

๒๕๓๖
๒๕๓๖
๒๕๓๖

ผลของการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และ
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

13 พ.ค. 2540

ปริญญานิพนธ์
ของ
สุภาพร เสียงเรืองแสง

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการประถมศึกษา

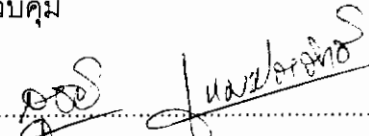
มีนาคม 2540

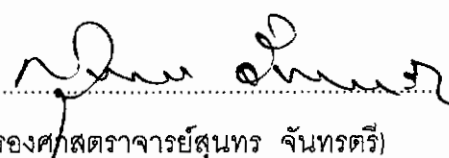
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

๒๕๓๖

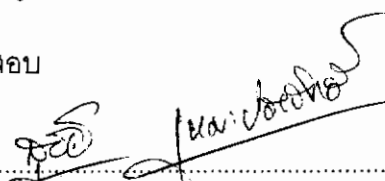
คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอก
การประถมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

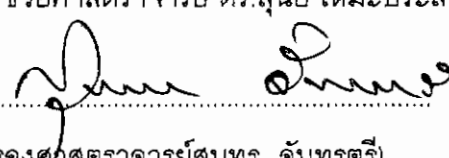
คณะกรรมการควบคุม

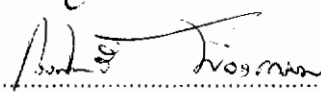
 ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์)

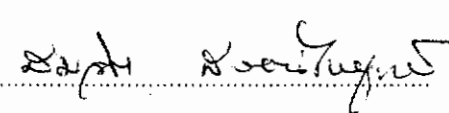
 กรรมการ
(รองศาสตราจารย์สุนทร จันทรวรตรี)

คณะกรรมการสอบ

 ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์)

 กรรมการ
(รองศาสตราจารย์สุนทร จันทรวรตรี)

 กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รองศาสตราจารย์กรรณิการ์ พวงเกษม)

 กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวธนไพบุลย์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการประถมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

 คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ดร.ศิริภา พูลสุวรรณ)

วันที่ 14 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2540

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณา ช่วยเหลือ และแนะนำอย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุณีย์ เหมะประสิทธิ์ ประธานที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์สุนทร จันทรรี กรรมการที่ปรึกษา และได้รับความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์กฤษฎา พวงเกษม ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวธน์ไพบูลย์ เป็นกรรมการสอบแต่งตั้งเพิ่มเติม ผู้วิจัยขอระลึกในพระคุณของท่าน และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์เบญจวรรณ ศรีเจริญ อาจารย์วิไลรัตน์ เพชรรัตน์ อาจารย์พิศุจน์ ศรีแก้ว และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์วินัย คำสุวรรณ ที่ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ คณะครู และนักเรียนโรงเรียนอนุบาลนครสวรรค์ สังกัดสำนักงานการประถมศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลงด้วยดี

ขอขอบพระคุณเพื่อน ๆ วิชาเอกการประถมศึกษาทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ ช่วยเหลือ แนะนำ และเป็นกำลังใจในการศึกษาจนสำเร็จลงด้วยดีและประการสุดท้าย ผู้ที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือและเป็นกำลังใจอย่างดียิ่งแก่ผู้วิจัยในการเรียนและทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จนสำเร็จการศึกษา คือ คุณสุชาติ จันทรดอกไม้

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ จากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชา พระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีส่วนในการวางรากฐานทางการศึกษาแก่ผู้วิจัย

สุภาพร เสียงเรืองแสง

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ.....	1
	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	3
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	4
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ	5
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
	เอกสารเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษา.....	11
	เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	19
	เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์	28
	เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	44
	เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.....	51
	เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	55
	เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการทำงานกลุ่ม	62
	สมมติฐาน	72
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	73
	การสร้าง การจัดหา และการหาคุณภาพเครื่องมือ.....	74
	แผนการสอน.....	74
	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	83
	แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	85
	แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.....	86
	การทดลอง	88
	แบบแผนการวิจัย	88

กลุ่มที่ใช้ในการทดลอง.....	89
การดำเนินการทดลอง.....	90
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	90
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	91
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	91
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	91
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	100
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	100
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า.....	100
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	101
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	102
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	102
อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า.....	103
ข้อเสนอแนะ.....	106
บรรณานุกรม.....	109
ภาคผนวก.....	122
ภาคผนวก ก.....	123
ภาคผนวก ข.....	125
ภาคผนวก ค.....	187
ภาคผนวก ง.....	219
ภาคผนวก จ.....	227
ภาคผนวก ฉ.....	252
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	262

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 วิเคราะห์เนื้อหาในหลักสูตรกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หน่วยที่ 3 สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา.....	16
2 วิเคราะห์จุดประสงค์ ป.02 กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต หน่วยที่ 3 สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา (หน่วยย่อยที่ 2 สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ)	18
3 แสดงระยะการจัดกิจกรรม โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ	75
4 แสดงระยะการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง	77
5 แสดงระยะการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทประดิษฐ์ หรือการพัฒนา.....	80
6 แสดงแบบแผนการวิจัย	89
7 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลัง ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์.....	93
8 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลัง ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์.....	94
9 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลัง ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์.....	95
10 แสดงคะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากการวิเคราะห์ ความแปรปรวนร่วมของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	96
11 แสดงคะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากการวิเคราะห์ ความแปรปรวนร่วมของคะแนนความคิดสร้างสรรค์	98
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	
12 แสดงคะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากการวิเคราะห์ ความแปรปรวนร่วมของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	99

13	แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา	220
14	แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	221
15	แสดงค่า p,q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา	222
16	แสดงค่า p,q และ pq ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	224
17	แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง (ก่อนทดลอง)	228
18	แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง (หลังทดลอง)	230
19	แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุม (ก่อนทดลอง)	232
20	แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุม (หลังทดลอง)	234
21	แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง (ก่อนทดลอง)	236
22	แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง (หลังทดลอง)	238
23	แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุม (ก่อนทดลอง)	240
24	แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุม (หลังทดลอง)	242

25	แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง	244
26	แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุม	246
27	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ ทั้งในภาพรวมและในรายสมรรถภาพย่อยของนักเรียน ในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	248
28	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งในภาพรวมและในรายสมรรถภาพย่อยของนักเรียน ในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	250
29	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งในภาพรวมและในรายสมรรถภาพย่อยของนักเรียน ในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	251

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	โมเดลทั่วไปในการเสาะแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์.....	23
2	แสดงการจัดกิจกรรมแบบต่าง ๆ ของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	26
3	แสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์.....	44

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และอุตสาหกรรม ซึ่งความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นไปอย่างกว้างขวาง และรวดเร็ว ทำให้สังคมเปลี่ยนแปลงไป มนุษย์จึงจำเป็นต้องเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อให้สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่กำลังเปลี่ยนแปลงไปและนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

ดังนั้น นโยบายของประเทศในขณะนี้ จึงมุ่งที่จะใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็น เครื่องมือสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ดังจะเห็นได้จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและ สังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2535 - 2539) ซึ่งได้บรรจุแผนพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นแผนหนึ่งต่างหากจากแผนอื่น ๆ ด้วยเหตุนี้การศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับ ประถมศึกษาจึงมีความสำคัญ เพราะต้องเตรียมประชากรของประเทศให้มีสมรรถภาพพื้นฐาน ในการพัฒนาประเทศตามนโยบายของรัฐบาล และแนวนโยบายการพัฒนาวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีในระดับประถมศึกษาที่เร่งปรับปรุงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนมีความ รู้และทักษะพื้นฐานทางความคิดวิเคราะห์ และสามารถนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่เหมาะสมไปใช้ในการดำรงชีวิต (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2535:15) ซึ่ง การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาได้บูรณาการอยู่ในกลุ่มสร้างเสริม ประสบการณ์ชีวิต ซึ่งเป็นกลุ่มประสบการณ์ที่ว่าด้วยกระบวนการแก้ไขปัญหาของชีวิตและสังคม เพื่อความดำรงอยู่และการดำรงชีวิตที่ดี (กองวิชาการ. 2532 : 13) ในการปรับปรุงหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 ของกรมวิชาการนั้น ได้กำหนดจุดหมายในส่วนที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า มุ่งปลูกฝังให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์สาเหตุและเสนอแนวทางแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นกับ ตนเองและครอบครัวได้อย่างมีเหตุผล ด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (กองวิชาการ. 2532 : 12)

อนึ่ง จากรายงานการประเมินคุณภาพของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระดับ ประเทศ พบว่า สมรรถภาพด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2529 - 2532 เป็นดังนี้

ปีการศึกษา 2529, 2530 , 2531 และ 2532 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 54.48, 50.79, 55.46 และ 61.20 ตามลำดับ (กองวิชาการ. 2532 : 34)

นอกจากนั้น ด้านความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ปีการศึกษา 2533 คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 55.67 (กองวิชาการ. 2533 : 8) แสดงให้เห็นว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากนักเรียนยังไม่ได้มีการฝึกให้คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น ตลอดจนนำความรู้จากการเรียนไปแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

นักเรียนไม่สามารถนำความรู้จากการเรียนวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวันได้เท่าที่ควร อาจเนื่องมาจากการเน้นบางอย่างมากเกินไป ในขณะเดียวกันก็ละเลยในบางเรื่อง เช่น การเน้นบทบาทของครู ความสมบูรณ์ของเนื้อหา แล้วละเลยบทบาทของนักเรียนและปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตของนักเรียนจากการเรียนการสอนที่มักประกอบด้วยเนื้อหาที่เป็นผลจากการค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์แทนที่จะเป็นเนื้อหาที่นักเรียนต้องการจะรู้ มักจะเริ่มจากการที่ครูคิดว่า จะนำเอาเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ไปสอนอย่างไร แทนที่จะเริ่มจากนักเรียนว่าจะเรียนวิทยาศาสตร์อย่างไร และมักจบลงด้วยนักเรียนได้รับความรู้ที่กำหนดไว้มากน้อยเพียงใด แทนที่จะจบลงที่นักเรียนได้แก้ปัญหาของตนเองหรือไม่ (ลัดดา สายพานทอง. 2535 : 2 ; อ้างอิงมาจาก สมจิต สวรรณไพบูลย์ และสมจิต สมัตตพันธุ์. 2533 : 6)

ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2535 : 3 - 5) ได้เสนอแนวทางการปรับหลักสูตรการสอนวิทยาศาสตร์ในอนาคต ต้องปรับที่เนื้อหาต้องเน้นที่เรื่องความกว้าง ความหลากหลายและความลึก เน้นในเชิงบูรณาการ เน้นในเชิงประยุกต์ เน้นในเรื่องความคิดที่ทันสมัย ไม่ยึดติดกับเนื้อหาที่เป็นของเก่า

จากสภาพปัญหาดังกล่าว ควรมีการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยปลูกฝังและฝึกให้นักเรียนเป็นคนคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และมีความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ การที่นักเรียนจะเกิดคุณลักษณะดังกล่าว นั้น ครูสามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เรียกว่า “กิจกรรมทำโครงงานวิทยาศาสตร์” เพราะในขณะที่นักเรียนทำโครงงานวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะได้รับความรู้จากการศึกษาค้นคว้า ทดลอง มีประสบการณ์จากการปฏิบัติและฝึกฝน ตลอดจนพัฒนาความคิด การดำเนินงานอย่างมีระบบในการแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ มีนิสัยเอื้อต่อการศึกษาค้นคว้าความรู้ ความเข้าใจ พัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์และเกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า (ธีระชัย ปุณณโชติ. 2531 : 2-3)

โครงการวิทยาศาสตร์ ถือเป็นกิจกรรมส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทั้งในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งครูควรจัดให้นักเรียนได้มีโอกาสทำโครงการ โดยอาจทำเป็นกลุ่ม หรือทำเป็นรายบุคคลก็ได้ จะเป็นโครงการเล็กๆ ที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน หรือเป็นโครงการใหญ่ที่ซับซ้อนก็ได้ ขึ้นอยู่กับความสนใจของนักเรียนแต่ละคน แต่ละกลุ่ม ข้อสำคัญควรให้นักเรียนทุกคนได้มีประสบการณ์ตรงในการทำโครงการดังกล่าว เพื่อฝึกทักษะในการนำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ (สสวท. 2531 : 1 - 2)

จากสภาพและแนวคิดดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อเป็นการปูพื้นฐานวิธีการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนที่จะศึกษาต่อในระดับมัธยมศึกษาอีกด้วย ซึ่งจากทฤษฎีพัฒนาการของเพียเจต์ (Piaget, 1962 : 63) ที่ว่า นักเรียนที่มีอายุ 11-15 ปี จะมีระดับพัฒนาการทางสติปัญญาอยู่ในขั้นคิดใช้นามธรรม (Stage of Formal Operation) คือ นักเรียนจะสามารถเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาและคิดแก้ปัญหาแบบซับซ้อน รวมถึงการเรียนรู้ในสิ่งที่เป็นามธรรมได้ ซึ่งการศึกษาค้นคว้าจะเป็นการศึกษาลักษณะพฤติกรรมการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอนให้นักเรียนตระหนักถึงบทบาทของตนเองในการแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ซึ่งสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาลักษณะพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์
2. เพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์
3. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. เป็นแนวทางให้ครูผู้สอนได้พัฒนาการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาอื่นหรือระดับชั้นอื่น ๆ ที่เอื้อต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
2. เป็นข้อเสนอแนะทางการศึกษาสำหรับศึกษานิเทศก์ ผู้บริหาร สามารถใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของโรงเรียนในความรับผิดชอบ

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลนครสวรรค์ อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 จำนวน 6 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 240 คน มีการจัดห้องเรียนแบบละความสามารถของนักเรียน

2. กลุ่มทดลอง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลนครสวรรค์ อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Sampling) จำนวนห้องเรียนมา 2 ห้องเรียน จากทั้งหมด 6 ห้องเรียน โดยการจับสลาก จากนั้นสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) อีกครั้งโดยการจับสลากเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนโดยไม่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

3. ระยะเวลาในการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 ใช้เวลาในการทดลอง 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 12 คาบ คาบละ 20 นาที รวมทั้งสิ้น 48 คาบ โดยใช้เวลาดทดลองในช่วงโมงเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต

4. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ใช้เนื้อหาหน่วยที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หน่วยที่ 3 สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา (หน่วยย่อยที่ 2 สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ เรื่อง ดิน น้ำ แร่ธาตุ ป่าไม้ ชีวิตบริเวณและระบบนิเวศน์)

5. ตัวแปรที่ศึกษาค้นคว้า

5.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

5.2.2 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

5.2.3 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **โครงการวิทยาศาสตร์** หมายถึง การทำกิจกรรมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าและลงมือปฏิบัติด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการทำโครงการวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยการจัดกิจกรรมเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ศึกษาค้นคว้า มีการดำเนินการวางแผน ออกแบบการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล แปลผลและสรุปอย่างมีระบบ กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งได้ตามลักษณะของกิจกรรมการศึกษา ดังนี้

1.1 โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ เป็นกิจกรรมการสำรวจและรวบรวมข้อมูลแล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาจำแนกเป็นหมวดหมู่แล้วนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้เห็นลักษณะและความสัมพันธ์ในเรื่องที่ต้องการศึกษาได้ชัดเจนขึ้น

1.2 โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง เป็นกิจกรรมที่ออกแบบการทดลองเพื่อศึกษามลของตัวแปรอิสระที่มีผลต่อตัวแปรตามโดยควบคุมตัวแปรตัวอื่น ๆ ที่จะมีอิทธิพลต่อการทดลอง

1.3 โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์ เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการประยุกต์ทฤษฎีหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประดิษฐ์เครื่องมือ เครื่องใช้ หรืออุปกรณ์ เพื่อประโยชน์ใช้สอยต่าง ๆ อาจคิดประดิษฐ์ของใหม่ ๆ หรือปรับปรุงดัดแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

2. **การสอนโดยใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์** หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ ที่ใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีครูเป็นผู้ชี้แนะ ดังมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมดังนี้

1. **ระยะวางพื้นฐาน** เป็นระยะที่ครูเป็นผู้ให้ความรู้เกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์ นำเสนอตัวอย่างโครงการวิทยาศาสตร์ และวิธีการเขียนเค้าโครงของงานวิทยาศาสตร์อย่างย่อ ๆ โดยให้นักเรียนศึกษาจาก วิดีทัศน์, ของจริง, ใบความรู้ ฯลฯ พร้อมทั้งยังให้ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาในบทเรียน โดยมีขั้นตอนดังนี้

