนุวัฒน์ (2527 : 73-78) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดนครศรีอยุธยา จำนวน 456 คน ปรากฏผลดังนี้ คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากวิจัยความสัมพันธ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ จะเห็นได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และจากการสังเคราะห์งานวิทยาศาสตร์ มหามันเทศที่เกี่ยวกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ปีที่ 18-29 พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับองค์ประกอบด้าน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวก ดังนั้นการเรียนการสอน ผู้สอนควรพยายามปรับปรุงวิธีสอนและเทคนิคต่าง ๆ เพื่อเสริมสร้างให้นักเรียนพัฒนาทักษะกระบวนการ ให้ดีขึ้น อันจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งการปรับปรุงวิธีสอนแบบสืบเสาะ ของผู้วิจัยโดยการให้นักเรียนคิดออกแบบทดลองด้วยตนเอง และได้ปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง อย่างแท้จริง ควรจะมีแนวโน้มที่ให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นและส่งผล ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นด้วย

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำของนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความเข้าใจ ของนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการนำไป ใช้ของนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

6. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการวัดของนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

7. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

8. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

9. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปรของนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

10. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการทดลองของนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

11. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปของนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

12. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

13. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

14. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ทำการทดลองไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับนาฏศิลป์ชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยนาฏศิลป์

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนนาฏศิลป์ชั้นต้นปีที่ 2 (มัธยมศึกษาปีที่ 2) วิทยาลัยนาฏศิลป์อ่างทอง อ.เมือง จ.อ่างทอง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 จำนวน 57 คน ซึ่งได้จากการจับสลากเลือกห้องเรียน โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 29 คน และกลุ่มทดลอง 28 คน

วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มอย่างง่าย โดยการจับสลากเลือกห้องเรียนจาก 3 ห้องเรียน เลือกมา 2 ห้องเรียน
2. นำนักเรียนทั้งสองห้องที่สุ่มมาได้ จับสลากแยกเป็น กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ (ว.203) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ฉบับปรับปรุงปีการศึกษา 2531 เรื่องอาหาร ซึ่งมีหัวข้อย่อย ดังนี้

1. การทดสอบอาหาร
2. สารอาหารที่ให้พลังงาน
3. สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน
4. ธาตุที่เป็นส่วนประกอบของอาหาร
5. การกินอาหารให้ถูกสัดส่วน
6. โโทษของการขาดสารอาหาร
7. ผลงานจากสารอาหารกับกิจกรรมต่างๆ
8. สิ่งที่เป็นพิษในอาหาร

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มใช้เวลาในการทดลอง 15 คาบ คาบละ 50 นาที โดยทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วยสิ่งต่อไปนี้

1. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องอาหาร
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การสร้างแผนการสอน

ผู้วิจัยสร้างแผนการสอนโดยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นวิชาวิทยาศาสตร์ และขอข้อแนะเนื้อหาวิชาจากแผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เขตการศึกษา 6 แบบเรียน และคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอน

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. ศึกษาการสอนแบบสืบเสาะของ สสวท. จากคู่มือครู แบบเรียนเพื่อนำมาสร้างแผนการสอนที่ทำการทดลองแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง
3. สร้างแผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง และกำหนดแนวทาง โดยใช้เนื้อหาเดียวกันอย่างละ 11 แผน
4. นำแผนการสอนให้ผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นผู้ประสบการณ์ ในการสอนวิทยาศาสตร์พิจารณาให้ข้อคิดเห็น แล้วจึงมาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมยิ่งขึ้น
5. นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนนาฏศิลป์ชั้นปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วจึงนำมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหนึ่ง จนเป็นแผนที่สมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับ หลักการวัดผล วิธีสร้างแบบทดสอบ การวิเคราะห์ข้อสอบ และการเขียนข้อสอบ
2. วิเคราะห์เนื้อหาเรื่องอาหาร เกี่ยวกับพฤติกรรมด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ร่วมกับครูที่มีประสบการณ์การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา 5 ท่าน ดังนี้

2.1 อาจารย์ธรรมบุญ ศรีจำนงค์	วิทยาลัยนาฏศิลป์อ่างทอง
2.2 อาจารย์वासนา กลัดแก้ว	โรงเรียนอ่างทองปัทมโรจน์วิทยาคม
2.3 อาจารย์สุวรรณา ทรัพย์บำรุง	โรงเรียนโนนศิลาทองจินดาพนี
2.4 อาจารย์อุไรวรรณ เล้าสุขสุวรรณ	โรงเรียนสตรีอ่างทอง
2.5 อาจารย์สุรางค์ เครือเมฆ	โรงเรียนจำปาหล่อวิทยาคม

3. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องอาหาร แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 99 ข้อ โดยสร้างให้ตรงตามพฤติกรรมแต่ละประเภทตามตารางวิเคราะห์

4. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญการสอนวิทยาศาสตร์ตรวจสอบ เพื่อแก้ไขข้อบกพร่อง

5. นำแบบทดสอบที่ได้รับการตรวจแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสตรีอ่างทอง อ.เมือง จ.อ่างทอง ซึ่งผ่านการเรียนเรื่องอาหารมาแล้ว

6. นำแบบทดสอบมาวิเคราะห์ความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์อย่างง่าย

7. คัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่าย (p) ระหว่าง .20-.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไปจำนวน 40 ข้อ เพื่อเอาไปทดลองใช้จริง

8. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละด้าน โดยคำนวณจากสูตร KR-20 ของคุลเลอร์ ริชาร์ดสัน (ล้วน สาธศ. 2524 : 169) โดยได้ค่าความเชื่อมั่นดังต่อไปนี้

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ได้ค่าความเชื่อมั่น .59

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านความเข้าใจ ได้ค่าความเชื่อมั่น .64

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการนำไปใช้ ได้ค่าความเชื่อมั่น .56

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้ค่าความเชื่อมั่น .69

9. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับจากสูตร β_K ของ Raju. (บุญเชิด ภิญโญนนทนงษ์. 2355 : 30) ได้ค่าความเชื่อมั่น .76

10. หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับหลังการทดลองแล้ว จากสูตร B_u ของ Reju. (บุญเจ็ด วิทยุโณนันทพงษ์, 2533 : 30) ได้ค่าความเชื่อมั่น .76

การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. วิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากเนื้อหาเรื่องอาหาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ปรากฏว่ามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ 6 ทักษะ คือ ทักษะการวัด ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
3. ศึกษาความหมาย ขอบเขต และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 6 ทักษะ จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและคู่มือครูหน่วยการเรียนรู้การสอน
4. สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก ทักษะละ 15 ข้อ รวม 90 ข้อ
5. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ ตรวจสอบแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข
6. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนอ่างทองพิทยโรจน์วิทยาคม อ.เมือง จ.อ่างทอง
7. นำแบบทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์อย่างง่าย

8. คัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่าย (p) ระหว่าง .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไปที่ทะยกละ 8 ข้อ เพื่อนำไปใช้

9. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ แต่ละด้านโดยคำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเลอร์ ริชาร์ดสัน (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2524 : 169) ได้ค่าความเชื่อมั่นดังนี้

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการวัด ได้ค่าความเชื่อมั่น .55

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการจัดกระทำ และ สื่อความหมายข้อมูล ได้ค่าความเชื่อมั่น .54

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการกำหนดนิยาม เชิงปฏิบัติการ ได้ค่าความเชื่อมั่น .54

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการกำหนดและควบคุม ตัวแปร ได้ค่าความเชื่อมั่น .66

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการทดลอง ได้ค่าความเชื่อมั่น .70

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป ได้ค่าความเชื่อมั่น .74

10. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยคำนวณจากสูตร B_x ของ Raju. (บุญเชิด วิทยุโธอันตพงษ์. 2533 : 30) ได้ค่าความเชื่อมั่น .63

11. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ หลังการทดลองจากสูตร B ของ Raju. (บุญเชิด วิทยุโธอันตพงษ์. 2533 : 30) ได้ค่าความเชื่อมั่น .65

การดำเนินการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงทดลอง ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ

Nonrandomized control group pretest posttest design (พวงรัตน์ ทวีรัตน์.

2531 : 70-71) การดำเนินการทดลองมีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนนาฏศิลป์ชั้นต้นปีที่ 2 วิทยาลัยนาฏศิลป์อ่างทอง จำนวน 57 คน ได้มาโดยการสุ่ม และสุ่มเข้ากลุ่มทดลอง 28 คน กลุ่มควบคุม 29 คน
2. ทดสอบก่อนสอน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
3. ทดลองสอนตามแผนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นเวลา 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 ครั้ง โดยผู้วิจัยสอนเองทั้งสองกลุ่ม
 - กลุ่มควบคุมสอนแบบสืบเสาะโดยทำการทดลองแบบกำหนดแนวทาง
 - กลุ่มทดลองสอนแบบสืบเสาะโดยทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง
4. เมื่อสิ้นสุดการสอนแล้วจึงนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับเดิม มาทดสอบกับเรียนทั้งสองกลุ่ม แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance)
2. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ละด้านระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองแต่ละด้าน โดยการวิเคราะห์ ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ คำนวณเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS[®] (Statistical Package for the Social Version 10)

2. หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการวิเคราะห์อย่างง่าย

3. หาค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ละด้านโดยใช้สูตร KR-20 ซึ่งวิเคราะห์โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS[®] (Statistical Package for the Social Version 10)

4. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งฉบับโดยใช้สูตร B ของ Raju. (บุญเชิด วิทยุโณนันทพงษ์. 2533 : 30)

$$B_k = \left(\frac{s^2_x s^2_{xk}}{s^2_x} \right) \left(\frac{1}{1 - \sum \lambda^2_k} \right)$$

5. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน โดยการวิเคราะห์ ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS[®] (Statistical Package for the Social Version 10)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เข้าใจตรงกันในการเสนอข้อมูลและการแปลความหมายผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ดังนี้

SS' แทน ผลรวมกำลังสองของการปรับคะแนนจากตัวแปรร่วม

df แทน ชั้นความเป็นอิสระที่ปรับค่าพื้นฐานแล้ว

MS' แทน คะแนนความแปรปรวนที่ปรับค่าพื้นฐานแล้ว

F แทน อัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนที่ปรับแล้วระหว่างกลุ่มกับคะแนนความแปรปรวน
ที่ปรับแล้วภายในกลุ่ม

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

K แทน จำนวนคะแนนเต็มในแบบทดสอบ

$\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

กลุ่มทดลอง หมายถึง นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่สอนโดยทำการทดลองแบบไม่กำหนด

แนวทาง

กลุ่มควบคุม หมายถึง นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่สอนโดยทำการทดลองแบบกำหนดแนวทาง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้เสนอการวิเคราะห์ข้อมูล ตามลำดับดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 คคะแนนเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ซึ่งได้จากการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง การวิเคราะห์ครั้งนี้ได้คำนวณคะแนนเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แยกเป็นด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้จากการทดสอบก่อนและหลังการทดลองโดยจำแนก ตามวิธีสอนดังปรากฏในตาราง 2 และตาราง 3

ตาราง 2 คะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ รวมผลสัมฤทธิ์ทุกด้าน ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ค่าสถิติพื้นฐาน กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนการทดลอง									
	ความรู้ความจำ		ความเข้าใจ		การนำไปใช้		ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์		ผลสัมฤทธิ์รวมทุกด้าน	
	K = 9		K = 10		K = 11		K = 10		K = 40	
	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S
กลุ่มควบคุม (N=29)	2.76	1.50	2.03	1.30	5.03	1.38	3.14	1.75	12.97	3.42
กลุ่มทดลอง (N=28)	2.75	1.32	2.86	1.40	4.55	1.79	2.75	1.60	12.89	3.62

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 2 ปรากฏว่าก่อนการทดลอง นักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ใกล้เคียงกัน คือ 12.97 คะแนน และ 12.89 คะแนน ซึ่งคิดเป็น 32.42 % และ 32.23 % ตามลำดับ เมื่อแยกพิจารณาแต่ละด้านปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้ความจำได้ค่าใกล้เคียงกัน ด้านความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันเล็กน้อย ถ้าพิจารณาในด้านการกระจายของคะแนน ระหว่างกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองแล้วปรากฏว่ากลุ่มควบคุมมีการกระจายของคะแนนด้านความรู้ ความจำ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากกว่ากลุ่มทดลองเล็กน้อย ส่วนด้านความเข้าใจและการนำไปใช้ มีการกระจายของคะแนนน้อยกว่ากลุ่มทดลองเล็กน้อย

ตาราง 3 ค่ะแนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และรวมผลสัมฤทธิ์ ทุกด้านหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ค่าสถิติพื้นฐาน กลุ่มตัวอย่าง	หลังการทดลอง									
	ความรู้ความจำ		ความเข้าใจ		การนำไปใช้		ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์		ผลสัมฤทธิ์รวมทุกด้าน	
	K = 9		K = 10		K = 11		K = 10		K = 40	
	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S
กลุ่มควบคุม (N=29)	3.83	2.17	4.66	1.72	5.59	1.96	4.28	2.22	18.34	5.61
กลุ่มทดลอง (N=28)	4.93	2.04	5.39	1.81	5.89	1.69	5.21	1.42	21.43	5.38

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 3 ปรากฏว่าหลังการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่า กลุ่มควบคุม คือ ได้คะแนนเฉลี่ย 21.43 คะแนน และ 18.34 คะแนน ซึ่งคิดเป็น 53.58 % และ 45.85 % ตามลำดับ เมื่อแยกพิจารณาแต่ละด้านพบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุมทุกด้าน ถ้าพิจารณาในด้านการกระจายของคะแนนระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง แล้วปรากฏว่า กลุ่มควบคุมมีการกระจายของคะแนนด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากกว่ากลุ่มทดลองเล็กน้อย ส่วนด้านความเข้าใจมีการกระจายของคะแนนน้อยกว่ากลุ่มทดลองเล็กน้อย

1.2 คะแนนเฉลี่ยปรับแก้ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ซึ่งได้จากการลบหลังเรียน

การวิเคราะห์ครั้งนี้ ได้นำคะแนนเฉลี่ยที่ไม่ได้ปรับแก้ และที่ปรับแก้ ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้จากการทดสอบหลังเรียน โดยแยกเป็น 4 ด้านคือ ด้านความรู้ความจำ ด้านความ

เข้าใจ การนำไปใช้ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยจำแนกตามวิธีสอน ดังปรากฏในตาราง 4

ตาราง 4 มคะแนนเฉลี่ยที่ยังไม่ได้ปรับแก้ และปรับแก้ ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ
กลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง ซึ่งได้จากการทดสอบหลังการทดลอง

ค่าสถิติพื้นฐาน กลุ่มตัวอย่าง	หลังการทดลอง									
	ความรู้ความจำ		ความเข้าใจ		การนำไปใช้		ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์		ผลสัมฤทธิ์รวมทุกด้าน	
	K = 9		K = 10		K = 11		K = 10		K = 40	
	คะแนนเฉลี่ยที่ยังไม่ได้ปรับแก้	คะแนนเฉลี่ยที่ปรับแก้	คะแนนเฉลี่ยที่ยังไม่ได้ปรับแก้	คะแนนเฉลี่ยที่ปรับแก้	คะแนนเฉลี่ยที่ยังไม่ได้ปรับแก้	คะแนนเฉลี่ยที่ปรับแก้	คะแนนเฉลี่ยที่ยังไม่ได้ปรับแก้	คะแนนเฉลี่ยที่ปรับแก้	คะแนนเฉลี่ยที่ยังไม่ได้ปรับแก้	คะแนนเฉลี่ยที่ปรับแก้
กลุ่มควบคุม (N=29)	3.828	3.828	4.658	4.788	5.587	5.517	4.277	4.187	12.920	13.48
กลุ่มทดลอง (N=28)	4.928	4.928	5.398	5.248	5.897	5.957	5.217	5.307	12.890	12.56

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 4 ปรากฏว่าหลังการทดลองนักเรียนในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ยังไม่ได้ปรับแก้ และที่ปรับแก้แล้วประมาณ 12.96 คะแนน คิดเป็น 32.40 % เมื่อแยกพิจารณาแต่ละด้านปรากฏว่า ด้านความรู้ความจำ มีคะแนนเฉลี่ยที่ยังไม่ได้ปรับแก้และปรับแก้ แล้วหลังการทดลองประมาณ 4.38 คะแนน ซึ่งคิดเป็น 48.67 % ด้านความเข้าใจ มีคะแนนเฉลี่ยที่ยังไม่ได้ปรับแก้ และปรับแก้แล้วประมาณ 5.02 คะแนน ซึ่งคิดเป็น 50.20 % ด้านการนำไปใช้ มีคะแนนเฉลี่ยที่ยังไม่ได้ปรับแก้และปรับแก้แล้วประมาณ 5.74 คะแนน ซึ่งคิดเป็น 52.18 % ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยที่ยังไม่ได้ปรับแก้และปรับแก้แล้วประมาณ 4.75 คะแนน ซึ่งคิดเป็น 47.50 %

1.3 คะแนนเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองซึ่งได้จากการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง

การวิเคราะห์ครั้งนี้ได้คำนวณคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์แยกเป็นด้าน ๆ ดังนี้

ด้านการวัดการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ซึ่งรวมเป็นทักษะขั้นพื้นฐาน ซึ่งได้
จากการทดสอบก่อนและหลังการทดลองโดยจำแนกตามวิธีสอน ดังปรากฏในตาราง 5,6

ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และ
การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ซึ่งได้จากการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง โดยจำแนก
ตามวิธีสอนดังปรากฏในตาราง 7,8

รวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทุกด้าน ซึ่งได้จากการทดสอบก่อน และหลัง
การทดลองโดยจำแนกตามวิธีสอน ดังปรากฏในตาราง 9

ตาราง 5 คยแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคยแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ด้านการวัด จัดกระทำและสื่อความหมายต่อข้อมูล รวมเป็นทักษะขั้นพื้นฐาน ก่อนการทดลอง ระหว่าง
กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ค่าสถิติพื้นฐาน กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนการทดลอง					
	การวัด		การจัดกระทำและสื่อ ความหมายต่อข้อมูล		รวมทักษะขั้น พื้นฐาน	
	K = 8		K = 8		K = 16	
	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S
กลุ่มควบคุม (N=29)	3.59	1.48	3.86	1.83	7.45	2.60
กลุ่มทดลอง (N=28)	3.18	1.06	3.54	1.45	6.71	2.05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 5 ปรากฏว่าก่อนการทดลองนักเรียนกลุ่มควบคุมมี
คยแนนเฉลี่ยของทักษะขั้นพื้นฐาน สูงกว่ากลุ่มทดลองคือ ได้คยแนนเฉลี่ย 7.45 คยแนนและ 6.71
คยแนน ซึ่งคิดเป็น 46.56 % และ 41.94 % ตามลำดับ เมื่อแยกพิจารณาแต่ละด้านปรากฏว่า
กลุ่มควบคุมมีคยแนนเฉลี่ยทักษะด้านการวัด และทักษะด้านการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
สูงกว่ากลุ่มทดลอง ถ้าพิจารณาในด้านการกระจายของคยแนนระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง
แล้วปรากฏว่ากลุ่มควบคุมมีการกระจายของคยแนนทักษะขั้นพื้นฐานมากกว่ากลุ่มทดลองทุกด้าน

ตาราง 6 คชแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคชแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการวัด การจัดการกระทำและสื่อความหมายข้อมูล รวมเป็นทักษะขั้นพื้นฐาน หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ค่าสถิติพื้นฐาน กลุ่มตัวอย่าง	หลังการทดลอง					
	การวัด		การจัดการกระทำและสื่อความหมายต่อข้อมูล		รวมทักษะขั้นพื้นฐาน	
	K = 8		K = 8		K = 16	
	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S
กลุ่มควบคุม (N=29)	3.79	1.21	4.14	8.10	8.10	1.92
กลุ่มทดลอง (N=28)	4.54	1.28	4.75	2.29	9.29	2.17

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 6 ปรากฏว่าหลังการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองมีคชแนนเฉลี่ยของทักษะขั้นพื้นฐาน สูงกว่ากลุ่มควบคุม คือ ได้คชแนนเฉลี่ย 9.29 คชแนน และ 8.10 คชแนนซึ่งคิดเป็น 58.06 % และ 50.63 % ตามลำดับ เมื่อแยกพิจารณาทักษะแต่ละด้าน ปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีคชแนนเฉลี่ย ด้านการวัด และด้านการจัดการกระทำและสื่อความหมายข้อมูลสูงกว่ากลุ่มควบคุม ถ้าพิจารณาในด้านการกระจายของคชแนนระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง แล้วปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีการกระจายของคชแนนมากกว่ากลุ่มควบคุมเล็กน้อยทุกด้าน

ตาราง 7 คะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมาย ข้อมูลและลงข้อสรุป และรวมทักษะขั้นบูรณาการ ก่อนการทดลองของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ค่าสถิติพื้นฐาน กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนการทดลอง									
	กำหนดนิยาม เชิงปฏิบัติการ		กำหนดและ ควบคุมตัว แปร		การ ทดลอง		ตีความหมาย ข้อมูลและลง ข้อสรุป		รวมทักษะขั้น บูรณาการ	
	K= 8		K= 8		K= 8		K= 8		K=32	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
กลุ่มควบคุม (N= 29)	2.45	1.09	3.62	1.80	3.69	1.34	3.45	1.45	12.86	3.82
กลุ่มทดลอง (N= 28)	2.68	1.22	3.25	1.38	2.89	1.52	3.25	1.46	12.07	3.50

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 7 ปรากฏว่าก่อนการทดลองกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทักษะขั้นบูรณาการสูงกว่ากลุ่มทดลอง คือ ได้คะแนนเฉลี่ย 12.86 คะแนน และ 12.07 คะแนน ซึ่งคิดเป็น 40.19 % และ 37.72 % ตามลำดับ เมื่อแยกพิจารณาทักษะแต่ละด้าน ปรากฏว่ากลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ย ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร และทักษะด้านการทดลอง ด้านการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป สูงกว่ากลุ่มทดลอง ส่วนด้านการนิยามเชิงปฏิบัติการ

ต่ำกว่ากลุ่มทดลอง ถ้าพิจารณาในด้านการกระจายของคะแนนแล้ว ปรากฏว่ากลุ่มควบคุมมีการกระจายของคะแนน ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปรมากกว่ากลุ่มทดลอง และกลุ่มทดลองมีการกระจายของคะแนน ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ด้านการทดลอง มากกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนทักษะด้านการตีความข้อมูลและลงข้อสรุปมีการกระจายของคะแนนใกล้เคียงกัน

ตาราง 8 คะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทักษะกระบวนการของวิทยาศาสตร์ ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความข้อมูลและลงข้อสรุป และรวมทักษะขั้นบูรณาการ หลังการทดลอง ของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ค่าสถิติพื้นฐาน กลุ่มตัวอย่าง	หลังการทดลอง									
	กำหนดนิยาม เชิงปฏิบัติ การ		กำหนดและ ควบคุมตัว แปร		การ ทดลอง		ตีความหมาย ข้อมูลและลง ข้อสรุป		รวมทักษะขั้น บูรณาการ	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
กลุ่มควบคุม (N= 29)	4.48	1.79	3.84	1.71	3.62	2.04	4.03	1.43	16.03	5.02
กลุ่มทดลอง (N= 28)	4.75	1.84	4.39	1.57	4.36	1.37	4.18	1.49	17.79	4.25

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 8 ปรากฏว่าหลังการทดลองนักเรียนในกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยขั้นบูรณาการสูงกว่ากลุ่มควบคุม คือได้คะแนนเฉลี่ย 17.79 คะแนน และ 16.03 คะแนนซึ่งเป็น 55.59% และ 50.09% ตามลำดับ เมื่อแยกพิจารณาทักษะแต่ละด้าน ปรากฏว่า

กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยด้านการนิยามเชิงปฏิบัติการ ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร ด้านการทดลอง ด้านการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปสูงกว่ากลุ่มควบคุม ถ้าพิจารณาในด้านการกระจายของคะแนนระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ปรากฏว่ากลุ่มควบคุมมีการกระจายของคะแนนด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร ด้านการทดลอง มากกว่ากลุ่มทดลอง ส่วนด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และด้านการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป มีการกระจายของคะแนนใกล้เคียงกัน

ตาราง 9 คะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทุกด้าน ก่อน และหลังการทดลอง

ค่าสถิติพื้นฐาน กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์		ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	
	K = 48		K = 48	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
กลุ่มควบคุม (N = 29)	20.66	5.20	24.07	5.90
กลุ่มทดลอง (N = 28)	18.79	4.22	26.96	5.34

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 9 ปรากฏว่าก่อนการทดลองคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์รวมทุกด้าน ของกลุ่มควบคุมสูงกว่ากลุ่มทดลอง คือได้คะแนนเฉลี่ย 20.66 คะแนน และ 18.79 คะแนน ซึ่งคิดเป็น 43.04 % และ 39.15 % ถ้าพิจารณา

ในด้านการกระจายของคะแนนระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองแล้วปรากฏว่ากลุ่มควบคุมมีการกระจายของคะแนนมากกว่ากลุ่มของทดลอง ส่วนคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลอง ปรากฏว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุม คือได้ คะแนน 26.96 คะแนนและ 24.07 คะแนน ซึ่งคิดเป็น 56.71 % และ 50.15 % ด้านการกระจายของคะแนนปรากฏว่าหลังการทดลองกลุ่มควบคุมมีการกระจายของคะแนนมากกว่ากลุ่มทดลอง

1.4 คะแนนเฉลี่ยปรับแก้ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ซึ่งได้จากการทดสอบหลังเรียน

การวิเคราะห์ครั้งนี้ ได้คำนวณคะแนนเฉลี่ยที่ไม่ได้ปรับแก้ และปรับแก้ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้จากการทดสอบหลังเรียน โดยแยกเป็น 6 ด้าน คือ ทักษะการวัด การจัดการกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุม ตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป โดยจำแนกตามวิธีสอนดังปรากฏ ในตาราง 10, 11, 12

ตาราง 10 คະแนนเฉลี่ยที่ยังไม่ได้ปรับแก้ และปรับแก้ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นพื้นฐาน โดยแยกเป็นด้านการวัด และการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ของกลุ่มควบคุม
และกลุ่มทดลอง ซึ่งได้จากการทดสอบหลังการทดลอง

ค่าสถิติพื้นฐาน กลุ่มตัวอย่าง	ทักษะการวัด		ทักษะการจัดกระทำและ สื่อความหมายข้อมูล		ทักษะขั้นพื้นฐาน	
	K = 8		K = 8		K = 16	
	คະแนน เฉลี่ยไม่ ได้ปรับแก้	คະแนน เฉลี่ย ปรับแก้	คະแนน เฉลี่ยไม่ ได้ปรับแก้	คະแนน เฉลี่ยปรับ แก้	คະแนน เฉลี่ยไม่ ได้ปรับแก้	คະแนน เฉลี่ยปรับ แก้
กลุ่มควบคุม (N=29)	3.966	3.896	4.139	4.099	8.104	7.974
กลุ่มทดลอง (N=29)	4.536	4.606	4.749	4.289	9.284	9.414

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 10 ปรากฏว่านักเรียนในกลุ่มทดลอง และกลุ่ม
ควบคุมมีคະแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานที่ยังไม่ได้ปรับแก้ และที่ปรับแก้แล้ว หลังการ
ทดลองประมาณ 8.70 คະแนน ซึ่งคิดเป็น 54.37 % เมื่อแยกพิจารณาแต่ละด้านปรากฏว่า ด้าน
ทักษะการวัดมีคະแนนเฉลี่ยที่ยังไม่ได้ปรับแก้และที่ปรับแก้แล้ว หลังการทดลองประมาณ 4.25
คະแนน ซึ่งคิดเป็น 53.13 % ด้านการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล มีคະแนนเฉลี่ยที่ยัง
ไม่ได้ปรับแก้ และปรับแก้แล้วประมาณ 4.45 คະแนน ซึ่งคิดเป็น 55.56 %

ตาราง 11 คະแนนเฉลี่ยที่ไม่ได้ปรับแก้ และปรับแก้ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ โดยแยกเป็นด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ซึ่งได้จากการทดสอบ หลังการทดลอง

สถิติพื้นฐาน กลุ่มตัวอย่าง	การกำหนด นิยามเชิง ปฏิบัติการ		การกำหนด และควบคุม ตัวแปร		การ ทดลอง		การตีความ หมายข้อมูล และลงข้อสรุป		รวมทักษะ บูรณาการ	
	K = 8		K = 8		K = 8		K = 8		K = 32	
	คະแนน เฉลี่ย ไม่ได้ ปรับแก้	คະแนน เฉลี่ย ปรับแก้	คະแนน เฉลี่ย ไม่ได้ ปรับแก้	คະแนน เฉลี่ย ปรับแก้	คະแนน เฉลี่ย ไม่ได้ ปรับแก้	คະแนน เฉลี่ย ปรับแก้	คະแนน เฉลี่ย ไม่ได้ ปรับแก้	คະแนน เฉลี่ย ปรับแก้	คະแนน เฉลี่ย ไม่ได้ ปรับแก้	คະแนน เฉลี่ย ปรับแก้
กลุ่มควบคุม(N=29)	4.484	4.554	3.825	3.755	3.622	3.392	4.035	3.905	16.10	15.82
กลุ่มทดลอง(N=28)	4.754	4.694	4.395	4.465	4.352	4.592	4.175	4.215	17.29	18.08

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 11 ปรากฏว่านักเรียนในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม มีคະแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการที่ยังไม่ได้ปรับแก้ และที่ปรับแก้แล้ว หลังการทดลอง ประมาณ 16.95 คະแนน ซึ่งคิดเป็น 52.97 % เมื่อแยกพิจารณาแต่ละด้านปรากฏว่าด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ มีคະแนนเฉลี่ยที่ยังไม่ได้ปรับแก้และที่ปรับแก้แล้ว ประมาณ 4.62 คະแนน ซึ่งคิดเป็น 57.75 % ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปรมีคະแนนเฉลี่ยที่ยังไม่ได้ปรับแก้และที่ปรับแก้แล้วประมาณ 4.11 คະแนน ซึ่งคิดเป็น 51.38 % ด้านการทดลอง มีคະแนนเฉลี่ยที่ยังไม่ได้ปรับแก้และที่ปรับแก้แล้วประมาณ 3.99 คະแนน ซึ่งคิดเป็น 49.88 % ด้านการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป มีคະแนนเฉลี่ยที่ยังไม่ได้ปรับแก้และที่ปรับแก้แล้วประมาณ 4.08 คະแนน ซึ่งคิดเป็น 51.00 %

ตาราง 12 คะแนนเฉลี่ยที่ไม่ได้ปรับแก้และที่ปรับแก้ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
รวม 6 ด้าน ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองซึ่งได้จากการทดสอบหลังการทดลอง

ค่าสถิติพื้นฐาน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวม 6 ด้าน	
	คะแนนเฉลี่ยไม่ได้ปรับแก้ (K = 48)	คะแนนเฉลี่ยปรับแก้ (K = 48)
กลุ่มตัวอย่าง		
กลุ่มควบคุม (N = 29)	20.657	21.437
กลุ่มทดลอง (N = 28)	18.787	17.977

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 12 ปรากฏว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ยังไม่ได้ปรับแก้และที่ปรับแก้แล้วหลังการทดลองประมาณ 18.46 คะแนน ซึ่งคิดเป็น 38.46 %

2. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

2.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน

กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หลังจากสิ้นสุดการทดลองแล้ว โดยแยกเป็น 4 ด้านคือ ด้านความรู้ ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และรวมทุกด้าน มาวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม โดยใช้การวิเคราะห์ ANCOVA โดยใช้คะแนนทดสอบก่อนการทดลองเป็นตัวแปรร่วม ดังปรากฏในตาราง 13, 14, 15, 16 และ 17

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ หลังจากสิ้นสุดการทดลอง ของนักเรียนกลุ่มควบคุม
และกลุ่มทดลอง

แหล่งของความแปรปรวน	SS'	df	MS'	F	P
ตัวแปรร่วม	28.525	1	28.525	7.153	.010
ระหว่างกลุ่ม	17.406	1	17.406	4.365	.041
ภายในกลุ่ม	215.333	54	3.988		
รวม	261.263	56	4.665		

$$F_{.05} (1, 54) = 4.02$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 13 ปรากฏดังต่อไปนี้

1. การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรร่วมกับตัวแปรตาม ได้ค่า F เท่ากับ 7.153 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .010 แสดงว่าตัวแปรร่วมกับตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กันตามข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้ ANCOVA

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองเมื่อปรับแก้คะแนนทดสอบก่อนการทดลองแล้วได้ค่า F เท่ากับ 4.365 มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .041 แสดงว่าวิธีสอนสองวิธีให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความจำแตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 เมื่อพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยปรับแก้ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านความรู้ความจำ แล้วปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยปรับแก้ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ความจำของกลุ่มทดลองเท่ากับ 4.93 คะแนน กลุ่มควบคุมเท่ากับ 3.83 คะแนน

ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ด้านความเข้าใจ หลังสิ้นสุดการทดลอง ของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

แหล่งของความแปรปรวน	SS'	df	MS'	F	P
ตัวแปรร่วม	16.463	1	16.463	5.564	.022
ระหว่างกลุ่ม	2.747	1	2.747	.929	.340
ภายในกลุ่ม	159.772	54	2.959		
รวม	178.982	56	3.196		

$$F_{.05} (1, 54) = 4.02$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 14 ปรากฏดังต่อไปนี้

1. การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรร่วมกับตัวแปรตาม ได้ค่า F เท่ากับ 5.564 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .022 แสดงว่าตัวแปรร่วมกับตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กัน ตามข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้ ANCOVA

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความความเข้าใจของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองเมื่อปรับแก้คะแนนทดสอบก่อนการทดลองแล้ว ได้ค่า F เท่ากับ .929 มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .340 แสดงว่าวิธีสอนสองวิธีให้ผลของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2 ที่ตั้งขึ้น เมื่อพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยปรับแก้ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความเข้าใจแล้ว ปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยปรับแก้ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความเข้าใจของกลุ่มทดลองเท่ากับ 5.25 คะแนน ของกลุ่มควบคุมเท่ากับ 4.79 คะแนน

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ด้านการนำไปใช้ หลังสิ้นสุดการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

แหล่งของความแปรปรวน	SS'	df	MS'	F	P
ตัวแปรร่วม	8.461	1	8.461	26.270	.000
ระหว่างกลุ่ม	2.673	1	2.747	.830	.366
ภายในกลุ่ม	173.053	54	2.959		
รวม	185.053	56	3.305		

$$F_{.05} (1, 54) = 4.02$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 15 ปรากฏดังต่อไปนี้

1. ผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรร่วมกับตัวแปรตามได้ค่า F เท่ากับ 26.270 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .000 แสดงว่าตัวแปรร่วมกับตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กัน ตามข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้ ANCOVA

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการนำไปใช้ของนักเรียนกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง เมื่อปรับแก้คะแนนทดสอบก่อนการทดลองแล้ว ได้ค่า F เท่ากับ .830 มีค่า นัยสำคัญทางสถิติที่ .366 แสดงว่าวิธีสอนสองวิธี ให้ผลของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ด้านการนำไปใช้ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นตามสมมติฐานข้อ 3 ที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณาจาก คะแนนเฉลี่ยปรับแก้ของผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านการนำไปใช้แล้ว ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยปรับแก้ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านการนำไปใช้ของกลุ่มทดลองเท่ากับ 5.96 คะแนน กลุ่มควบคุมเท่ากับ 5.52 คะแนน

ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังสิ้นสุดการทดลอง ระหว่างกลุ่ม
ควบคุมและกลุ่มทดลอง

แหล่งของความแปรปรวน	SS'	df	MS'	F	P
ตัวแปรร่วม	31.430	1	31.431	10.896	.002
ระหว่างกลุ่ม	17.862	1	17.772	8.193	.016
ภายในกลุ่ม	155.761	54	2.884		
รวม	205.053	56	3.662		

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

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 16 ปรากฏดังต่อไปนี้

1. การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรร่วมกับตัวแปรตามได้ค่า F เท่ากับ 10.896 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .002 แสดงว่าตัวแปรร่วมกับตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กัน ตามข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้ ANCOVA

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง เมื่อปรับแก้คะแนนทดสอบก่อนการทดลองแล้วได้ค่า F เท่ากับ 8.193 มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .016 แสดงว่าการสอนสองวิธีให้ผลของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ 4 ที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยปรับแก้ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ปรากฏว่า ได้ค่าเฉลี่ยปรับแก้

ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลอง
เท่ากับ 5.31 คะแนน กลุ่มควบคุมเท่ากับ 4.19 คะแนน

ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์รวม 4 ด้าน หลังสิ้นสุดการทดลอง ระหว่างควบคุมและกลุ่มทดลอง

แหล่งของความแปรปรวน	SS'	df	MS'	F	P
ตัวแปรร่วม	173.982	1	173.982	19.121	.000
ระหว่างกลุ่ม	16.397	1	16.397	1.802	.185
ภายในกลุ่ม	491.340	54	9.099		
รวม	681.719	56	12.174		

$$F_{.05} (1, 54) = 4.02$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 17 ปรากฏดังต่อไปนี้

1. การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรร่วมกับตัวแปรตามได้ค่า F เท่ากับ 19.121 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .000 แสดงว่าตัวแปรร่วมกับตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กัน ตามข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้ ANCOVA

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ รวม 4 ด้าน ของนักเรียนกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง เมื่อปรับแก้คะแนนทดสอบก่อนการทดลองแล้วได้ค่า F เท่ากับ 1.802 มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .185 แสดงว่าการสอนสองวิธีให้ผลของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ รวม 4 ด้าน ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 5 ที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยปรับแก้ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ รวม 4 ด้าน

แล้วปรากฏว่า ได้คะแนนเฉลี่ยปรับแก้ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวม 4 ด้านของกลุ่มทดลอง เท่ากับ 12.56 คะแนน กลุ่มควบคุมเท่ากับ 13.48 คะแนน

2.2 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากการทดสอบวัดทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ หลังสิ้นสุดการทดลองแล้ว โดยแยกเป็น 6 ทักษะ คือทักษะการวัด การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป และรวมทักษะขึ้นพื้นฐาน ทักษะขั้นบูรณาการ รวมทักษะ 6 ด้าน มาวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม โดยใช้การวิเคราะห์ ANCOVA โดยใช้ คะแนนทดสอบก่อนการทดลองเป็นตัวแปรร่วม ดังปรากฏในตาราง 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 และ 26

ตาราง 18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ด้านการวัด หลังสิ้นสุดการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

แหล่งของความแปรปรวน	SS'	df	MS'	F	P
ตัวแปรร่วม	8.745	1	8.745	6.674	.013
ระหว่างกลุ่ม	7.057	1	7.057	5.385	.024
ภายในกลุ่ม	70.759	54	1.310		
รวม	86.561	56	1.591		

$$F_{.05} (1, 54) = 4.02$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 18 ปรากฏดังต่อไปนี้

1. การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรร่วมกับตัวแปรตามได้ค่า F เท่ากับ 6.674 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .013 แสดงว่าตัวแปรร่วมกับตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กันตามข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้ ANCOVA

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการวัดของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง เมื่อปรับแก้คะแนนทดสอบก่อนการทดลองแล้วได้ค่า F เท่ากับ 5.385 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .024 แสดงว่าวิธีสอนสองวิธีให้ผลของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการวัดแตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 6 ที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยปรับแก้ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการวัด แล้วปรากฏว่าได้คะแนนเฉลี่ยปรับแก้ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการวัด ของกลุ่มทดลองเท่ากับ 4.61 คะแนน และกลุ่มควบคุมเท่ากับ 3.90 คะแนน

ตาราง 19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ด้านการจัดการกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หลังสิ้นสุดการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่ม
ทดลอง

แหล่งของความแปรปรวน	SS'	df	MS'	F	P
ตัวแปรร่วม	7.367	1	7.367	4.629	.036
ระหว่างกลุ่ม	6.731	1	6.731	4.229	.045
ภายในกลุ่ม	85.937	54	1.591		
รวม	100.035	56	1.786		

$$F_{.05} (1, 54) = 4.02$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 19 ปรากฏผลดังต่อไปนี้

1. การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรร่วมกับตัวแปรตามได้ค่า F เท่ากับ 4.629 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .036 แสดงว่าตัวแปรร่วมกับตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กันตามข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้ ANCOVA

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการจัดการกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของ นักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง เมื่อปรับแก้คะแนนทดสอบก่อนการทดลองแล้วได้ค่า F เท่ากับ 4.229 มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .045 แสดงว่าวิธีสอนสองวิธีให้ผลของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการจัดการกระทำและสื่อความหมายข้อมูล แตกต่างกันซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 7 ที่ตั้งไว้เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยปรับแก้ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการจัดการกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของกลุ่มทดลองเท่ากับ 4.29 คะแนน กลุ่มควบคุมเท่ากับ 4.10 คะแนน

ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หลังสิ้นสุดการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

แหล่งของความแปรปรวน	SS'	df	MS'	F	P
ตัวแปรร่วม	18.884	1	18.884	6.346	.015
ระหว่างกลุ่ม	.328	1	.328	.111	.741
ภายในกลุ่ม	160.337	54	2.969		
รวม	179.509	56	3.206		

$$F_{.05}(1, 54) = 4.20$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 20 ปรากฏดังต่อไปนี้

1. การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรร่วมกับตัวแปรตามได้ค่า F เท่ากับ 6.346 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .015 แสดงว่าตัวแปรร่วมกับตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กันตามข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้ ANCOVA

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง เมื่อปรับแก้คะแนนทดสอบก่อนการทดลองแล้วได้ค่า F เท่ากับ .111 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .741 แสดงว่าวิธีสอนสองวิธีให้ผลของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 8 ที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยปรับแก้ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการนิยามเชิงปฏิบัติการแล้วปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยปรับแก้ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของกลุ่มทดลองเท่ากับ 4.69 คะแนนกลุ่มควบคุมเท่ากับ 4.55 คะแนน

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร หลังสิ้นสุดการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

แหล่งของความแปรปรวน	SS'	df	MS'	F	P
ตัวแปรร่วม	20.552	1	20.522	8.819	.004
ระหว่างกลุ่ม	7.182	1	7.182	3.086	.085
ภายในกลุ่ม	125.664	54	2.327		
รวม	153.368	56	2.739		

$$F_{.05}(1, 54) = 4.02$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 21 ปรากฏดังต่อไปนี้

1. การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรร่วมกับตัวแปรตามได้ค่า F เท่ากับ 8.819 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .004 แสดงว่าตัวแปรร่วมกับตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กันตามข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้ ANCOVA

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปรของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง เมื่อปรับแก้คะแนนทดสอบก่อนการทดลองแล้วได้ค่า F เท่ากับ 3.086 มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .085 แสดงว่าวิธีสอนสองวิธีให้ผลของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 9 ที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยปรับแก้ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปรแล้วปรากฏว่า ได้คะแนนเฉลี่ยปรับแก้ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร ของกลุ่มทดลองเท่ากับ 4.47 คะแนน กลุ่มควบคุมเท่ากับ 3.76 คะแนน

ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ด้านการทดลอง หลังสิ้นสุดการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

แหล่งของความแปรปรวน	SS'	df	MS'	F	P
ตัวแปรร่วม	26.926	1	26.926	11.265	.001
ระหว่างกลุ่ม	18.989	1	18.989	7.945	.007
ภายในกลุ่ม	129.068	54	2.390		
รวม	174.982	56	3.125		

$$F .01 (1, 54) = 7.12$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 22 ปรากฏดังต่อไปนี้

1. การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรร่วมกับตัวแปรตามได้ค่า F เท่ากับ 11.265 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .001 แสดงว่าตัวแปรร่วมกับตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กันตามข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้ ANCOVA

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการทดลองของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง เมื่อปรับแก้คะแนนทดสอบก่อนการทดลองแล้วได้ค่า F เท่ากับ 7.945 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .007 แสดงว่าวิธีสอนสองวิธีให้ผลของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการทดลองแตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 10 ที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยปรับแก้ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการทดลอง แล้วปรากฏว่าได้คะแนนเฉลี่ยปรับแก้ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการทดลองของกลุ่มทดลองเป็น 4.59 คะแนน กลุ่มควบคุมเท่ากับ 3.39 คะแนน

ตาราง 23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ด้านการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หลังสิ้นสุดการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุมและ
กลุ่มทดลอง

แหล่งของความแปรปรวน	SS'	df	MS'	F	P
ตัวแปรร่วม	17.229	1	17.229	9.356	.003
ระหว่างกลุ่ม	.694	1	.694	.377	.542
ภายในกลุ่ม	99.445	54	1.842		
รวม	117.368	56	2.096		

$$F_{.05} (1, 54) = 4.02$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 23 ปรากฏดังต่อไปนี้

1. จากการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรร่วมกับตัวแปรตามได้ค่า F เท่ากับ 9.356 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .003 แสดงว่าตัวแปรร่วมกับตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กันตามข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้ ANCOVA

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง เมื่อปรับแก้คะแนนทดสอบก่อนการทดลองแล้ว มีค่า F เท่ากับ .377 มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .542 แสดงว่าวิธีสอนสองวิธี ให้ผลของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 11 ที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยปรับแก้ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการตีความหมายข้อมูลลงข้อสรุป แล้วปรากฏว่าได้คะแนนเฉลี่ยปรับแก้ของคะแนน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปของกลุ่มทดลอง
เท่ากับ 4.22 คะแนน กลุ่มควบคุมเท่ากับ 3.91 คะแนน

ตาราง 24 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นพื้นฐาน หลังการสิ้นสุดการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

แหล่งของความแปรปรวน	SS'	df	MS'	F	P
ตัวแปรร่วม	28.803	1	28.803	8.074	.006
ระหว่างกลุ่ม	28.866	1	28.866	8.091	.006
ภายในกลุ่ม	192.646	54	3.568		
รวม	250.316	56	4.470		

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

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามตาราง 24 ปรากฏดังต่อไปนี้

1. การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรร่วมกับตัวแปรตามได้ค่า F เท่ากับ 8.074 ซึ่งมีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .006 แสดงว่าตัวแปรร่วมกับตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กัน ตามข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้ ANCOVA

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองเมื่อปรับแก้คะแนนทดสอบก่อนการทดลองแล้ว ได้ค่า F เท่ากับ 8.091 มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .006 แสดงว่าวิธีสอนสองวิธีให้ผลของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานแตกต่างกันซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 12 ที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยปรับแก้

ปรากฏว่าได้คะแนนเฉลี่ยปรับแก้ของคะแนนทักษะตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของกลุ่มทดลองเท่ากับ 9.42 คะแนน และกลุ่มควบคุมเท่ากับ 7.98 คะแนน

ตารางที่ 25 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นบูรณาการ หลังสิ้นสุดการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

แหล่งของความแปรปรวน	SS'	df	MS'	F	P
ตัวแปรร่วม	359.861	1	359.861	24.116	.000
ระหว่างกลุ่ม	71.733	1	71.733	4.817	.032
ภายในกลุ่ม	804.125	54	14.891		
รวม	1235.719	56	22.066		

$$F_{.05(1, 54)} = 4.02$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 25 ปรากฏผลดังนี้

1. การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรร่วมกับตัวตามได้ค่า F เท่ากับ 24.116 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .000 แสดงว่าตัวแปรร่วมกับตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กันตามข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้ ANCOVA

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง เมื่อปรับแก้คะแนนทดสอบก่อนการทดลองแล้วได้ค่า F เท่ากับ 4.817 มีค่านัยที่สำคัยทางสถิติที่ .032 แสดงว่าการสอนสองวิธีให้ผลของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการแตกต่างกันซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 18 ที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยปรับแก้

ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการแล้วปรากฏว่าได้คะแนนเฉลี่ยปรับแก้ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ ของกลุ่มทดลอง เท่ากับ 18.08 คะแนนกลุ่มควบคุมเท่ากับ 15.82 คะแนน

ตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวม 6 ด้าน หลังสิ้นสุดการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

แหล่งของความแปรปรวน	SS'	df	MS'	F	P
ตัวแปรร่วม	412.417	1	412.417	31.033	.000
ระหว่างกลุ่ม	159.002	1	159.002	11.965	.001
ภายในกลุ่ม	717.633	54	13.290		
รวม	1289.053	56	23.019		

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

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 26 ปรากฏดังต่อไปนี้

1. การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรร่วมกับตัวแปรตาม ได้ค่า F เท่ากับ 31.033 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .000 แสดงว่า ตัวแปรร่วมกับแปรตามมีความสัมพันธ์กันตามข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้ ANCOVA

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวม 6 ด้าน ของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง เมื่อปรับแก้คะแนนทดสอบก่อนการทดลองแล้ว ได้ค่า F เท่ากับ 11.965 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .001 แสดงว่าการสอนสองวิธีให้ผลของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 6

ด้าน แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 14 ที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยปรับแก้
ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวม 6 ด้านแล้วปรากฏว่าได้คะแนนเฉลี่ยปรับแก้
ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวม 6 ด้าน ของกลุ่มทดลองเท่ากับ 17.98 คะแนน
กลุ่มควบคุมเท่ากับ 21.44 คะแนน

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงทดลอง เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในด้านการวัด การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมและควบคุมตัวแปร การทดลองการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะโดยทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทาง ซึ่งมีลำดับขั้นของการวิจัย และสรุปผลดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แต่ละด้านระหว่างนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทาง
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ละด้านระหว่างนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทาง

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำของนักเรียน ที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง และกำหนดแนวทางแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความเข้าใจ ของนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการนำไปใช้ ของนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05
6. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการวัด ของนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05
7. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05
8. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ของนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05
9. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร ของนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05
10. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการทดลอง ของนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05
11. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ของนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05
12. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขึ้นพื้นฐาน ของนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทาง แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

13. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

14. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงทดลอง ดำเนินการทดลองตามแผนการวิจัยแบบ Nonrandomized control group pretest posttest design. (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. : 70-71) การดำเนินการทดลองมีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนนาฏศิลป์ชั้นต้นปีที่ 2 วิทยาลัยนาฏศิลป์อ่างทอง จ.อ่างทอง จำนวน 57 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่ายจากการจับสลากเลือกห้องเรียน จาก 3 ห้องเรียน เลือกมา 2 ห้องเรียน และจับสลากห้องเรียนเข้ากลุ่มทดลอง 28 คน กลุ่มควบคุม 29 คน

2. ทดสอบก่อนสอน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. ทดลองสอนตามแผนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นเวลา 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 คาบ โดยผู้วิจัยสอนเองทั้งสองกลุ่ม

กลุ่มควบคุม สอนแบบสืบเสาะที่ทำการทดลองแบบกำหนดแนวทาง

กลุ่มทดลอง สอนแบบสืบเสาะที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง

4. เมื่อสิ้นสุดการสอนแล้ว จึงนำแบบทดสอบ มาทดสอบกับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฉบับแล้วนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แต่ละด้านระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance)
2. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ละด้านระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance)

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่เรียนโดยทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและทำการทดลองแบบกำหนดแนวทาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความจำ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .041 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้
2. นักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความเข้าใจ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .340 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้
3. นักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการนำไปใช้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .360 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้
4. นักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .016 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้
5. นักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมทุกด้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .185 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้
6. นักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทาง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการวัด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .024 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

7. นักเรียนที่เรียนโดยทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง และกำหนดแนวทางมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .045 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

8. นักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทาง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .741 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

9. นักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง และกำหนดแนวทาง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .085 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

10. นักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทาง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .007 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

11. นักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทาง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .542 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

12. นักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทาง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐาน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .006 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

13. นักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .032 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

14. นักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทาง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

อภิปรายผล

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเปรียบเทียบในด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ในด้านการวัด การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ปรากฏผลการศึกษาค้นคว้าสามารถแยกอภิปรายได้ดังนี้

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ได้ผลดังต่อไปนี้

จากสมมติฐานข้อที่ 5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง กับกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แต่สอดคล้องกับงานวิจัยของ ธงอุทย สายคง (2527 : 69) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยจัดกิจกรรมไม่กำหนดแนวทางกับกำหนดแนวทางซึ่งพบว่าผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกัน เหตุผลที่เป็นเช่นนี้เพราะ

ประการที่หนึ่ง ความรู้ระดับความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้เป็นความรู้ระดับข้อเท็จจริงซึ่งเป็นความรู้เบื้องต้นที่นักเรียนจะต้องได้รับจากการสอนเหมือนกันอยู่แล้ว

ประการที่สอง นักเรียนทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ผ่านกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะเหมือนกัน มีการปฏิบัติการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานเดียวกัน มีการสรุปไปสู่ข้อเท็จจริงต่าง ๆ เหมือนกัน ฉะนั้นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองต่างก็ได้รับการสอนที่พัฒนาในด้านตัวความรู้ใกล้เคียงกัน

อย่างไรก็ตามเมื่อดูจากคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองก็พบว่ากลุ่มควบคุมได้คะแนนเฉลี่ย 18.34 คะแนน กลุ่มทดลองได้คะแนนเฉลี่ย 21.43 คะแนน (ตาราง 2 หน้า 51) กลุ่มทดลอง ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งแสดงว่าวิธีสอนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางมี แนวโน้มที่จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่าวิธีสอนที่ทำการทดลองแบบกำหนด แนวทาง ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แยกแต่ละด้าน 4 ด้าน ซึ่งแยกเป็น 4 สมมติฐาน ซึ่งปรากฏผลการศึกษาดังนี้