1.1 ขั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม

1.1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายขอบเขตปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดในเอกสารประกอบการเรียน รวมทั้งวิธีปฏิบัติกิจกรรม

1.1.2 นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกิจกรรมจากเอกสารประกอบการเรียนรู้

1.1.3 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อออกแบบการทำกิจกรรม

1.2 ขั้นปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้พร้อมทั้งบันทึก

ข้อมูลจากการปฏิบัติกิจกรรม

1.3 ขั้นอภิปรายหลังการทำกิจกรรม

1.3.1 ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการจัดกิจกรรมมาอภิปรายร่วมกันเพื่อสรุปเป็นแนวคิด

1.3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของการศึกษาค้นคว้าที่จะนำไปใช้ในกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

2. ระยะฝึกการเขียนโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นระยะที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากระยะวางแผนมาฝึกการเขียนโครงงานวิทยาศาสตร์โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1 ขั้นอภิปรายก่อนฝึก

2.1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความสำคัญของการฝึกเขียนโครงงานวิทยาศาสตร์

2.1.2 นักเรียนศึกษาเนื้อหาและสถานการณ์จากเอกสารประกอบเพื่อเป็นแนวทางในการสำรวจและตัดสินใจเลือกเรื่องหรือหัวข้อที่จะทำโครงงาน

2.2 ขั้นฝึกการเขียนโครงงานวิทยาศาสตร์

2.2.1 เมื่อนักเรียนได้หัวข้อหรือเรื่องที่จะทำโครงงานวิทยาศาสตร์แล้วนักเรียนต้องศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำจากเอกสารและแหล่งความรู้ต่าง ๆ โดยมีครูเป็นผู้คอยแนะนำและดูแลอย่างใกล้ชิด

2.2.2 นักเรียนวางแผนการดำเนินการ การใช้วัสดุอุปกรณ์ และระยะเวลาในการดำเนินงาน

2.2.3 นักเรียนฝึกเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์

2.3 ขั้นอภิปรายหลังฝึก

นักเรียนนำเค้าโครงที่เขียนมาให้ครูหรืออาจารย์ที่ปรึกษาช่วยตรวจสอบความถูกต้องและความเป็นไปได้ของเรื่องที่จะทำจากเค้าโครงของโครงงานก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ

3. ระยะปฏิบัติกิจกรรมและสรุปผลการจัดกิจกรรม เป็นระยะที่นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ พร้อมทั้งสรุปและนำเสนอผลงานโดยมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

3.1 ขั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม ครูให้คำแนะนำและข้อควรระวังการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ และการปฏิบัติกิจกรรม

3.2 ขั้นปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามแผนที่วางไว้

3.3 ขั้นอภิปรายหลังการทำกิจกรรม

3.3.1 นักเรียนรายงานผลที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรม โดยเขียนเป็นรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์

หรือ 3.3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

หรือ 3.3.3 นักเรียนนำเสนอผลงาน

4. ระยะแสดงผลงาน เป็นระยะที่นักเรียนได้นำผลงานที่ได้จากการใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์มาแสดงให้เห็นและหรือผู้อื่นได้รับรู้ และเข้าใจผลงานนั้น ๆ พร้อมทั้งแลกเปลี่ยนและรับฟังความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้อื่น นอกจากนี้นักเรียนยังได้พิจารณาประเมินโครงงานของกลุ่มตนเองอีกด้วย ซึ่งการแสดงผลงานโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์อาจแสดงในรูปของการสาริต การจัดมุมวิทยาศาสตร์ และการจัดนิทรรศการทางวิทยาศาสตร์

3. การสอนโดยไม่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนตามสภาพปกติของครูผู้สอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตที่ใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เนื้อหาเดียวกับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ คือ หน่วยที่ 3 สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา (สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ) ต่างกันที่การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนวิทยาศาสตร์ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยจะวัดความสามารถด้านต่าง ๆ 2 ด้าน คือ

4.1 ด้านข้อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยสมรรถภาพย่อย ดังนี้

4.1.1 ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนมาแล้ว เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง ศัพท์ หลักการ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

4.1.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย จำแนก เขียน ภาพประกอบ ขยายความและแปลความรู้ได้ โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง ศัพท์ หลักการ แนวคิด และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

4.1.3 ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้วิธีการทาง วิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างออกไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับ ชีวิตประจำวัน

4.2 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลใน การสืบเสาะหาความรู้โดยการเลือกใช้วิธีการหรือกิจกรรมต่าง ๆ อย่างคล่องแคล่วชำนาญ ซึ่ง ประกอบด้วย

4.2.1 ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือ หลายอย่างรวมกัน เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยไม่ใส่วิธีการคิดเห็นของผู้สังเกต ลงไป

4.2.2 ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยอาศัยเกณฑ์ในการแบ่ง

4.2.3 ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะ ทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน ซึ่งอาจจะถูกหรือผิด ก็ได้

4.2.4 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมาย และขอบเขตของคำต่าง ๆ ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

4.2.5 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ตัวบ่งชี้ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

4.2.6 ทักษะการทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือ ทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง

4.2.7 ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่

5. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการ คิดหาคำตอบของปัญหา โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบทดสอบ ที่ปรับปรุงมาจากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของสุมาลี กาญจนชาติ (2525) ซึ่งมีองค์ประกอบ 3 ด้าน ดังนี้

5.1 ความคล่องแคล่วในการคิดทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบในทางวิทยาศาสตร์ได้มากในเวลาจำกัด

5.2 ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่จะคิดหาคำตอบในทางวิทยาศาสตร์ได้หลายแนวทาง

5.3 ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดแปลกใหม่ในทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ซ้ำกับคนส่วนใหญ่

6. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมความรู้ และความคิดที่บุคคลใช้แก้ปัญหาที่พบ ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบทดสอบที่ปรับปรุงมาจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของ กิตติ กล่อมเกลี้ยง (2532) ซึ่งประกอบด้วย 4 ชั้น ได้แก่

6.1 ชั้นการตั้งปัญหา หมายถึงการระบุปัญหาที่สำคัญที่สุดภายในขอบเขตของข้อเท็จจริง จากสถานการณ์ที่กำหนดให้

6.2 ชั้นการวิเคราะห์ปัญหา หมายถึงการระบุสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหา จากข้อเท็จจริงในสถานการณ์ที่กำหนดให้

6.3 ชั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง ชั้นแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา แล้วเสนอออกมาในรูปของวิธีการ

6.4 ชั้นตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึงชั้นตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นว่า ผลสุดท้ายของการแก้ปัญหาจะได้ผลอย่างไร

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. เอกสารเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษา
2. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
3. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์
4. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
5. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
6. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
7. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการทำงานกลุ่ม

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษา

1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้ของวิชาวิทยาศาสตร์

จุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต คือ หน่วยสิ่งมีชีวิต สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา การทำมาหากิน พลังงานและสารเคมี จักรวาลและอวกาศ สรุปได้ดังนี้ (สมจิต สวณไพบุลย์, 2526 : 31 - 32)

1. เข้าใจความหมายของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีในชีวิตประจำวัน
2. มีความรู้และทักษะในวิธีการทางวิทยาศาสตร์
3. นำประสบการณ์ที่ได้จากการเรียนไปใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิต
4. รู้จักคิด วิचारณ์ ตัดสินอย่างมีเหตุผล มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. มีความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา
6. มีนิสัยและรู้จักวิธีการแสวงหาความรู้เพิ่มเติม

1.2 จุดประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษา

(สมจิต สวณไพบุลย์, 2526 : 32 - 35)

วิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาที่จัดไว้ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตนี้มีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับเรื่องราวของธรรมชาติ เป็นจุดเริ่มต้นที่จะให้นักเรียนหันมาสนใจกับธรรมชาติ หรือปรากฏการณ์ธรรมชาติที่แวดล้อมเขาอยู่และให้ได้ตระหนักว่าความจริงของธรรมชาตินั้น ไม่ใช่สิ่งที่ลึกลับ ไม่ใช่สิ่งที่เกิดขึ้นและเปลี่ยนไปตามอำนาจหรือการดลบันดาลของใคร แต่เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นอย่างมีเหตุผล มีความแน่นอน เชื่อถือได้ และสามารถจะสืบเสาะหาความรู้ของธรรมชาติด้วยตัวเองได้ด้วย

การสอนวิทยาศาสตร์นอกจากมีความมุ่งหวังให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติ แล้วจุดหมายปลายทางอีกอย่างหนึ่งที่จะได้จากการสอนวิทยาศาสตร์ก็คือ การส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น แก้ปัญหาเป็น โดยรู้จักนำหลักการและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ความสามารถเช่นนี้จะเกิดขึ้นได้ก็โดยการเน้นการเรียนการสอนให้นักเรียนได้ค้นพบความคิดรวบยอดและหลักการด้วยตนเองให้มากที่สุด โดยผ่านกิจกรรมซึ่งนักเรียนได้มีส่วนร่วมโดยตรง

การสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษา มุ่งหวังที่จะให้นักเรียนมีความสามารถดังต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนมีความรู้และความเข้าใจวิทยาศาสตร์พอเป็นพื้นฐานแก่การดำรงชีวิต ความรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐานเป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับนักเรียนจะนำไปเป็นเครื่องมือในการสื่อความหมาย และการปรับปรุงแก้ไขความเป็นอยู่ของตนให้ดีขึ้นหรือใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาชั้นสูงต่อไป ได้แนวความคิดหลักพอเป็นพื้นฐานสำหรับการนำไปใช้แก้ปัญหาชีวิตประจำวัน
2. ให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการสอนวิทยาศาสตร์ นอกจากจะให้นักเรียนได้มีความรู้ความเข้าใจธรรมชาติที่แวดล้อมแล้ว จะต้องพัฒนาความคิดของนักเรียนด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือสำคัญของนักวิทยาศาสตร์ที่จะนำไปสู่การเบิกหาความรู้ใหม่และการแก้ปัญหา ซึ่งถ้าครูปลูกฝังให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว จะช่วยให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น
3. ให้นักเรียนนำความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในการดำรงชีวิต
 - 3.1 นำความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาเกี่ยวกับชีววิทยาศาสตร์โดยตรง
 - 3.2 นำความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในวิชาอื่นๆ ได้
 - 3.3 นำความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้กับงานต่างๆ ในชีวิตประจำวัน
4. เพื่อให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติเป็นสิ่งที่เกี่ยวกับจิตสำนึก ความเชื่อ ความสนใจ ค่านิยม ท่าทีการแสดงออกจนเป็นนิสัย และความรู้สึกทางจิตใจที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งจะต้องปลูกฝังคุณลักษณะนิสัยดังกล่าวมีดังนี้คือ
 - 4.1 มีความกระตือรือร้นที่อยากรู้อยากเห็น และเฝื่อนหาความรู้เพิ่มเติม อยู่เสมอ
 - 4.2 มีความเชื่อแบบวิทยาศาสตร์ เป็นผู้รู้จักคิดวิจารณ์และตัดสินใจอย่างมีเหตุผล
 - 4.3 เป็นคนใจกว้าง และเคารพในความคิดเห็นของผู้อื่นและเปลี่ยนความคิดได้เมื่อพบข้อเท็จจริงใหม่ซึ่งให้เหตุผลดีกว่าของเดิม

4.4 มีความสุขุมและละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน

4.5 มีความซื่อสัตย์ต่อตนเองและต่อผู้อื่น

4.6 ตระหนักในคุณค่าของการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและ

สภาพแวดล้อม

1.3 จุดประสงค์ทั่วไป กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต

วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาได้จัดบูรณาการอยู่ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ซึ่งประกอบไปด้วยเนื้อหาในส่วนที่เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา สุขศึกษา โดยมีจุดประสงค์ทั่วไปของกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2533 : 25)

เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อมในด้านอนามัย ประชากร การเมือง การปกครอง ศาสนา วัฒนธรรม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ โดยมุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ถึงสภาพ ปัญหา กระบวนการแก้ปัญหาและสามารถนำประสบการณ์เหล่านี้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต จึงต้องปลูกฝังให้มีคุณลักษณะดังนี้

1. มีความเข้าใจพื้นฐานและปฏิบัติตนได้ถูกต้องในด้านสุขภาพอนามัยทางร่างกายและจิตใจทั้งส่วนบุคคลและส่วนรวม

* 2. มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสังคมและธรรมชาติ มีนิสัยใฝ่หาความรู้อยู่เสมอ

* 3. สามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง

* 4. มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำความรู้ทาง

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

* 5. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม

6. มีความเข้าใจ เลื่อมใสในการปกครองระบอบประชาธิปไตย อันมี

พระมหากษัตริย์เป็นประมุข

7. เข้าใจหลักของการอยู่ร่วมกันในสังคม โดยตระหนักในหน้าที่ความรับผิดชอบ ปฏิบัติในขอบเขตแห่งสิทธิเสรีภาพ

หมายเหตุ * เป็นเครื่องหมายที่แสดงให้เห็นว่าจุดประสงค์ข้อนั้นตรงกับเนื้อหาในส่วนที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

8. มีความภาคภูมิใจในความเป็นไทย และความเป็นเอกราชของชาติ
เทอดทูนสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์

1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้ กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตใน ป.02 ชั้น ป.6 ตรงตาม
คู่มือการประเมินผลการเรียน หลักสูตรประถมศึกษา พ.ศ. 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)
กระทรวงศึกษาธิการ

กระบวนการแก้ปัญหา

- * 1. วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและผลกระทบที่จะเกิดจากปัญหา
- * 2. เสนอแนวทางแก้ปัญหาตามข้อมูลและสภาพของปัญหา
- * 3. เลือกแนวทางและวิธีการปฏิบัติในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและมี

ประสิทธิภาพสูงสุด

- * 4. แก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ
- * 5. ปรับปรุงการแก้ปัญหาให้เกิดผลทางบวกอย่างมีประสิทธิภาพ

ความรู้ความสามารถและการปฏิบัติในชีวิตประจำวัน

- * 6. นำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน
- * 7. เห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์
- 8. ยอมรับและเห็นความจำเป็นในการเสริมสร้างสุขภาพกายและจิต
- 9. ปฏิบัติตนในการดูแลสุขภาพอย่างสม่ำเสมอทุกวัน
- * 10. วางแนวทางในการทำงานกลุ่ม
- * 11. นำกระบวนการทำงานกลุ่มไปใช้ในการทำงานกลุ่มเป็นประจำ
- * 12. มีเจตคติที่ดีต่องานอาชีพ และปรับปรุงงานอยู่เสมอ
- * 13. วิเคราะห์ผลดีของการปฏิบัติเกี่ยวกับการอนุรักษ์ บำรุงรักษา ศิลป

วัฒนธรรม สิ่งแวดล้อม และทรัพยากรธรรมชาติ

- * 14. ปฏิบัติและแนะนำชักชวนผู้อื่นให้ปฏิบัติในการอนุรักษ์และบำรุงรักษา

ศิลปวัฒนธรรม สิ่งแวดล้อม และทรัพยากรธรรมชาติ

- * 15. เสนอแนวปฏิบัติ ที่เหมาะสมในการใช้ประโยชน์จากความรู้ ข่าวสาร และข้อมูล

* 16. นำความรู้ ข่าวสาร ข้อมูล ไปใช้ประโยชน์ในการทำงานและดำเนินชีวิตประจำวันอย่างเหมาะสม

- 17. อธิบายแนวปฏิบัติที่เหมาะสมในการอยู่ร่วมกันในครอบครัวและสังคม

18. ปฏิบัติตนตามบทบาทหน้าที่ที่มีต่อครอบครัว ชุมชน ประเทศชาติ ศาสนา และพระมหากษัตริย์ ถูกต้องเหมาะสมและปรับปรุงให้ดีขึ้นอยู่เสมอเป็นประจำ

19. เสนอแนวปฏิบัติที่สอดคล้องกับหลักธรรมทางศาสนา

20. ปฏิบัติตนและแนะนำชักชวนผู้อื่นให้ปฏิบัติตามหลักธรรมทางศาสนาอยู่เสมอ

* 21. ปฏิบัติตนให้เหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพการเปลี่ยนแปลงของสังคม และสิ่งแวดล้อม

1.5 จุดประสงค์ทั่วไป กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 - 6
หน่วยที่ 3 สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา (หน่วยย่อยที่ 2 สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ)

หน่วยย่อยที่ 2 สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2533 : 41 - 42)

สังเกต รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับทรัพยากร สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ ดิน หิน กววดทราย แร่ธาตุ ป่าไม้ น้ำ คุณค่าของสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ดังกล่าว ชีวบริเวณ ระบบนิเวศน์ ที่มีต่อมนุษย์ พืช สัตว์ อภิปราย วิเคราะห์การใช้และการพัฒนาสิ่งแวดล้อมดังกล่าว เหตุปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อม การเปลี่ยนแปลง จำแนก จัดหมวดหมู่ เป็นหลักการกระทำที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องทั้งในด้านส่วนบุคคลและการพัฒนาสิ่งแวดล้อมที่เกิดผลเสียตามมาโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ หรือวางแผนไม่รอบคอบ

สังเกต รวบรวมข้อมูล สภาพสิ่งแวดล้อมในโรงเรียน ชุมชนของตน วิเคราะห์ อภิปรายปัญหาสิ่งแวดล้อมดังกล่าว สรุป วางแผนการจัดและพัฒนาสิ่งแวดล้อม ร่วมกันจัดและพัฒนาสิ่งแวดล้อม ประเมินผล และปรับปรุงจากแนวคิดใหม่ ๆ อภิปราย แสดงความรู้สึกต่อการจัดสิ่งแวดล้อมที่ดี การแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ชื่นชมผลการกระทำ เอาใจใส่ดูแลปัญหาสิ่งแวดล้อมอยู่เสมอ

เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจ มีทักษะในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสิ่งแวดล้อมที่มีต่อมนุษย์ พืช สัตว์ จำแนกเหตุปัจจัย การใช้ การจัดและพัฒนาสิ่งแวดล้อมอย่างถูกต้อง และไม่ถูกต้อง สรุปเป็นหลักการใช้ทรัพยากรและพัฒนาสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม เห็นความจำเป็นของการพัฒนาสิ่งแวดล้อมที่ถูกต้องเหมาะสม รักและชื่นชมในธรรมชาติ ห่วงแหนจัดและพัฒนาสิ่งแวดล้อมใกล้ตัวอยู่เสมอ และร่วมมือในการสงวนรักษาทรัพยากร สิ่งแวดล้อม

หมายเหตุ * แสดงให้เห็นว่า จากจุดประสงค์การเรียนรู้ กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตใน ป.02 ชั้น ป.6 จะตรงกับส่วนเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ตาราง 1 วิเคราะห์เนื้อหา ในหลักสูตรกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 6 หน่วยที่ 3 สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา

หน่วยย่อยที่ 2 สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ

เนื้อหาหลัก	จุดประสงค์	กิจกรรม/ กระบวนการ	คาบเวลาโดย ประมาณ	หมายเหตุ
สิ่งแวดล้อมทาง ธรรมชาติ				
1) ทรัพยากรและ สิ่งแวดล้อม ทางธรรมชาติ ได้แก่ ดิน แร่ ธาตุ ป่าไม้ น้ำ	1) เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจ มี ทักษะในการ วิเคราะห์ความ สัมพันธ์ของสิ่ง แวดล้อมที่มีต่อ มนุษย์ พืช และ สัตว์	1) สังเกต รวบรวม ข้อมูลเกี่ยวกับ ทรัพยากร สิ่งแวดล้อมทาง ธรรมชาติคุณค่า ของสิ่งแวดล้อม, ชีวนิเวศและ ระบบนิเวศน์	- ดิน น้ำ แร่ธาตุ =15 คาบ =5 ชั่วโมง - ป่าไม้ =12คาบ = 4 ชั่วโมง - ชีวนิเวศและ ระบบนิเวศน์ = 21 คาบ = 7 ชั่วโมง	แบ่งตามคู่มือครู กลุ่ม สปช. ชั้น ป. 6
2) คุณค่าของสิ่ง แวดล้อมต่าง ๆ	2) เพื่อให้สามารถ จำแนกเหตุ ปัจจัย การใช้ การจัดและ พัฒนาสิ่งแวดล้อม อย่างถูก ต้องและไม่ ถูกต้อง	2) อภิปราย วิเคราะห์ การใช้ และการพัฒนา สิ่งแวดล้อม เหตุ ปัจจัยที่มีผล กระทบต่อ สภาวะแวดล้อม การเปลี่ยนแปลง		
3) ชีวนิเวศ ระบบนิเวศน์ที่ มีต่อมนุษย์ พืช สัตว์				
4) การใช้และการ พัฒนาสิ่งแวดล้อม				
5) เหตุปัจจัย ที่มีผลกระทบบ ต่อสภาวะ				

ตาราง 1 (ต่อ)

เนื้อหาหลัก	จุดประสงค์	กิจกรรม/ กระบวนการ	คาบเวลาโดย ประมาณ	หมายเหตุ
แวดล้อม การเปลี่ยนแปลง 6) หลักการกระทำที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องทั้งในด้านส่วนบุคคลและการพัฒนาสิ่งแวดล้อมที่เกิดผลเสียตามมาโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ หรือวางแผนไม่รอบคอบ 7) สภาพสิ่งแวดล้อมในโรงเรียน ชุมชนของตน	3) เพื่อให้สามารถสรุปหลักการใช้ทรัพยากรและพัฒนาสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม 4) เพื่อให้เห็นความจำเป็นของการพัฒนาสิ่งแวดล้อมที่ถูกต้องเหมาะสม 5) เพื่อให้เกิดความรักและชื่นชมในธรรมชาติ ห่วงแหน และร่วมมือในการสงวนรักษาทรัพยากรสิ่งแวดล้อม	3) จำแนก จัดหมวดหมู่ หลักการกระทำที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง 4) สังเกต รวบรวมข้อมูล สภาพสิ่งแวดล้อมในโรงเรียน ชุมชนของตน 5) วิเคราะห์ อภิปรายเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม 6) สรุป วางแผนการจัดและพัฒนาสิ่งแวดล้อม 7) อภิปราย แสดงความรู้สึกรต่อการจัดสิ่งแวดล้อมที่ดี การแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม		

ตาราง 2 วิเคราะห์จุดประสงค์ ป.02 กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต

หน่วยที่ 3 สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา (หน่วยย่อยที่ 2 สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ)

จุดประสงค์ ป.02		กระบวนการแก้ปัญหา					ความรู้ความสามารถและการปฏิบัติในชีวิตประจำวัน															
เนื้อหา		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
หน่วยที่ 3 สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา																						
3.1 สิ่งแวดล้อมทางสังคม		✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-
สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ																						
3.2 หิน และทราย		✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-	✓	✓	✓	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-
3.3 แร่ธาตุ		✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-	✓	✓	✓	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-
3.4 ชีวิตบริเวณและระบบนิเวศน์		✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-	✓	✓	✓	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ ตัวเลข 1, 2, 3 ... 21 หมายถึงจุดประสงค์การเรียนรู้กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ซึ่งปรากฏรายละเอียดในหน้า 14 - 15

จากเอกสารที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า การสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา นั้นมุ่งเน้นที่จะให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นพื้นฐานแก่การดำรงชีวิต มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และรู้จักนำหลักการและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิต

ดังนั้น ในการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ จึงควรให้ออกาสแก่นักเรียนได้ปฏิบัติและฝึกฝนความคิด อย่างมีระบบ เช่น การร่วมกันแก้ปัญหา ในสถานการณ์ต่าง ๆ จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพราะในส่วนของเนื้อหาวิทยาศาสตร์นั้นมีความยากเกินกว่าที่จะจำได้ และเป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ แต่กระบวนการแสวงหาความรู้ นั้นเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่ง เพราะนักเรียนสามารถที่จะนำไปใช้ในการแสวงหาความรู้ได้ไม่สิ้นสุด

2. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

2.1 ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน มุ่งเน้นให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) หรือนักการศึกษาบางท่านเรียกว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวนหรือการสอนแบบสืบสวน ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่เปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกวิธีการเรียนรู้อย่างมีอิสระหรือประสบการณ์ตรง มีการทดลอง และสรุปผลการทดลอง แก้ปัญหาด้วยตนเอง นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาวิชาและกระบวนการแสวงหาความรู้ ได้มีผู้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในลักษณะต่าง ๆ เช่น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะไว้ว่า “การสืบเสาะหาความรู้ได้แก่กิจกรรมต่าง ๆ ที่นำไปสู่การแก้ปัญหาและเป็นผลให้เกิดความเข้าใจและสามารถนำไปประยุกต์ได้” (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2521 ข : 8)

ซันด์ และ ไทรวบริดจ์ (Sund and Trowbridge, 1973 : 62-68) ได้สรุปลักษณะของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. เป็นการสอนที่มีนักเรียนเป็นศูนย์กลาง
2. การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสร้างมโนคติโดยตัวผู้เรียนเอง
3. ระดับความคาดหวังของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้นหลังจากที่ได้ประสบความสำเร็จในการสืบเสาะหาความรู้ในระดับหนึ่งแล้ว
4. การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการพัฒนาความสามารถด้านต่าง ๆ ของนักเรียน เช่น ความสามารถทางวิชาการ ทางสังคม ความคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ ซึ่งต้องอาศัยความเป็นอิสระ และให้นักเรียนมีโอกาสคิด

5. การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จะหลีกเลี่ยงการเรียนรู้ระดับวาจาหรือการบรรยาย แต่จะเน้นการทดลอง เพื่อให้นักเรียนค้นพบด้วยตนเอง

6. การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้จะกำหนดเวลาสำหรับการเรียนรู้

จากที่กล่าวมาแล้วทั้งหมด พอสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียน รู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เน้นกิจกรรมของนักเรียน ครูมีหน้าที่เพียงจัดสภาพการเรียนการสอนให้เอื้อต่อกระบวนการที่จะ

คิดแก้ปัญหา ด้วยวิธีการหรือสื่อต่าง ๆ จึงกล่าวได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นคนคิดเป็น รู้จักคิด และตัดสินใจอย่างมีเหตุผล

2.2 หลักจิตวิทยาพื้นฐานในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีรากฐานมาจากจิตวิทยา ในเรื่อง การเน้นพัฒนาการทางสมองของ เพียเจต์ (ลัดดา สุขบริดี. 2523 : 57 ; อ้างอิงมาจาก Piaget. 1962:61) นักจิตวิทยาที่ว่าคนมีขบวนการคิดเป็นสองประการคือมีโครงสร้างความคิดเดิม จึงสามารถนำความคิดเดิมมาเป็นแนวคิดให้เกิดความรู้ใหม่ได้ แต่ถ้าสิ่งที่รับใหม่ไม่สัมพันธ์กับโครงสร้างความคิดเดิม ก็สามารถปรับปรุงโครงสร้างนั้นเพื่อรับความรู้ใหม่ได้ ดังนั้น โครงสร้างของกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จึงมี 2 ขั้นคือ

ขั้นที่ 1 Assimilative Structure คือ ขั้นเร้าให้เด็กนำความรู้เดิมมาใช้เป็นแนวทางในการคิด

ขั้นที่ 2 Accommodative structure ในกรณีที่ความรู้เดิม ซึ่งเป็นแนวทางให้เกิดความรู้ใหม่นั้น ไม่ตรงกับความรู้ใหม่ก็จะต้องปรับปรุงเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเพื่อให้เข้าใจความรู้ใหม่

นอกจากนี้ ชัลด์ (สุวัฒน์ นิยมคำ. 2531 : 115 ; อ้างอิงมาจาก Sund . 1973) ได้ระบุถึงหลักจิตวิทยาของการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า

1. ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีที่สุด ก็ต่อเมื่อนักเรียนได้เกี่ยวข้องอย่างมีชีวิตชีวากับการค้นหาความรู้ นั้น ๆ โดยตรง มากกว่าการที่จะบอกเล่าให้นักเรียนฟัง

2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนนั้นช่วยให้นักเรียนอยากเรียน ไม่ใช่บีบบังคับ และผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมที่นำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้า แทนที่จะให้นักเรียนเกิดความล้มเหลว

3. วิธีการสอนของครูจะต้องส่งเสริมความคิดให้นักเรียนคิดเป็น มีความคิดสร้างสรรค์ให้โอกาสนักเรียนได้ใช้ความคิดของตนเองให้มากที่สุด

จากหลักจิตวิทยาพื้นฐานดังกล่าว สรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ นั้นจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ ใช้ความคิดและปฏิบัติการด้วยตนเอง โดยให้เกิดการเรียนรู้ การแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่ด้วยตนเอง และพยายามให้นักเรียนแต่ละคนได้มีโอกาสประสบความสำเร็จ

1.3 หลักการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

หลักการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะแบ่งออกได้เป็น 3 ชั้นได้แก่

1) ชั้นสำรวจเพื่อหาข้อมูล (Exploration) 2) ชั้นการสร้างความรู้จากข้อมูล (Invention) 3) ชั้นการนำความรู้ใหม่ไปใช้ (Discovery) ทั้ง 3 ชั้นนี้ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้ค้นหาความรู้จะโดยทางตรงหรือทางอ้อมก็ตาม ถ้าครูเป็นผู้บอกหรือกระทำหรือสรุปให้การเรียนรู้ก็ไม่ใช่แบบสืบเสาะหาความรู้ ฉะนั้นหลักการใหญ่ของการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ก็คือนักเรียนเป็นผู้กระทำ ครูแนะนำช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น (สมจิต สวธนไพบูลย์, 2535 : 139-142)

1. ชั้นการสำรวจข้อมูล (Exploration Phase)

การสำรวจข้อมูลเป็นการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะศึกษา เพื่อจะนำไปสร้างเป็นความคิดรวบยอดหรือแนวความคิดหลักต่อไป

ข้อมูลอาจจะหาได้จาก 4 แหล่ง แหล่งแรกได้จากการสังเกตวัตถุจริงหรือปรากฏการณ์โดยตรง แหล่งที่สองได้จากการวัด แหล่งที่สามได้จากการทดลอง และแหล่งสุดท้ายได้จากการรวบรวมมาจากที่อื่น เช่น จากเอกสารหรือจากบุคคล การได้ข้อมูลมาจากแหล่งอื่นจะมีความจำเป็นมากถ้าการทดลองนั้นเป็นสิ่งที่เห็นผลยากหรือกินเวลานาน หรือสิ่งที่จะสังเกตนั้นอยู่ห่างไกล ครูอาจจะนำข้อมูลจากแหล่งอื่นมาให้นักเรียนตีความหมายและลงข้อสรุปก็ได้เป็นการฝึกการคิด

การสำรวจข้อมูลเพื่อให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงนั้น ครูจะต้องเป็นฝ่ายจัดสถานการณ์การเรียนรู้ให้เหมาะสมและจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ไว้ให้พร้อม เพื่อให้ นักเรียนแต่ละคนได้เล่น สัมผัส และต้องทดลอง จะได้เห็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจริง ๆ ซึ่งจะ ทำให้ทราบข้อเท็จจริงปลีกย่อย และรายละเอียดต่าง ๆ สามารถที่จะนำไปใช้เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่ต่อไป

2. ชั้นการสร้างความรู้ใหม่ (Invention)

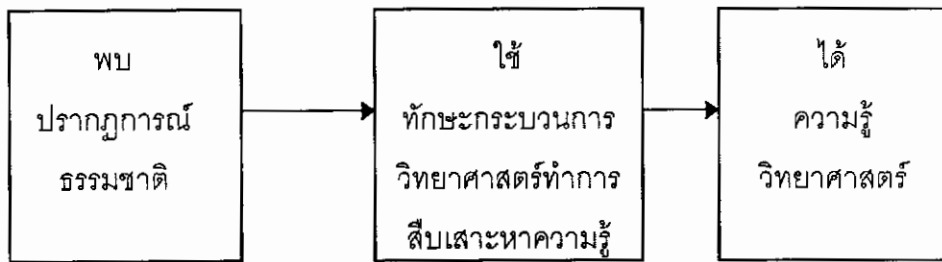
ภายหลังจากการสำรวจแล้ว นักเรียนจะได้ข้อมูลซึ่งเกี่ยวกับคุณลักษณะ การเปลี่ยนแปลงปริมาณ และรายละเอียดอื่น ๆ ข้อมูลที่ได้นี้อาจจะยังไม่มี ความหมายอะไรมากนัก จะต้องนำไปคำนวณหรือจัดข้อมูลเสียก่อน จึงจะมีความหมายพอที่จะตีความและลงข้อสรุปต่อไปได้

3. ขั้นการค้นพบความรู้ (Discovery)

ความรู้ที่ค้นพบในการสร้างความรู้ นั้น ความจริงจะถือว่าเป็นการค้นพบแล้วก็ได้ แต่ในการเรียนการสอนนั้น จะมั่นใจว่านักเรียนได้ค้นพบจริงก็ต่อเมื่อนักเรียนได้พิสูจน์ยืนยันความรู้นั้นโดยทดสอบนำความรู้นั้นไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งไม่เหมือนกับที่เคยพบเห็นมาแล้วหรือสามารถนำความรู้นั้นไปใช้เป็นหลักฐานสำหรับเรียนเรื่องใหม่ได้ นำไปพยากรณ์ได้ เมื่อทำมาถึงขั้นนี้ก็แสดงว่าความรู้ได้มีการทดสอบถึงความถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง และนักเรียนก็มีความมั่นใจ จึงถือว่าเป็นการค้นพบความจริง นักเรียนได้มีความรู้ความเข้าใจอย่างแท้จริง

การนำความรู้ไปใช้ครูต้องเป็นผู้จัดสถานการณ์อย่างใหม่ เพื่อจะดูว่านักเรียนนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์นั้นได้จริงหรือไม่ ในกรณีที่จะนำความรู้นั้นไปเป็นฐานหรือเชื่อมโยงกับเรื่องใหม่ก็ต้องรอไปจนถึงการเรียนเรื่องนั้น ๆ

ขั้นตอนทั้ง 3 นี้ เป็นแต่เพียงหลักการทั่วไปในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เท่านั้น ส่วนเทคนิคและวิธีการที่จะใช้ประกอบนั้นมีหลายอย่าง เช่น การใช้คำถาม การเสริมแรง (Reinforcement) การติชม เป็นต้น



เกิดปัญหา

ตั้งคำถาม

อะไร... ?