จากสมมติฐานข้อที่ 1 และข้อที่ 4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านความ รู้ความจำ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง และกำหนดแนวทางแตกต่างกัน ซึ่งพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ ความจำ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนด แนวทางและกำหนดแนวทางแตกต่างกันซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องมาจากการทำ การทดลองในการสอนสองวิธี แตกต่างกันคือ การทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง นักเรียน แต่ละกลุ่มได้ทำการทดลองโดยใช้อุปกรณ์และวิธีการตามที่ตนเองเลือกเอง ซึ่งสมสุข อีระนิมิตร. (2525 : 36) ได้กล่าวว่า ข้อดีของการสอนที่ให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองคือ กิจกรรมการ ทดลองสามารถจัดได้หลายรูปแบบเพื่อสนองความสนใจของผู้เรียนทำให้เกิดการเรียนรู้อย่าง แท้จริงและจดจำได้นาน นอกจากนี้การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางนักเรียนแต่ละกลุ่มทำการ ทดลองได้หลายแบบกว่าการทำการทดลองแบบกำหนดแนวทาง เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการ ทดลองจึงทำให้ได้ความรู้ที่กว้างกว่า และสอดคล้องกับทฤษฎีทางจิตวิทยาที่เกี่ยวกับความจำเพราะ การทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางทำให้เกิดการทดลองหลาย ๆ แบบ แต่เพื่อพิสูจน์สมมติฐาน เดียวกัน จึงเป็นการทดลองแบบซ้ำ ๆ หลายครั้ง จึงทำให้เกิดความจำได้ดีกว่า ในด้านผลสัมฤทธิ์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งพบว่านักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางมี ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ทำการทดลองแบบกำหนดแนวทาง ทั้งนี้เนื่องมาจาก นักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางมีอิสระในการคิดหาวิธีทดลอง เลือกอุปกรณ์ทดลองตามความสนใจ รวมทั้งทำการทดลองด้วยตนเองและมีขั้นตอนการทดลอง ได้ครบมากกว่านักเรียนที่ทำการทดลองแบบกำหนดแนวทาง ซึ่งการทดลองก็เป็นทักษะที่สำคัญทักษะ

หนึ่งในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเป็นทักษะที่ต้องใช้ทักษะอื่น ๆ อีกหลายทักษะมาประกอบกัน (นิศาล สร้อยสุทฺธา. 2526 : 234-239) จึงทำให้นักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ทำการทดลองแบบกำหนดแนวทาง และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ อารยา แสงไชย (2529 : 79) ซึ่งพบว่าผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ทำกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางสูงกว่านักเรียนที่ทำกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง

จากสมมติฐานข้อที่ 2 ข้อที่ 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ของนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางแตกต่างกัน ซึ่งพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านความเข้าใจ และการนำไปใช้ ไม่แตกต่างกัน ที่เป็นเช่นนี้เพราะ นักเรียนทั้งสองกลุ่มผ่านกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะเหมือนกัน มีการปฏิบัติการทดลองเหมือนกัน แม้ว่านักเรียนกลุ่มที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางจะทำการทดลองหลายรูปแบบแต่ก็ไปสู่หลักการอันเดียวกัน มุ่งให้มีความเข้าใจในเนื้อหาเดียวกัน การทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง ทำหลายครั้งแต่ละครั้งไม่ได้เน้นพูนความเข้าใจในหลักการ ฉะนั้นการทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางจึงไม่มีผลต่อการเข้าใจ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Riley (1975 : 5152-A) ที่พบว่าความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ปฏิบัติการทดลองจริง ๆ กับการสอนโดยการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทั่วไปไม่แตกต่างกัน และเนื่องจากนักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความจำไม่แตกต่างกัน ซึ่งประวิทย์ ชุติลย์ (2524 : 4) ได้กล่าวว่าการนำเอาความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้จำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจเป็นอย่างดีเสียก่อน ดังนั้นจึงทำให้การนำไปใช้ของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน และเนื้อหาเรื่องอาหารนักเรียนได้เคยผ่านมาแล้วในระดับต้นและในชีวิตประจำวัน แต่อย่างไรก็ตามเมื่อดูจากคะแนนเฉลี่ยในตาราง 3 หน้า 51) พบว่าถ้าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมทั้งด้านความเข้าใจ และการนำไปใช้ แสดงว่าการสอนโดยวิธีทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางมีแนวโน้มที่จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสองด้านนี้สูงขึ้น

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้ผลการทดลองดังนี้

จากสมมติฐานข้อที่ 14 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ทำการทดลองแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทางแตกต่างกันอย่างมีนัยสัมพันธ์ทางสถิติที่ระดับ .001 ทั้งนี้เนื่องมาจากนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง นักเรียนได้ปฏิบัติการทดลองอย่างแท้จริงเนื่องจากนักเรียนได้คิดวางแผนในการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน ซึ่งงานวิจัยของ รุ่งชีวา สุขดี.

(2529 : 79) พบว่าผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีรูปแบบการทดลองสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้มีรูปแบบการทดลองแบบ และนักเรียนกลุ่มที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางมีอิสระในการเลือกอุปกรณ์ เลือกวิธีการทดลอง และหาวิธีการบันทึกผลข้อมูลเอง จึงทำให้ได้ทักษะการทดลองครบองค์ประกอบ และเกิดทักษะการทดลองมากกว่านักเรียนกลุ่มที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางซึ่งนิศาล สร้อยสุพรา. (2525 : 234-239) ได้กล่าวว่า การทดลองการออกแบบการทดลองจัดเป็นทักษะหนึ่งในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเป็นทักษะที่ต้องใช้ทักษะอื่น ๆ หลายทักษะประกอบกัน ฉะนั้นจึงทำให้นักเรียนกลุ่มที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ทำการทดลองแบบกำหนดแนวทาง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรวุฒิ สุชินโรจน์ (2528 : 76) ที่พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนแบบสืบสวนที่ไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการสูงกว่านักเรียนที่สอนโดยมีคำแนะนำปฏิบัติการ

การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยโดยแยกด้านศึกษา 6 ด้าน ซึ่งแยกเป็น 6 สมมติฐานและรวมด้านเป็นทักษะขั้นพื้นฐาน และทักษะขั้นบูรณาการ ซึ่งปรากฏผลการศึกษาดังนี้

จากสมมติฐานข้อที่ 12 ข้อที่ 6 ข้อที่ 7 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ซึ่งแยกเป็น ด้านการวัด การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนของนักเรียนที่ทำ

การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางแตกต่างกัน พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ซึ่งแยกเป็นด้านการวัด ด้านการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .006 .024 .045 ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องมาจาก นักเรียนกลุ่มที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางได้ออกมาเสนอวิธีการทดลอง ผลการทดลองหน้าชั้น ในชั้นอภิปรายหลังการทดลองครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนทำให้แต่ละกลุ่มได้ทราบว่า การใช้อุปกรณ์ วิธีการ และการบันทึกผลการทดลองของกลุ่มตนเองเหมาะสมหรือไม่ ในการทดลองคราวต่อไปจะได้เลือกให้เหมาะสมยิ่งขึ้น จึงทำให้ทักษะการวัด การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ของนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางสูงกว่าแบบกำหนดแนวทาง ซึ่งทักษะทั้งสองด้านเป็นทักษะขั้นพื้นฐาน เมื่อทักษะการวัดและการจัดกระทำสื่อความหมายข้อมูล ของกลุ่มทดลองสูงกว่า กลุ่มควบคุม ดังนั้น ทักษะขั้นพื้นฐานของนักเรียนกลุ่มทดลองจึงสูงกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Riley (1975 : 5152-A) ที่พบว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เครื่องมือปฏิบัติการจริง ๆ จะมีความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากสมมติฐานข้อที่ 13 ข้อที่ 8 ข้อที่ 9 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ซึ่งแยกเป็นด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ของนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 พบว่า ทักษะขั้นบูรณาการของนักเรียนกลุ่มที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางกับนักเรียนที่ทำการทดลองแบบกำหนดแนวทางแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .032 เมื่อแยกแต่ละด้านพบว่า ทักษะการทดลอง ของนักเรียนกลุ่มที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทาง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .007 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุม และควบคุมตัวแปร ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน ที่เป็นเช่นนี้เพราะ

ประการแรก นักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางได้ทำการทดลองอย่างแท้จริง ซึ่งการทดลองประกอบด้วยกิจกรรมสามขั้นตอนคือ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองและการบันทึกผลการทดลอง (สสวท. 2526 : 1-15) นักเรียนกลุ่มทดลองได้ทำครบทุกขั้นตอนมากกว่ากลุ่มควบคุมจึงทำให้ทักษะการทดลองของกลุ่มทดลอง สูงกว่ากลุ่มควบคุม

ประการที่สอง เหตุที่ทักษะด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดควบคุมตัวแปร การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปของนักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางไม่แตกต่างกัน เพราะเนื้อหาเรื่องอาหารที่ใช้สอน เนื้ออำนวนต่อทักษะทั้งสามด้านน้อยมาก เพราะการทดลองเกือบทุกกิจกรรมไม่ค่อยได้ส่งเสริมการกำหนดนิยาม การกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะด้านนี้จึงไม่ค่อยได้ฝึกเพราะการทดลองเห็นผลอยู่แล้ว เช่น ไอโอดีน นักเรียนเห็นอยู่แล้ว ไม่ต้องนิยาม และในการทดลองเนื้อหาเรื่องอาหารไม่ต้องควบคุมตัวแปร ก็ได้คำตอบ การทดลองทำการทดลองเนื้อหาคำตอบ ตัวแปรต่าง ๆ การตีความหมายข้อมูลนักเรียนไม่ได้เก็บมาคิด จึงเท่ากับขาดการฝึกไป จึงทำให้ทักษะด้านการกำหนดนิยาม การกำหนดและควบคุมตัวแปรและการตีความหมายข้อมูลของนักเรียนกลุ่มที่ทำการทดลองแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทางไม่แตกต่างกัน

ประการที่สาม เมื่อดูจากคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ตามตาราง 7 หน้า 56 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยในด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการการกำหนดและควบคุมตัวแปร การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป สูงกว่ากลุ่มควบคุม แสดงว่าการทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง มีแนวโน้มที่จะทำให้ทักษะทั้ง 3 ด้านนี้สูงขึ้นกว่าการทำการทดลองแบบกำหนดแนวทาง ทั้งเนื่องจากเวลาในการทดลองอาจน้อยไป จึงทำให้ผลการศึกษาค้นคว้า ในทักษะทั้ง 3 ด้านนี้ไม่แตกต่างกันอย่างไรก็ตาม เมื่อรวมคะแนนทักษะในขั้นบูรณาการทุกด้านแล้วพบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุม จึงทำให้ทักษะขั้นบูรณาการของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกัน และการทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง นักเรียนมีโอกาสศึกษด้วยตนเองมากกว่า การทำการทดลองแบบกำหนดแนวทางซึ่ง Malone (1987 : 53) ได้ศึกษานักศึกษาฝึกหัดครูประถมที่ได้

รับการสอนโดยการศึกษาด้วยตนเองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากกว่า นักศึกษามีทัศนคติ
 ประถมที่ได้รับการสอนจากครูโดยตรง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ พบว่าการสอนโดยให้ นักเรียนทำการทดลองแบบ
 ไม่กำหนดแนวทางทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกับแบบกำหนดแนวทาง ครูสอนจึง
 สามารถเลือกวิธีสอนวิธีใดก็ได้ หากครูมีปัญหาในระหว่างการสอน ซึ่งไม่สามารถสอนได้ ก็เพียง
 อภิปรายปัญหาก่อนการทดลองจนได้สมมติฐานแล้วจึงให้นักเรียนปฏิบัติต่อไปได้ การสอนโดยวิธี
 ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง นักเรียนจะเลือกอุปกรณ์ และวิธีการที่ต่างกันไป ทำให้ได้
 ผลการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง นักเรียนจะเลือกอุปกรณ์ และวิธีการที่ต่างกันไป ทำให้ได้
 ผลการทดลองที่กว้างขึ้น และนักเรียนจดจำได้นานกว่า ทั้งยังทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการ
 ทางวิทยาศาสตร์และด้านความรู้ความจำดีขึ้น ในขั้นอภิปรายหลังการทดลองกลุ่มทดลองจะได้
 ทราบข้อบกพร่องต่าง ๆ อยู่ตลอดเวลา เพื่อนำไปใช้ปรับปรุงแก้ไขในคราวต่อไป ดังนั้น ครูและ
 ผู้เกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์ จึงควรจัด กิจกรรมการเรียนการสอนในลักษณะที่เอื้อต่อ
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนดังกล่าว

1.2 จากการวิจัยพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ทำการ
 ทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางสูงกว่าแบบกำหนดแนวทางเนื่องจากการสอนแบบไม่กำหนดแนวทางที่
 เริ่มจากนักเรียนวางแผนการทดลอง จากสมมติฐานที่ครูและนักเรียนช่วยกันตั้ง จะค่อย ๆ
 ผ่อนความตึงเครียดจาก การที่เริ่มจากปัญหา แล้วนักเรียนตั้งสมมติฐานออกแบบการทดลองทำให้
 นักเรียนได้ฝึกทักษะการทดลองอย่างแท้จริง ซึ่งทักษะนี้จะต้องใช้ทักษะอื่นมาประกอบกัน การฝึก
 ทักษะการทดลองให้ครบจึงเป็นการฝึกทักษะอื่น ๆ ไปด้วย ดังนั้นครูวิทยาศาสตร์จึงควรจัดกิจกรรม
 การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง การจัดการเรียนการสอนดังกล่าวจะส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะ
 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

1.3 การทำกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางในครั้งแรก ๆ นักเรียนจะใช้เวลาในการวางแผนนาน ครูควรกำหนดเวลาให้นักเรียนตั้งแต่ขั้นวางแผนการทดลองจนกระทั่งทดลองเสร็จ เลือกกลุ่มที่ทำการทดลองเสร็จมาเสนอข้อมูลก่อน ในระยะต่อไปกลุ่มอื่น ๆ จะทำเสร็จทันเวลา

1.4 ขึ้นอภิปรายหลังการทดลอง ของการสอนแบบไม่กำหนดแนวทางครูควรอภิปรายไปถึงทักษะต่าง ๆ ที่นักเรียนยังมีทักษะน้อยอยู่

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

2.1 ควรมีการศึกษากับประชากรกลุ่มอื่น ๆ หรือเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องอื่น ๆ เนื่องจากเนื้อหาเรื่องอาหาร กิจกรรมการทดลองไม่ค่อยส่งเสริมทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป เพื่อจะได้ข้อมูลและผลการวิเคราะห์ใหม่ ซึ่งอาจสอดคล้องหรือไม่สอดคล้องกับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เพื่อหาข้อสรุปต่อไป

2.2 ควรมีการศึกษาผลการสอนโดยทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางกับตัวแปรอื่น เช่น ความสนใจ ความสามารถในการแก้ปัญหา เนื่องจากกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางให้โอกาสนักเรียนได้เลือกทำกิจกรรมการทดลองตามความสนใจ และการให้นักเรียนได้วางแผนการทดลอง จากอุปกรณ์และสมมติฐานที่มีอยู่เท่ากับให้ฝึกการแก้ปัญหา

2.3 เมื่อคะแนนก่อนการทดลองและหลังการทดลองของนักเรียนทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองพบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มได้คะแนนหลังการทดลองมากกว่า เท่ากับ และน้อยกว่า ก่อนการทดลองคลงกันไป จึงน่าจะทำการศึกษาการทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางกับนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมล หลีกภัย ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดเหตุผลเชิงตรรก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย วิทยานิพนธ์ ศ.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524.
- อัครลำเนา
- กึ่งฟ้า ลินฮวงษ์ และคนอื่นๆ รายงานผลวิจัยเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ขอนแก่น : ภาควิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2525.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. เอกสารประกอบการประชุมเรื่องการวิจัยทางการศึกษาครั้งที่ 6 16 - 20 ตุลาคม 2532 เล่มที่ 2 กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2532.
- "ครูวิทย์เพื่อสังคม นิกส์ ยังต้องเคียวอีกนาน" ไทยรัฐ 19 สิงหาคม 2532 หน้า 8
- ชัยยศ จำเริญกรุล ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้แบบเรียน สสวท. 2531 วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2532. ถ่ายเอกสาร
- "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์" เอกสารประกอบการสอนคู่มือผู้สอนหน่วยการเรียนรู้การสอนภาคหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, ม.ป.ป.
- ชาญชัย กิจสวัสดิ์ การศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน ในการสอนวิทยาศาสตร์ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัครลำเนา

น้อยทิพย์ คัสตราศาสตร์ การศึกษาความสัมพันธ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน
ความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2521.

อัครลำเนา

น้อยทิพย์ พิมพ์สกลไส การเปรียบเทียบทักษะการสังเกตของนักเรียนที่เรียนตามโครงการทดลองสอน
ของ สลวท. กับนักเรียนที่เรียนที่นอกโครงการสอนของ สลวท. ระดับประถมศึกษา 3-4
จังหวัดอุดรธานี วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2523.

นฤมล ยุตาคม อิทธิพลของการสอนโดยการใช้การทดลองแบบกำหนดแนวทาง กับแบบไม่กำหนด
แนวทาง ด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2522. ถ่ายเอกสาร

บุญเชิด วิทยุญญานันตพงษ์ "Congeneric Part Reliability" วัดผลการศึกษา 12(34) : 30
: พฤษภาคม-สิงหาคม 2533.

ประวิทย์ ชุติศิลป์ หลักการประเมินผลวิทยาศาสตร์แผนใหม่ ภาคนิพนธ์ตำราและเอกสารวิชา
การหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู, 2524.

ปราโมทย์ แก้วสุข การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแนวความคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัครลำเนา

✓ ปรีวิตร สมศรีประโคน การศึกษาผลการสอนสืบเสาะแบบซักถามที่มีต่อทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีระดับ
พัฒนาการทางสติปัญญาแตกต่างกัน ปรินิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัครลำเนา

ผกามาศ วรานันต์ ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาตอนปลาย กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ตามการประเมิน
ผลของครู วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524. อัครลำเนา

บรรณิ กลุ่ตงานท์ ความสัมพันธ์และแบบแผนความสัมพันธ์ระหว่างการับรู้การเรียนรู้การเเรียนการสอนวิชา
วิทยาศาสตร์ กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ในกรุงเทพมหานคร ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ประสานมิตร , 2528. อัดสำเนา

นงวรัตน์ ทวีรัตน์ วิธีการวิจัยทางนฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ :
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531.

นิกุล รื่นเรังใจ การศึกษามผลการสอนโดยกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้านทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการจัดกระทำ
ข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล และทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.
 กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา

นิศาล สร้อยสุรธา "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์" เอกสารการสอนชุดวิชาวิทยาศาสตร์
 หน่วยที่ 1-5 กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2525.

มหาวิทยาลัย, ทบวง. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 2 กรุงเทพฯ :
 คณะกรรมการพัฒนาการสอนแลผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย
 2525.

มันทนา จงสุขสันติกุล ปัญหาของครูสอนวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับการใช้หลักสูตรระดับมัธยม
ศึกษาตอนต้น โรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.
 กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา

มานิช วาทนุญะ การศึกษาลมดุดิถีด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และนฤติกรรม
ด้านทักษะการปฏิบัติของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนุวัฒนา
นครราชสีมา วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2523.
 ถ่ายเอกสาร

ธงยทธ สาสคง การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความ
คิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดกิจกรรมแบบกำหนด
แนวทางและไม่กำหนดแนวทาง ปรินญาพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา

รจิ ไรจนประศาสน์ ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะคิดทาง
วิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 เขตการศึกษา 2 วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
 2523. อัดสำเนา

รุ่งริ้ว สุกดี การศึกษามลการฝึกออกแบบการทดลอง ในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนประถม
ปีที่ 6 ปรินญาพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
 2531. อัดสำเนา

ลัดดา ศุขปริดี เทคโนโลยีการเรียนการสอน กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2523.

ล้วน สาสยศ และอังคณา สาสยศ หลักวิจัยทางการศึกษา กรุงเทพฯ : ทวีกิจการพิมพ์, 2524.

วรรณทิภา รอดแรงคำ "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่
 1-6 โรงเรียนสาธิตสังกัดทบวงมหาวิทยาลัยของรัฐ ในกรุงเทพฯ" ศึกษาศาสตร์
ปริทัศน์ 31 : 59-78 : กุมภาพันธ์ 2531.

วราภรณ์ ชัยโอกาส การพัฒนสมรรถภาพในการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา
มหาสารคาม : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 มหาสารคาม, 2521.

วนา ชลประเวส การศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนแบบใช้เกมกับวิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลองที่มี
ผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1
ปรินญาพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.
 อัดสำเนา

วิมล ลำราญวณิช การศึกษาเปรียบเทียบสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 8 โดยวิธีสอนแบบสืบเสาะที่มีขั้นสรุปผลการทดลองแตกต่างกัน ปรินธิยานันท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา
ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน คู่มือครูวิทยาศาสตร์ กรุงเทพฯ : ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2532.

..... ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กรุงเทพฯ
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2518.

..... รายงานการร่างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์, 2518.

..... เอกสารประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ
กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2519.

..... สสวท. 01 เอกสารชี้แจงการเปลี่ยนแปลงหลักสูตร
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ลงวันที่ 25 มกราคม 2531

สมจิต สวชนไพบูลย์ วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม ภาคหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, ม.ป.ป.

สมสุข อีระพิจิตร "การสอนวิทยาศาสตร์แบบสาธิตและแบบทดลอง" เอกสารการสอนชุดวิชา
การสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 8-15 กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2526

ลาอันท ทองตัน "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแนวคิดตอบปัญหาในวิชา
วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่
จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทาง" เค้าโครงปริญญานิพนธ์ กศ.ม.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531.

สุชิน วรรณวิ การศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์และ
 ความคงทนในการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอน
 แบบสืบเสาะหาความรู้โดยการจัดกลุ่มย่อยแบบต่าง ๆ ปรินญาณินท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา

สุพล วังสินธุ์ "รูปแบบการสอน" มิตรครู 31(10) : 23-26 : พฤษภาคม 2532

สุรวุฒิ สุชินโรจน์ การศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่ง
 เรียนด้วยการสอนแบบสืบสอบที่มีคำแนะนำปฏิบัติการและไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการ
 วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528. ถ่ายเอกสาร

สุวัฑก์ นิยมคำ การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2517.

แสงศิริ ศิริมงคล การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียบทบทวน
 และด้วยสรุปทบทวน ปรินญาณินท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา

เล็งจ๋อม วิไลนุวัฒน์ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติ
 ทางวิทยาศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปรินญาณินท์
 กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา

อารยา แสงไชย การศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิด
 สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยวิธีสอน
 แบบสืบเสาะ โดยการจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง
 ปรินญาณินท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529.
 อัดสำเนา

อุทัย ทุมมาติ การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์
 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิชา
 วิทยาศาสตร์ ด้วยชุดการเรียนด้วยตนเองและตามคู่มือครู สลวท. ปรินญาณินท์ กศ.ม.
 กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา

- American Association for the advancement of Science. Science A Process Approach Company for Teacher. Washington D.C. AAAS,
- Davis, Maynard. The Effectiveness of a Guide-inquiry Discovery Approach in an Elementary School Science Curriculum Dissertation Abstracts International. 39(7) : 4164-A, January, 1976.
- Good, Carter V. Dictionary of Education. Edited by Carter V. Good. New York, McGraw-Hill Company, 1959.
- Linn, Robert. L. Educational Measurement. Third Edition New York : Macmillan Publishing Company, 1988.
- Riley, Joseph Phillip The Effect of Science Process Training on Preservice Elementary Teacher's Process Skill Abilities Under Standing of Science Teaching Dissertation Abstracts 35 : 5152-A, February, 1975.
- Romey, William D. Inquiry Techniques for Teaching Science. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1968.
- Olarinoye, R.D. "A Comparative Study of Effectiveness of Three Methods of Teaching A Secondary School" Dissertation Abstracts International 39(8) : 4844-A, February, 1978.
- Shaw, Terry J. "The Effect of Problem Solving Training in Science Upon Utilization of Problem Solving Skills in Science and Social Studies, Dissertation Abstracts International. 48(9A) 5227-A March, 1978.
- Strawitz, M. Barbara and Mark R. Malone. "preservice Teachers" Acquisition and Retention of integrated Science Process Skills: A Comparison of Teacher-Directed and Self-Instructional Strategies, Journal of Research in Science Teaching. 24(1) : 53-60, January, 1987.
- Sund, Robert B. and Leslie W. Trowbridge Teaching Science by Inquiry in The Secondary School. Second Edition, Published by Charles E. Merrill Publishing Company, 1973.
- Voss Burton E. and Stanley, Brown B. Biology as Inquiry Saint Louis: The C.V. Mosby Company, 1968.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ

ตาราง 28 แสดงว่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องอาหาร

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	.57	.78	21	.36	.42
2	.66	.42	22	.60	.78
3	.73	.24	23	.42	.72
4	.51	.84	24	.51	.24
5	.72	.42	25	.79	.30
6	.74	.51	26	.79	.24
7	.72	.54	27	.59	.51
8	.62	.51	28	.48	.30
9	.63	.66	29	.77	.21
10	.54	.66	30	.57	.60
11	.43	.63	31	.63	.54
12	.50	.63	32	.56	.39
13	.68	.63	33	.63	.36
14	.69	.60	34	.47	.58
15	.60	.36	35	.74	.51
16	.74	.51	36	.56	.72
17	.72	.51	37	.69	.55
18	.36	.60	38	.78	.39
19	.51	.36	39	.69	.61
20	.51	.60	40	.30	.60

ตาราง 27 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัด
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	.80	.33	17	.74	.51	33	.53	.58
2	.54	.48	18	.73	.36	34	.67	.36
3	.80	.27	19	.42	.61	35	.65	.33
4	.59	.39	20	.52	.48	36	.65	.45
5	.71	.27	21	.41	.45	37	.47	.45
6	.50	.33	22	.71	.27	38	.64	.48
7	.61	.23	23	.41	.39	39	.59	.52
8	.62	.33	24	.50	.45	40	.51	.61
9	.30	.40	25	.56	.82	41	.39	.24
10	.42	.30	26	.67	.48	42	.67	.24
11	.71	.33	27	.80	.39	43	.79	.36
12	.79	.24	28	.41	.51	44	.41	.33
13	.73	.30	29	.29	.21	45	.39	.42
14	.29	.33	30	.48	.79	46	.53	.39
15	.77	.77	31	.71	.27	47	.62	.51
16	.58	.55	32	.53	.58	48	.76	.24

การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง อาหาร โดยใช้สูตร B_k ของ Raju

$$\begin{aligned}\Sigma \lambda_r^2 &= \frac{(9)^2}{40} + \frac{(10)^2}{40} + \frac{(11)^2}{40} + \frac{(10)^2}{40} \\ &= .25\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}S_{x_r}^2 &= 2.71 + 4.77 + 4.55 + 5.09 \\ &= 17.12\end{aligned}$$

$$S_x^2 = 39.37$$

$$\begin{aligned}\text{จากสูตร } B_k &= \left(\frac{1}{1 - \Sigma \lambda_r^2} \right) \left(\frac{S_x^2 - S_{x_r}^2}{S_x^2} \right) \\ &= \left(\frac{1}{1 - .25} \right) \left(\frac{39.37 - 17.12}{39.37} \right) \\ &= (1.33) (0.57) \\ &= .76\end{aligned}$$

การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งฉบับ

โดยใช้สูตร p_k ของ Raju

$$\Sigma \lambda_r^2 = \frac{(8)^2}{48} + \frac{(8)^2}{48} + \frac{(8)^2}{48} + \frac{(8)^2}{48} + \frac{(8)^2}{48} + \frac{(8)^2}{48}$$

$$= .18$$

$$S_{kr}^2 = 3.07 + 2.69 + 2.83 + 4.17 + 4.91 + 5.36$$

$$= 23.03$$

$$S_x^2 = 48.35$$

$$\text{จากสูตร } p_k = \frac{\left(\frac{1}{1 - \Sigma \lambda_r^2} \right) \left(\frac{S_x^2 - S_{kr}^2}{S_x^2} \right) f}{S_x^2}$$

$$= \frac{\left(\frac{1}{1 - .18} \right) \left(\frac{48.35 - 23.03}{48.35} \right)}{.52}$$

$$= (1.22) (.52)$$

$$= .63$$

ภาคผนวก ข
คะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่าง

ตาราง 29 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุม

คนที่	คะแนน ความรู้ความจำ		คะแนน ความเข้าใจ		คะแนน การนำไปใช้		คะแนนทักษะ กระบวนการ ๔		คะแนนผลสัมฤทธิ์ รวมทุกด้าน	
	pre	post	pre	post	pre	post	pre	post	pre	post
1	3	3	4	5	3	5	3	7	13	20
2	2	2	2	3	7	5	2	4	13	14
3	4	7	2	7	7	6	4	4	17	24
4	1	3	2	1	4	2	0	4	7	10
5	2	2	0	4	3	4	3	1	8	11
6	0	4	3	3	3	7	3	4	9	18
7	6	5	2	3	5	4	3	8	16	20
8	4	4	1	4	5	3	0	1	10	12
9	6	6	1	3	4	5	5	6	16	20
10	4	7	2	8	6	8	6	6	18	29
11	0	1	2	2	6	5	5	6	13	14
12	3	4	1	6	5	1	1	2	10	13
13	3	4	2	4	7	4	3	4	15	16
14	3	8	0	5	4	7	4	9	11	29
15	4	2	1	7	4	5	2	7	11	21
16	3	7	3	4	4	7	4	3	14	21
17	3	2	2	3	5	5	1	3	11	13
18	2	2	2	4	6	7	2	2	12	15
19	2	3	0	3	5	6	1	4	8	16
20	2	7	3	7	7	9	7	6	19	29
21	3	3	3	6	6	7	4	8	16	24
22	5	2	5	6	6	8	5	3	21	19
23	1	1	2	5	8	3	1	4	12	12
24	3	4	4	6	5	8	4	6	16	24
25	2	2	1	4	4	7	4	3	11	16
26	4	7	3	7	3	8	2	2	12	24
27	2	0	4	5	4	4	4	1	14	10
28	1	5	2	6	5	6	3	3	11	20
29	2	4	0	4	5	6	5	3	12	17

ตาราง 30 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง

คนที่	คะแนน ความรู้ความจำ		คะแนน ความเข้าใจ		คะแนน การนำไปใช้		คะแนนทักษะ กระบวนการ ฯ		คะแนนผลสัมฤทธิ์ รวมทุกด้าน	
	pre	post	pre	post	pre	post	pre	post	pre	post
1	3	3	2	6	3	4	1	4	9	17
2	2	5	4	4	5	5	2	3	13	17
3	3	4	4	7	3	5	5	7	15	23
4	4	1	4	3	2	2	3	5	13	11
5	3	6	2	4	6	6	3	6	14	22
6	2	2	2	4	5	5	2	4	11	15
7	4	5	3	4	4	6	2	6	13	21
8	1	3	2	3	8	5	1	4	12	15
9	5	4	3	7	4	8	2	4	14	23
10	1	6	3	9	3	5	0	4	7	24
11	4	5	3	6	3	6	2	6	12	23
12	4	7	5	8	6	8	4	9	19	32
13	4	5	7	5	5	5	4	6	20	21
14	4	7	2	7	6	8	5	8	17	30
15	3	4	3	5	2	6	1	3	9	18
16	4	7	4	7	6	7	4	6	18	27
17	3	3	0	1	8	6	5	4	16	14
18	0	2	1	5	5	6	2	5	8	18
19	2	6	3	3	4	7	5	5	14	21
20	5	8	3	7	5	9	5	7	18	31
21	2	6	4	7	6	8	1	4	13	25
22	3	6	1	5	4	3	0	4	8	18
23	1	6	1	7	6	6	2	6	10	25
24	1	4	3	4	0	4	2	5	6	17
25	3	4	4	5	3	5	3	6	13	20
26	2	8	3	6	4	5	5	5	14	24
27	3	9	2	7	5	9	4	5	14	30
28	1	2	2	5	6	6	2	5	11	18

ตาราง 31 แสดงคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการวัด การจัดกระทำและสื่อความ
หมายข้อมูล รวมทั้งทักษะขั้นพื้นฐาน ของกลุ่มควบคุม

คนที่	คะแนนด้าน การวัด		คะแนนด้านการ จัดกระทำและสื่อ ความหมายข้อมูล		คะแนน ทักษะขั้นพื้นฐาน	
	pre	post	pre	post	pre	post
1	4	3	1	4	5	7
2	1	3	3	5	4	8
3	6	6	5	5	11	11
4	3	3	1	5	4	8
5	4	4	2	1	6	5
6	5	4	0	3	5	7
7	1	3	5	5	6	8
8	1	4	3	3	4	7
9	3	3	1	2	4	5
10	4	3	5	5	9	8
11	4	3	5	3	9	6
12	6	5	4	6	10	11
13	4	4	4	5	8	9
14	5	2	5	3	10	5
15	4	6	4	5	8	11
16	0	3	2	3	2	6
17	3	2	2	5	5	7
18	3	2	6	4	9	6
19	3	4	2	4	5	8
20	3	5	5	4	8	9
21	5	4	4	7	9	11
22	5	2	5	6	11	7
23	1	1	2	5	10	9
24	3	4	4	6	7	9
25	2	2	1	4	7	11
26	4	7	3	7	10	9
27	2	0	4	5	10	8
28	1	5	2	6	9	8
29	2	4	0	4	11	11

ตาราง 32 แสดงคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการวัด การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล รวมทั้งทักษะขั้นพื้นฐาน ของกลุ่มทดลอง

คนที่	คะแนนด้านการวัด		คะแนนด้านการจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล		คะแนนทักษะขั้นพื้นฐาน	
	pre	post	pre	post	pre	post
1	3	3	3	4	6	7
2	2	4	6	5	8	9
3	2	4	4	5	6	9
4	3	2	3	2	6	4
5	3	5	1	5	4	10
6	4	5	4	4	8	9
7	3	4	0	3	3	7
8	2	3	3	4	5	7
9	3	7	5	7	6	10
10	3	5	4	7	7	12
11	5	6	5	7	10	13
12	3	5	2	3	5	8
13	5	6	5	5	10	11
14	6	5	5	5	11	10
15	5	6	4	5	9	11
16	3	6	4	4	7	10
17	2	6	5	5	7	11
18	3	3	4	3	7	6
19	3	5	2	4	5	9
20	4	5	5	7	9	12
21	4	3	4	4	8	7
22	3	3	4	7	7	10
23	2	4	2	5	4	9
24	3	4	6	5	9	9
25	2	4	2	4	4	8
26	3	6	2	4	5	10
27	3	4	4	6	7	10
28	2	4	3	4	5	8

ตาราง 33 แสดงคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป รวมทั้งคะแนนบูรณาการ ของกลุ่มควบคุม

คนที่	คะแนนด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ		คะแนนด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร		คะแนนด้านการทดลอง		คะแนนด้านการตีความหมายข้อมูลและลงสรุป		คะแนนทักษะบูรณาการ	
	pre	post	pre	post	pre	post	pre	post	pre	post
1	3	4	4	2	3	4	6	4	16	14
2	1	3	2	3	3	3	2	3	8	12
3	3	7	6	8	5	7	3	5	17	27
4	2	3	3	1	2	5	2	2	9	11
5	2	0	1	1	3	3	4	5	10	9
6	3	3	0	3	2	2	2	3	7	11
7	3	6	4	4	4	0	3	4	14	14
8	3	4	1	3	4	3	3	4	11	12
9	1	3	3	4	3	0	2	4	9	11
10	5	7	4	6	3	5	2	3	14	21
11	1	5	6	5	3	5	2	3	12	18
12	1	4	3	2	5	4	4	2	13	12
13	1	1	1	0	2	2	1	1	5	4
14	2	5	7	6	3	2	4	5	16	18
15	2	4	3	4	4	4	6	5	15	17
16	2	5	5	3	3	4	4	4	14	16
17	1	4	2	3	2	3	5	3	10	13
18	2	5	6	3	2	2	4	3	14	13
19	3	8	3	3	6	6	6	6	18	23
20	4	7	6	4	6	6	6	8	22	25
21	2	3	5	5	4	6	3	6	14	20
22	3	4	4	4	4	5	2	5	13	18
23	2	5	3	6	4	1	3	5	12	17
24	3	3	4	5	6	3	4	5	17	16
25	3	5	5	5	2	4	5	3	15	17
26	3	6	5	5	6	8	4	5	18	20
27	3	6	4	5	3	3	2	3	12	17
28	5	5	4	4	5	5	4	4	18	18
29	2	5	1	4	5	4	2	4	10	17

ตาราง 34 แสดงคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหาข้อมูลและลงข้อสรุป รวมทั้งทักษะชั้นบูรณาการ ของกลุ่มทดลอง

คนที่	คะแนนด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ		คะแนนด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร		คะแนนด้านการทดลอง		คะแนนด้านการตีความหาข้อมูลและลงข้อสรุป		คะแนนทักษะชั้นบูรณาการ	
	pre	post	pre	post	pre	post	pre	post	pre	post
1	3	5	2	2	1	2	2	3	8	12
2	3	3	4	3	3	4	3	4	13	14
3	3	3	1	6	3	6	2	4	9	19
4	3	1	3	6	1	4	3	4	10	15
5	3	5	3	4	2	4	3	5	11	18
6	4	2	3	6	2	3	5	4	14	15
7	0	4	1	3	4	3	5	3	10	13
8	0	3	5	2	2	4	6	1	13	10
9	3	5	3	2	4	7	3	6	13	20
10	3	7	4	5	2	5	3	5	12	22
11	3	5	1	4	4	5	3	4	11	18
12	3	4	6	6	5	5	4	7	11	22
13	3	5	2	5	3	4	1	3	9	7
14	5	5	3	2	5	6	5	6	18	19
15	3	2	8	4	6	4	2	1	14	11
16	4	8	3	7	3	6	3	5	13	26
17	0	6	3	4	3	4	2	5	8	9
18	2	5	5	2	1	3	3	3	11	13
19	1	3	3	4	1	4	1	3	6	14
20	4	7	5	5	6	6	5	6	20	24
21	3	8	3	4	1	5	4	5	11	22
22	2	7	2	3	1	4	3	2	8	16
23	3	5	4	7	5	6	5	5	17	23
24	2	7	5	5	3	2	0	3	10	17
25	4	6	3	5	3	2	4	4	14	17
26	3	7	6	6	3	6	5	6	17	25
27	2	3	3	6	2	3	2	5	9	17
28	2	4	3	4	3	5	2	5	11	20

ตาราง 35 แสดงคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวม 6 ด้าน ก่อนและหลัง
การทดลอง ของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง

คนที่	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง	
	pre	post	pre	post
1	21	21	14	19
2	12	20	21	23
3	28	38	15	28
4	13	19	16	19
5	16	14	15	28
6	12	18	22	24
7	20	22	13	20
8	15	21	18	17
9	13	16	19	34
10	23	29	19	34
11	21	24	21	31
12	23	23	23	30
13	13	13	19	28
14	26	23	29	29
15	23	28	23	22
16	16	22	20	36
17	15	20	15	30
18	23	19	18	19
19	23	31	11	23
20	30	34	29	36
21	23	31	19	29
22	24	25	15	26
23	22	26	21	32
24	24	25	19	26
25	22	28	18	25
26	28	33	22	35
27	22	25	16	27
28	27	26	16	28
29	21	28	-	-

ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
เรื่อง อาหาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เวลา 40 นาที

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 40 ข้อ ให้นักเรียนทำให้ครบทุกข้อ
2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย x ในช่อง ก ข ค หรือ ง ในกระดาษคำตอบ ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว
3. ถ้าหากนักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบ ให้ขีดฆ่าเครื่องหมาย x เดิมทิ้งเสียก่อน แล้วทำเครื่องหมาย x ในช่องที่นักเรียนเลือกใหม่
4. ห้ามขีดฆ่า ทำเครื่องหมายใด หรือเขียนตัวอักษรใด ๆ ลงในแบบทดสอบ

ด้านความรู้ความจำ

1. การทดสอบโปรตีนในไข่ขาวและน้ำนม ด้วยสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ การทดสอบเช่นนี้เรียกว่าการทดสอบอะไร ?
 - ก. การทดสอบไบยูเรต
 - ข. การทดสอบเบนเนดิกต์
 - ค. การทดสอบกรดยูรีน
 - ง. การทดสอบกรดไอโอดีน
2. "ปริมาณความร้อนที่ทำให้ น้ำ 1 กรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส" เป็นหน่วยการวัดใด ?
 - ก. จูล
 - ข. แคลอรี
 - ค. เคลวิน
 - ง. เซลเซียส

3. อาหารชนิดใดให้วิตามินซีมากที่สุด

- ก. สับปะรด
- ข. มะนาว
- ค. มะขาม
- ง. มะเขือเทศ

4. ธาตุสำคัญที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของอาหารได้แก่ ธาตุอะไรบ้าง ?

- ก. ไนโตรเจน ออกซิเจน คาร์บอน
- ข. คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน
- ค. ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม
- ง. ออกซิเจน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน

5. ธาตุที่หมีมีครรภ์ต้องการมากกว่าปกติ คือธาตุใด ?

- ก. เหล็ก ไอโอดีน
- ข. แคลเซียม โซเดียม
- ค. แคลเซียม ฟอสฟอรัส
- ง. แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส

6. วิตามินที่ร่างกายสามารถสร้างขึ้นเองได้จากแสงแดด คือวิตามินอะไร ?

- ก. วิตามิน เอ
- ข. วิตามิน บี
- ค. วิตามิน ซี
- ง. วิตามิน ดี

7. ถ้าร่างกายขาดธาตุเหล็ก จะทำให้เป็นโรคใด ?

- ก. โลหิตจาง
- ข. คอหอยพอง
- ค. กระดูกอ่อน
- ง. ทาดีอักเสบบ

8. ผลงานที่ใช้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้มาจากอะไร ?

- ก. โปรตีน
- ข. เกลือแร่
- ค. วิตามิน
- ง. คาร์โบไฮเดรต

9. อะฟาทอกซิน เป็นสารพิษชนิดหนึ่ง ที่สามารถปนในอาหารได้ เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์ประเภทใด ?

- ก. รา
- ข. ไวรัส
- ค. โปรโตซัว
- ง. แบคทีเรีย

ด้านความเข้าใจ

10. การกินอาหารครบทุกหมู่ทำให้ร่างกายแข็งแรง คำกล่าวนี้ไม่ถูกต้องนัก เพราะขาดสิ่งใดเป็นสิ่งสำคัญ ?

- ก. จำนวนมื้อ
- ข. อายุของผู้กิน
- ค. ปริมาณอาหาร
- ง. รูปร่างของผู้กิน

อาหาร	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้			
	สารละลาย ไอโอดีน	สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต และโซเดียมไฮดรอกไซด์	สารละลาย เบเนดิกต์	ถูกยกระดาษ
A	—	สีม่วง	—	โปร่งแสง
B	สีน้ำเงินปนม่วง	สีม่วง	—	ไม่เปลี่ยนแปลง
C	—	—	—	โปร่งแสง
D	สีน้ำเงินปนม่วง	—	สีส้ม	ไม่เปลี่ยนแปลง
E	—	<u>สีม่วง</u>	<u>สีส้ม</u>	โปร่งแสง

จากตารางแสดงผลการทดสอบอาหาร ให้นักเรียนตอบคำถามข้อ 11-12

11. อาหารใดที่มีทั้งสารอาหารประเภท คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน ?

- ก. อาหาร A
- ข. อาหาร B
- ค. อาหาร D
- ง. อาหาร E

12. ถ้านำมันเชื่อมมาทดสอบ จะได้ผลเหมือนกับอาหารชนิดใด ?

- ก. อาหาร A
- ข. อาหาร B
- ค. อาหาร C
- ง. อาหาร D

13. นักเรียนคนหนึ่งนำอาหาร ก. มาตากแห้งแล้วนำมาเผาต้มกับน้ำที่มีปริมาตร 10 cm^3

วัตถุดิบก่อนต้มได้ 21 องศาเซลเซียส หลังต้มวัตถุดิบได้ 30 องศาเซลเซียส นักเรียนคิดว่าอาหารที่นำมาใช้ต้มน้ำให้พลังงานกี่แคลอรี ?

ก. 10 แคลอรี

ข. 90 แคลอรี

ค. 210 แคลอรี

ง. 300 แคลอรี

ตารางผลการทดสอบวิตามิน ซี ในอาหาร 4 ชนิด

สารละลายอาหาร	จำนวนหยดของสารละลาย
A	15
B	10
C	50
D	9

14. จากตารางข้างบน ถ้านักเรียนต้องการกินอาหารให้ได้วิตามิน ซี สูง ๆ นักเรียนจะเลือกอาหารชนิดใด ?

ก. อาหาร A

ข. อาหาร B

ค. อาหาร C

ง. อาหาร D

ตารางแสดงการเผาสาร 4 ชนิด

สาร	ลักษณะแสดงการเผาสาร 4 ชนิด การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น			
	ก่อนเผา	หลังเผา	น้ำปูนใส	ผงจุลชีวะ
A	สีเขียวสด	เป็นเถ้าสีดำ	ขุ่น	สีฟ้า
B	สีแดงเหนียว ๆ	เป็นสีน้ำตาลดำ	ขุ่น	สีฟ้า
C	ไม่มีสี	-	-	สีฟ้า
D	ขาวใสเป็นเกล็ด	เป็นเม็ดเล็ก ๆ	-	-

15. จากตารางข้างบน เมื่อดูจากผลการทดลอง สารใดที่เป็นอาหาร ?

- ก. สาร A,B
- ข. สาร B,C
- ค. สาร C,A
- ง. สาร A,B และ C

16. นักเรียนพบเด็กคนหนึ่ง มีตาอำกเสบ ตาเป็นเกล็ดกระดี่ นักเรียนคิดว่าเด็กคนนี้ เป็นโรค
เนื่องจากขาดวิตามินหรือแร่ธาตุใด ?

- ก. วิตามิน เอ
- ข. วิตามิน บี
- ค. ธาตุเหล็ก
- ง. ธาตุไอโอดีน

ตารางการใช้พลังงานในกิจกรรมต่าง ๆ ต่อ 1 ชั่วโมง/น้ำหนักตัว/1 กิโลกรัม

กิจกรรม	พลังงานที่ใช้ (กิโลแคลอรี)	
	ชาย	หญิง
ดูทีวี	1.26	1.16
กวาดบ้าน	2.54	2.42
ถูพื้น	3.89	3.59
รีดผ้า	2.06	1.92
รดน้ำต้นไม้	3.58	3.30

17. จากตารางข้างบน คุณนายศรี ต้องการให้คนใช้ซึ่งไม่ค่อยสบายเลือกทำงาน โดยเลือกทำเพียง อย่างใดอย่างหนึ่งในเวลา 2 ชั่วโมง คนใช้ควรเลือกทำงานใด ?
- ถูพื้น
 - รีดผ้า
 - กวาดบ้าน
 - รดน้ำต้นไม้
18. อาซา เอาถั่วลิสงไปตากแดด เก็บเมล็ดที่ขึ้นราทั้งหมด แล้วจึงนำมาล้างน้ำคั่วให้สุก ก่อนรับประทาน การกระทำของอาซา เป็นการป้องกันเรื่องใด ?
- เชื้อจุลินทรีย์
 - สีผสมอาหาร
 - สารอะฟาทอกซิน
 - สารปรุ่รงแต่งกลิ่นสังเคราะห์

19. แดงใช้กระดาษสีเหลืองที่มีกลิ่นแอลกอฮอล์และขมิ้น จุ่มลงในสารละลายชนิดหนึ่ง ปรากฏว่ากระดาษเปลี่ยนเป็นสีแดงเร็ว ๆ นักเรียนคิดว่าสารละลายนั้นเป็นอะไร ?

- ก. น้ำปลา
- ข. น้ำเชื่อม
- ค. น้ำส้มสายชู
- ง. ผงชูรสที่มีขบแรกรูป

ด้านการนำไปใช้

20. เมื่อหยดสารละลาย คอปเปอร์ซัลเฟตและโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงบนน้ำเต้าหู้จืด ปรากฏว่าเปลี่ยนเป็นสีม่วงอ่อน แสดงว่าในน้ำเต้าหู้จืดมีสารอาหารประเภทใด ?

- ก. ไขมัน
- ข. โปรตีน
- ค. วิตามินซี
- ง. คาร์โบไฮเดรต

21. จากการโฆษณาเครื่องดื่มน้ำแร่กำลังหลายชนิด ที่ระบุว่าให้พลังงาน นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการพิสูจน์ได้อย่างไร ?

- ก. นำเครื่องดื่มนั้นมาทดสอบกับผงจุลิสเต
- ข. นำเครื่องดื่มนั้นมาทดสอบด้วยกระดาษขมิ้น
- ค. นำเครื่องดื่มนั้นมาทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์
- ง. นำเครื่องดื่มนั้นมาทดสอบกับสารละลายไอโอดีน

22. ถ้าต้องการป้องกันฟันผุ จะเลือกอาหารใดเหมาะสมที่สุด ?

- ก. ไข่ไก่
- ข. เนื้อหมู
- ค. ผักตำลึง
- ง. ถั่วเหลือง

23. แก้ว นำอาหารชนิดหนึ่งมาเผา ถ้าเขาอยากทราบว่า อาหารมีน้ำเป็นองค์ประกอบด้วยหรือไม่จะใช้สิ่งใดเป็นตัวทดสอบ ?

- ก. จุนลีษตุ
- ข. ไบอูเรต
- ค. น้ำปูนใส
- ง. เบเนดิกต์

24. นักเรียนควรให้แกงเลียงตำลึงแก่บุคคลใดเหมาะสมที่สุด ?

- ก. เด็ก
- ข. วัยรุ่น
- ค. วัยชรา
- ง. หญิงมีครรภ์

25. แม่ของสุรีย์ ตั้งครรภ์ได้ 5 เดือน ฟันเริ่มโยกและสุรีย์ควรให้อาหารในข้อใดบ้าง ?

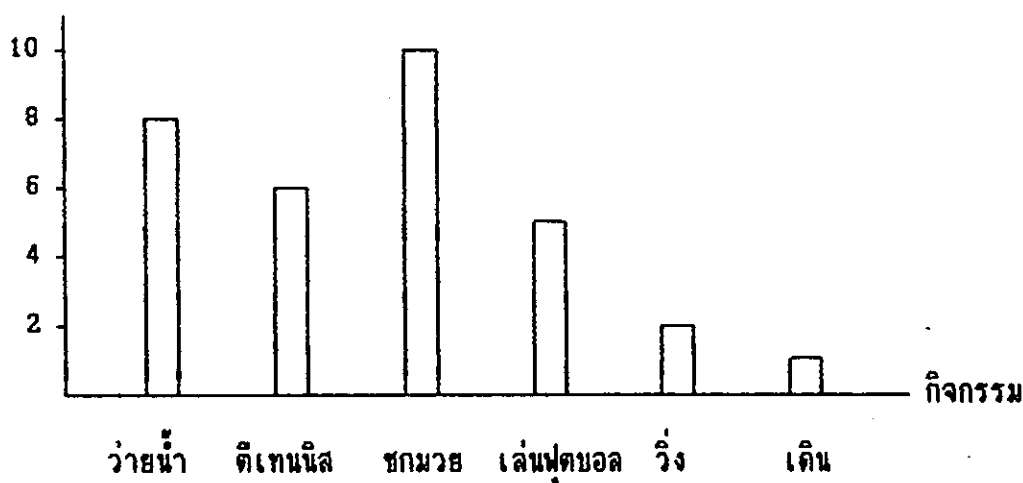
- ก. นมสด ไข่ทอด
- ข. ไก่ย่าง ต้มยำปลา
- ค. หมูปิ้ง ส้มเขียวหวาน
- ง. แกงเลียงตำลึง ผักกะเฉดไฟแดง

26. เมื่อพบเด็กเป็นโรคคอหอยพอก นักเรียนควรแนะนำให้รับประทานอาหารในข้อใด ?

- ก. ข้างซ้อมมือ
- ข. อาหารทะเล
- ค. น้ำมันตับปลา
- ง. ปลาตัวเล็ก ๆ

27. นักเรียนควรแนะนำให้พวกที่เป็นโรคเบาหวาน งดรับประทานอาหารในข้อใด ?

- ก. ทูเรียน
- ข. ต้มจิตตำลึง
- ค. ผักผักกาด
- ง. ส้มเขียวหวาน



28. จากกราฟข้างบน สมศรีเป็นโรคอ้วน หมอแนะนำให้ลดน้ำหนัก นักเรียนคิดว่าสมศรี ควรเลือกกิจกรรมใดจึงจะเหมาะสม ?

- ก. วิ่ง
- ข. ชกมวย
- ค. ว่ายน้ำ
- ง. ตีเทนนิส

29. ในขณะที่นักเรียนนั่งกินก๋วยเตี๋ยวอยู่ที่ร้าน ถ้าอยากทราบว่าน้ำส้มมีการดกัมขงกันป่นอยู่หรือไม่ ควรทำอย่างไร ?

- ก. ใช้กระดาษขมิ้นทดสอบ
- ข. ใช้ยอคนก่อน ๆ จุ่มลงไปดูว่าสีอ่อนลงหรือไม่
- ค. ใช้พริกอ่อนหั่นสไลลงไปสังเกตว่าพริกขี้หนูหรือไม่
- ง. หาดอกกล้วยมาคั้นเอาน้ำใส่ลงในน้ำส้มดูการเปลี่ยนแปลงของสี

30. เพื่อหลีกเลี่ยงอาหารพิษ เนื่องจากสารอะฟาทอกซิน นักเรียนจะเลือกปฏิบัติตามข้อใด ?