อย่างไร ?

ทำไม..... ?

การสังเกต

การวัด

การคำนวณ

การจำแนกประเภท

การหาความสัมพันธ์

ระหว่างสเปสกับเวลา

ข้อเท็จจริง

มโนคติ

หลักการ

กฎ

ทฤษฎี

การจัดกระทำ

และสื่อความหมายข้อมูล

การตั้งสมมติฐาน

การลงความคิดเห็น

การพยากรณ์

การทดลอง

การควบคุมตัวแปร

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

การตีความหมายและลงสรุปข้อมูล

ภาพประกอบ 1 โมเดลทั่วไปในการเสาะแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ (A General Model for

Scientific Inquiry) (สมจิต สวธนไพบุลย์. 2535 : 143)

2.4 กิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2535 : 143-144) ได้เสนอกิจกรรมจำเป็นในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือ

1. การทดลอง
2. การอภิปรายซักถามระหว่างครูกับนักเรียน

การทดลองเป็นกิจกรรมสำคัญอย่างหนึ่งของการเรียนการสอน การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ต้องการให้นักเรียนค้นพบคำตอบและสรุปได้ด้วยตนเอง ตลอดจนสามารถมองเห็นปัญหาเมื่อผลการทดลองแตกต่างไปจากของผู้อื่น จะเห็นได้ว่าในระหว่างการทดลองนักเรียนได้ใช้ทักษะในการสังเกต การดำเนินการทดลอง การบันทึกข้อมูล การอภิปราย และการสรุป ซึ่งจะนำนักเรียนไปสู่แนวความคิดและหลักเกณฑ์ที่สำคัญของบทเรียนนั้น ๆ แม้ว่าผลการทดลองของนักเรียนจะต่างไปจากของเพื่อน ๆ นักเรียนก็จะหาเหตุผลซึ่งได้จากการสังเกตอย่างละเอียด ในระหว่างทำการทดลองนั่นเองมาอธิบายได้ว่า เป็นเพราะเหตุใด การเรียนโดยวิธีนี้เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถของตนเองในการสืบเสาะหาความรู้ นอกจากจะทำให้เกิดการเรียนรู้แล้ว ยังเกิดความเข้าใจและจำได้ดีกว่าการนั่งฟังครูพูด นอกจากนี้ยังเป็นการเรียนที่ช่วยการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมสำคัญอีกอย่างหนึ่งก็คือ การอภิปรายซักถามระหว่างครูกับนักเรียน การที่จะดึงความสนใจของนักเรียนต่อการเรียนได้นั้น ครูจำเป็นต้องใช้คำถามเพื่อกระตุ้นหรือเร้าใจให้นักเรียนคิด สงสัย และสนใจอยากรู้คำตอบ การที่ไม่รู้คำตอบมาก่อนนี้เป็นทางหนึ่งที่จะทำให้นักเรียนอยากสืบเสาะหาคำตอบ ดังนั้นการเรียนการสอนแบบนี้ ครูเป็นผู้นำอภิปรายโดยตั้งปัญหาเป็นอันดับแรก ลำดับต่อไปเป็นการอภิปรายก่อนการทดลอง นักเรียนทำการทดลอง และตอนที่สำคัญที่สุด คือ การอภิปรายหลังการทดลอง

2.5 ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ลำดับขั้นตอนของกิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2519 : 3) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre - Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะใช้คำถามต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น คิด สงสัย หรือเป็นการแนะแนวทางในการทดลอง รวมถึงการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ตอบปัญหา

2. การให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง (Experimental Period) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะลงมือปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนจะคอยควบคุม และให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้น สนับสนุน และเป็นพี่ปรึกษาอยู่ด้วย นักเรียนจะเก็บรวบรวมข้อมูล

3. การอภิปรายหลังการทดลอง (Post - Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะต้องใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลจากการทดลองที่รวบรวมไว้มาสรุปเป็นความรู้ รวมทั้งอภิปรายถึงข้อผิดพลาด (Error) ของการทดลองที่อาจจะเป็นไปได้ด้วยคำถามต่าง ๆ ที่ผู้สอนใช้ตอนนี้ นอกจากจะช่วยให้นักเรียนสรุปผลการทดลองได้แล้ว ยังจะช่วยให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น มีแนวคิดอย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น

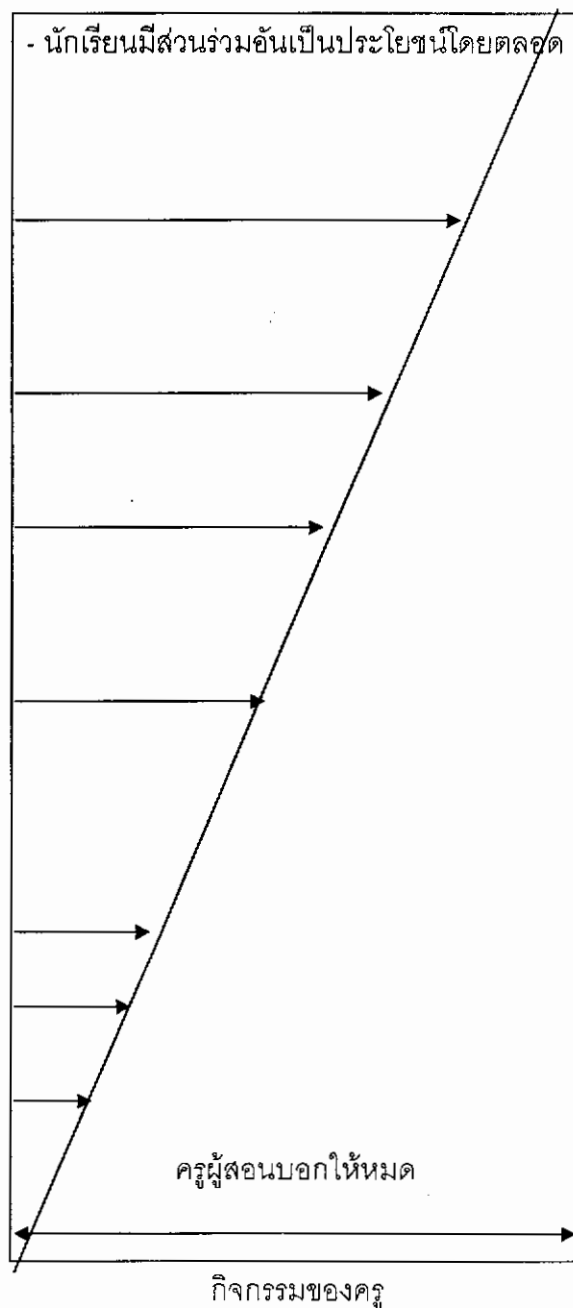
นอกจากนี้ สสวท. ยังได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ว่า ในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ครูสามารถเลือกจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรูปแบบต่าง ๆ ได้ตามความเหมาะสม ดังภาพประกอบ ซึ่งแยกให้เห็นการมีส่วนร่วมของนักเรียนตั้งแต่เริ่มไปหามาก (สสวท. 2519 : 4 - 5) ดังนี้

แนวการสอนแบบต่าง ๆ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการที่นักเรียนมีส่วนร่วมในขบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ตัวอย่างการเรียนการสอนแบบต่าง ๆ

กิจกรรมของนักเรียน

9. เริ่มต้นด้วยการตั้งปัญหาและตัวแปรต่าง ๆ
การสร้างสมมติฐาน การออกแบบ การทดลอง การทดสอบสมมติฐาน
8. การทดลอง กำหนดวิธีการทดลอง ซึ่งอาจทำให้ได้ผลการทดลองได้หลายอย่างและการสร้างสมมติฐาน
7. นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน
6. กำหนดวิธีการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานนักเรียนจะต้องหาข้อมูลเพื่อให้ได้คำตอบ
5. ครูทำการสาธิตเพื่อเป็นจุดสนใจนำไปสู่การใช้คำถาม
4. กำหนดข้อมูลและการให้แนวทางในการแปลความหมายข้อมูล
3. การบรรยายพร้อมด้วยการใช้คำถาม
2. การทดลองโดยกำหนดวิธีการทดลองและบอกวิธีการสังเกตพร้อมทั้งบอกผลการทดลอง
1. การบรรยาย



ภาพประกอบ 2 แสดงการจัดกิจกรรมแบบต่าง ๆ ของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

จากภาพประกอบจะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น มีอยู่หลายรูปแบบ ครูสามารถจะเลือกนำไปใช้ในการเรียนการสอนตามความเหมาะสม ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับความพร้อมของครู นักเรียน วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ และสภาพแวดล้อม ซึ่ง ซันด์และ ไทรวบริดจ์ (Sund and Trowbridge, 1973 : 67 - 68) ได้แสดงความคิดเห็นไว้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในระยะแรก ๆ ที่นักเรียนยังเคยชินกับการสอนแบบเดิม ที่ครูเป็นผู้ให้ความรู้ นั้น ครูควรกำหนดแนวทางในการดำเนินกิจกรรมไว้ให้นักเรียน เมื่อนักเรียน มีประสบการณ์มากขึ้นจึงค่อย ๆ ลดการให้คำแนะนำ จนในที่สุดนักเรียนสามารถดำเนินกิจกรรม ในการสืบเสาะหาความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยครูมีบทบาทเป็นเพียงผู้ให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียน

วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีอีกวิธีหนึ่งที่ได้รับการยอมรับในการสอนวิชา วิทยาศาสตร์กันอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน เพราะการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ นั้นเป็นการสอน ที่ส่งเสริมความสามารถในการค้นคิดแก้ปัญหาให้แก่ผู้เรียน ซึ่งเป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ ใช้ในการค้นพบสิ่งใหม่ ๆ การเรียนการสอนแบบนี้ นักเรียนไม่ใช่ผู้คอยรับความรู้จากครูฝ่ายเดียว แต่ต้องเป็นผู้รู้จักคิดค้นแก้ปัญหาด้วยตนเองอย่างมีระบบโดยใช้กระบวนการและวิธีการทาง วิทยาศาสตร์ บทบาทการสอนของครูในการสอนแบบนี้ครูเป็นผู้จัดบรรยากาศการเรียนการสอน ให้เอื้อต่อการเรียนรู้ คอยกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักคิดอย่างมีระบบ โดยการใช้คำถามที่จะนำไปสู่การ พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการ ความสามารถเช่นนี้จะเกิดขึ้นได้นั้นจำเป็นต้องอาศัยกิจกรรมการอภิปรายซักถามระหว่างครูกับนักเรียนและการปฏิบัติการทดลองนำมาเป็น เครื่องมือที่จะให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองให้มากที่สุด ผู้เรียนจึงต้องเรียน ด้วยความเข้าใจ ไม่ใช่แบบท่องจำ จะเห็นได้ว่าการสอนแบบนี้จะไม่มุ่งเน้นเนื้อหาสาระแต่เพียง อย่างเดียว แต่มุ่งที่จะพัฒนาให้ผู้เรียนได้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทาง วิทยาศาสตร์พร้อมกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวิภาภรณ์ เตชะชัยวุฒิ (2533 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบสืบเสาะหาความรู้ในการเรียนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบสืบเสาะหาความรู้กับนักเรียนที่เรียนตาม ปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

โคลีเบส (Kolebas, 1972 : 4443 - A) ได้ทำการทดลองกับนักเรียนเกรด 3 ที่เรียน วิชาวิทยาศาสตร์โดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า

นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 ขั้นต้น มีระดับผลสัมฤทธิ์และความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอน
 แบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เดวิส (Davis, 1976 : 4164 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะค้น
 พบที่ใช้การชี้แนะแนวทาง (Guided - Inquiry Discovery Approach) กับการสอนแบบครูปอกความรู้
 ตามตำรา (Expository Text Approach) ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็น
 นักเรียนชั้นประถมศึกษาจำนวน 103 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 51 คน ซึ่งได้รับการสอนแบบสืบ
 เสาะหาความรู้ที่ใช้การชี้แนะแนวทาง กลุ่มควบคุม 52 คน ได้รับการสอนแบบครูปอกความรู้ตาม
 ตำรา ผลการทดลองปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม
 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

โอลารินอย (Olarinoy, 1978 : 4848 - A) ได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการสอน
 3 แบบ คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry) การสอนปกติ
 (Traditional) และแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง (Inquiry Role Approach)
 ในวิชาฟิสิกส์ โดยกลุ่มควบคุมได้รับการสอนปกติเป็นกลุ่มที่ 1 ส่วนกลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนแบบ
 สืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนะ กลุ่มที่ 3 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็น
 ผู้ดำเนินการเอง ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

จากงานวิจัยดังกล่าวสรุปได้ว่า แม้การสอนจะเป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 เหมือนกันแต่การจัดกิจกรรมและอุปกรณ์ที่ต่างกัน อาจส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตก
 ต่างกันและไม่แตกต่างกัน และจากการศึกษาพบว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะทำให้
 นักเรียนมีพัฒนาการทางด้านความรู้ ความสามารถที่จะคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ดังนั้นควรใช้วิธี
 การที่เหมาะสมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
 วิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

3. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์

สถาบันและนักวิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษานหลายท่าน (นันทิยา บุญเคลือบ,
 2528 : 46 ; สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย, 2529 : 1 ; อีระชัย ปุณณโชติ, 2531 : 1 ;
 จิรพรธณ แสงหล้า, 2532 : 5 ; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2536 : 2 ;

Seymour . 1964 : 91 - 94) ได้ให้ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ พอสรุปได้ว่า โครงการวิทยาศาสตร์ เป็นการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามความถนัดหรือสนใจ นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติและศึกษาด้วยตนเองโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาค้นคว้าเพื่อตอบปัญหาที่สงสัยโดยเขียนเป็นโครงการภายใต้การแนะนำปรึกษาคอยช่วยเหลือและดูแลจากอาจารย์ที่ปรึกษาหรือผู้ทรงคุณวุฒิ โครงการวิทยาศาสตร์อาจจัดในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้ อาจดำเนินการทั้งในและนอกบริเวณโรงเรียน และอาจทำเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้

3.2 หลักการของกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์

หลักการที่สำคัญของโครงการวิทยาศาสตร์ ควรมีลักษณะดังนี้

1. เป็นเรื่องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งหมายถึง โครงการวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นต้องยึดหลักความจริงที่เป็นอยู่ตามธรรมชาติ (ลัดดา สายพานทอง. 2535 : 15 ; อ้างอิงมาจาก Seymour. 1964 : 91-93)
2. คำนึงถึงเสรีภาพและเศรษฐกิจ หมายถึงการให้เสรีภาพแก่ผู้จัดกิจกรรมโครงการในเรื่องที่ทำโดยคำนึงถึงวัสดุอุปกรณ์และเงินทุนที่มีอยู่เป็นองค์ประกอบ (Seymour. 1964: 91-93)
3. เป็นการเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Seymour. 1964 : 91-93 ; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2530 : 4 และธีระชัย ปุณณโชติ. 2531 : 2)
4. การทำกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์มุ่งฝึกให้นักเรียนรู้วิธีการศึกษาค้นคว้าและแก้ปัญหาด้วยตนเองมิได้เน้นการส่งเข้าประกวดเพื่อรับรางวัล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2530 : 4)

3.3 จุดมุ่งหมายของการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์

จุดมุ่งหมายของการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ที่นักวิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและสถาบันทางการศึกษาต่างๆ กำหนดไว้อาจแตกต่างกันบ้างในบางข้อความหรือรายละเอียดบางส่วน ซึ่งสรุปได้ว่า (ศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา. 2526 : 43 ; ปัญญา อุทัยพัฒน์ และ อรรถศิษฐ์ สมรรถการอักษรกิจ . 2527 : 356 ; นันทิยา บุญเคลือบ. 2528 : 46 ; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2529 : 1 ; สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย. 2529 : 13 และ ธีระชัย ปุณณโชติ. 2531 : 2) โครงการวิทยาศาสตร์ควรมีจุดมุ่งหมายดังนี้

1. เพื่อส่งเสริมการศึกษาค้นคว้าหรือวิจัยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เกิดความรักและความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ ตระหนักถึงคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวัน หรือออกแบบประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ
4. เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ความรับผิดชอบและความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น
5. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ พร้อมทั้งกล้านำผลงานของตนออกแสดง

3.4 ประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์

เมื่อพิจารณารูปแบบและลักษณะของกิจกรรมการศึกษาค้นคว้า สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529 : 4-8) อีระชัย ปุณณโชติ (2531 : 5-9) และ เซอร์เบอร์น (Sherburne, 1985 : 9) เห็นพ้องกันว่าโครงงานวิทยาศาสตร์ควรแบ่งเป็น 4 ประเภท ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. โครงงานประเภทการสำรวจ (Survey Research Project)

เป็นกิจกรรมการศึกษาสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความรู้ที่มีอยู่หรือเป็นอยู่ตามธรรมชาติ โดยใช้วิธีการสำรวจและรวบรวมข้อมูล แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาจัดกระทำ เช่น จำแนกเป็นหมวดหมู่แล้วนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้เห็นลักษณะหรือเห็นความสัมพันธ์ในเรื่องที่ต้องการศึกษาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ไม่ต้องมีการจัดหรือกำหนดตัวแปรอิสระ อาจทำได้หลายลักษณะ เช่น การเก็บรวบรวมข้อมูล การเก็บวัสดุตัวอย่างมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ การจำลองธรรมชาติเพื่อสังเกตและศึกษาข้อมูลต่าง ๆ

ตัวอย่างโครงงานประเภทการสำรวจ ได้แก่

- การศึกษาการเจริญเติบโตของลูกอ๊อด
- การศึกษาการเจริญเติบโตของผีเสื้อ
- การศึกษาการกินอาหารของนกแก้ว ฯลฯ

2. โครงงานประเภทการทดลอง (Experimental Research Project)

เป็นการศึกษาคำตอบของปัญหาโดยออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง เพื่อหาคำตอบของปัญหาที่ต้องการทราบหรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ขั้นตอน

ของการทำโครงการประเภทนี้ ประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง ซึ่งจะต้องมีการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาแล้ว ดำเนินการทดลองโดยจัดกระทำกับตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น เพื่อดูผลที่เกิดขึ้นกับตัวแปรตามที่มีการแปรผลและสรุปผล

ตัวอย่างโครงการประเภทการทดลอง ได้แก่

- การเจริญเติบโตของพืชโดยใช้แสงไฟนีออน
- การศึกษาอุณหภูมิของน้ำที่ได้รับแสงสีต่าง ๆ
- การศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นบานชื่นเมื่อใช้สารละลาย

แบบต่าง ๆ ฯลฯ

3. โครงการประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์ (Development Research Project or Invention Project)

เป็นการพัฒนาหรือประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ใช้งานได้ตามประสงค์โดยอาศัยความรู้หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ อาจเป็นการประดิษฐ์สิ่งใหม่ที่ไม่เคยมีมาก่อนหรือการปรับปรุงอุปกรณ์หรือสิ่งประดิษฐ์ที่มีอยู่แล้วให้ใช้งานได้ดีกว่าเดิม รวมทั้งเป็นการเสนอหรือสร้างแบบจำลองทางความคิดเพื่อแก้ปัญหา

ตัวอย่างโครงการประเภทนี้ ได้แก่

- เตาอบพลังงานแสงอาทิตย์
- เครื่องกันขโมย
- แนวคิดในการจัดระบบจราจรบริเวณทางแยก ฯลฯ

4. โครงการประเภทการสร้างหรือการอธิบายทฤษฎี (Theoretical Research Project)

เป็นโครงการที่เสนอแนวความคิดใหม่ ๆ ในการอธิบายเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างมีเหตุผลโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์หรือทฤษฎีสนับสนุน หรือหากเป็นการอธิบายปรากฏการณ์เก่าในแนวใหม่ อาจเสนอในรูปการอธิบายสูตรหรือสมการ โดยมีข้อมูลหรือทฤษฎีอื่นสนับสนุนการทำโครงการประเภทนี้ ผู้ทำต้องมีพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี จะต้องศึกษาค้นคว้าเรื่องราวที่เกี่ยวข้องอย่างมาก จึงจะสร้างคำอธิบายหรือทฤษฎีได้ (ธีระชัย ปุณณโชติ. 2531 : 31)

ตัวอย่างโครงงานประเภทนี้ได้แก่ โครงงานเรื่อง กำเนิดของทวีปและมหาสมุทร ซึ่งเป็นการสร้างแบบจำลองทางทฤษฎี อธิบายการเกิดของทวีปและมหาสมุทร

3.5 ลักษณะการจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

การทำโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นกลุ่มมีลักษณะเด่นคือ เน้นการเรียนรู้ร่วมกัน (Cooperative learning) โดยในแต่ละกลุ่มอาจประกอบด้วย นักเรียนชายหรือนักเรียนหญิง หรือนักเรียนชายกับนักเรียนหญิงรวมกัน ซึ่งในแต่ละกลุ่มควรประกอบด้วยสมาชิกไม่น้อยกว่า 3 คน

ในขณะการทำโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคล มีลักษณะเด่นคือ มุ่งพัฒนาศักยภาพทางวิทยาศาสตร์ตามความสนใจและความต้องการของนักเรียนแต่ละคน (Burnett 1957 : 341) ซึ่งเหมาะกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา หรือนักเรียนที่มีอัจฉริยภาพเชิงวิทยาศาสตร์

3.6 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

สถาบันที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและนักวิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2529 : 9 ; ธีระชัย ปุณณโชติ. 2531 : 32 ; ชุตินา วัฒนศิริ. : 30 ; กิ่งทอง ไบหยก. 2537 : 18) ได้แบ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ออกเป็นหลายขั้น พอสรุปได้ว่า ขั้นตอนการจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 5 ขั้นตอนใหญ่ ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. การคิดและเลือกหัวเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษา เป็นขั้นตอนอันดับแรกของการจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดและยากที่สุด (ธีระชัย ปุณณโชติ. 2531 : 32 ; Vandermann and Parfitt. 1985 : 14) หัวเรื่องหรือปัญหานั้นควรให้นักเรียนเป็นผู้คิดและเลือกด้วยตนเอง ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากความสนใจ ความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนอันอาจสืบเนื่องจากความสงสัย การเรียนในห้องเรียนหรือนอกห้องเรียนหรือจากสิ่งแวดล้อมใกล้ตัว การอภิปรายซักถามร่วมกับผู้อื่น เช่น ครู เพื่อน หรือการอ่านหนังสือ เอกสารต่างๆ หรือการไปทัศนศึกษานอกสถานที่ การฟังการบรรยายทางวิชาการในโอกาสต่าง ๆ รวมทั้งจากรายการวิทยุโทรทัศน์ การชมงานแสดงโครงงานวิทยาศาสตร์ งานอดิเรก หัวเรื่องควรมีลักษณะเฉพาะเจาะจง และมีความแปลกใหม่

ข้อควรคำนึงเกี่ยวกับการคัดเลือกหัวเรื่องที่จะจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ คือ

- 3.1 เหมาะสมกับระดับความรู้ของนักเรียน
- 3.2 เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน

- 1.3 วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นสามารถจัดหาหรือจัดทำขึ้นมาได้
- 1.4 งบประมาณเพียงพอ
- 1.5 ระยะเวลาที่ใช้ทำโครงการ
- 1.6 มีอาจารย์หรือผู้ทรงคุณวุฒิรับเป็นที่ปรึกษา
- 1.7 ความปลอดภัย
- 1.8 มีแหล่งความรู้หรือเอกสารเพียงพอที่จะค้นคว้าหรือทดลอง
- 1.9 มีความรู้และทักษะในการใช้อุปกรณ์พื้นฐานและทักษะในวิธีการ

ทดลองอย่างเพียงพอในเรื่องที่จะศึกษา (สสวท. 2536 : 39)

2. การวางแผนในการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ ขั้นตอนนี้เป็นการวางแผนในการทำโครงการรวมถึงการจัดทำโครงร่างหรือเค้าโครงร่างของโครงการซึ่งต้องมีการวางแผนหรือวางรูปโครงการไว้ล่วงหน้า เพื่อให้การดำเนินการเป็นไปอย่างรัดกุมและรอบคอบ ไม่สับสน

การวางแผนในการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

- การกำหนดปัญหา หรือที่มาและความสำคัญของโครงการ
- การกำหนดวัตถุประสงค์และสมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า (ถ้ามี)
- การกำหนดขอบเขตการศึกษา
- การอ่านและศึกษาค้นคว้าจากเอกสารที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับเรื่อง

ต้องการศึกษาเพื่อให้เกิดความรอบรู้ในเรื่องนั้น ๆ เพื่อให้ประโยชน์ในการวางแผนทำโครงการในขั้นต่อ ๆ ไป และยังช่วยให้นักเรียนกำหนดขอบเขตของการศึกษาให้เฉพาะเจาะจงมากยิ่งขึ้น

- การวางแผนวิธีดำเนินงาน ซึ่งได้แก่ แนวทางในการศึกษาค้นคว้า วัสดุ

อุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ การออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร วิธีการสำรวจและรวบรวมข้อมูล วิธีการประดิษฐ์ วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล และการวางแผนปฏิบัติงาน เช่น กำหนดระยะเวลาในการทำงานแต่ละขั้นตอน เป็นต้น

ในการวางแผนการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนจะต้องเขียนโครงร่างหรือเค้าโครงของโครงการ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อขอความเห็นชอบและคำแนะนำปรึกษา การเขียนเค้าโครงของโครงการเป็นการกำหนดแผนงานอย่างคร่าว ๆ ว่าจะดำเนินการอย่างไรบ้างเป็นขั้นตอน โดยมีจุดมุ่งหมายให้สามารถดำเนินการได้โดยไม่สับสน

3. การลงมือจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นการปฏิบัติตามแผนดำเนินงานที่วางไว้ล่วงหน้าแล้วควรปฏิบัติตามขั้นตอนโครงร่างหรือเค้าโครงที่ผ่านการเห็นชอบของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว ซึ่งประกอบด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูล การสร้างหรือการประดิษฐ์ การปฏิบัติการทดลอง การค้นคว้าจากเอกสารต่าง ๆ โดยคำนึงถึงประเภทโครงงานเป็นเกณฑ์ การลงมือจัดกิจกรรมโครงงานนั้นอาจมีการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมจากแผนที่วางไว้ อาจเป็นการเปลี่ยนแปลงเพื่อให้ผลงานดีขึ้นหรือเป็นการแก้ปัญหาที่คาดไม่ถึง การลงมือจัดกิจกรรมโครงงานควรเตรียมวัสดุอุปกรณ์และสถานที่ให้พร้อม ทำการทดลองให้รอบคอบ พร้อมกับบันทึกข้อมูลทุกครั้งโดยคำนึงถึงความประหยัดและความปลอดภัย หากเป็นไปได้ โครงงานประเภททดลองควรมีการทดลองซ้ำ หรือถ้าเป็นสิ่งประดิษฐ์ควรคำนึงถึงความคงทน แข็งแรงและขนาดที่เหมาะสม

ข้อควรคำนึง ควรให้นักเรียนเข้าใจและยอมรับว่าความสำเร็จของโครงงานไม่ได้ขึ้นอยู่กับผลการทดลองที่ได้ตรงกับความคิดหวัง แม้ผลการทดลองที่ได้จะไม่เป็นไปตามที่คาดหวังก็ถือว่ามีความสำเร็จในการทำโครงงานนั้นเหมือนกัน

4. การเขียนรายงาน การเขียนรายงานเกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นการสื่อความหมายเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจแนวความคิด วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้าข้อมูล ผลที่ได้ ตลอดจนข้อสรุปและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ควรใช้ภาษาที่อ่านเข้าใจง่าย ชัดเจน สั้น ๆ และตรงไปตรงมา โดยมีหัวข้อที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529 : 17-18) ได้เสนอว่าการเขียนรายงานควรมีหัวข้อต่อไปนี้คือ ชื่อโครงงาน ชื่อผู้ทำโครงงาน บทคัดย่อ จุดมุ่งหมาย หรือวัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้า สมมติฐาน วิธีดำเนินการ อธิบายขั้นตอน ผลการศึกษา ค้นคว้า นำเสนอข้อมูล สรุปและข้อเสนอแนะ คำขอบคุณ เอกสารอ้างอิง

นอกจากนี้ การเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์นั้น อาจมีหัวข้อย่อยแตกต่างกันบ้าง แต่สิ่งที่ผู้เขียนควรคำนึงถึงคือ การเขียนรายงานควรมีความชัดเจน ใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายและครอบคลุมประเด็นที่สำคัญ ๆ ทั้งหมด

5. การแสดงผลงาน การแสดงผลงานเป็นขั้นตอนสุดท้ายและเป็นการเสนอผลงานที่ได้ศึกษาค้นคว้าที่สำเร็จลงด้วยความเพียรพยายามของผู้ทำโครงงานให้คนอื่นได้รับรู้และเข้าใจถึงผลงาน อาจกระทำได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การจัดนิทรรศการ ซึ่งเป็นการจัดแสดงให้ผู้อื่นทราบถึง กระบวนการและขั้นตอนต่าง ๆ ของการศึกษาค้นคว้า อาจมีอุปกรณ์และเครื่องมือ หรือภาพและแผนภูมิประกอบการอธิบาย อาจมีการสาธิตประกอบหรือจัดแสดงในรูปแบบอื่น ๆ เช่น การจัดรายงานปากเปล่า ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของจันทรชัย หึงงประยูร (2524 : 138) ที่

กล่าวว่า การเสนอผลงานสามารถเสนอได้ 2 วิธีคือ เสนอด้วยการทดลอง และเสนอด้วยการบรรยาย

การแสดงผลงานการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ อาจจัดทำได้หลายระดับ เช่น การจัดเสนอผลงานภายในชั้นเรียน การจัดนิทรรศการภายในโรงเรียน การจัดนิทรรศการในงานประจำปีของโรงเรียน การส่งผลงานเข้าร่วมประกวดในระดับต่าง ๆ เช่น ระดับกลุ่มโรงเรียน ระดับจังหวัด ระดับเขตการศึกษา ระดับชาติ เป็นต้น

3.7 บทบาทของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์

ในการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์นั้น แม้ว่าจะเป็นกิจกรรมที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเองทั้งหมด แต่ในระดับประถมศึกษา ครูหรืออาจารย์ที่ปรึกษาจะต้องเป็นมากกว่าให้คำปรึกษา เพราะนอกจากจะเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือแนะแนวทางให้กับนักเรียนแล้ว ในบางเวลา ต้องช่วยแก้ปัญหา ร่วมวางแผนตัดสินใจ กระตุ้นความสนใจและเสริมกำลังใจแก่นักเรียนในระหว่างจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ด้วย ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2530 : 56-58) ได้กล่าวถึงบทบาทของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ในการติดตามการปฏิบัติงานของนักเรียนออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

1. ระยะเริ่มต้น

เรื่องที่ยุ่งยากที่สุดในการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ คือการเลือกหัวข้อหรือปัญหาที่จะศึกษา เพราะจะต้องเป็นเรื่องที่เหมาะสมกับระดับความรู้ของนักเรียนและมีแนวทางที่จะหาคำตอบได้ ประสบการณ์ของครูจะช่วยให้เกิดแนวคิดและเกิดความคิดสร้างสรรค์แก่นักเรียน ฉะนั้นระยะเริ่มต้น จึงเป็นระยะที่สำคัญซึ่งอาจารย์จะต้องให้ความช่วยเหลือเป็นพิเศษ โดยอาจทำได้ดังนี้

- 1.1 กระตุ้นหรือเร้าความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์
- 1.2 แนะนำวิธีจัดกิจกรรมโครงการและเลือกหัวข้อเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษา
- 1.3 จัดเอกสารและแนะแหล่งค้นคว้า เพื่อให้นักเรียนสำรวจความสนใจและศึกษาเพิ่มเติม
- 1.4 จัดให้มีบรรยายโดยวิทยากรในเรื่องที่นักเรียนสนใจหรือจัดศึกษานอกสถานที่
- 1.5 ช่วยแนะนำในการวางแผนโครงเรื่องย่อและการวางแผนการทำงาน