- ก. ไม่รับประทานอาหารที่ขึ้นรา
- ข. ไม่รับประทานอาหารหมักดองทุกชนิด
- ค. อุ่นอาหารให้ร้อนก่อนรับประทานทุกครั้ง
- ง. ใช้ช้อนเงินคนอาหารกว่าช้อนเปลี่ยนสีหรือไม่

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

31. จากการศึกษาพบว่าใบไม้มีสารอาหารจำพวกแป้งอยู่ นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบได้อย่างไร ?

- ก. ทดสอบด้วยใบยูเรต
- ข. ทดสอบด้วยไอโอดีน
- ค. ทดสอบด้วยเบเนดิกต์
- ง. เอาใบไม้ถูกับกระดาษ

32. สมชายทดสอบน้ำตาลในนม โดยเอาน้ำนมใส่แก้ว เติมน้ำตาลละลายเบเนดิกต์ลงไป 5 หยด รอว่าเปลี่ยนสีหรือไม่ สมชายทดลองผิดตรงไหน ?

- ก. ไม่ได้ต้ม
- ข. ใช้อุปกรณ์ผิด
- ค. ใช้สารละลายผิด
- ง. ปริมาณสารน้อยไป

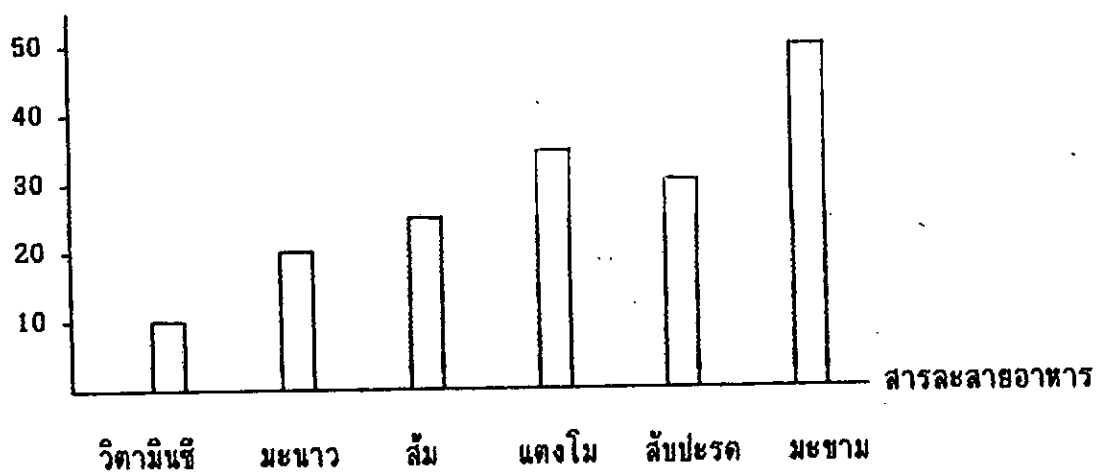
33. วัตถุดิบของน้ำ 50 กรัม ได้ 20 องศาเซลเซียส แล้วจึงต้มน้ำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น 70 องศาเซลเซียส จะใช้ความร้อนกี่กิโลแคลอรี ?

- ก. 1 กิโลแคลอรี
- ข. 2.5 กิโลแคลอรี
- ค. 3.5 กิโลแคลอรี
- ง. 5 กิโลแคลอรี

34. จากข้อ 33 เทียบได้กับพลังงานความร้อนกี่จุล ?

- ก. 4,200 จูล
- ข. 10,500 จูล
- ค. 14,700 จูล
- ง. 21,000 จูล

จำนวนหยด



35. จากกราฟข้างต้น อาหารที่ให้วิตามินซีน้อยที่สุด คืออะไร ?

- ก. ส้ม
- ข. มะขาม
- ค. มะนาว
- ง. วิตามินซี

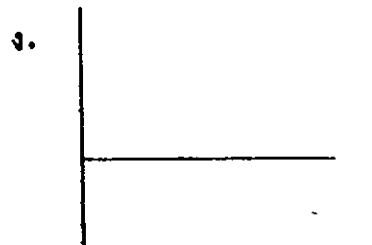
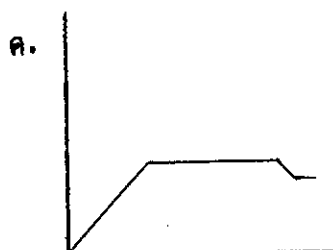
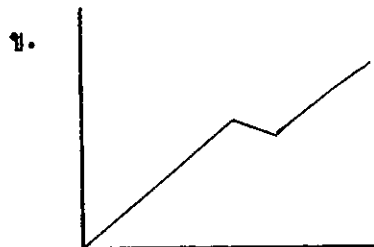
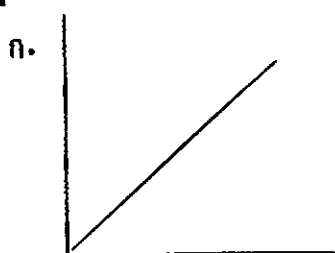
36. จากกราฟข้างต้น อะไรที่ให้วิตามินซีมากกว่ามะนาว ?

- ก. วิตามินซี
- ข. มะขาม
- ค. แดงโม
- ง. ลิ้นปี่รด

37. "เมื่อนำอาหารชนิดหนึ่ง หลังจากเผาได้สารสีดำ มีของเหลวเกาะอยู่ข้างหลอดทดลอง และเกิดก๊าซชนิดหนึ่งที่ทำให้น้ำปูนใสขุ่น" จากการทดลองนี้สรุปได้อย่างไร ?
- ในอาหารมีพลังงานเคมีสะสมอยู่
 - ในอาหารมีพลังงานความร้อนสะสมอยู่
 - อาหารประกอบด้วยธาตุ C, H และ O
 - การเผาอาหารเป็นปฏิกิริยาเคมีแบบคายความร้อน
38. ข้อใดเป็นนิยามเชิงปฏิบัติการของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ?
- ก๊าซที่หนักกว่าอากาศ
 - ก๊าซที่เมื่อผ่านลงในน้ำปูนใสจะขุ่น
 - ก๊าซที่อยู่ในอากาศมีปริมาณเพียงเล็กน้อย
 - ก๊าซที่ประกอบด้วย C = 1 อะตอม O = 2 อะตอม

อายุ (ปี)	พลังงาน (KC1)	โปรตีน (g)	เหล็ก (g)	แคลเซียม (g)
7-9	1,900	24	4	50
10-12	2,300	32	8	60
13-15	2,355	38	16	60
16-19	2,200	37	16	50
20-29	1,800	47	16	40
30-39	1,700	47	16	40
40-49	1,650	47	16	40
50-59	1,550	47	6	40
60-69	1,450	47	6	40

39. จากข้อมูลข้างต้น ข้อใดเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ ของความต้องการเหล็กกับอายุ ได้ถูกต้อง?



กิจกรรม	พลังงานที่ใช้ (กิโลแคลอรี/น้ำหนักตัว 1 กก./ชม)	
	ชาย	หญิง
รีดผ้า	2.06	1.92
นอนหลับ	0.93	0.27
ร้องเพลง	1.74	1.62
นั่งทำงาน	1.59	1.42

40. จากตารางข้างต้น สุนัขหนัก 40 กิโลกรัม นอนหลับ 1 ชั่วโมง แล้วตื่นมารีดผ้า ครึ่ง ชั่วโมง จะต้องใช้พลังงานเท่าไร ?

ก. 4.92 KCl

ข. 49.2 KCl

ค. 834 KCl

ง. 876 KCl

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เวลา 50 นาที

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 48 ข้อให้นักเรียนทำให้ครบทุกข้อ
2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย x ลงในช่อง ก ข ค หรือ ง ในกระดาษคำตอบ ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว
3. ถ้าหากนักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบ ให้ขีดฆ่าเครื่องหมาย x เดิมทิ้งเสียก่อนแล้ว ทำเครื่องหมาย x ในช่องที่นักเรียนเลือกใหม่
4. ห้ามขีดฆ่า ทำเครื่องหมาย หรือเขียนอักษรใด ๆ ลงในแบบทดสอบ

ทักษะการวัด

สอาดทำการทดลองดังนี้

1. นำน้ำมาบรรจุในหลอดทดลองขนาดใหญ่ 3 หลอด หลอดละ 5 cm^3 วัดอุณหภูมิของน้ำบันทึกไว้
2. ใส่สาร ก ประมาณ 1 กรัม ลงในหลอดที่ 1 คนให้ละลายหมดวัดอุณหภูมิของสาร บันทึกผล
3. ทำการทดลองเช่นเดียวกัน แต่ใส่สาร ข และสาร ค ลงในหลอดที่ 2 และ 3 ตามลำดับแล้วบันทึกผล

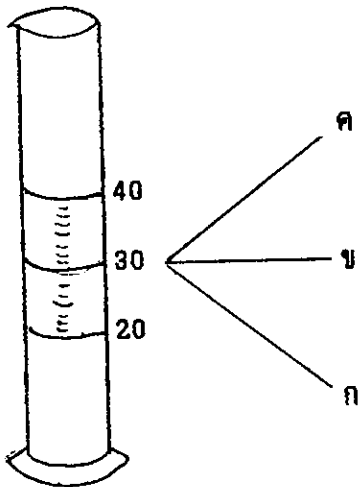
จากการทดลองของสอาดให้นักเรียนตอบคำถามข้อ 1-2

1. การนำน้ำมาใส่ ในหลอดทดลองขนาดใหญ่ 5 cm^3 ควรใช้วิธีใด ?
 - ก. ใช้ปิเปตอร์ขนาดเล็ก ตวงใส่ที่หลอด
 - ข. ใช้กระบอกตวงขนาด 100 cm^3 ตวงมา 15 cm^3 แบ่งใส่หลอดละ 5 cm^3
 - ค. ใช้หลอดฉีดยาพลาสติกขนาด 10 cm^3 ฉีดลงในหลอดทดลองทั้งสามหลอด
 - ง. ใช้หลอดหยดคณน้ำ แล้วหยดลงในหลอดทดลองทั้งสามหลอด ใช้ไม้บรรทัดวัดให้ได้ 3 cm

2. จากข้อที่ 1 เพราะเหตุใดจึงใช้วิธีการนั้น ?

- ก. เพราะไม่ต้องการค่าละเอียด
- ข. เพื่อคือนักเรียนมีความสังเกตดีหรือไม่
- ค. เพื่อนำ 3 หลอดมารวมกันจะได้ 15 cm^3 พอดี
- ง. เพราะปริมาณเพียงเล็กน้อยและวัดได้ละเอียด

3. จากรูป เมื่อต้องการดู ปริมาตรน้ำในกระบอกตวง เพื่ออ่านค่าและบันทึกผล ข้อใดเป็นการดูที่ถูกต้อง ?



- ก. ดูตรงตำแหน่ง ก
- ข. ดูตรงตำแหน่ง ข
- ค. ดูตรงตำแหน่ง ค
- ง. ดูตรงตำแหน่งใดก็ได้

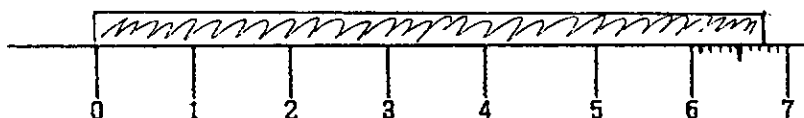
4. จากข้อ 3 ถ้ามองที่ตำแหน่ง ก จะอ่านปริมาตรน้ำได้เท่าใด ?

- ก. 41 cm^3
- ข. 40 cm^3
- ค. 39 cm^3
- ง. 38 cm^3

5. ถ้านักเรียนต้องการวัดความกว้างของเก้าอี้ที่ใช้นั่งเรียน ควรใช้หน่วยใดในการวัด ?

- ก. นิ้ว
- ข. ฟุต
- ค. หลา
- ง. เซนติเมตร

6. จากภาพข้อใดอ่านได้ละเอียดถูกต้อง ?



- ก. ยาว 67 มิลลิเมตร
- ข. ยาว 6.7 เซนติเมตร
- ค. ยาว 67.45 มิลลิเมตร
- ง. ยาว 67.5 มิลลิเมตร

7. เครื่องชั่งต่อไปนี้ เครื่องใดวัดได้ละเอียดมากที่สุด ?

- ก. ตาชั่งจีน
- ข. ตาชั่งขายข้าว
- ค. ตาชั่ง 2 แขน
- ง. ตาชั่ง 2 แขนที่ทำขึ้นเอง

8. จากสมมติฐานที่ว่า "อัตราการเคลื่อนที่ของก้อนกลม ในน้ำมันเครื่องขึ้นอยู่กับก้อนกลม" จึงทำการทดลองดังนี้

1. นำน้ำมันเครื่องมาบรรจุในหลอดทดลองขนาดใหญ่ 60 cm³ 3 หลอด
2. นำลูกกลมต่างชนิดกัน 3 ลูกแต่มีขนาดและรูปร่างเหมือนกันมาหาลำหนัด
3. นำลูกกลมทั้งสามลูก ใส่ลงในหลอดทดลองที่บรรจุน้ำมันเครื่องทีละหลอดจับเวลา

จากการทดลองนี้การหาลำหนัดของลูกกลม ควรเป็นหน่วยใด ?

- ก. กรัม
- ข. กิโลกรัม
- ค. ลูกบาศก์กรัม
- ง. ลูกบาศก์เมตร

ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

อ่านคำอธิบายการทดลองต่อไปนี้แล้วคำตอบข้อ 9-10

1. รินสารละลาย ก และ ข อย่างละเท่ากัน ลงในหลอดทดลองขนาดกลางชนิดหลอด
ทดสอบสารละลาย ข ลงในสารละลาย ก เขย่าจับเวลาที่สารละลายเปลี่ยนเป็นสีเขียวเข้ม
2. รินสารละลาย ก และ ข อย่างละ เท่ากัน ลงในหลอดทดลองขนาดกลางชนิดหลอด
แช่หลอดทดลองทั้งสองในบีกเกอร์ที่บรรจุน้ำร้อน 2-3 นาที เทสารละลาย ข ลงใน
สารละลาย ก เขย่าจับเวลาที่สารละลายเปลี่ยนเป็นสีเขียวเข้ม
3. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 2 แต่แช่หลอดที่บรรจุสารละลาย ก และ ข ในน้ำเย็น
แทนน้ำร้อน

9. ถ้านาย ก ต้องการบันทึกข้อมูลข้างต้นเป็นตาราง ตารางในข้อใดเหมาะสมที่สุด ?

ก.

ครั้งที่	หลอดที่	อุณหภูมิ	ปฏิกิริยา

ข.

สารละลาย ก	สารละลาย ข	เวลา	ปฏิกิริยา

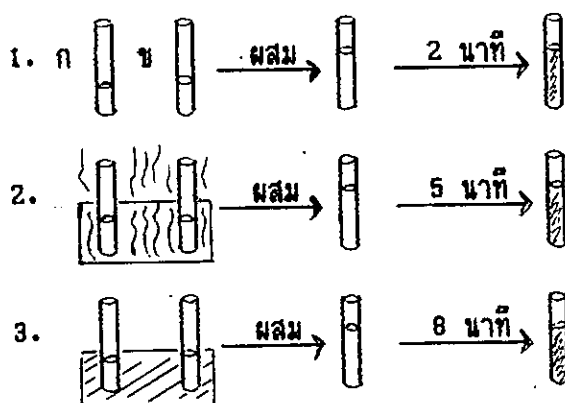
ค.

หลอดที่	สารละลาย ก และ ข	อุณหภูมิ	ปฏิกิริยา

ง.

ครั้งที่	สารละลาย ก และ ข	อุณหภูมิ	เวลาในการเกิดปฏิกิริยา

10 นาย ข บันทึกข้อมูล ตามข้างล่างนี้ การบันทึกเช่นนี้ เรียกว่าเป็นการเสนอข้อมูลแบบใด ?



ก. บรรยาย

ข. แผนภาพ

ค. แผนภูมิ

ง. รูปภาพ

11. จากตาราง ถ้าต้องการเห็นความต้องการพลังงานสูงสุด อย่างชัดเจน รวดเร็ว และผู้อ่านเข้าใจควรจะเสนอในรูปแบบใด ?

อายุ	พลังงาน (KCal)
7-9	1900
10-12	2300
13-15	2800
16-19	3300
20-29	2550

ก. วงจร

ข. กราฟ

ค. แผนที่

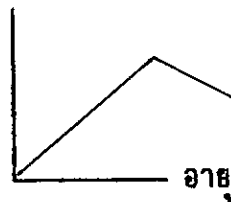
ง. แผนภูมิ

12. จากตารางในข้อ 11 ถ้าจะเสนอในรูปของกราฟ กราฟข้อใดถูกต้อง ?

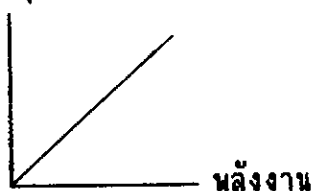
ก. อายุ



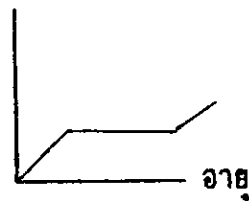
ข. พลังงาน



ค. อายุ



ง. พลังงาน



ถ้าทำการทดลองดังนี้

1. แช่แก้วเขียว 1 คืบ
2. นำมาเผาบนกระดาษชำระ ในกล่องพลาสติกปิดน้ำ
3. วันที่ 2 แฉ่แก้วเขียวที่มีรากยาว 2 เซนติเมตรมาจำนวน 4 เมล็ด ใช้ปากกาทำเครื่องหมาย 4 ขีดเท่า ๆ กัน จากปลายรากทั้ง 4 เมล็ด วางไว้ที่เดิมรดน้ำ
4. ในวันต่อ ๆ มา จึงวัดความยาวในแต่ละช่วง บันทึกผล

13. จากการทดลองของดำ ควรบันทึกข้อมูลในรูปใด ?

- ก. กราฟ
- ข. แผนภูมิ
- ค. แผนภาพ
- ง. ตาราง

14. ถ้าต้องการบันทึกข้อมูลเป็นตาราง ข้อใดจัดตารางได้เหมาะสม ?

ก.

ช่วงที่	ความยาว	
	ก่อน	หลัง

ข.

ต้นที่	ช่วงที่	ความยาวเฉลี่ย	
		ก่อน	หลัง

ค.

ช่วงที่	ความยาวเฉลี่ย		ความยาวที่เปลี่ยนไป
	ก่อน	หลัง	

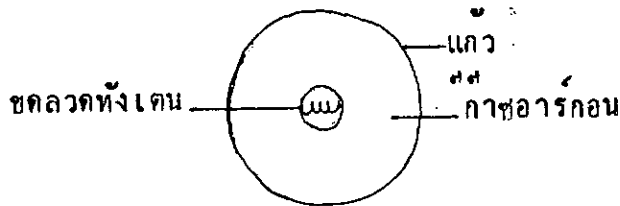
ง.

ช่วงที่ / ต้นที่	1		2		3		4	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง

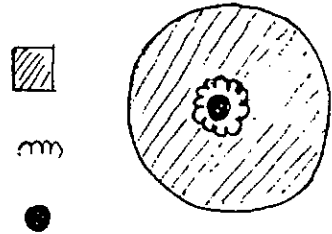
15. จากข้อความข้างล่างนี้ ถ้าจะเขียนเป็นภาพ ข้อใดเหมาะสม ?

"หลอดไฟฟ้าประกอบด้วย ดวงไฟที่ทำด้วยแก้วทรงกลม ภายในบรรจุก๊าซอาร์กอน ขั้วหลอดทำด้วยโลหะที่มีลักษณะเป็นเกลียว ขั้วหลอดต่อเข้าไปในหลอดแก้ว มีขดลวดทั้งสแตนต่ออยู่บนแกนให้ครบวงจร"

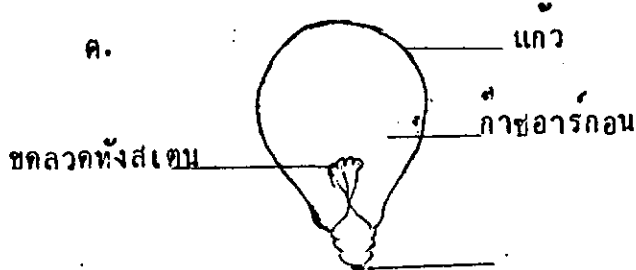
ก.



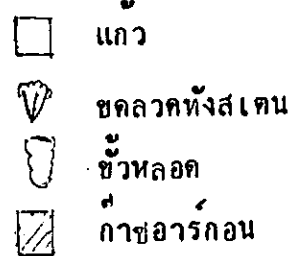
ข.



ค.



ง.



16. จากแผนภาพข้างบนนี้ ข้อใดบรรยายได้ชัดเจน เมื่อผู้อ่านอ่านแล้วสามารถเรียงภาพได้ ?

- ก. วางเหรียญใหญ่ชนิด 1 บาท และ 5 บาท สลับกับเหรียญเล็ก
- ข. วางเหรียญห้าบาทเป็นเหรียญแรก ต่อไปเป็นเหรียญบาทรุ่นต่าง ๆ สลับกัน
- ค. วางเหรียญเรียงลำดับดังนี้ เหรียญ 5 บาท เหรียญบาทเล็ก เหรียญบาทใหญ่ เหรียญบาทกลาง
- ง. วางเหรียญเรียงลำดับ โดยเหรียญ 5 บาทวางเอียง 45 องศาเหรียญบาทเล็กเหรียญบาทใหญ่ และเหรียญบาทกลางวางหัวตรง

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

17. ข้อความในข้อที่ทำให้นักเรียนบอกได้ว่า น้ำไล ๆ ที่นักเรียนพบอยู่นี้ เป็นน้ำปูนใสหรือไม่ ?
 - ก. เป็นสารเคมีที่มีคุณสมบัติเป็นเบส
 - ข. เป็นสารที่ได้จากการผสมปูนขาวกับน้ำ
 - ค. เป็นสารที่ประกอบด้วย Ca, O และ H
 - ง. เป็นสารที่ผ่านทาสคาร์บอนไดออกไซด์ลงไปจะขุ่น
18. ลำไส้ใหญ่ทำหน้าที่เก็บและถ่ายกากอาหารในระบบการย่อยอาหาร ข้อใดที่ทำให้รู้ว่า เป็นลำไส้ใหญ่ ?
 - ก. อวัยวะในช่องท้องที่มีขนาดใหญ่สุด
 - ข. อวัยวะที่เป็นท่อขับไปขมาในช่องท้อง
 - ค. อวัยวะในเป็นท่อนขนาดใหญ่ต่อจากลำไส้เล็ก
 - ง. อวัยวะในช่องท้องภายในร่างกายทำหน้าที่ย่อยอาหาร
19. ข้อใดเป็นนิยามเชิงปฏิบัติการของแป้ง ?
 - ก. อาหารประเภทหนึ่ง ในอาหารหลัก 5 หมู่
 - ข. อาหารที่เป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทหนึ่ง
 - ค. อาหารที่ประกอบด้วย C , H และ O
 - ง. อาหารที่เมื่อทดสอบไอโอดีนลงไปจะเปลี่ยนเป็นสีม่วง
20. จากสมมติฐานที่ว่า "ใบพืชที่ไม่มีคลอโรฟิลล์จะไม่สร้างอาหาร" ถ้าจะทดลองตามสมมติฐานนี้ จะต้องกำหนดความหมายคำใด ?
 - ก. ใบพืช
 - ข. ใบสีเขียว
 - ค. การสร้างอาหาร
 - ง. ไม่ต้องกำหนดคำใดเลย

21. จากข้อ 20 ถ้าจะกำหนดความหมายของการสร้างอาหาร ที่สามารถสังเกตได้ ควรเป็นข้อใด ?

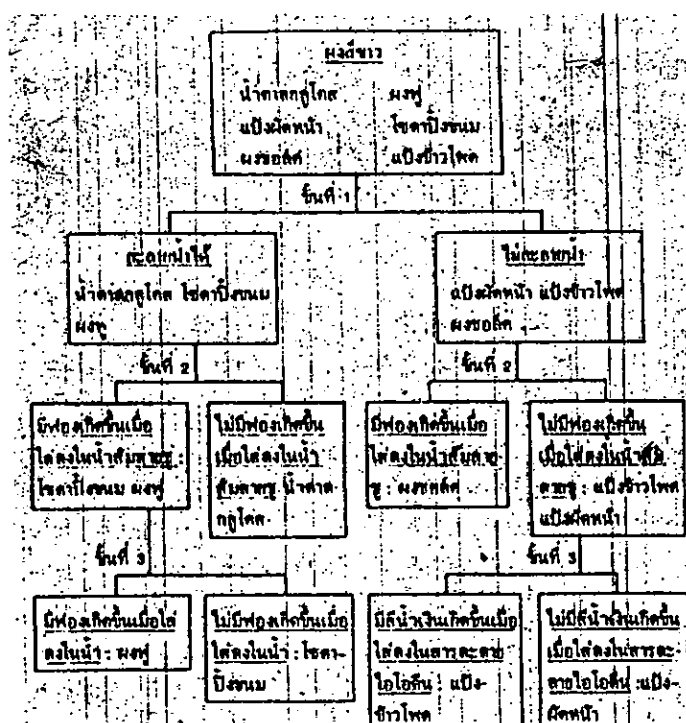
- ก. การผลิตแป้งจากการสังเคราะห์แสง
- ข. การหุ้ดอาหารเพื่อให้เลี้ยงร่างกาย
- ค. เมื่อนำใบพืชมาเป็นอาหารจะทำให้เจริญเติบโต
- ง. เมื่อหยดสารละลายไอโอดีนลงบนใบพืชที่มีแป้งจะเปลี่ยนเป็นสีม่วง

22. "ที่อุณหภูมิต่ำและที่อุณหภูมิสูง ประสิทธิภาพในการย่อยอาหารของเอนไซม์จะต่างกัน" จากสมมติฐานนี้ ถ้าจะทำการทดลอง จะต้องกำหนดนิยามคำใด ?

- ก. อุณหภูมิต่ำ
- ข. อุณหภูมิสูง
- ค. ประสิทธิภาพการย่อย
- ง. อุณหภูมิ, การย่อยอาหาร

23. นายดำ ทดลองเอาวัตถุหลายชนิดมาหาว่าวัตถุใดบ้างที่เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี คำว่าตัวนำไฟฟ้าที่ดี หมายความว่าอย่างไร ?

- ก. วัตถุใด ๆ ก็ตามที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ง่าย
- ข. วัตถุใด ๆ ก็ตามที่สามารถเอามาต่อในวงจรแล้วทำให้กระแสไฟฟ้าครบวงจร
- ค. วัตถุใด ๆ ก็ตามที่ทำด้วยโลหะ เมื่อนำมาต่อในวงจรทำให้ไฟฟ้าไหลครบวงจร
- ง. วัตถุใด ๆ ก็ตาม เมื่อนำมาใช้แทนหลอดทองแดงที่ต่อกับขั้วทั้งสองของแบตเตอรี่และหลอดไฟฟ้าแล้ว ทำให้หลอดไฟฟ้สว่าง



24. จากแผนภูมิข้างบนนี้ ถ้ามีแฝดชาย 6 คนดียวกันอยู่ในขวด ทำอย่างไรจึงจะรู้ว่าขวดใดเป็นแฝด ?