1.6 ให้คำปรึกษาและความเป็นไปได้ของเค้าโครงย่อของโครงงาน

2. ระยะที่นักเรียนจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

เมื่อตรวจแก้เค้าโครงย่อของโครงงานวิทยาศาสตร์แล้ว อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์ ควรปฏิบัติในหัวข้อต่อไปนี้

2.1 ชี้แจงการใช้ห้องปฏิบัติการหรือห้องที่นักเรียนทำงาน การใช้เครื่องมือ การใช้อุปกรณ์สารเคมี การเลี้ยงสิ่งมีชีวิต รวมทั้งความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการด้วย

2.2 ควรให้นักเรียนได้ฝึกเทคนิคการปฏิบัติการบางอย่าง หรือฝึกทำการทดลองย่อย ๆ ที่ต้องใช้ในการทำโครงงานนี้ก่อน เพื่อให้นักเรียนมีประสบการณ์ก่อนที่จะลงมือจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

2.3 ติดตามความก้าวหน้าของนักเรียนโดยดูจากแผนการทำงานและควรฝึกให้นักเรียนหาสมุดเฉพาะสำหรับจดบันทึกข้อมูลประจำวันได้

2.4 ให้ความช่วยเหลือทางด้านวิชาการและปฏิบัติการ เมื่อนักเรียนมีปัญหา ซึ่งบางครั้งอาจจะต้องติดต่อขอความช่วยเหลือจากอาจารย์มหาวิทยาลัย หรือผู้ทรงคุณวุฒิจากหน่วยงานอื่น

2.5 จัดให้นักเรียนได้พบปะและรวมกลุ่มเพื่อรายงานปากเปล่าโดยมีอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมอยู่ด้วย ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งในการช่วยแก้ปัญหาซึ่งกันและกัน

2.6 ให้กำลังใจแก่นักเรียนไม่ให้ท้อถอย เมื่อผลการทดลองไม่เป็นไปตามที่คาดหมาย ซึ่งอาจจะต้องมีการตั้งต้นทำใหม่หรือทำซ้ำและควรกระตุ้นให้นักเรียนทำโครงงานจนสำเร็จทุกขั้นตอน

3. ระยะสิ้นสุดการจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

หัวข้อหรือปัญหาที่นักเรียนเลือกทำโครงงานวิทยาศาสตร์อาจมีความยากง่ายต่างกันแต่ก็คงอยู่ในดุลยพินิจของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ซึ่งได้พิจารณาถึงความเป็นไปได้ตั้งแต่ระยะเริ่มต้น การวางแผนการทำงานจะช่วยได้มากเพราะในการทำโครงงานมักมีปัญหาไม่คาดคิดเกิดขึ้นเสมอ นักเรียนจะต้องทำการทดลองเพื่อรวบรวมข้อมูลหลายครั้งก่อนที่จะแปลผลและลงข้อสรุปแล้วจึงเขียนรายงาน ช่วงนี้อาจารย์ที่ปรึกษาอาจให้ข้อเสนอแนะช่วยเหลือดังนี้

3.1 จัดเวลาให้นักเรียนได้พบเพื่อเสนอผลการทดลองก่อนที่จะเขียนรายงาน

3.2 ตรวจสอบขั้นตอนในการเขียนรายงาน เพื่อให้เป็นไปตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์และดูการใช้ภาษาเพื่อสื่อความหมายให้ชัดเจน

3.3 ประเมินผลโครงการโดยมีคณะกรรมการ เพื่อให้ใบรับรองหรือใบประกาศนียบัตรในการเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นการให้กำลังใจแก่นักเรียนในความอุตสาหะวิริยะทำงานจนเป็นผลสำเร็จ หรือเพื่อคัดเลือกผลงานไว้แสดงในกรณีที่จะมีนิทรรศการหรือการจัดแสดงโครงการวิทยาศาสตร์ของโรงเรียน สมาคม หรือหน่วยงานต่างๆ หรือนักเรียนประเมินผลด้วยตนเองตามแบบที่กำหนด

3.4 การติดตามผล อาจารย์ที่ปรึกษาอาจส่งเสริมโครงการที่น่าสนใจเป็นพิเศษ โดยให้นักเรียนทำต่อ เพื่อเพิ่มพูนทักษะในการค้นคว้าหรือโครงการที่ยังทำไม่สมบูรณ์ก็ควรนำมาปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมให้เสร็จ

3.5 ในแต่ละปีการศึกษาควรมีการรวบรวมรายชื่อรายงานโครงการของนักเรียนไว้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการทำโครงการในปีต่อ ๆ ไป

3.8 การประเมินผลการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ธีรชัย ปุณณโชติ (2531 : 22 - 24) กล่าวถึงการประเมินผลการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนว่ามี 2 ลักษณะคือ

1. ประเมินผลการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผลการเรียนการสอนในกรณีที่ครูมอบหมายให้นักเรียนจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อเป็นข้อมูลป้อนกลับให้นักเรียนทราบว่าผลงานของตนมีคุณค่าเพียงใด มีข้อบกพร่องหรือข้อดีเด่นอะไรบ้าง โดยเก็บคะแนนไว้เป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผลการเรียนตลอดภาคเรียนหรือตลอดปีการศึกษา

2. กรณีที่การจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติ แต่ส่งเสริมให้นักเรียนทำตามความสมัครใจ ครูควรทำการประเมินผลการทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์ 2 ประการคือ

- 2.1 เพื่อเป็นข้อมูลป้อนกลับให้กับนักเรียนในการปรับปรุงการทำโครงการของตนต่อไป

- 2.2 เพื่อคัดเลือกโครงการวิทยาศาสตร์ที่ดีไปแสดงหรือประกวด

ในการประเมินผลการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีเกณฑ์ที่ควรพิจารณาให้คะแนนหรือประเมินคุณค่าของโครงการดังนี้

1. ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความแปลกใหม่ของเรื่องที่ทำ วิธีการศึกษาค้นคว้าเครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ความแปลกใหม่นี้ดังกล่าวหมายถึง ความแปลกใหม่สำหรับระดับของนักเรียนผู้ทำโครงการวิทยาศาสตร์เอง

2. ความถูกต้องและเหมาะสมของวิธีการศึกษาค้นคว้า หมายถึง ได้มีการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ใช้ในการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องและเหมาะสม ทั้งในการกำหนดปัญหาและขอบเขตของปัญหา การตั้งสมมติฐาน (ถ้ามี) การรวบรวมข้อมูลหรือการทดลอง การจัดและการควบคุมตัวแปร การสรุปผลการศึกษาค้นคว้า

3. การเขียนรายงานของโครงการ/หรือการจัดแสดงโครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความถูกต้องและความชัดเจนของการสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจในโครงการ เช่น รายงานที่ได้เขียนขึ้นมีความถูกต้องครบถ้วนตามหลักการของการเขียนรายงานโครงการเพียงใด มีความชัดเจน สวยงามและดึงดูดความสนใจเพียงใด

4. การอธิบายโครงการด้วยวาจา หมายถึง ความสามารถในการพูดจา อธิบายและตอบข้อซักถามต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว และเหมาะสม

เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินคุณค่าของโครงการวิทยาศาสตร์มีผู้ใช้แตกต่างกันบ้างในรายละเอียด แต่ประเด็นหลัก ๆ แล้วคล้ายคลึงกันคือ คะแนนความคิดสร้างสรรค์และความเหมาะสมของวิธีการศึกษาค้นคว้า

3.9 แนวปฏิบัติในการสอนให้นักเรียนจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์

ลัดดา สายพานทอง. 2535 : 19 - 20 ; อ้างอิงมาจาก ชีระชัย ปุรณโชติ. 2531 : 15-16 ได้ให้แนวปฏิบัติสำหรับครูในการสอนให้นักเรียนทำโครงการวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

1. กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์
2. แนะนำให้นักเรียนรู้หลักการและวิธีการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์
3. จัดกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนได้สัมผัสกับปัญหาหรือมองเห็นปัญหา
4. แนะนำแนวทางแก่นักเรียนในการเลือกหัวข้อเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษา
5. ให้คำปรึกษาแก่นักเรียนในการวางแผนดำเนินโครงการวิทยาศาสตร์
6. อำนวยความสะดวกแก่นักเรียนในการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์
7. ติดตามการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทุกระยะและให้คำแนะนำปรึกษาช่วยเหลือเมื่อจำเป็น
8. ให้คำปรึกษาแก่นักเรียนในการเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์
9. ให้นักเรียนได้แสดงผลงานของตนต่อผู้อื่นในโอกาสและรูปแบบต่าง ๆ ตามความเหมาะสม
10. ประเมินผลการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

3.10 สิ่งที่นักเรียนจะได้เรียนรู้จากการจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

ธีระชัย ปุรณโชติ (2531 : 30-31) ได้กล่าวถึงสิ่งที่นักเรียนจะได้เรียนรู้จากการจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. ความรู้ในเนื้อหาวิชา นักเรียนจะได้รับความรู้ซึ่งเป็นผลจากการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารต่าง ๆ และจากผู้รู้โดยเฉพาะอย่างยิ่งความรู้ที่ได้จากการค้นพบโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในการแสวงหาความรู้ในการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์นักเรียนจะได้มีโอกาสใช้ทักษะต่าง ๆ เช่น การสังเกต การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การควบคุมตัวแปร การวัด การรวบรวมข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล และการแปลความหมายของข้อมูล การใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการทดลอง การสื่อความหมายให้คนอื่นเข้าใจ ด้วยการเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในทักษะต่าง ๆ เหล่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเนาวรัตน์ รุ่งเรืองบางชั้น (2529 : 66 - 67) ที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่เคยทำและไม่เคยทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวิทยาศาสตร์ในเขตกรุงเทพมหานครและเขตการศึกษา 1 จำนวน 358 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มนักเรียนที่เคยทำโครงงานวิทยาศาสตร์มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ไม่เคยทำโครงงานวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ

3. มีความสามารถในการโยนการเรียนรู้กับกระบวนการแก้ปัญหา การที่นักเรียนได้ลงมือศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองโดยตลอด มีครูเป็นเพียงผู้ให้คำปรึกษาและแนะนำถ้านักเรียนได้มีโอกาสกระทำเช่นนี้หลาย ๆ ครั้ง นักจิตวิทยาการศึกษาเชื่อว่า นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ในกระบวนการดังกล่าว ซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาหรือกระบวนการแสวงหาคำตอบที่สงสัยจนทำให้นักเรียนสามารถปรับใช้กระบวนการดังกล่าวนี้แก้ปัญหาอื่น ๆ ได้ด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กมล เพ็ญพุ่ม (2534 : 87) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์สูงกว่าครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์สูงกว่าครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนั้นลัดดา สายพานทอง (2535 : 277) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. เจตคติ การที่นักเรียนได้มีโอกาสเลือกเรียนสิ่งที่ตนสนใจจะศึกษาเอง ได้ลงมือศึกษาค้นคว้าเอง จะทำให้นักเรียนเกิดความชอบและสนใจในวิชานั้น ๆ ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และการที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติอย่างนักวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองจะค่อยๆ พัฒนาเจตคติและค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของคณิน นาคะโพนบูลย์ (2532 : บทคัดย่อ) ที่ทำการศึกษเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เคยทำและไม่เคยทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เคยทำโครงงานวิทยาศาสตร์มีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์โดยเฉลี่ยสูงกว่าก่อนทำโครงงานวิทยาศาสตร์

5. คุณสมบัติอื่น การทำโครงงานวิทยาศาสตร์จะช่วยพัฒนาคุณสมบัติอื่นๆ ให้นักเรียนคิด เช่น ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความรับผิดชอบ ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปรีชา กันตรง (2534 : 74-78) ที่ได้ทำการศึกษเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า

1. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์กับของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .02

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบแต่ละด้านของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์กับของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เพียงด้านเดียวคือ ด้านความคล่องในการคิด ส่วนอีกสองด้านคือ ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์และความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์กับของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จะเห็นได้ว่าในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ นอกจากต้องการให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระของวิชาแล้ว ยังต้องการปลูกฝังและพัฒนาทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เช่น ความมีเหตุผล ความอยากรู้อยากเห็น ความมีใจกว้าง ความเพียรพยายาม และความซื่อสัตย์ เป็นต้น ซึ่งนักเรียนจะสามารถนำไปประยุกต์ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน วิธีการหนึ่งที่มีประสิทธิภาพที่ทำให้เกิดการพัฒนาดังกล่าว คือการที่นักเรียนได้มีโอกาสฝึกโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำหลักการ ขั้นตอนและประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์มาจัดเป็นกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

3.11 โครงงานวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา

กึ่งทอง ไบหยก (2537 : 10) ได้กล่าวถึง โครงงานวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา ศึกษาว่า โครงงานวิทยาศาสตร์ระดับประถมมิได้มุ่งเน้นที่จะต้องคิดค้นอะไรใหม่ ๆ ไม่ว่าจะเป็นทฤษฎี สิ่งประดิษฐ์ หรือหลักการใด ๆ อาจจะเป็นสิ่งที่ผู้อื่นเคยพิสูจน์กันมาแล้ว ในระดับประถมศึกษาเราเพียงแต่เน้นให้เด็ก ๆ รู้จัก “ศึกษาคำตอบให้เห็นจริงด้วยตนเอง” เท่านั้น การศึกษาคำตอบก็ควรเป็นวิธีคิดขึ้นเอง ซึ่งอาจเป็นวิธีง่าย ๆ ไม่ยุ่งยากบ่อย ๆ ครั้งที่พบว่าครูอาจารย์ผู้สอนมักจะ “คาดหวัง” เด็ก ๆ ของตน “น้อย” เด็ก ๆ แม้ในโรงเรียนที่อยู่ในเขตชานเมืองที่เราเรียกว่า โรงเรียนเทศบาล เด็ก ๆ สามารถมีความคิดในการออกแบบการทดลองได้ไม่แพ้ “เด็กสาธิต” หรือเด็กในโรงเรียนใหญ่ ๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความพร้อมตัวเด็กก่อนทำโครงงาน อาจจะต้องฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฝึกการตั้งปัญหา เป็นต้น

หลักการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา ก็คงยึดหลัก เช่นเดียวกับในระดับมัธยมศึกษา กล่าวคือ หลังจากเด็ก ๆ ถูกกระตุ้นให้เกิดปัญหาหรือหัวข้อทาง ด้านวิทยาศาสตร์ เด็ก ๆ ก็จะต้องไปค้นหาคำตอบเพื่อที่จะนำมาตั้งเป็น สมมติฐาน การค้นคว้า อาจจะได้มาจากการสอบถามผู้รู้ หรือค้นจากหนังสือหรือแหล่งความรู้ต่าง ๆ เมื่อได้คำตอบที่เป็น สมมติฐาน เด็ก ๆ ก็จะคิดหาวิธีทดสอบสมมติฐานว่าเป็นจริงตามที่ตอบหรือไม่ ในขั้นนี้เด็กต้องรู้ ว่ามีอะไรที่เกี่ยวข้องที่มีผลต่อการทดลอง ซึ่งได้แก่ตัวแปรต่าง ๆ ผลจากการทดสอบจึงนำมาสรุป ว่าที่ตั้งสมมติฐานนั้นจริงหรือไม่ ซึ่งตรงกับลำดับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ (ภพ เลานไพบูลย์, 2537 : 10)

1. ขั้นระบุปัญหา
2. ขั้นตั้งสมมติฐาน
3. ขั้นการรวบรวมข้อมูล โดยการสังเกต และ/หรือการทดลอง
4. ขั้นสรุปผลการสังเกต และ/หรือการทดลอง

จากขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ขั้นที่กล่าวมาข้างต้น ครูผู้สอน ในระดับประถมศึกษาสามารถนำขั้นตอนดังกล่าวมาใช้สอนโดยใช้จัดกิจกรรมโครงการ วิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา โดยมีลำดับขั้นตอนในการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ พอสรุปได้ดังนี้ (สสวท. 2536 : 35)

- สำรวจและตัดสินใจเลือกเรื่องที่จะทำโครงการ
- ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำจากเอกสารและแหล่งข้อมูลต่างๆ
- วางแผนการทดลอง การใช้วัสดุอุปกรณ์และระยะเวลาในการดำเนินงาน
- เขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์
- ลงมือศึกษาทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล
- เขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์
- เสนอผลงานของโครงการวิทยาศาสตร์

กึ่งทอง ไบหยก (2537 : 17) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนในการจัดดำเนินการทำ โครงการวิทยาศาสตร์ ในระดับประถมศึกษาว่า การจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ควรจัดให้ อยู่ในรูปโครงการ เพื่อที่ครูหรืออาจารย์จะได้จัดเตรียมการต่าง ๆ เพื่อช่วยเหลือเด็กอย่างใกล้ชิด รวมทั้งการจัดหางบประมาณ เด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาวัยเด็กเกินไปที่จะจัดการเองทุกอย่าง เหมือนในระดับมัธยมศึกษา การช่วยเหลือให้โครงการวิทยาศาสตร์ประสบผลสำเร็จเป็นรูปเป็นร่างเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับเด็กเล็ก ทั้งนี้ครูต้องดำเนินการต่าง ๆ เพื่อให้บรรลุผล

3.12 รายชื่อโครงการวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา ปี 2538 ที่ได้เข้ารอบ
ชิงเหรียญทอง

1. ประเภทวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

- 1) “การศึกษาเปรียบเทียบคุณค่าของส้มเขียวหวานขนาดต่างๆ”
โรงเรียนประภัสสรวริทยา ชลบุรี 80/40 หมู่ 3 ถนนสุขุมวิท ต.เสม็ด อ.เมือง จ.ชลบุรี 20000
- 2) “การถนอมเนื้อวัวด้วยหัวหอมแดง” โรงเรียนสุเหร่าบึงหนองบอน
ซอยอ่อนนุช 70 ถนนสุขุมวิท 77 แขวงประเวศ เขตประเวศ 10250 โทร. 321-2604
- 3) “เครื่องขงเอนกประสงค์” โรงเรียนบ้านท่ายาง (ประชาสรรค์)
- 4) “พลาสติกทำง่ายได้ด้วยมือเรา” โรงเรียนสาธิตจุฬาฯ ฝ่ายประถม
- 5) “ยอดเทียนทองผลิดราก” โรงเรียนวัดอินทราวาส เขตตลิ่งชัน กทม.
10170

6) “การจัดทำเชื้อรา และการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปัง โดยใช้พืช
สมุนไพรในครัวเรือน” โรงเรียนมงฟอร์ตวิทยาลัย แผนกประถม

7) “ศึกษาวิธีการเลือกซื้อฝรั่ง” โรงเรียนวัดนิมมานรดี

2. ประเภทสิ่งแวดล้อม

- 1) “ป้องกันมดด้วยยางไม้” โรงเรียนพิชญศึกษา 94/1 ซอยสุขาประชาสรรค์ 3
ต.บางพูด อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี 11120 โทร. 583-3776-81
- 2) “สารกันยุงด้วยน้ำกลั่นใบน้อยหน่า” โรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา
อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000
- 3) “เหนียวแน่นแสนประหยัด” โรงเรียนวัดนางนอง (พิพัฒน์)
- 4) “ปุ๋ยหอม” โรงเรียนวัดจักรวรรดิราษฎร์
- 5) “กลั่นบุปผามาลีขับไฟให้มันจ๋า” โรงเรียนวัดสุทธาราม เขตคลองสาน
กทม. 10600
- 6) “การใช้นกในการประเมินคุณค่าของสิ่งแวดล้อม” โรงเรียนมงฟอร์ต
วิทยาลัย แผนกประถม 269 ถนนเจริญประเทศ ต.ช้างคลาน อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50100
โทร (053) 276682, 274641-2 โทรสาร 274640
- 7) “ผลของใบมะระขึ้นที่มีต่อเพลี้ยแป้ง เหา เหน็บ หมัด” โรงเรียน
วัดนิมมานรดี
- 8) “ควันมหาภัย” โรงเรียนวัดนิมมานรดี

4. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กำหนดความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ (ผู้สดี ตามไท. 2531 : 54)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีพื้นฐานของวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขตและวงจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะสำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

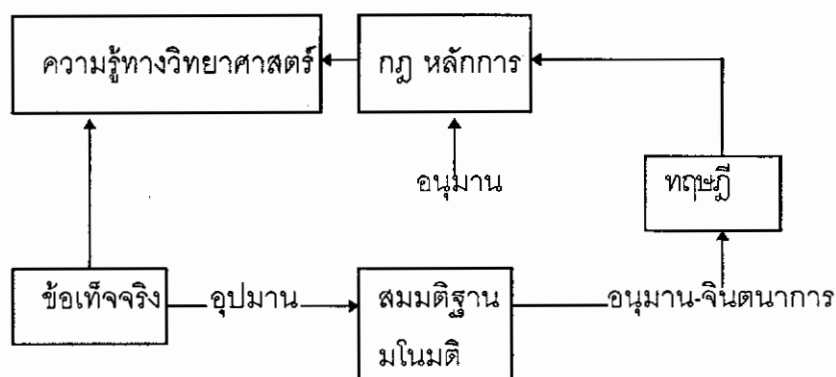
เทคโนโลยี

4. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

และอิทธิพลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อมวลมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

6. เพื่อให้สามารถนำความรู้ ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ต่อสังคมและพัฒนาคุณภาพชีวิต

จากความหมายที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 1-15) และสมจิต สวอนไพบูลย์ (2526 : 2-9) ได้กล่าวถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้อง คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ ดำเนินการค้นคว้า สืบเสาะ ตรวจสอบจนเป็นที่เชื่อถือได้ ความรู้นั้นจะถูกรวบรวมไว้เป็นหมวดหมู่ซึ่งสรุปความสัมพันธ์ไว้ดังนี้



ภาพประกอบ 3 แสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิด การกระทำอย่างมีระบบในการค้นหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ จากปรากฏการณ์ธรรมชาติและจากสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวเราโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้ (สมจิต สวธน์ไพบูลย์. 2526 : 9-11)

1. ระบุปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน
3. พิสูจน์หรือทดลอง
4. สรุปผลและการนำไปใช้

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ผลของการศึกษาค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับคุณลักษณะนิสัยของบุคคลนั้น ๆ เป็นส่วนประกอบอีกด้วย คุณลักษณะที่ก่อให้เกิดประโยชน์ในการแสวงหาความรู้นี้เรียกว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้รับทั้งเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะต้องวัดผล 2 ส่วน และเพื่อความสะดวกในการประเมินผลสามารถจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลออกเป็น 4 พฤติกรรมดังนี้ (ประวิตร ชูศิลป์. 2524 : 21-23)

1. ความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้ไปแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่และสามารถแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังอีกสัญลักษณ์หนึ่ง
3. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึงความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือจากที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้ไปแล้วโดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการด้านการสังเกต การจำแนกประเภท การจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะสำคัญในกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ ได้รวบรวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ดังนี้คือ (สมจิต สวธน์ไพบูลย์, 2526 : 66-73)

1. ทักษะการสังเกต (Observation)

หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น ผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ หรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

2. ทักษะการวัด (Measurement)

หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

3. ทักษะการจำแนกประเภท (Classification)

หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์ดังกล่าว อาจใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Space/

space Relationship and Space/time Relationship)

หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครอง ที่ซึ่งจะมีลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือความกว้าง ความยาว ความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่กับวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่จะเปลี่ยนไปกับเวลา

5. ทักษะการคำนวณ (Using Number)

หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and

Communication)

หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณค่าใหม่เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้นโดยอาจนำเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ วงจร ไดอะแกรม กราฟ สมการ เขียน บรรยาย เป็นต้น

7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)

หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ (Prediction)

หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟทำได้ 2 แบบ คือการพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)

หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหลักการ กฎหรือทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)

หมายถึง ตัวบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือสิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือสิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้นเมื่อต้นแปรตัวหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วยซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กันมิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting)

หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ในการทดลอง จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด

12.1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

12.1.2 อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึงการลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึงการจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion)

หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะ การสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ ระดับเบื้องต้นหรือทักษะขั้นพื้นฐาน ซึ่งมี 8 ทักษะ และทักษะระดับขั้นสูงหรือขั้นบูรณาการ มี 5 ทักษะ คือ ทักษะที่ 9-13 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถฝึกฝนให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนได้ ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดพฤติกรรม ดังกล่าวจึงเป็นวัตถุประสงค์ของการศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะขั้นพื้นฐาน เพราะมีความสำคัญที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวันอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นจึงควรฝึกให้นักเรียนประถมศึกษาทุกคนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปสู่การพัฒนาทางสติปัญญาต่อไป

ดังนั้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อให้นักเรียนได้รับทั้งความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ควรวัดผลทั้งสองส่วน ผู้วิจัยจึงได้ทำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 พฤติกรรมไปสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งได้แก่ พฤติกรรมด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำความรู้ไปใช้และทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ของกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ซึ่งมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังต่อไปนี้

รุ่งชีวา สุขดี (2531 : 68 - 69) ได้ศึกษาผลการฝึกออกแบบการทดลองในการสอนวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกออกแบบการทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บุญเลิศ เสียงสุขสันติ (2531 : 73-74) , วิรัช ชันทยานุกุลกิจ (2536 : 46) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนโดยใช้ชุดการสอนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับการสอนปกติ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานในแต่ละด้านของนักเรียนที่สอนโดยใช้ชุดการสอนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และนักเรียนที่สอนโดยการสอนแบบปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วิภาภรณ์ เตโชชัยวุฒิ (2533 : 69) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบสืบเสาะหาความรู้กับการเรียนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2532 ของโรงเรียนบ้านนางรอง (ยุทธกาจราชานุวิทยาการ) อำเภอ นางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ พบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบสืบเสาะหาความรู้ มีคะแนนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เบญจมาศ จิตตานันต์ (2533 : 62), วราภรณ์ ภูละคร (2533 : 53) , สายพิน ดาวเรือง (2533 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาในเรื่องผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย โดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กิจกรรมส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มทดลองที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กิจกรรมส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ยุรินทร์ ศรีไชย (2534 : 76) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ความคงทนในการเรียนรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยการใช้ชุดปฏิบัติการกิจกรรมจากสื่อประสมกับการสอนตามแผนการสอนของ กรมวิชาการ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 โรงเรียนวัดบำเพ็ญเหนือ เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการใช้ชุดปฏิบัติการกิจกรรมจากสื่อประสมสูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามแผนการสอนของกรมวิชาการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รูบิน (Rubin. 1989 : 146) ได้ศึกษาการใช้ยุทธการสอนทำต้นแบบเป็นระบบ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการ และความสามารถในการให้ เหตุผลเชิงพุทธิพิสัยแบบเป็นทางการ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในโรงเรียนระดับกลางในเมือง จำนวน 328 คน นักเรียนกลุ่มที่หนึ่งได้รับการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในช่วงเวลา 3 เดือน จากครูซึ่งได้รับการฝึกกลยุทธ์การสอนการทำต้นแบบเชิงระบบทดลอง กลุ่มที่สองได้รับ การสอนจากครูที่ฝึกกลยุทธ์การสอนการควบคุม วงจรการเรียนรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่สามเป็นกลุ่มควบคุมได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ตามแบบเดิม ผลการวิจัยพบว่านักเรียน ในกลุ่มที่หนึ่ง และกลุ่มที่ 2 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นักเรียนกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสรุปกลยุทธ์การ สอนการทำต้นแบบเป็นระบบ เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความสามารถด้านทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการของนักเรียน

จากผลการวิจัยทั้งภายในและต่างประเทศแสดงให้เห็นว่าทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติปัญญา และความสามารถในการแก้ ปัญหา และวิธีสอนที่แตกต่างกันมีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิทยาศาสตร์ และที่สำคัญทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถฝึกฝนให้เกิดขึ้น ในตัวผู้เรียนได้ แสดงว่าครูสามารถเลือกจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมและพัฒนา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนได้

5. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

5.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ได้มีผู้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้หลายลักษณะ ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้ (อนันต์ จันทรกี. 2525 : 3 - 10 ; ทศนีย์ บุญเดิม 2526 : 3 ; สมจิต สวรน ไพบูลย์. 2527 : 2) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถทางสมองที่จะทำให้เกิดการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ คิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้หลายแนวทางและสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อันจะก่อให้เกิดผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นประโยชน์ และมีคุณค่าต่อสังคม ซึ่งสามารถวัดได้จากการสังเกตพฤติกรรม การตรวจรายงานหรือโครงการวิทยาศาสตร์ และ/หรือคะแนนจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

5.2 การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

สมจิต สวรนไพบูลย์ (2527 : 30 - 34) ได้สรุปวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. จัดสถานการณ์ยั่วๆ ครูควรสร้างสถานการณ์ยั่วๆ เพื่อเป็นสื่อนำไปสู่การฝึกที่จะคิดแก้ปัญหา หรือก่อให้เกิดความสนใจที่จะเสาะหาความรู้ต่อไป ลักษณะของสถานการณ์ยั่วๆ อาจประกอบด้วย ข้อความ คำถาม รูปภาพ อุปกรณ์ของจริง ฯลฯ การใช้สถานการณ์ยั่วๆ นั้น อาจจะเริ่มจากการระบุปัญหาไว้ในสถานการณ์ แต่ไม่บอกวิธีการแก้ปัญหา ต่อเมื่อเห็นว่ามีนักเรียนมีความคิดขั้นสูงขึ้น จึงเปลี่ยนเป็นมีแต่สถานการณ์ไม่ระบุปัญหาและไม่บอกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งการฝึกในลักษณะนี้ต้องใช้เวลาแก่นักเรียนพอสมควร เพราะนักเรียนส่วนใหญ่คุ้นเคยกับการสอนที่ครูมีส่วนช่วยเหลืออยู่มาก และการจัดสถานการณ์ยั่วๆ ตามขั้นตอนกิจกรรมการเรียนการสอน อาจจะจัดช่วงใด ช่วงหนึ่งหรือจะกำหนดไว้หลายตอนก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรูปแบบการสอนของครู โดยทั่วไปครูวิทยาศาสตร์จะดำเนินการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ครูสามารถที่จะสอดแทรกหรือจัดสถานการณ์ยั่วๆ ทั้ง 3 ขั้น หรือขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มาเรีย (Maria. 1981 : 624) ได้ประเมินประสิทธิภาพการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 - 6 โดยศึกษาจากครูที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุม 11 คน พบว่า คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 - 6 แตกต่างและสูงกว่ากลุ่มควบคุม

ลัดดา อุตสาหะ (2518 : 31 - 32) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลปรากฏว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในด้านความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิดมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 สำหรับในด้านความคิดริเริ่มมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุปรียา ลำเจียก (2522 : 49 - 50) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลปรากฏว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชาย หญิงและทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

2. การจัดกิจกรรมระดมพลังสมอง (Brain Storming) การจัดกิจกรรมแบบนี้จะมีลักษณะให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม สมาชิกทุกคนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น ซึ่งการจัดกิจกรรมลักษณะนี้จะเป็นแนวทางส่งเสริมให้นักเรียนได้ร่วมคิด คิดได้มากในเวลาจำกัด และเป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม (Group Process) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศิริอร ไขว้พิพัฒน์ (2527 : 52) ได้ศึกษารูปแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมองกับแบบรายบุคคลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. จัดกิจกรรมแบบให้ปฏิบัติจริง เป็นการจัดกิจกรรมที่ให้เกิดคิดโดยการกระทำ เช่น บอกปัญหาให้ กำหนดอุปกรณ์ให้แล้วให้นักเรียนนำไปวางแผนการทดลอง พิสูจน์ อภิปราย ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม หรืออาจจะกำหนดข้อคำถามให้แล้วให้นักเรียนนำไปพิจารณาเลือกรูปแบบที่จะสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจ การสื่อความหมายอาจจะกระทำได้โดยใช้ กราฟ ตาราง แผนภูมิ การบรรยาย เป็นต้น

4. จัดกิจกรรมแบบให้ประสบผลสำเร็จ โดยให้ทำกิจกรรมจากง่ายไปหายาก เพื่อให้นักเรียนได้รับความสำเร็จ การจัดกิจกรรมในลักษณะนี้จะเป็นการสร้างบรรยากาศทางจิตวิทยาที่จะส่งเสริมให้เกิดแรงจูงใจภายใน ช่วยให้นักเรียนเกิดความมั่นใจและกระตือรือร้นที่จะคิดค้นคว้าหาความรู้ยิ่งขึ้น

5. จัดกิจกรรมแบบฝึกเป็นรายบุคคล เป็นกิจกรรมที่จะช่วยพัฒนาความสามารถ
 แห่งตน ฝึกความรับผิดชอบ ก่อให้เกิดความมั่นใจ ส่งเสริมความเจริญงอกงามทางสติปัญญา
 และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนตามศักยภาพรายบุคคล

จุดประสงค์ของการจัดกิจกรรมแบบให้ฝึกเป็นรายบุคคล คือ

5.1 เพื่อเป็นการให้นักเรียนได้ฝึกคิดด้วยตนเองอย่างแท้จริง เป็นการพัฒนา
 ความสามารถในการคิดเป็นรายบุคคล