- ใส่ลงในน้ำถ้าละลายแสดงว่าเป็นแฝด
- ใส่ลงในสารละลายไอโอดีนจะได้สีน้ำเงิน
- เอาใส่น้ำละลายได้ ไม่มีฟองเมื่อใส่น้ำส้มสายชู
- เมื่อใส่น้ำละลายได้ เมื่อใส่ลงในน้ำและในน้ำส้มสายชูจะเกิดฟอง

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

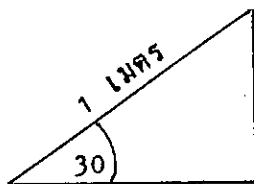
25. ในการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานว่า น้ำที่ตำแหน่งลึกแตกต่างกัน จะมีปริมาณออกซิเจนแตกต่างกัน ในการทดลองนี้ จะต้องติดตามอะไร ?
- น้ำ
 - ความลึก
 - ปริมาณออกซิเจน
 - การละลายของออกซิเจน
26. ถ้าเราตั้งสมมติฐานว่า "เนื้อที่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของพืช" ในการทดลองนี้ ไม่ต้องควบคุมสิ่งใดให้คงที่ ?
- ขนาดของพื้นที่
 - ปริมาณน้ำที่ใช้รด
 - อุณหภูมิของบริเวณทดลอง
 - ชนิด ขนาด และอายุของพืช
27. ในการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า "ปุ๋ยไนโตรเจนมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช" ในการทดลองนี้จะต้องจัดอะไรให้แตกต่างกัน ?
- ปริมาณปุ๋ย
 - ชนิดของปุ๋ย
 - ชนิดของพืช
 - การเจริญเติบโตของพืช
28. จากข้อ 27 จะต้องจัดอะไรให้เหมือนกันบ้าง ?
- ชนิดและขนาดของต้นพืช
 - ปริมาณและเวลาการรดน้ำ
 - ชนิดของดิน ขนาดกระถางที่ปลูก
 - ทุกข้อที่กล่าวมา

29. ถ้าจะทดลองว่า สัตว์ที่มีรูปร่างใหญ่โตจะอดน้ำได้น้อยกว่าสัตว์ที่มีขนาดเล็ก ไม่ต้องควบคุม สิ่งใดให้เหมือนกัน

- ก. ชนิดสัตว์
- ข. ปริมาณน้ำ
- ค. สถานที่เลี้ยงสัตว์
- ง. ขนาดลำตัวของสัตว์

นาย ก ทดลองหาความเร็วของทรงกลม ที่กลิ้งตามพื้นเอียง โดยทำการทดลองดังนี้

1. จัดวางไม้เป็นพื้นเอียง ที่มีความยาว 1 เมตร ทำมุม 30 องศา กับแนวระดับดังภาพ



2. ปล่อยลูกเหล็กทรงกลมที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร ที่ตำแหน่งหนึ่งจับเวลาในการกลิ้งของลูกเหล็กทรงกลม
3. เปลี่ยนพื้นเอียงเป็นยาง เหล็ก โฟม ทำการทดลองตามข้อ 1 และ 2

30. จากการทดลองข้อใดเป็นตัวแปรที่ถูกควบคุม ?

- ก. ความยาวของพื้นเอียง
- ข. ความเร็วของลูกกลม
- ค. เวลาในการเคลื่อนที่
- ง. ชนิดของพื้นเอียง

31. จากการทดลองข้อใดเป็นตัวแปรที่ไม่เข้าพวก ?

- ก. ตำแหน่งที่ปล่อยลูกกลม
- ข. ความเร็วของลูกกลม
- ค. ชนิดของลูกกลม
- ง. รัศมีของลูกกลม

32. นาย ข. ทดลองโดยให้อาหาร 2 ชนิด กับไก่ที่เหมือนกัน 2 ตัว ชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูงของไก่ 2 ตัว ทุกสัปดาห์เป็นเวลา 4 สัปดาห์ การทดลองนี้ นาย ข. จะต้องจัดอะไรให้เหมือนกันบ้าง ?

- ก. เวลาที่ชั่งน้ำหนักและเวลาในการทดลอง
- ข. ปริมาณอาหารและเวลาในการทดลอง
- ค. ชนิด เพศ น้ำหนักของไก่
- ง. ทุกข้อที่กล่าวมา

ทักษะการทดลอง

ครูให้นักเรียนทดลองหาปฏิริยา ระหว่างสาร ก กับสาร ข ดังนี้

1. นำสาร ก. ใส่หลอดทดลอง
 2. เอาสารละลาย M หยดลงไป สังเกตปฏิริยาหลังหยดสาร บันทึกผล
 3. เปลี่ยนสาร ก เป็นสาร ข และสาร ค ทำการทดลองตามข้อ 1 และ ข้อ 2
- จากขั้นตอนการทดลองตามข้างต้นนี้ ให้นักเรียนตอบคำถามข้อ 33-34

33. จากขั้นตอนการทดลอง ใครทำการทดลองได้ถูกต้อง ?

- ก. สมณู นำหลอดทดลองขนาดเล็ก กลาง ใหญ่ มาใส่สาร ก ข และสาร ค แล้วจึงหยดสาร
- ข. สมศรี นำสาร ก ข และ ค อย่างละเท่ากันใส่หลอดทดลองแล้วหยดสารละลาย M 4, 5 และ 6 หยด ตามลำดับ
- ค. สมชาย หยดสารละลาย M อย่างละเท่ากัน ลงในหลอดทดลองที่มีสาร ก ข และ ค อย่างละเท่า ๆ กัน สังเกตหลังหยด
- ง. สมศักดิ์ หยดสารละลาย M อย่างละเท่ากัน ลงในหลอดทดลองที่มีสารเท่า ๆ กัน สังเกตการเปลี่ยนแปลง 2 3 5 นาที ตามลำดับ

34. จากขั้นตอนการทดลอง จะต้องใช้อุปกรณ์ตามข้อใด ?

- ก. หลอดทดลอง 3 ขนาด หลอดหยด 3 อัน นาฬิกา
- ข. หลอดทดลองขนาดกลาง 3 หลอด หลอดหยด 1 อัน บีกเกอร์ 1 ใบ
- ค. หลอดทดลองขนาดกลาง 3 หลอด บีกเกอร์ 3 ใบ เทอร์โมมิเตอร์
- ง. หลอดทดลอง 3 ขนาด กระจกตวง แท่งแก้วคนสาร เทอร์โมมิเตอร์

35. สมศรี ต้องการทดสอบว่า "ดินบริเวณ ก เหมาะที่จะปลูกกุหลาบมากกว่าดินบริเวณ ข" เขาจึงทำการทดลองดังนี้

1. นำดินบริเวณ ก และ บริเวณ ข ปริมาณเท่ากันใส่ในกระถางขนาดเดียวกัน
2. ปลูกกุหลาบที่มีขนาดกิ่งเท่ากัน ลักษณะและความสมบูรณ์เหมือนกัน กระถางละ 1 กิ่ง
3. ฉีดน้ำยาฆ่าเชื้อราชนิดเดียวกันและปริมาณเท่ากันกับกุหลาบทั้งสองต้น
4. ปิดหน้าดินด้วยกาบมะพร้าวเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำทั้งสองต้น
5. วางกระถางไว้ในที่บริเวณเดียวกัน
6. รดน้ำทั้งสองกระถางในปริมาณที่เท่ากันทุกวัน
7. วางกระถางทั้งสองไว้ในบริเวณเดียวกัน
8. รดน้ำทั้งสองกระถางในปริมาณที่เท่ากัน ทุกวัน
9. นับจำนวนใบ วัดความสูงของต้นกุหลาบทั้งสองทุก ๆ วันในเวลาเดียวกัน

จากการทดลองดังกล่าว ขั้นตอนใดไม่จำเป็นต้องทดลองก็ได้ ?

- ก. ขั้นที่ 1 - 2
- ข. ขั้นที่ 3 - 4
- ค. ขั้นที่ 5 - 6
- ง. ขั้นที่ 7

36. นักเรียนคนหนึ่ง บรรจุดินร่วนในกระป๋องที่สูงเท่ากัน แต่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 ซม. 10 ซม. และ 15 ซม. อย่างละครึ่งกระป๋อง แล้วนำถั่วเขียวเพาะลงในกระป๋องทั้ง 3 กระป๋องละ 10 เมล็ด รดน้ำกระป๋องละ 15 cm^3 ตั้งทิ้งไว้ให้ถูกแสง แล้วสังเกตุดันถั่ว เป็นเวลา 7 วัน จากการทดลองดังกล่าว อาจทราบว่าเข้าต้องการศึกษาสิ่งใด ?
- แสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
 - อุณหภูมิมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
 - เนื้อที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
 - ดินต่างชนิดกันมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
37. ถ้านักเรียนมีหินอยู่ 2 ก้อน คือหิน ก และหิน ข ถ้าต้องการพิสูจน์ให้เห็นว่า หิน ก แข็งกว่า หิน ข จะต้องทำตามในข้อใด ?
- นำหิน ก และหิน ข มาชั่งกัน
 - นำหิน ก และหิน ข ไปหาวัดเดือด
 - นำหิน ก และหิน ข ไปหาปริมาตรโดยการแทนที่น้ำ
 - นำหิน ก และหิน ข ไปทดสอบกับกรดไฮโดรคลอริก
38. อุปกรณ์ชุดหนึ่งประกอบด้วย เทอร์โมมิเตอร์ กระป๋องน้ำร้อน กระป๋องน้ำเย็น กระป๋องน้ำธรรมดา อุปกรณ์ชุดนี้ ใช้ทำการทดลองเรื่องใด ?
- การวัดอุณหภูมิของน้ำ
 - การหาจุดเดือดของน้ำ
 - การวัดอุณหภูมิของอากาศ
 - การวัดอุณหภูมิของร่างกาย
39. นักชีววิทยา ทำการทดลองโดย
- นำลูกปลาบิกที่ได้จากการผสมเทียมขนาดเท่า ๆ กัน 100 ตัว มาติดเครื่องหมาย ขอกวัน เดือน ปี และสถานที่ปล่อยปลา
 - นำลูกปลาบิกไปปล่อยตามแหล่งน้ำต่าง ๆ

3. ประกาศให้รางวัลแก่ชาวประมงที่จับปลาที่มีเครื่องหมายได้ ในระยะเวลา 10 ปี
หลังจากปล่อยปลาไปแล้ว 1 ปี

4. สำนักรวจตำแหน่งที่จับปลาได้

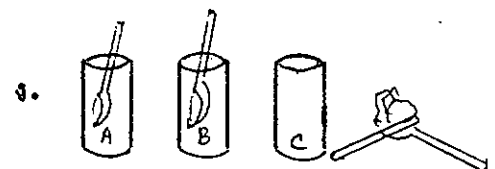
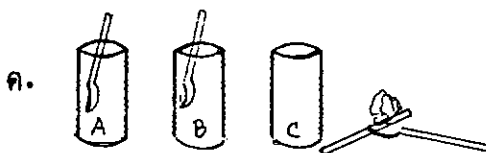
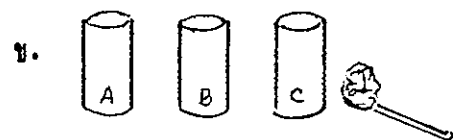
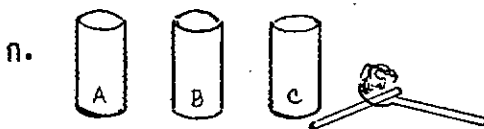
จากการทดลอง นักชีววิทยา ต้องการศึกษาลึ่ใด ?

- ก. การผสมพันธุ์ของปลาบึก
- ข. การดำรงชีวิตของปลาบึก
- ค. การเจริญเติบโตของปลาบึก
- ง. แหล่งที่อยู่อาศัยของปลาบึก

40. นันทา ทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า สารแต่ละชนิดมีความสามารถในการละลาย
แตกต่างกัน โดยทดลองดังนี้

1. เติมน้ำลงในหลอดทดลอง
2. ใส่สาร A ลงไป 1 ช้อน เขย่าจนละลายหมด แล้วจึงเติมลงไปอีกที่ละช้อนเขย่า
จนไม่ละลาย นับจำนวนช้อนบันทึก
3. เปลี่ยนสาร A เป็น B และสาร C ทำการทดลองตามข้อ 1 และ 2

จากการทดลองข้างต้น การตักสาร A สาร B และสาร C ควรตักตามข้อใด ?



ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

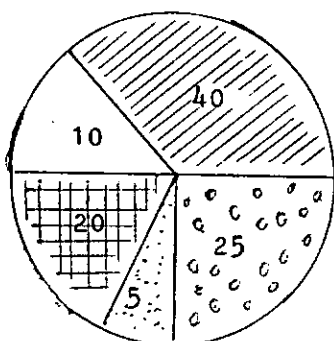
41. จากการศึกษาระดับวิตามินบี 1 ในน้ำนมแม่ จากแม่ลูกอ่อน ตามภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย ประเทศอินเดีย และประเทศสหรัฐอเมริกา ได้รายละเอียดดังนี้

ประเทศ	ระดับวิตามิน บี 1 ในน้ำนมแม่ (ไมโครกรัม / 100)
ไทยภาคกลาง	9.3
ไทยภาคเหนือ	10.2
ไทยภาคตะวันออก	11.9
ไทยภาคใต้	14.9
อินเดีย	15.3
สหรัฐอเมริกา	16.2

ข้อความใดไม่สอดคล้องกับข้อมูลในตาราง

- ก. เด็กกรุงเทพฯ มีโอกาสเป็นโรคเหน็บชามากกว่าเด็กภาคอื่น
 ข. เด็กกรุงเทพฯ มีโอกาสเป็นโรคเหน็บชามากกว่าเด็กอินเดีย
 ค. ระดับวิตามิน บี 1 ในน้ำนมแม่ ของคนไทยต่ำกว่าระดับของคนอินเดีย
 ง. ระดับวิตามิน บี 1 ในน้ำนมแม่ ของคนไทยต่ำกว่าระดับมาตรฐานมาก

42. กราฟนี้ควรสรุปว่าอย่างไร ?



พญา

มะนาว

ตะไคร้

ผักบุ้ง

แหน

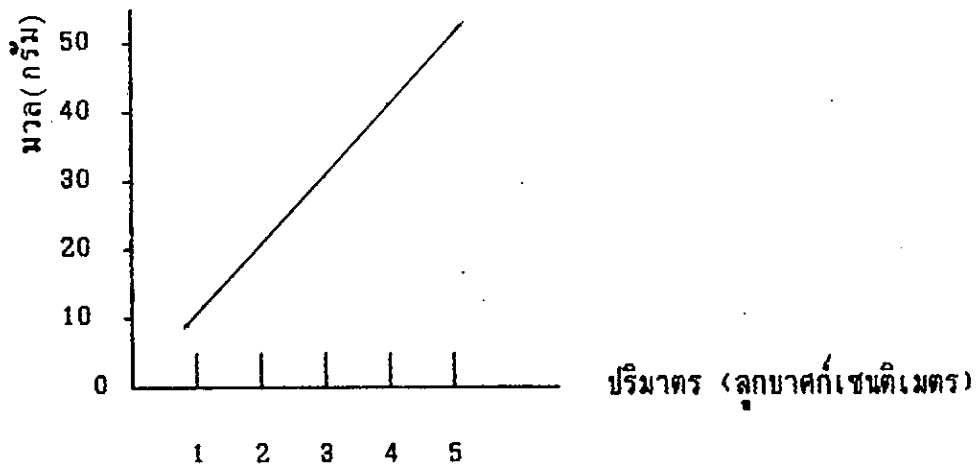
ก. ส่วนนี้มีพืชหลายชนิด

ข. มะนาวเป็นพืชเศรษฐกิจ

ค. ส่วนนี้เหมาะแก่การปลูกพืช

ง. ส่วนนี้มีพญามากกว่าพืชชนิดอื่น

ยูพาเอาวัตถุนิตเดียวกันหลายก้อนมาทดลองหามวลและปริมาตรได้ผลดังนี้



43. จากกราฟหินที่มีมวล 30 กรัม จะมีปริมาตรเท่าไร ?

- ก. 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ข. 3 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ค. 4 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ง. 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร

44. จากกราฟ ควรสรุปได้ว่าอย่างไร

- ก. วัตถุที่มีมวลและปริมาตร
- ข. วัตถุที่มีมวลมาก ขนาดจะโต
- ค. วัตถุที่มีมวลมากจะมีปริมาตรน้อย
- ง. วัตถุที่มีมวลมากจะมีปริมาตรมาก

45. จากการทดลองวัดความดันบรรยากาศที่ระดับต่าง ๆ กัน ได้ผลดังนี้

ที่ความสูงจากพื้นดิน	ความดันบรรยากาศ (mm/hg)
0	760
1	757
2	754
3	751
4	748
5	745

จากตารางข้อใด สรุปได้ดีที่สุด ?

- ก. ที่ต่ำความดันสูง
- ข. ที่สูงความดันต่ำ
- ค. ยิ่งสูงความดันยิ่งต่ำลง
- ง. ทุกความสูง 1 กม. ความดันลดลง 3 มม.

46. จากตารางควรสรุปข้อมูลนี้ว่าอย่างไร ?

กิจกรรม	อัตราการเต้นของชีพจร ครั้ง/นาที
ปกติ	72
เดิน	75
กระโดด	80
วิ่งเร็วๆ	95

- ก. การวิ่งทำให้ชีพจรเต้นเร็ว
- ข. กิจกรรมที่ออกแรงมากชีพจรยิ่งเต้นเร็ว
- ค. การออกกำลังกายทำให้ปอดและหัวใจแข็งแรง
- ง. การเต้นของชีพจรขึ้นอยู่กับเพศ อายุ ลักษณะของกิจกรรม

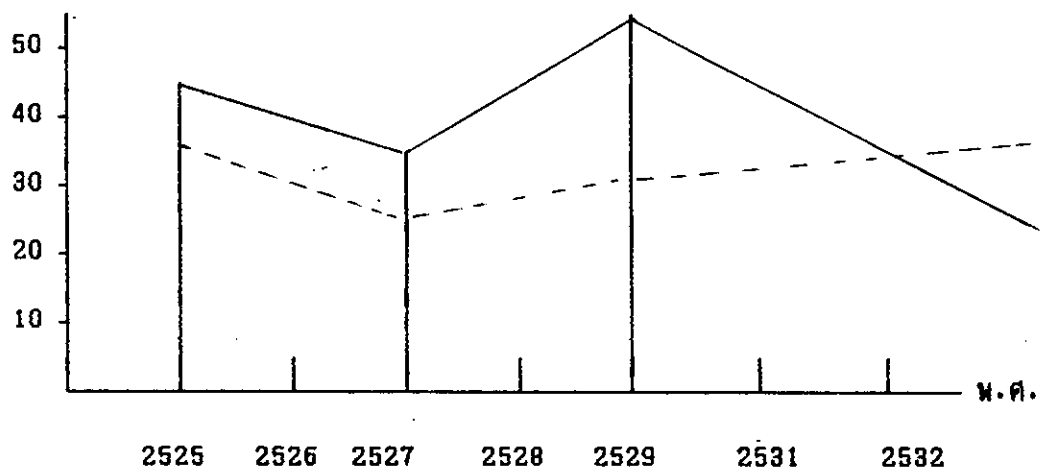
47. จากข้อมูลข้อใดสรุปได้ดีที่สุด?

ชนิดของสัตว์	อาหารที่กิน
ไก่	ข้าวเปลือก, หนอน
งู	หนู, กบ
แมว	ข้าว, ปลา
ควาย	หญ้า
เสือ	เก้ง, กวาง
ช้าง	อ้อย, หญ้า

- ก. แมวและไก่ต้องกินข้าวเหมือนกัน
- ข. งูและเสือเป็นสัตว์ที่กินสัตว์ด้วยกัน
- ค. นกเป็นผู้ผลิตสัตว์เป็นผู้บริโภค
- ง. สัตว์แบ่งได้เป็น 3 พวก คือกินพืชกินสัตว์ และกินทั้งพืชและสัตว์

48. จากกราฟสรุปได้ว่าอย่างไร ?

ปริมาณน้ำ (cm³)



- ก. ปี 2529 ทั้งสองภาคมีปริมาณฝนสูงสุด
- ข. ภาคกลางจะมีฝนตกโดยเฉลี่ยมากกว่าภาคอื่น
- ค. โดยเฉลี่ยแล้วภาคกลางมีความชุ่มชื้นน้อยกว่าภาคเหนือ
- ง. ปี 2532 ภาคกลางมีปริมาณน้ำฝนมากกว่าภาคเหนือ 10 เซนติเมตร

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบกำหนดและไม่กำหนดแนวทาง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เรื่องอาหาร

แผนการสอนครั้งที่ 1

เรื่อง อาหาร

เวลา 2 คาบ

ความคิดรวบยอด

สารอาหารหมายถึง สารเคมีที่ประกอบอยู่ในอาหารที่เรากิน ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน แร่ธาตุ และวิตามิน ซึ่งสามารถทดสอบได้โดย

สารอาหารที่ทดสอบกับสารละลายไอโอดีนได้สีม่วงหรือน้ำเงินปนม่วง แสดงว่าสารนั้นมีแป้ง ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทหนึ่งปนอยู่

สารอาหารที่ทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์ แล้วได้ตะกอนสีน้ำตาล แสดงว่าสารนั้นมีคาร์โบไฮเดรตประเภทหนึ่งปนอยู่

สารอาหารที่ทดสอบกับสารคอปเปอร์ซัลเฟต และโซเดียมไฮดรอกไซด์ แล้วเปลี่ยนเป็นสีม่วง แสดงว่าสารอาหารนั้นมีสารอาหารประเภทโปรตีน

สารอาหารที่นำมาถุกกับกระดาษแล้วทำให้กระดาษโปร่งแสงได้ แสดงว่ามีสารอาหารประเภทไขมัน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อจบหัวข้อทดลองเรื่องนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของสารอาหารได้
2. ทดสอบและสรุปสมบัติของสารอาหารบางประเภทได้
3. ชี้บ่งแหล่งที่มาของสารอาหารบางประเภทได้
4. จำแนกประเภทของอาหารตามสมบัติบางประการได้

เนื้อหา

อาหารคือ สิ่งที่ย่อยได้ และก่อให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกาย ในอาหารมีส่วนประกอบที่เป็นสารเคมีสารเคมี เรียกว่าสารอาหาร อาหารมีอยู่หลายประเภท ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน แร่ธาตุ และวิตามิน ซึ่งสามารถทดสอบได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยการสนทนาประกอบรูปภาพ ที่เกี่ยวกับความสมบูรณ์ของประเทศไทย และภาพเด็กขาดอาหาร
2. ร่วมกันอภิปราย เพื่อให้ตระหนักว่าแม้ประเทศไทยยังอุดมสมบูรณ์ แต่ประชาชนยังขาดอาหารอยู่
3. เสนอรูปภาพอาหาร และอาหารหลัก 5 หมู่ ที่เป็นของจริง หลาย ๆ ชนิด
แล้วนำอภิปรายไปสู่ปัญหาว่า

นักเรียนคิดว่าอาหารแต่ละชนิดที่กินเข้าไปมีสารอาหารอะไรบ้าง? เราจะทราบได้อย่างไรว่าในอาหารมีสารชนิดใด? ถ้าจะใช้สารละลายไอโอดีน สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต กับโซเดียมไฮดรอกไซด์สารละลายเบเนดิกต์ และ ทดสอบความโปร่งแสงเป็นตัวทดสอบ

จากปัญหานำไปสู่สมมติฐานดังนี้

เมื่อใช้สารละลายไอโอดีน ทดสอบอาหารแต่ละชนิดจะได้ผลการทดลองต่างกัน

เมื่อใช้สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในอัตราส่วน

1:2 ทดสอบอาหารแต่ละชนิดจะได้ผลการทดลองแตกต่างกัน

เมื่อใช้สารละลายเบเนดิกต์ ทดสอบอาหารแต่ละชนิดจะได้ผลการทดลองแตกต่างกัน

อาหารแต่ละชนิดเมื่อนำมาทดสอบความโปร่งแสงกับกระดาษ จะให้ผลการทดลองต่างกัน

ขั้นทดลอง

แบบไม่กำหนดแนวทาง

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายกันในกลุ่ม เพื่อวางแผนการทดสอบอาหารที่วางไว้หน้าห้องโดยเลือกอาหารที่ต้องการ

แบบกำหนดแนวทาง

1. ครูอธิบายการทดลองในกิจกรรมที่ 7.1

ทดสอบ บอกวิธีการทดลองและอุปกรณ์
ที่ใช้ การบันทึกผลการทดลอง

2. นักเรียนเลือกอาหารและอุปกรณ์ตามที่
ออกแบบมาปฏิบัติการทดลอง

3. สรุปผลการทดลองในกลุ่ม

2. ครูแจกอุปกรณ์ตามกิจกรรมที่ 7.2 ที่จัดไว้เป็นชุด ๆ
นักเรียนปฏิบัติการทดลอง บันทึกผลตามตารางใน
หนังสือแบบเรียน

3. ครูถามตามแนวในแบบเรียนเพื่อให้
นักเรียนสรุปได้

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. แต่ละกลุ่มเสนอผลการทดลอง

2. ครูนำผลที่ได้ทั้งหมด มาช่วยกันสรุป รวบรวมเป็นความรู้ใหม่

สื่อการเรียนการสอน

แบบไม่กำหนดแนวทาง

1. อุปกรณ์ตามกิจกรรมที่ 7.2

2. อาหารที่ทดสอบที่นอกเหนือจากการทดลองที่

7.2 เช่น เมล็ดบัว มะพร้าว มะม่วงหิมพานต์
ถั่วดำ เมล็ดมะขาม

การประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปราย

2. สังเกตจากการปฏิบัติการทดลอง และการรายงานผล

แบบกำหนดแนวทาง

1. อุปกรณ์ตามกิจกรรมที่ 7.2

แผนการสอนครั้งที่ 2

เรื่อง การทดสอบอาหารประเภทแป้ง

เวลา 1 คาบ

ความคิดรวบยอด

การทดสอบอาหารว่าเป็นสารอาหารประเภทใดได้ สารนั้นต้องมีปริมาณมากพอจึงจะตรวจพบ ถ้าทดสอบสารละลายไอโอดีนกับสิ่งที่มีลักษณะคล้าย ๆ แป้งแต่สีของสิ่งที่ทดสอบไม่เปลี่ยนแปลงแสดงว่าไม่ใช่สารอาหารประเภทแป้ง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. ทดสอบสารอาหารในอาหารที่ต้องการได้
2. ระบุสารอาหารที่อยู่ในอาหารที่ทดสอบได้
3. จำแนกอาหารประเภทแป้ง และสิ่งที่ไม่ใช่แป้งจากการทดสอบได้

เนื้อหา

ในอาหารประเภทหนึ่ง ๆ อาจมีสารอาหารหลายอย่างปนอยู่ ถ้ามีปริมาณมากก็จะตรวจพบอาหารประเภทแป้ง เมื่อทดสอบการสารละลายไอโอดีนจะเปลี่ยนสีของไอโอดีนเป็นสีม่วงหรือสีน้ำเงินปนม่วง แต่ถ้าสิ่งที่มีลักษณะคล้ายแป้ง เมื่อใช้สารละลายไอโอดีนทดสอบแล้วไม่เปลี่ยนแปลงแสดงว่าไม่ใช่สารอาหารประเภทแป้ง

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. สันทนาบทวนเกี่ยวกับอาหารที่ทดสอบมาแล้ว ถึงผลการทดสอบอาหารแต่ละชนิด
2. ชักถามนักเรียนถึงอาหารที่รับประทานว่ามีสารอาหารประเภทใดบ้าง นักเรียนสามารถพิสูจน์ได้หรือไม่ และถ้ามีสิ่งที่มีลักษณะคล้ายแป้งนักเรียนจะทำการทดสอบได้อย่างไรว่าเป็นแป้งหรือไม่

จากปัญหาไปสู่สมมติฐานดังนี้

อาหารประเภทแป้งกับสิ่งที่มีลักษณะคล้ายแป้งให้ผลต่อการทดสอบกับไอโอดีนแตกต่างกัน

ขั้นทดลอง

แบบไม่กำหนดแนวทาง

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายกันในกลุ่มเพื่อวางแผนการทดสอบอาหารที่อยู่หน้าห้องทดลอง โดยเลือกอาหาร บอกวิธีทดลองและอุปกรณ์ที่ใช้ หาวิธีการบันทึกผลการทดลอง
2. นักเรียนเลือกอุปกรณ์ เลือกอาหาร ตามที่นักเรียนออกแบบไว้แล้วมาทำการทดลองและบันทึกผลตามที่ออกแบบ
3. อภิปรายสรุปผลภายในกลุ่ม

แบบกำหนดแนวทาง

1. ครูอธิบายการทดลองดังนี้
 - 1) ใช้แป้งหมายเลข 1 และ 2 ใส่หลอดทดลองขนาดกลาง 1 ซ้อนเบอร์ 2 เติมน้ำกลั่น ลงในหลอดทดลอง หลอด 5 cm³
 - 2) ใช้หลอดหยด หยดสารละลายไอโอดีน 1 หยด ลงในหลอดทั้งสอง เขย่า สังเกตการเปลี่ยนแปลงบันทึกผลตามตารางที่ครูกำหนดให้
2. ครูถามคำถามให้นักเรียนตอบดังนี้

ผลการทดลองที่ผ่านมา นักเรียนทราบหรือไม่ ไม่ว่าอะไรเป็นแป้ง อะไรไม่ใช่แป้ง

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. นักเรียนนำผลงานมาสรุป รายงานผลหน้าชั้น
2. ครูและนักเรียนอภิปรายสรุป รวบรวมเป็นความรู้ใหม่

สื่อการเรียนการสอน

แบบไม่กำหนดแนวทาง

1. สารละลายไอโอดีน
2. อาหารประเภทแป้งได้แก่ แป้งมัน แป้งสาลี แป้งโกกิ แป้งข้าวโพด แป้งข้าวเจ้า

แบบกำหนดแนวทาง

1. สารละลายไอโอดีน
2. แป้งข้าวเจ้า
3. แป้งมัน

3. สิ่งที่มีลักษณะคล้ายแป้ง เช่น แป้งผัดหน้า ซอว์ก 4. หลอดทดลองขนาดกลาง 2 หลอด

ดินสอทอง ยาทันใจ กลูโคส ผงฟู เกลือป่น

4. อุปกรณ์การทดลองในห้องทดลอง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปราย

2. สังเกตจากการทำการทดลอง

3. ดูจากคะแนนแบบฝึกหัด

แผนการสอนครั้งที่ 3

เรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน

เวลา 2 คาบ

ความคิดรวบยอด

ร่างกายของคนได้รับพลังงานจากอาหาร ในอาหารมีพลังงานสะสมอยู่ อาหารแต่ละชนิดมีพลังงานสะสมแตกต่างกัน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อจบหัวข้อเรื่องสารอาหารที่ให้พลังงานแล้ว นักเรียนสามารถ

1. ทดลองและสรุปเกี่ยวกับพลังงานจากอาหารได้
2. คำนวณค่าปริมาณความร้อนที่ได้จากการเผาอาหารที่ทดสอบได้

เนื้อหา

ร่างกายของคนเราได้รับพลังงานจากอาหาร ในอาหารมีพลังงานสะสมอยู่ได้จากการสังเคราะห์ พลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาอาหารเป็นแคลอรี (1 แคลอรี = 4.2 จูล) หมายถึง ปริมาณความร้อนที่ทำให้ให้น้ำ 1 กรัมมีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส อาหารต่างชนิดกันให้ปริมาณความร้อนแตกต่างกัน อาหารที่ให้พลังงานสูงจะให้พลังงานมาก

กิจกรรมการเรียนรู้ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ให้นักเรียนลองเล่ากิจกรรมใน 1 วัน ให้เพื่อน ๆ ฟัง ครูซักถามว่าถ้านักเรียนไม่ได้กินอาหารใน 1 วัน จะทำกิจกรรมเหล่านั้นได้หรือไม่ ? อย่างไร? แสดงว่าเราได้พลังงานมาจากไหน ? เราจะทดสอบได้อย่างไร? ว่าอาหารมีพลังงาน

จากปัญหาไปสู่สมมติฐานดังนี้

อาหารแต่ละชนิดให้พลังงานความร้อนในการต้มได้ไม่เท่ากัน

ขั้นทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง

1. ให้นักเรียนอภิปรายในกลุ่มโดยเลือก

แบบกำหนดแนวทาง

1. ครูอธิบายการทดลองในกิจกรรมที่ 7.2

อาหารมาทดสอบหาพลังงานความร้อน
หาวิธีทดลอง และวิธีบันทึกผลการ
ลอง

2. นักเรียนเลือกอุปกรณ์ เลือกอาหาร
ตามที่นักเรียนออกแบบไว้แล้วทำการ
ทดลองและบันทึกผลตามที่ออกแบบ
3. นักเรียนสรุปผลการทดลองในกลุ่มจาก
ผลการทดลอง

2. ครูแจกอุปกรณ์ที่จัดไว้เป็นชุด ๆ ให้นักเรียน
ปฏิบัติการทดลองตามที่ครูอธิบายและบันทึกผลลง
ในแบบบันทึกที่กำหนดให้
3. ครูถามให้นักเรียนตอบตามแนวคำถามในบท
เรียนเพื่อลงข้อสรุป

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. นักเรียนนำผลมารายงานหน้าชั้น
2. ครูและนักเรียนอภิปรายสรุป รวบรวมเป็นความรู้ใหม่

สื่อการเรียนการสอน

แบบไม่กำหนดแนวทาง

1. รูปภาพที่เกี่ยวกับอาหารประเภทต่างๆ
ความอุดมสมบูรณ์ของประเทศไทย รูป
เด็กขาดอาหาร
2. อุปกรณ์และสารเคมีตามแบบเรียนใน
กิจกรรมที่ 7.1
3. อุปกรณ์ที่นอกเหนือไปจากแบบเรียนที่ได้
จากการสำรวจนักเรียนล่วงหน้า เช่น
ขนมปัง ขนมจีน กะทิ ฯลฯ

แบบกำหนดแนวทาง

1. รูปภาพที่เกี่ยวกับอาหารประเภทต่าง ๆ ความ
อุดมสมบูรณ์ของประเทศไทย และรูปเด็ก ๆ ที่
ขาดอาหาร
2. อุปกรณ์และสารเคมีตามแบบเรียนในกิจกรรมที่
7.1

การประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปรายภายในกลุ่ม และการอภิปรายร่วม
2. สังเกตจากการออกแบบการทดลองและปฏิบัติการกิจกรรมการทดลอง

แผนการสอนครั้งที่ 4

เรื่อง อาหารที่ไม่ให้พลังงาน

เวลา 1 คาบ

ความคิดรวบยอด

วิตามินเป็นสารอาหารที่ไม่ให้พลังงานแต่ร่างกายขาดไม่ได้ วิตามินมีหลายชนิด วิตามินซีในอาหารสามารถทดสอบได้ โดยดูปฏิกิริยาของวิตามินซีกับสารละลายไอโอดีนในน้ำแป้ง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ทดสอบวิตามินซีในอาหารบางชนิดได้
2. ชี้บ่งแหล่งที่มาของสารอาหารประเภทวิตามินซีได้
3. เปรียบเทียบวิตามินซีในอาหารที่ทดสอบได้ โดยใช้วิตามินสังเคราะห์เป็นเกณฑ์

เนื้อหา

วิตามินเป็นสารที่ไม่ให้พลังงานแต่ร่างกายขาดไม่ได้ วิตามินมีหลายชนิด วิตามินบางชนิดเราสามารถทดสอบได้ เช่นวิตามิน ซี เราสามารถทดสอบได้ว่ามีอยู่ในอาหารนั้น ๆ โดยใช้สารละลายไอโอดีนในน้ำแป้ง

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ให้นักเรียนผ่าฝัก ผลไม้ ทั้งที่เป็นของจริงและรูปภาพ แล้วสนทนาซักถาม ดังนี้

จากของจริงและรูปภาพ ฝักและผลไม้ ให้สารอาหารอะไร ?

นักเรียนคิดว่า ฝักและผลไม้ใดบ้างที่ให้วิตามิน ซี ?

วิตามินซีที่อยู่ในฝักและผลไม้ แต่ละชนิดมีปริมาณเท่ากันหรือไม่

นักเรียนเคยทดสอบสารอาหารประเภทแป้งมาแล้ว โดยใช้สารละลายไอโอดีน ได้ผล

เป็นอย่างไร?

ถ้านักเรียนหยดสารละลายวิตามินซี ลงในน้ำแป้งที่หยดสารละลายไอโอดีน จะได้ผลอย่างไร? และผลจะเหมือนกันหมดหรือไม่กับวิตามินซีที่อยู่ในฝักและผลไม้

จากคำถามปัญหาไปสู่สมมติฐานที่ว่า
 จำนวนหยดของวิตามินซีที่อยู่ในผักและผลไม้ และวิตามินซีสังเคราะห์ ให้ผลต่อการ
 เปลี่ยนแปลงของน้ำแป้งที่ผสมไอโอดีนไม่เท่ากัน

ขั้นการทดลอง

แบบไม่กำหนดแนวทาง

1. ให้นักเรียนอภิปรายกันในกลุ่มโดยเลือก ผักผลไม้
เลือกอุปกรณ์ ทหาวิธีการทดลอง
2. เลือกอุปกรณ์ตามที่วางแผนมาปฏิบัติการทดลอง
3. สรุปผลการทดลองในกลุ่ม

แบบกำหนดแนวทาง

1. ครูอธิบายวิธีการทดลองกิจกรรมที่ 7.3 ให้
นักเรียนฟัง
2. ครูแจกอุปกรณ์ที่จัดไว้แล้วให้นักเรียน
ปฏิบัติการทดลอง ตามที่อธิบายไว้
3. ครูถามให้นักเรียนตอบตามคำถามในแบบ
เรียนเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

ขั้นอภิปรายผลหลังการทดลอง

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มรายงานผลการทดลองหน้าชั้น
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปเป็นความรู้ใหม่
3. ให้แบบฝึกหัด 3 ข้อ

สื่อการเรียนการสอน

แบบไม่กำหนดแนวทาง

1. สื่อตามกิจกรรมในแบบเรียน กิจกรรมที่ 7.3
2. ผักผลไม้ที่เป็นของจริงและรูปภาพ เช่น
ส้ม มะขาม มะเขือเทศ ฝรั่ง มะกรูด มะดัน
กะหล่ำปลี คื่นช่าย ตำลึง ฯลฯ
3. อุปกรณ์ที่อยู่ในห้องทดลอง

แบบกำหนดแนวทาง

1. สื่อตามกิจกรรมแบบเรียนในกิจกรรมที่ 7.3

การประเมินผล

1. สิ่งเกิดจากการอภิปราย
2. สิ่งเกิดจากการทดลองและสรุปผลการทดลอง
3. ดูจากคะแนนแบบฝึกหัด

แผนการสอนครั้งที่ 5

เรื่อง สารอาหารที่ไม่ให้พลังงานประเภท เกลือแร่

เวลา 2 คาบ

ความคิดรวบยอด

วิตามิน และเกลือแร่ เป็นสารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน มีอยู่ในอาหารหลายชนิด ถ้าร่างกายขาดหรือได้รับวิตามินและเกลือแร่บางชนิดมากเกินไป จะเกิดโทษต่อร่างกาย วิตามินซีจะสลายไปเมื่อถูกกับความร้อน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ทดสอบและเปรียบเทียบวิตามินซีในผักและผลไม้สดและผัก ผลไม้ที่ถูกความร้อนแล้ว
2. ชี้บ่งแหล่งที่มาของอาหารประเภทวิตามินและเกลือแร่ได้
3. อธิบายและชี้บ่งโรคที่เกิดจากการขาดหรือได้รับมากเกินไป ของวิตามินและเกลือแร่บางชนิดได้
4. อธิบายประโยชน์ และความสำคัญของวิตามินและเกลือแร่ได้

เนื้อหา

ผัก ผลไม้สดให้วิตามินซีมากกว่าผัก ผลไม้ ที่ผ่านความร้อนแล้ว อาหารที่ให้วิตามินและเกลือแร่มีหลายชนิด แต่ละชนิดมีความสำคัญและประโยชน์แตกต่างกันไป การขาดหรือได้รับมากเกินไปของวิตามินและเกลือแร่บางชนิด ทำให้เกิดโรคได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. สนทนาซักถามถึงผลการทดสอบวิตามินซี ในการทดลองที่ผ่านมา ว่าใช้สารใดเป็นตัวทดสอบวิตามินซี มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ? มีมากหรือน้อยเปรียบเทียบได้จากอะไร ?

2. สนทนาซักถามถึงการปรุงอาหาร ที่ใช้ผักหรือผลไม้ ที่ให้วิตามินซีว่า นักเรียนคิดว่า ปริมาณของวิตามินซีของผักสด กับผักที่ปรุงแล้วจะเป็นอย่างไร ? นักเรียนจะทดสอบได้อย่างไร ?

จากคำถามไปสู่สมมติฐานที่ว่า

ผักและผลไม้สด และผักและผลไม้สุก ให้ปริมาณวิตามินซีได้ไม่เท่ากัน

ขั้นการทดลอง

แบบไม่กำหนดแนวทาง

1. นักเรียนอภิปรายกันในกลุ่ม เลือกผักหรือผลไม้ในการทดลอง เลือกอุปกรณ์วิธีการทดลอง และวิธีการบันทึกผลการทดลอง
2. เลือกอุปกรณ์ตามที่ออกแบบมาปฏิบัติ การทดลอง
3. อภิปรายสรุปผลภายในกลุ่ม

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. นักเรียนนำผลมารายงานหน้าชั้น ครูและนักเรียนสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่
2. ครูอภิปรายประกอบรูปภาพ ถึงแหล่งที่มา ประโยชน์ อาหารเมื่อขาดหรือได้รับมากเกินไป ของวิตามินและแร่ธาตุอื่น ๆ
3. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด 10 ข้อ

สื่อการเรียนการสอน

แบบไม่กำหนดแนวทาง

1. รูปภาพผักผลไม้ที่ให้วิตามินและเกลือแร่

แบบกำหนดแนวทาง

1. อธิบายวิธีการทดลองดังนี้
 - 1) นำมะเขือเทศ 2 ผลมาผ่าหั่นใช้ผ้าขาวบางกรองเอาแต่น้ำใส่บีกเกอร์ขนาด 30 cm³
 - 2) แบ่งน้ำมะเขือเทศเป็นสองส่วนเท่ากัน
 - 3) ส่วนที่หนึ่งนำไปหยดในสาละลายไอโอดีนที่ผสมน้ำแป้ง นับจำนวนหยดที่สีของไอโอดีนหมดไป แล้วบันทึกผลตามตารางบันทึกผลในกิจกรรมที่ 7.3
 - 4) ส่วนที่ 2 นำไปอุ่นให้ร้อน (อย่าเดือด) ปลอຍเย็น แล้วทำเช่นเดียวกับ ข้อ 3
2. แจกอุปกรณ์แก่นักเรียนเป็นชุด ๆ ให้นักเรียนปฏิบัติทดลอง
3. ถามคำถามนำเพื่อให้นักเรียนสรุปได้

แบบกำหนดแนวทาง

1. รูปผักและผลไม้ที่ให้วิตามินและเกลือแร่ต่าง ๆ

ต่าง ๆ

2. ผักและผลไม้ที่นักเรียนคิดจะนำมาทดสอบ
เช่น มะเขือเทศ คื่นช่าย ตำลึง มะละกอ
ฝรั่ง มะนาว ฯ
3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบวิตามินซีเหมือน
แผนการสอน 4

2. มะเขือเทศ 10 ผล

3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบวิตามินซีเหมือนแผนการ
สอนที่ 4 ตะเกียงแอลกอฮอล์ พร้อมทั้งก้านลม

การประเมินผล

1. สังเกตการอภิปรายในกลุ่มและอภิปรายรวม
2. สังเกตการปฏิบัติการทดลอง
3. ดูจากคะแนนแบบฝึกหัด

แผนการสอนครั้งที่ 6

เรื่อง ธาตุที่เป็นส่วนประกอบของอาหาร

เวลา 1 คาบ

แนวคิดรวบยอด

ธาตุสำคัญที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐานในอาหารมี 3 ธาตุ คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน และ ออกซิเจน ส่วนโปรตีนมีไนโตรเจน เป็นส่วนประกอบสำคัญอยู่ด้วย ในการเผาอาหารจะได้ สารสีดำ คือ คาร์บอน ได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และได้ น้ำ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ทดสอบและชี้บ่งแก๊สและของเหลวที่ได้จากการเผาไหม้ได้
2. สรุปเกี่ยวกับธาตุที่สำคัญที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของอาหารได้

เนื้อหา

อาหารส่วนใหญ่อยู่ในรูปสารประกอบ สามารถทดสอบได้และพบว่าเมื่อเผาอาหารจะได้ คาร์บอน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ ซึ่งธาตุที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของอาหารคือ คาร์บอน ออกซิเจน และไฮโดรเจน และสารอาหารโปรตีน มีไนโตรเจน เป็นส่วนประกอบที่สำคัญอีกธาตุหนึ่ง

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. สนทนาเกี่ยวกับอาหารหลักทั้ง 5 หมู่ที่เรียนมาแล้ว แล้วซักถาม เช่น นักเรียนคิดว่าอาหารเป็นธาตุหรือสารประกอบ ถ้าเป็นสารประกอบ ประกอบด้วยธาตุอะไรบ้าง ? ทำอย่างไรจึงจะรู้ได้ ?

จากคำถามไปสู่สมมติฐานที่ว่า

เมื่อเผาอาหารแต่ละชนิด หลังเผาได้สารที่ต่างกัน

แก๊สที่ได้จากการเผาอาหารเมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำปูนใสได้ผลแตกต่างกัน

ของเหลวที่ได้จากการเผาเมื่อนำไปหยดบนผงจุนสิทธิ์ให้ผลแตกต่างกัน

ขั้นทดลอง

แบบไม่กำหนดแนวทาง

1. นักเรียนอภิปรายกันในกลุ่มเลือกอาหาร 4 ชนิด เพื่อนำมาทดสอบคิดหาวิธีทดสอบวิธีการบันทึกผล
2. นักเรียนเลือกอุปกรณ์ที่ออกแบบมา ปฏิบัติการทดลอง บันทึกผลตามที่ออกแบบ
3. อภิปรายสรุปผลที่ได้จากการทดลอง

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มผลัดกันมา สรุปผลการทดลองหน้าชั้น
2. ครูซักถามนักเรียน ร่วมกันอภิปราย สรุปเป็นความรู้ใหม่

สื่อการเรียนการสอน

แบบไม่กำหนดแนวทาง

1. ภาพอาหารหลัก 5 หมู่
2. อุปกรณ์และสารเคมีตามแบบเรียนกิจกรรมที่ 7.4
3. อาหารชนิดต่าง ๆ ที่นักเรียนต้องการทดสอบ เช่น ผักขม ตำลึง ผักกาด คื่นช่าย แปะมัน โกลี แปะข้าวเหนียว แปะข้าวโพด ไข่ขาว เนื้อ นมผง น้ำตาลทราย กลูโคส น้ำตาลปีบฯ
4. อุปกรณ์ที่อยู่ในห้องทดลอง

แบบกำหนดแนวทาง

1. อธิบายการทดลองตามกิจกรรมที่ 7.4 ในแบบเรียน
2. แจกอุปกรณ์ที่จัดไว้เป็นชุด ๆ ให้นักเรียน ปฏิบัติตามที่อธิบายและบันทึกผลตามตาราง ในกิจกรรมที่ 7.4
3. ครูถามนักเรียนตามแนวคำถามในแบบ เรียน เพื่อให้นักเรียนสรุป

แบบกำหนดแนวทาง

1. ภาพอาหารหลัก 5 หมู่
2. อุปกรณ์และสารเคมีตามแบบเรียนในกิจกรรมที่ 7.4

การประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปรายในกลุ่ม
2. สังเกตจากการตอบคำถาม
3. สังเกตจากการออกแบบการทดลองและการปฏิบัติการทดลอง

แผนการสอนครั้งที่ 7

เรื่อง การกินอาหารให้ถูกสัดส่วน และพลังงานจากอาหารกับกิจกรรมต่าง ๆ เวลา 2 คาบ
ความคิดรวบยอด

บุคคลต่าง ๆ ต้องการสารอาหาร และพลังงานในแต่ละวันแตกต่างกันตามลักษณะกิจกรรม
 เพศ และน้ำหนักตัว การกินอาหารในปริมาณไม่เพียงพอหรือไม่ถูกสัดส่วน ทำให้เกิดโทษ
 ต่อร่างกาย

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อจบหัวข้อการกินอาหารให้ถูกสัดส่วนและพลังงานจากอาหารกับกิจกรรมต่าง ๆ แล้ว
 นักเรียนสามารถ

1. บอกถึงความจำเป็นที่จะต้องกินสารอาหารทุกประเภทในแต่ละวันได้
2. อธิบายเหตุผลเกี่ยวกับความต้องการสารอาหารของวัยต่างกันและสภาพต่างกันได้
3. สรุปเกี่ยวกับความต้องการพลังงานในแต่ละวันของแต่ละบุคคลได้
4. อธิบายแหล่งที่มาของพลังงานที่ร่างกายใช้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้
5. เขียนแผนภูมิแสดงพลังงานที่ใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ได้

เนื้อหา

บุคคลในวัยต่าง ๆ กันต้องการสารอาหารและ พลังงานในแต่ละวันแตกต่างกัน การใช้
 พลังงานของแต่ละบุคคล แตกต่างกันตามลักษณะกิจกรรม เพศ น้ำหนักตัว ผู้ที่มีน้ำหนักมากต้องใช้
 พลังงานมาก และเพศชายใช้พลังงานมากกว่าเพศหญิง ในการทำกิจกรรมประเภทเดียวกัน
 หญิงและชายตั้งแต่วัยรุ่นจนถึงวัยกลางคน ต้องการพลังงานสำหรับกิจกรรมในวันหนึ่ง ๆ
 มากกว่าวัยอื่น ๆ จึงมีความต้องการสารอาหารบางชนิดมากกว่า อาหารแต่ละชนิดที่มีปริมาณเท่ากัน
 จะให้ค่าพลังงาน และสารอาหารปริมาณแตกต่างกัน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ให้นักเรียนดูภาพเปรียบเทียบเด็กอายุเท่ากัน คนหนึ่งสมบูรณ์ดี อีกคนเป็นโรคขาดโปรตีน แล้วสนทนาซักถาม ไปสู่การกินอาหารไม่ถูกลัดส่วน การกินอาหารในปริมาณไม่เพียงพอ
2. ใช้รูปอาหารหลัก 5 หมู่ ประกอบการอภิปรายว่า อาหารแต่ละชนิดให้สารอาหารและพลังงานไม่เท่ากัน

จากคำถามลงไปสู่สมมติฐานว่า

พลังงานที่ได้จากสารอาหารแต่ละประเภท ในการตมน้ำมีค่าไม่เท่ากัน

ขั้นทดลอง

แบบไม่กำหนดแนวทาง

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายกันในกลุ่มเพื่อ ออกแบบทดสอบพลังงานในอาหาร จากอาหารบนโต๊ะหน้าห้องโดยเลือกอาหารแต่ละประเภท เลือกอุปกรณ์และหาวิธีทดลอง วิธีบันทึกผล
2. นักเรียนนำอาหารและอุปกรณ์ตามที่ออกแบบมา ปฏิบัติการทดลอง
3. นักเรียนอภิปรายกันในกลุ่มและสรุปผลการทดลอง

แบบกำหนดแนวทาง

1. อธิบายวิธีการทดลองให้นักเรียนฟังดังนี้
 - 1) นำข้าวสุกแห้ง เนื้อแห้ง มะพร้าวแห้ง และผักค่น้ำแห้ง อย่างละ 1 กรัม มาเสียบบนปลายลวดแหลม ทีละชนิด
 - 2) ใส่ น้ำจำนวน 10 cm³ ลงในหลอดทดลอง ขนาดใหญ่ วัดอุณหภูมิ บันทึกผล
 - 3) นำอาหารที่เสียบไว้แล้วจุดไฟที่เปลวตะเกียงแอลกอฮอล์ แล้วนำไปตมน้ำจนไหม้หมดวัดอุณหภูมิของน้ำอีกครั้งบันทึกผลตามตารางที่กำหนด
 - 4) ใช้อาหารชนิดอื่น ทดลองเช่นเดียวกับข้อ 2 และ 3
2. แจกอุปกรณ์ที่จัดไว้เป็นชุด ๆ ให้นักเรียน ปฏิบัติการทดลองตามที่อธิบายไว้
3. ถามคำถามนักเรียนเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลที่ได้มาเขียน เปรียบเทียบบนกระดานดำ ครูนำนักเรียนอภิปรายสรุป สรุปไปจนถึง อาหารแต่ละประเภทให้สารอาหารแต่ละชนิดไม่เท่ากัน
2. ครูอภิปรายถึงพลังงานที่เราใช้ในการทำกิจกรรมในแต่ละวันของหญิงและชาย
3. ให้นักเรียนเขียนกราฟแสดงการใช้พลังงานในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของหญิงและชายตามที่ครูอธิบาย

สื่อการเรียนการสอน

แบบไม่กำหนดแนวทาง

1. รูปเด็กที่ขาดอาหารโปรตีน
2. รูปอาหารหลัก 5 หมู่
3. อปกรณตามแนวในกิจกรรม แผนการสอนครั้งที่ 3
4. ข้าวสุก ขนบั้ง มัน ขนมะจีน เมือก เนื้อชนิดต่าง ๆ มะพร้าว เม็ดบัว ถั่วลิสง เม็ดมะม่วงหิมพาน เม็ดมะขาม ผักชนิดต่าง ๆ ซึ่งต้องตากแห้งมาแล้ว
5. อปกรณที่อยู่ภายในห้องทดลอง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถาม การอภิปราย
2. สังเกตจากการปฏิบัติการทดลอง
3. ดูจากการเขียนกราฟแสดงการใช้พลังงานในการทำกิจกรรมต่าง ๆ

แบบกำหนดแนวทาง

1. รูปเด็กที่ขาดอาหารโปรตีน
2. รูปอาหารหลัก 5 หมู่
3. อปกรณตามแนวในกิจกรรม แผนการสอนครั้งที่ 3
4. ข้าวสุกแห้ง เนื้อแห้ง มะพร้าวแห้ง และ ผักคั่วแห้ง

แผนการสอนครั้งที่ 8

เรื่อง โทษของการขาดสารอาหาร

เวลา 1 คาบ

ความคิดรวบยอด

การกินอาหารไม่ครบ หรือการได้รับสารอาหารมากเกินไป อาจทำให้เกิดโทษ
ถ้าไม่กินอาหารประเภทไขมันเลยจะทำให้ขาดวิตามินที่ละลายในไขมันได้

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ทดสอบและสรุปวิตามินที่ละลายในไขมันและละลายในน้ำได้
2. บอกได้ว่าการขาดไขมัน ทำให้ขาดวิตามินบางชนิดได้
3. อธิบายและชี้บ่งโรคและอาการที่เกิดจากการขาดสารอาหารบางชนิดได้
4. อธิบายถึงโทษที่เกิดจากการกินสารอาหารบางประเภทมากเกินไปเกินความต้องการ

ของร่างกายได้

เนื้อหา

การกินอาหารโดยได้สารอาหารไม่ครบ หรือในปริมาณที่ไม่เพียงพอ อาจเกิดโทษต่อ
ร่างกาย โดยอาจทำให้ร่างกายอ่อนแอ ขาดภูมิคุ้มกันโรคบางอย่าง หรือติดเชื้อโรคได้ง่าย
สารอาหารบางอย่างถ้าได้รับมากเกินไปก็อาจให้โทษ การขาดสารอาหารพวกไขมัน จะทำให้ขาด
วิตามิน เอ ดี อี และ เค ซึ่งเป็นวิตามินที่ละลายในไขมันได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ให้นักเรียนดูภาพเด็กที่เป็นโรคขาดสารอาหารต่าง ๆ เช่น ภาพเด็กตาอักเสบ
จากการขาดวิตามิน เอ ภาพเด็กเป็นโรคคอหอยพอก ภาพเด็กขาดโปรตีน แล้วสนทนาซักถาม
2. เสนอข่าวเกี่ยวกับโรคที่เกิดจากการได้รับ อาหารมากเกินไป เช่น โรคอ้วน
3. สนทนาซักถามถึงโรคเหล่านั้น เช่น มีสาเหตุมาจากอะไร ถ้ามีเด็กที่กินวิตามิน เอ
ในปริมาณมากเพียงพอ แต่ยังเป็นโรคขาดวิตามิน เอ อีก นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด
วิตามิน ละลายในน้ำได้ทุกชนิดหรือไม่

จากปัญหาลงไปสู่สมมติฐานที่ว่า

วิตามินเอ และวิตามิน ซี เมื่อใส่ลงในน้ำมันพืชและในน้ำ จะมีความสามารถในการ
ละลายแตกต่างกัน

ขั้นทดลอง

แบบไม่กำหนดแนวทาง

1. ให้นักเรียนอภิปรายกันในกลุ่ม วางแผน
ทดลอง ความสามารถในการละลายของ
วิตามิน เอ และวิตามินบี และวิธีบันทึก
ข้อมูล
2. เลือกอุปกรณ์ตามที่ออกแบบไว้มาปฏิบัติการ
ทดลอง
3. สรุปผลภายในกลุ่ม

แบบกำหนดแนวทาง

1. อธิบายวิธีการทดลอง ดังนี้
 - 1) นำน้ำและน้ำมันพืชอย่างละ 5 cm³
ใส่หลอดทดลองขนาดกลาง อย่างละ
2 หลอด
 - 2) นำวิตามินซี ขนาด 250 มิลลิกรัม
จำนวน 2 เม็ดบดให้ละเอียดใส่ลง
ในหลอดทดลองที่ใส่น้ำและน้ำมัน เขย่า
สังเกตการละลาย
 - 3) นำน้ำมันตับปลาจำนวน 2 เม็ด ใช้มีกรีด
น้ำและน้ำมันทีละ 1 เม็ด ใส่ลงใน 2
หลอดที่เหลือ สังเกตการละลาย
บันทึกผลในตารางที่กำหนดให้
2. ครูแจกอุปกรณ์ที่จัดไว้เป็นชุด ๆ เพื่อให้
นักเรียนปฏิบัติการ
3. ถามคำถามนักเรียน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครุฑนำนักเรียนอภิปรายสรุปเป็นความรู้ใหม่
2. ถามนักเรียนคำถามสั้น ๆ ให้ตอบปากเปล่า เกี่ยวกับโรคที่เกิดจากการขาดสารอาหาร

สื่อการเรียนการสอน

แบบไม่กำหนดแนวทาง

1. รูปภาพเด็ก ๆ ที่เป็นโรคขาดอาหารสารอาหารประเภทต่างๆ
2. น้ำมันตับปลา วิตามินซีสังเคราะห์ น้ำกลั่น น้ำมันพืช วิตามิน อี
3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองตามที่นักเรียนต้องการ ที่อยู่ภายในห้องทดลอง

แบบกำหนดแนวทาง

1. รูปภาพเด็ก ๆ ที่เป็นโรคขาดสารอาหารประเภทต่าง ๆ
2. น้ำมันตับปลา วิตามินซีสังเคราะห์ น้ำกลั่น น้ำมันพืช

การประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปรายกลุ่มและอภิปรายรวม
2. สังเกตจากการปฏิบัติการทดลอง
3. สังเกตจากการตอบคำถามปากเปล่า

เรื่อง สิ่งที่เป็นพิษในอาหาร สารเจือปนในอาหาร

เวลา 1 คาบ

ความคิดรวบยอด

อาหารสำเร็จรูป มักเติมสาร 3 ประเภทคือ สารกันเสีย สารแต่งกลิ่นและรสอาหาร และสีผสมอาหาร ถ้าผู้ใช้ไม่ระมัดระวังในเรื่องปริมาณและคุณภาพอาจเป็นอันตรายต่อร่างกายได้

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกได้ว่ากรดอินทรีย์ทำปฏิกิริยากับอัลลอยด์จะได้สารใหม่ที่มีกลิ่นเฉพาะตัว
2. อธิบายได้ว่าเราสามารถเตรียมกลิ่นต่าง ๆ เลียนแบบธรรมชาติได้
3. เปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย ของการใส่สารเจือปนบางชนิดลงในอาหารได้
4. บอกประเภทสิ่งเจือปนในอาหารและสิ่งเป็นพิษของสิ่งเจือปนในอาหาร

เนื้อหา

สิ่งที่เจือปนในอาหารมี 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. สารกันเสีย เป็นสารที่ช่วยให้อาหารคงสภาพ รส กลิ่น ไว้ยาวนาน เช่น สารกันเหี่ยว สารป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ หรือสารกันบูด
2. สารแต่งกลิ่นและรส เพื่อให้ถูกใจผู้บริโภค ได้แก่ เครื่องเทศต่าง ๆ สารกลิ่นผลไม้ ชนิดต่าง ๆ สารรสหวานพวกน้ำตาลเทียม
3. สีผสมอาหาร ได้แก่ สีสังเคราะห์ และสีธรรมชาติ ช่วยเติมแต่งอาหารให้มีลักษณะเหมือนของเดิม

สิ่งเหล่านี้ ถ้าผู้ใช้ไม่ระมัดระวังทั้งในเรื่องปริมาณและคุณภาพ อาจเป็นอันตรายต่อร่างกาย

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. นำขนม อาหารสำเร็จรูปในท้องตลาดหลายชนิดมาให้นักเรียนดู แล้วซักถามดังนี้

นักเรียนคิดว่าอาหารแต่ละชนิดที่ครูนำมาเติมสารอะไรลงไปบ้าง? เป็นสิ่งที่ไม่ได้มีในธรรมชาติบ้างไหม? เช่นอะไร? ขนมนี้มีกลิ่นอะไร? กลิ่นนี้ได้มาจากไหน? ถ้าจะสังเคราะห์

กลิ้งนี้มาจะได้หรือไม่ ?

จากปัญหาไปสู่สมมติฐานที่ว่า

เมื่อนำกรดอินทรีี่มาผสมกับแอลกอฮอล์ กลิ่นของของผสมก่อนต้มและหลังต้มแตกต่างกัน
ขั้นทดลอง

แบบไม่กำหนดแนวทาง

1. ให้นักเรียนอภิปรายกันในกลุ่มเลือดกรดอินทรีี่ และแอลกอฮอล์ กลุ่มละ 1 คู่ มาออกแบบการทดลอง หาวิธีบันทึกข้อมูล
2. ทำการทดลองตามที่ออกแบบไว้มาทำการทดลอง
3. สรุปผลการทดลองภายในกลุ่ม

แบบกำหนดแนวทาง

1. ครูอธิบายวิธีการทดลองดังนี้
 - 1) นำกรดอินทรีี่ใส่หลอดทดลองขนาดกลางจำนวน 5 cm³ เติมน้ำเมทิลแอลกอฮอล์ลงไป ลองดมกลิ่นสังเกตบันทึกผลตามตารางที่กำหนดให้
 - 2) นำหลอดทดลองที่ผสมกรดอินทรีี่และเมทิลแอลกอฮอล์แล้วต้มในบีกเกอร์ที่มีน้ำเดือดเป็นเวลา 30 นาที ดมกลิ่น สังเกตกลิ่น บันทึกผล
2. แจกอุปกรณ์ที่จัดไว้เป็นชุด ๆ ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามที่อธิบายไว้
3. ถามคำถามนักเรียนเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ให้นักเรียนนำผลให้เพื่อนในกลุ่มอื่น ๆ ดม และเสนอวิธีการทดลองแต่ละกลุ่ม ครูนำอภิปรายสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่
2. ครูอภิปรายถึงสารเจือปนอื่น ๆ เช่น สี สารกันเสีย สารแต่งกลิ่น และรสอื่น ๆ

สื่อการเรียนการสอน

แบบไม่กำหนดแนวทาง

1. ขนมหอาหารสำเร็จรูปหลายชนิด จาก
ท้องตลาด
2. กรดอินทรีย์ได้แก่ กรดอะซิติก กรดซาลิซิลิก
กรดบิวทาโนอิก
3. แอลกอฮอล์ ได้แก่ เอทิลแอลกอฮอล์
เมทิลแอลกอฮอล์ เพนทิลแอลกอฮอล์
4. อุปกรณ์ที่นักเรียนเลือกที่อยู่ภายใน
ห้องทดลอง

แบบกำหนดแนวทาง

1. ขนมหอาหารสำเร็จรูป หลาย ๆ ชนิดจาก
ท้องตลาด
2. กรดอะซิติก และเมทิลแอลกอฮอล์
3. หลอดทดลอง บีกเกอร์ ตะเกียงแอลกอฮอล์
พร้อมที่กั้นลม

การประเมินผล

1. สังเกตจากการวางแผนการทดลอง
2. สังเกตจากการเสนอผลการปฏิบัติการทดลอง
3. สังเกตจากการตอบข้อซักถามต่าง ๆ

แผนการสอนครั้งที่ 10

เรื่อง สิ่งที่เป็นพิษที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์

เวลา 1 คาบ

ความคิดรวบยอด

สิ่งเป็นพิษที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์มีหลายอย่าง เช่น สารเคมีที่ใช้ในการเกษตร การเติมสารที่เป็นพิษในสารปรุงแต่งรสอาหาร เช่น น้ำส้มสายชู ผงชูรส สารเหล่านี้มีผลต่อร่างกายโดยก่อให้เกิดอาการพิษอย่างเฉียบพลัน หรือสะสมทำให้สุขภาพเสื่อมลง จึงควรป้องกัน และหลีกเลี่ยง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ทดสอบสิ่งที่เป็นพิษเจือปนในผงชูรสได้
2. ชี้บ่งแหล่งที่มาและชนิดของสิ่งเป็นพิษชนิดต่าง ๆ ในอาหารที่เกิดจากการสังเคราะห์ของมนุษย์ได้
3. อธิบายวิธีการป้องกันและหลีกเลี่ยงการกินอาหารที่มีสิ่งเป็นพิษเหล่านี้ปะปนอยู่ได้

เนื้อหา

สิ่งเป็นพิษที่มนุษย์ทำขึ้นมีหลายอย่าง เช่น สารเคมีที่ใช้ในการเกษตร อาจปะปนอยู่ในอาหาร และเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ ซึ่งอาจมีผลต่อร่างกายโดยก่อให้เกิดอาการเฉียบพลัน ทำให้ถึงแก่ชีวิตหรือบางครั้งอาจสะสมไปเรื่อย ๆ ทำให้สุขภาพเสื่อมลง ในผงชูรสก็อาจมีสารพิษปะปนอยู่ได้ ควรหลีกเลี่ยงไม่กินอาหารที่ทราบว่าการสะสมของสารพิษมาก หรือควรป้องกันไม่ให้สิ่งเป็นพิษเหล่านี้ปะปนในอาหาร หรือให้มันน้อยที่สุด

กิจกรรมการเรียนการสอนขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. สนทนาซักถามถึงอาหารที่นักเรียนรับประทานทั้งที่บ้าน และที่ซื้อกินทั่วไป ถึงรสอาหาร และการทำให้อาหารอร่อยว่าเขาทำกันอย่างไร
2. นำผงชูรสชนิดต่าง ๆ มาให้นักเรียนดู ซักถามว่าในผงชูรสมีสารพิษต่าง ๆ หรือไม่ เราจะมีวิธีการทดสอบอย่างไร ? อะไรบ้างที่เป็นสิ่งมีพิษที่ปะปนอยู่ในผงชูรส ?

จากปัญหาไปสู่สมมติฐานว่า

เมื่อนำผงขุรสยี่ห้อต่าง ๆ มาเผาไฟจะได้ผลเหมือนกัน

เมื่อจุ่มกระดาษขมิ้นลงในสารละลายผงขุรสยี่ห้อต่าง ๆ กันจะได้ผลเหมือนกัน

ขั้นทดลอง

แบบไม่กำหนดแนวทาง

1. ให้นักเรียนอภิปรายกันในกลุ่ม เลือกผงขุรสกลุ่มละ 2 ชนิดมาหาวิธีการทดลอง การบันทึกผลการทดลอง
2. เลือกอุปกรณ์ตามที่ออกแบบไว้มาปฏิบัติ การทดลอง
3. นำผลที่ได้มาอภิปรายสรุปภายในกลุ่ม

แบบกำหนดแนวทาง

1. ครูอธิบายวิธีการทดลอง ดังนี้
 - 1) นำผงขุรสชนิดที่ 1 และชนิดที่ 2 อย่างละ 1 ช้อน เบอร์ 1 ใส่จานหลุมโลหะเผาผงขุรสทั้งสองด้านตะเกียงแอลกอฮอล์ จนกระทั่งไหม้หมด บันทึกผลตามแบบที่ให้ไว้
 - 2) นำผงขุรสชนิดที่ 1 และชนิดที่ 2 อย่าง 1 ช้อนเบอร์ 1 ใส่ลงในหลอดทดลองที่มีน้ำอยู่หลอดละ 5 cm³ เขย่าให้ละลายหมด แล้วจุ่มกระดาษขมิ้นลงไป สังเกตสีของกระดาษบันทึกผลลงในตาราง
2. แจกอุปกรณ์ที่จัดไว้เป็นชุด ๆ ให้นักเรียนปฏิบัติ การทดลอง
3. ถามคำถามนักเรียนเพื่อนำไปสู่การสรุป

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. นักเรียนมาเสนอผลการทดลองหน้าชั้น ครุณำนักเรียนอภิปรายสรุปไปสู่ความรู้ใหม่
2. ครูอภิปรายถึงสารพิษอื่น ๆ ที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์
3. ให้นักเรียนช่วยกันบอกถึงวิธีการป้องกันและหลีกเลี่ยงจากสารพิษต่าง ๆ เหล่านั้น

แบบไม่กำหนดแนวทาง

1. ผงชูรสยี่ห้อต่าง ๆ ที่มีในท้องตลาด
2. ผงชูรสผสมบอแรกซ์ ผงชูรส
3. กระดาษขมิ้น
4. อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบผงชูรสที่นักเรียนเลือกจากห้องทดลอง

แบบกำหนดแนวทาง

1. ผงชูรสอายิโนะโมะไต
2. ผงชูรสผสมบอแรกซ์
3. กระดาษขมิ้น
4. จากหลุมโลหะ ตะเกียงแอลกอฮอล์ หลอดทดลองขนาดกลาง 2 หลอด

การประเมินผล

1. สังเกตจากการออกแบบการทดลองและการปฏิบัติการทดลอง
2. สังเกตจากการขอวิธีการป้องกันและหลีกเลี่ยงจากสารพิษต่าง ๆ

แผนการสอนครั้งที่ 11

เรื่อง สารเป็นพิษในน้ำส้มสายชู และสารเป็นพิษที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เวลา 1 คาบ

ความคิดรวบยอด

การปลอมแปลงน้ำส้มสายชูโดยใช้กรดกำมะถันเป็นอันตรายต่อชีวิต สารพิษ นอกจากที่มนุษย์สร้างขึ้น อาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ทั้งที่อยู่ในพืชและในสิ่งมีชีวิตบางชนิด

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ทดสอบกรดกำมะถันในน้ำส้มสายชูได้
2. ยกตัวอย่างสิ่งที่เป็นพิษที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติได้
3. ยกตัวอย่างโรคหรืออาการที่เกิดจากสิ่งเป็นพิษ พร้อมทั้งบอกที่มาของสิ่งเหล่านั้นได้
4. อธิบายวิธีการป้องกันและหลีกเลี่ยงจากการกินอาหารที่มีสิ่งเป็นพิษปะปนอยู่

เนื้อหา

การทำน้ำส้มสายชูปลอมโดยใช้กรดกำมะถันแทน สารดังกล่าวเป็นอันตรายต่อชีวิตและสุขภาพ สิ่งเป็นพิษนอกจากเกิดจากการกระทำของมนุษย์แล้ว อาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ซึ่งมีอยู่ในพืช ในสิ่งมีชีวิตบางชนิด นอกจากนั้นอาจเกิดจากจุลินทรีย์บางชนิดหรือเป็นผลผลิตจากจุลินทรีย์บางชนิด ตลอดจนพวกพืชน้ำบางชนิด สิ่งเป็นพิษเหล่านี้เมื่อบริโภคเข้าไปจะทำให้เกิดอาการเจ็บป่วย ซึ่งอาจเกิดอย่างเฉียบพลันหรือเรื้อรังก็ได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. สนทนาซักถามนักเรียนถึงอาหารที่มีรสเปรี้ยว ว่ารสเปรี้ยวของอาหารนั้น ๆ ได้จากอะไร ? ซักถามถึงการทำน้ำส้มสายชู
2. นำน้ำส้มสายชูหลายชนิดมาให้แก่นักเรียนดู ซักถามว่าทำอย่างไรจึงจะรู้ว่าน้ำส้มสายชูชนิดใดที่มีสารพิษพวกกำมะถันปะปนอยู่ ถ้าเราใช้เมทิลไวโอเลต หรือเจนเซียนไวโอเลต หยดลงในน้ำส้มสายชูจะให้ผลอย่างไร ?

จากคำถามไปสู่สมมติฐานที่ว่า

เมื่อหยดเจอนเขียนไวโอเลตลงในน้ำส้มสายชูต่างชนิดกันจะให้ผลเหมือนกัน

เมื่อหยดเมทิลไวโอเลตลงในน้ำส้มสายชูต่างชนิดกันให้ผลเหมือนกัน

ขั้นทดลอง

แบบไม่กำหนดแนวทาง

1. ให้นักเรียนออกแบบการทดลองโดยใช้ น้ำส้มสายชูที่นักเรียนนำมาและเลือก น้ำส้มสายชูอีก 2 ชนิดที่อยู่บนโต๊ะ หาวิธีการทดลองและวิธีบันทึกข้อมูล
2. เลือกอุปกรณ์ตามที่ออกแบบไว้มาปฏิบัติการทดลอง
3. อภิปรายผลและสรุปภายในกลุ่ม

แบบกำหนดแนวทาง

1. ครูอธิบายวิธีการทดลองดังนี้
 - 1) นำน้ำส้มสายชูชนิดที่ 1 และชนิดที่ 2 อย่างละ 5 cm³ มาใส่หลอดทดลองขนาดกลาง ชนิดละ 2 หลอด
 - 2) หยดเมทิลไวโอเลต 3 หยดลงในหลอดทดลองที่มีน้ำส้มสายชูชนิดที่ 1 และชนิดที่ 2 สังเกตบันทึกผลตามตารางที่กำหนดไว้ให้
 - 3) ใช้เจอนเขียนไวโอเลตหยดลงในหลอดทดลองที่เหลือ 3 หยด สังเกต บันทึกผล
2. ครูแจกอุปกรณ์ที่จัดไว้เป็นชุด ๆ ให้นักเรียนปฏิบัติตามการทดลอง
3. ถามคำถามนักเรียนเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอผลการทดลองหน้าชั้น
2. ครูนำนักเรียนอภิปรายสรุปเป็นความรู้ใหม่
3. ครูอภิปรายประกอบรูปภาพเกี่ยวกับสารพิษในอาหารที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ
4. ให้แบบฝึกหัดนักเรียน 3 ข้อ

สื่อการเรียนการสอน

แบบไม่กำหนดแนวทาง

1. น้ำส้มสายชูยี่ห้อต่าง ๆ
2. น้ำส้มสายชูที่ผสมกับกำมะถัน
3. รูปภาพสารเป็นพิษที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ
เช่น ราในข้าวโพด นยาธิ
4. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบน้ำส้มสายชูที่นักเรียน
เลือกเอง ภายในห้องทดลอง
5. เมทิลไวโอเลต เจนเซียนไวโอเลต

แบบกำหนดแนวทาง

1. น้ำส้มสายชูกลิ่น อ ส ร
2. น้ำส้มสายชูที่ผสมกรดกำมะถัน
3. รูปภาพสารเป็นพิษที่เกิดขึ้นเองตาม
ธรรมชาติ เช่น ราในข้าวโพด นยาธิ
4. หลอดหยด หลอดทดลองขนาดกลาง
5. เมทิลไวโอเลต เจนเซียนไวโอเลต

การประเมินผล

1. สังเกตจากการออกแบบการทดลองปฏิบัติการทดลอง
2. การสรุปผลการทดลอง
3. ดูจากคะแนนแบบฝึกหัด

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นางกัญญา ทองมัน

เกิดวันที่ 4 มิถุนายน พ.ศ. 2501

สถานที่เกิด

อำเภอวิเศษชัยชาญ จ.อ่างทอง

สถานที่อยู่ปัจจุบัน

10/10 หมู่ 5 ต. อ่างแก้ว

อ. โพธิ์ทอง

จ. อ่างทอง

ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน

อาจารย์ 1 ระดับ 4

สถานที่ทำงานปัจจุบัน

วิทยาลัยนาฏศิลป์อ่างทอง

อ. เมือง

จ. อ่างทอง

ประวัติการศึกษา

2519 ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา (ป.กศ) จากวิทยาลัยครูพระนครศรีอยุธยา

2521 ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง (ป.กศ.สูง) จากวิทยาลัยครูพระนครศรีอยุธยา

2525 การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.บ) เอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
บางเขน

2533 การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม) เอกวิทยาศาสตร์ศึกษา
จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
ที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทาง

บทคัดย่อ

ของ

กัญญา ทองมัน

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา

กุมภาพันธ์ 2534

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาแยกด้าน ของนักเรียนมัธยมศึกษา
ปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนด
แนวทาง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนานุศิลป์ชั้นต้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1
ปีการศึกษา 2533 ของวิทยาลัยอนุศิลป์อ่างทอง อ.เมือง จ.อ่างทอง จำนวน 57 คน ซึ่งได้มา
โดยการสุ่มอย่างง่ายมา 2 ห้องเรียน แล้วจับสลากแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 28 คน กลุ่มควบคุม
29 คน กลุ่มทดลองเรียนโดยทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง กลุ่มควบคุมเรียนโดยทำการ
ทดลองแบบกำหนดแนวทาง การทดลองใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Nonrandomized control
group pretest posttest design การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม
(Analysis of Covariance)

ผลการศึกษาพบว่า

1. นักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ไม่แตกต่างกัน เมื่อแยกเปรียบเทียบทีละด้านพบว่าแตกต่างกัน 2 ด้านคือ ด้านความรู้ความจำ และ
ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .041 และ .016 ตามลำดับ
ผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกัน 2 ด้าน คือด้านความเข้าใจและการนำไปใช้

2. นักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางกับนักเรียนที่ทำการทดลองแบบกำหนด
แนวทางมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

เมื่อแยกแต่ละด้าน พบว่าไม่แตกต่างกัน 3 ด้าน คือ ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะ
การกำหนดและควบคุมตัวแปร และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ทักษะที่ต่างกันมีดังนี้

ทักษะการวัด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .024

ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .045

ทักษะการทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .007

ทักษะขั้นพื้นฐาน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .006

ทักษะขั้นบูรณาการ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .032

A STUDY OF ACHIEVEMENT IN SCIENCE AND SCIENCE PROCESS SKILLS
OF MATHAYOM SUKSA II STUDENTS THROUGH THE INQUIRY METHOD
WITH UNSTRUCTURED AND STRUCTURED LABORATORY

AN ABSTRACT
BY
KUNYA THONGMUN

Presented in partial fulfillment of the requirements for the master
of Education degree in Science Education

at Seinakharinwirot University

February 1991

The purpose of this study was to compare Mathayom Suksa Students' achievement and science process skills by using-inquiry with Structured Laboratory and Unstructured Laboratory method.

The subjects were 57 Mathayom Suksa II students studying in the first semester 1980 academic year at Angthong Dramatic Art Collage, Angthong province.

They were randomly two groups assigned into experimental group and control group with 28 students and 29 students. The experimental group was taught by the inquiry with Unstructured Laboratory. The control group was taught by the inquiry with Structured Laboratory. Nonrandomized control group pretest-posttest design was used in the study. The data was analysed by analysis of covariance.

the results of this study indicated that:

1. Scientific achievement of the experimental group and control group was not significantly different.
2. Science process skills of the experimental group and control group were significantly different at the .001 level.