5.2 เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสสร้างสรรค์ความรู้สึก เกิดความพึงพอใจ สนใจ
 ต้องการ ความรู้สึกชื่นชม ฯลฯ ต่อผลงานของตนเอง

5.3 เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดวินัยในตนเอง เป็นคนมีความรับผิดชอบ กล้า
 แสดงออก มีนิสัยช่างเสาะแสวงหาความรู้ รู้จักแก้ปัญหา รู้จักตัดสินใจ รักความเป็นระเบียบ ฯลฯ

ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น การจัดสภาพแวดล้อมและ
 บรรยากาศในการเรียนการสอนให้ดีจะช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ซึ่ง ประทุม ทองพูน
 (2522 : 19) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้นควรจะให้ นักเรียนได้มี
 โอกาสแสดงความคิดและการกระทำที่เป็นของตนเอง มีอิสระที่จะหาประสบการณ์การเรียนรู้
 มีบรรยากาศในการเรียนการสอนที่ไม่เข้มงวดเกินไป และในวิชาวิทยาศาสตร์ควรให้นักเรียนได้
 ค้นคว้าทดลองเพื่อแก้ปัญหา และควรจะเน้นที่กระบวนการมากกว่าเนื้อหาวิชา

5.3 บทบาทของครูวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความคิด
 สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ตัวจักรสำคัญก็คือ ครูนั่นเอง ครูต้องทำการศึกษาให้เข้าใจเกี่ยวกับวิธี
 สอนและการจัดกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ บทบาทของครูในการที่จะส่งเสริม
 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน ได้แก่ (สมจิต สวรนไพบูลย์, 2527: 36 - 37)

1. ต้องชวนขยายหาความรู้ เทคนิคการสอนใหม่ ๆ อยู่เสมอ เพื่อนำมา
 ประกอบและปรับปรุงการสอนให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์
2. ครูต้องตระหนักถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ดังนั้นในการจัดกิจกรรม
 จึงควรจัดให้เหมาะสมกับนักเรียน
3. ส่งเสริมการพัฒนาความคิด การแสดงความคิด ตลอดจนการยอมรับฟัง
 ความคิดเห็นของผู้อื่น
4. สนใจต่อคำถามของนักเรียน กระตุ้นให้นักเรียนคิดต่อไปเพื่อหาคำตอบ
 ให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้

5. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความคิดอย่างอิสระ มีเหตุผล มีวินัยในตนเอง เห็นคุณค่าของเวลา และสนุกต่อการค้นคว้าหาความรู้ตามแนวความคิดของนักเรียน
6. สนับสนุนและช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในตนเอง ได้ทำงานตามแนวความคิดใหม่ ๆ ให้นักเรียนเป็นตัวของตัวเองบ้างในการทำงานสร้างสรรค์
7. ยกย่องชมเชย ให้กำลังใจแก่นักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์หรือมีผลงานที่สร้างสรรค์
8. เน้นความสนใจและให้เห็นคุณค่าต่อกระบวนการแก้ปัญหา การคิดเปรียบเทียบการวิเคราะห์ การตั้งสมมติฐานมากกว่าการจดจำเนื้อหา
9. จัดสิ่งแวดล้อมและอุปกรณ์อย่างเหมาะสม เพื่อให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้
10. ให้ออกสื่อนักเรียนได้อธิบาย ลงความคิดเห็นจากข้อมูล ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการแก้ปัญหาและพยากรณ์ตามความเหมาะสม
11. ไม่เร่งรัดคำตอบจากนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีเวลาคิดแก้ปัญหา เพราะการสร้างสรรค์จำเป็นต้องให้เวลาแก่นักเรียน
12. ให้ออกสื่อนักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนการสอน และให้นักเรียนได้ตระหนักถึงความสำคัญของคำถามของเพื่อนนักเรียน
13. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นของตนเองอย่างอิสระ และการระดมพลังทางสมอง
14. แสดงผลงานทางสร้างสรรค์ของนักเรียน เพื่อเป็นตัวอย่าง
15. พัฒนาทักษะการใช้คำถามของครู เพื่อเป็นแนวทางในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

จากการศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์พอสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สามารถฝึกฝนให้พัฒนาขึ้นได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งโดยรวมแล้วบุคคลที่มีความสามารถทางสติปัญญาสูงก็จะสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ดีด้วย นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้กระทำ ค้นพบคำตอบด้วยตนเองและการฝึกให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดขั้นสูงเป็นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พรณานิมารัตน์ (2527 : 53 - 54) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ อุปกรณ์

วิทยาศาสตร์และที่เรียนตามชุดการเรียนรู้ ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์อุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามชุดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์ (2528 : 56-57) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนตามคู่มือครูและชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผลปรากฏว่าด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่ด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กลุ่มที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พจนา สังวรณกิจ (2529 : 79) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 90 คน โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ด้านความคล่องในการคิดของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันแต่ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความคิดสร้างสรรค์ด้านความยืดหยุ่น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นิตยา กิจโร (2530 : 101) ได้ศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามและกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะ การตั้งคำถามและกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

6.1 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การแก้ปัญหาเป็นสิ่งจำเป็นที่ทุกคนต้องใช้ในชีวิตประจำวัน คนทุกคนจึงเป็นนักแก้ปัญหาแต่ไม่ได้หมายความว่าทุกคนจะเป็นนักแก้ปัญหาที่ดี หรือรู้วิธีในการแก้ปัญหาในบางครั้งเมื่อเกิดปัญหาหรือความยุ่งยากขึ้น คนบางคนอาจจะแก้ปัญหานั้นด้วยการเลือกทางออกแรกที่เกิดขึ้น หรือทางออกที่ง่ายที่สุด ซึ่งอาจจะไม่ใช่ทางเลือกที่ให้ผลดีที่สุด ในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลดีที่สุดนั้น ควรจะมีความรู้ในการแก้ปัญหา ได้รับการฝึกหัดในการแก้ปัญหา และนอกจากนี้

ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ อีกด้วยเช่นระดับความสามารถของเชอวี่ปัญญา การเรียนรู้ การรู้จัก การคิดแบบมีเหตุผล ประสบการณ์เดิม เป็นต้น

มีนักการศึกษาหลายคน ได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

เพียเจท์ (Piaget. 1970 : 63) ได้อธิบาย ถึงความสามารถในการคิดแก้ปัญหาตาม ทฤษฎีทางด้านการพัฒนาการในแง่ที่ว่า ความสามารถด้านนี้จะเริ่มพัฒนาการตั้งแต่ ขั้นที่ 3 คือ Stage of Concrete Operation เด็กที่มีอายุประมาณ 7-8 ปี จะเริ่มมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบง่าย ๆ ภายในขอบเขตจำกัดต่อมาถึงระดับการพัฒนาขั้นที่ 4 คือ Stage of Formal Operations เด็กที่มีอายุประมาณ 11-12 ปี จะสามารถคิดแก้ปัญหาแบบซับซ้อนได้เด็กสามารถเรียนรู้ในสิ่งที่เป็นนามธรรม ชนิดซับซ้อนได้

กู๊ด (Good. 1973 : 518) ได้กล่าวว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ก็คือ การแก้ปัญหาเป็นแบบแผนหรือวิธีดำเนินการ ซึ่งอยู่ในสถานะที่มีความยากลำบากยุ่งยาก หรืออยู่ในสถานะที่พยายามตรวจสอบข้อมูลที่หามาได้ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับปัญหา มีการตั้งสมมติฐานและมีการตรวจสอบสมมติฐานภายใต้การควบคุม มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ และทดสอบสมมติฐานนั้นว่าเป็นจริงหรือไม่

จากแนวความคิดของนักการศึกษาดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เป็นพฤติกรรมแบบแผน หรือวิธีการที่สลับซับซ้อน ต้องอาศัยความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การคิดแบบวิเคราะห์ ประสบการณ์ วิธีการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาปัญหาเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

6.2 ขั้นตอนในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบที่สำคัญอยู่ 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นความรู้และส่วนที่เป็นกระบวนการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ ขั้นตอนต่าง ๆ ที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น เรียกว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่นำมาใช้แก้ปัญหาทางด้านวิทยาศาสตร์เท่านั้น อาจนำไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของบุคคล นอกจากนี้การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ทำให้งานนำไปใช้ไม่ด่วนสรุปอะไรอย่างปราศจากเหตุผล แต่จะสังเกตอย่างถี่ถ้วน หาข้อมูลเพิ่มเติมถ้ายังไม่เพียงพอ เพื่อนำไปสู่การทดสอบหาสาเหตุหรือวิธีการที่ถูกต้อง (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 231-233) สำหรับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้น ได้มีผู้กล่าวไว้หลายลักษณะ เช่น

มังกร ทองสุคติ (2522 : 63-65) ได้เน้นให้เห็นถึงความสำคัญของการแก้ปัญหาว่าเป็นกรรมวิธีที่สำคัญของนักวิทยาศาสตร์ที่ใช้เป็นเครื่องมือในการเสาะแสวงหาความรู้ที่ซ่อนเร้นอยู่ในธรรมชาติ กรรมวิธีนี้จะประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. การกำหนดตัวปัญหา
2. วิธีแก้ปัญหาที่คาดว่าจะใช้ได้
3. การกำหนดสมมติฐาน
4. การตรวจสอบสมมติฐานและการเก็บข้อมูล
5. การสำรวจข้อมูลและการลงความเห็น
6. การค้นหาข้อมูลย้อนกลับ

นอกจากนี้ ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 232-234) ยังได้กล่าวว่าขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้นอาจแจกแจงได้มากหรือน้อยกว่า 4 ขั้นก็ได้ แล้วแต่ความละเอียดในการแบ่งและทบวงมหาวิทยาลัยก็ได้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนคือ

1. การระบุปัญหา สิ่งที่สำคัญในขั้นนี้ก็คือ ความสนใจที่มีต่อสิ่งที่พบเห็น ซึ่งเกิดเนื่องจากความอยากรู้อยากเห็น และทักษะในการสังเกต
2. การตั้งสมมติฐานเป็นการคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ซึ่งในทางวิทยาศาสตร์เรียกว่า สมมติฐาน
3. การทดลอง เป็นการกำหนดวิธีการแก้ปัญหา โดยอาศัยทักษะในการควบคุมตัวแปร การสังเกตและเจตคติทางวิทยาศาสตร์
4. การสรุปผลการทดลอง เป็นการแปลความ อธิบายความหมายของข้อมูล เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้กับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สมจิต สวธน์ไพบุลย์ (2527 : 8) ได้เสนอว่า การแก้ปัญหามีวิธีการที่ใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบ มากมายหลายวิธี เช่น วิธีลองผิด-ลองถูก วิธีคิดกลับไปกลับมา แต่ที่นิยมนำมาใช้ฝึกฝนนักเรียนให้เป็นคนช่างเสาะแสวงหาความรู้เยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลำดับขั้นตอน 4 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ

- | | |
|-----------|----------------------|
| ขั้นที่ 1 | ขั้นระบุปัญหา |
| ขั้นที่ 2 | ขั้นตั้งสมมติฐาน |
| ขั้นที่ 3 | ขั้นพิสูจน์หรือทดลอง |
| ขั้นที่ 4 | ขั้นสรุปผลและนำไปใช้ |

ดิวอี้ (Dewey. 1976 : 130) ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาเป็นขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นเตรียมการ (Preparation) หมายถึง การรับรู้และเข้าใจปัญหาเมื่อมี
ปัญหาเกิดขึ้นคนส่วนใหญ่จะพบกับความตึงเครียด ความสงสัย และความยากลำบากที่จะต้อง
พยายามแก้ไขปัญหานั้นให้หมดไป ในขั้นต้นผู้ประสบปัญหาจะต้องรับรู้และเข้าใจในตัวปัญหานั้น
ก่อนว่า ปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้น ๆ คืออะไร

2) ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) หมายถึง การระบุและแจกแจงลักษณะ
ของปัญหา ปัญหาที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะแตกต่างกัน มีระดับความยากง่ายที่จะแก้ไขได้ต่างกัน
จึงต้องพิจารณาสิ่งต่อไปนี้

2.1 มีตัวแปรต้น หรือองค์ประกอบอะไรบ้าง

2.2 มีอะไรบ้างที่จะต้องทำในการแก้ปัญหา

2.3 ต้องจัดการมองปัญหาในวงกว้างออกไป โดยให้มองเฉพาะสิ่งที่เกิด
ขึ้นเพื่อที่จะแก้ปัญหาไปที่ละตอน

2.4 ต้องรู้จักถามคำถามที่จะเป็นกุญแจนำไปสู่การแก้ปัญหา

2.5 พยายามดูเฉพาะสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจริง ๆ บางครั้งอาจมีสิ่งที่เรา
มองเห็นไม่ชัดเจนที่เป็นตัวก่อกำปัญหา ถ้าจัดการสิ่งนั้นได้ ก็จะแก้ปัญหาได้

3) ขั้นในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Production) หมายถึงการหาวิธี
การแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหาแล้วออกมาในรูปของวิธีการเป็นการรวบรวมข้อเท็จจริง
เกี่ยวกับปัญหาเพื่อการตั้งสมมติฐาน

3.1 จะมีวิธีการหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหาอย่างไร ใครเป็นผู้ให้ข้อมูลนั้น

3.2 สร้างสมมติฐานหรือคำถามที่อาจเป็นไปได้เพื่อช่วยแก้ปัญหา

4) ขั้นตรวจสอบผล (Verification) หมายถึงขั้นในการเสนอเกณฑ์เพื่อการตรวจ
สอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีแก้ปัญหา ถ้าผลลัพธ์ไม่ได้ผลที่ถูกต้อง ต้องมีการเสนอวิธีแก้
ปัญหาใหม่จนกว่าจะได้วิธีการที่ดีที่สุดหรือถูกต้องที่สุด

5) ขั้นในการนำไปประยุกต์ใช้ (Reapplication) หมายถึงการนำวิธีแก้ปัญหาที่
ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้าเมื่อพบกับเหตุการณ์คล้ายกับปัญหาที่เคยพบมาแล้ว

จากการศึกษาเกี่ยวกับขั้นตอนในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้ว
พอสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาจะเกิดขึ้นเมื่อบุคคลมีความสนใจหรือพบเห็นปัญหาที่เขาต้องการหา
คำตอบหรือคำอธิบาย ในขั้นแรกเขาจะต้องชี้แจงปัญหาและตั้งสมมติฐาน จากนั้นก็ต้องกำหนด

วิธีการ แก้ปัญหาโดยการสังเกตหรือการทดลองเกี่ยวกับเรื่องรานั้น ๆ แล้วทำการสังเกตหรือทดลองจนได้ข้อเท็จจริงต่าง ๆ รวบรวมไว้เป็นผลสรุปของการทดลองหรือคำตอบของปัญหาดังกล่าว และในการแก้ปัญหานั้นจะต้องเป็นขั้นตอน มีระบบแบบแผนส่วนการแจกแจงขั้นตอนอาจแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความละเอียดในการแบ่งขั้นตอนนั้น ๆ

6.3 การเรียนการสอนกับการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหของแต่ละบุคคลนั้นจะแตกต่างกันออกไป เพราะคนเราอาจมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีหรือไม่นั้น ก็ขึ้นอยู่กับว่าบุคคลนั้นมีระดับสติปัญญา ความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ ตลอดจนได้รับการสนใจดีหรือไม่เพียงใด และเราจะเห็นว่าวิธีการแก้ปัญหานั้นก็ไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนตายตัวเสมอไป ดังนั้นการเรียนการสอนจึงเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาปัจจัยต่าง ๆ อันที่จะส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนดีขึ้นได้ ดังเช่น

ดิวอี้ (Dewey 1971 : 139) ได้กำหนดวิธีการแก้ปัญหโดยการวิเคราะห์วิจารณ์ปัญหานั้นออกเป็นขั้น ๆ ประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การรวบรวมข้อเท็จจริง การตั้งสมมติฐาน การทดสอบสมมติฐานและการประเมินผล เขากล่าวว่า การแก้ปัญหโดยวิธีนี้ได้รับความนิยมมาก เพราะสามารถช่วยให้เราแก้ปัญหาดต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง สามารถนำไปใช้ได้กับทุกสาขาวิชา บางทีเรียกวธีการนี้ว่า การแก้ปัญหโดยวิธีวิทยาศาสตร์ (The scientific method) หรือวิธีใช้ปัญญา (The method of intelligence)

จากความเห็นดังกล่าวนี้ เราจะสรุปได้ว่า การเรียนการสอนนั้นนับว่าเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนให้ดีขึ้น โดยอาจจะมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนรู้จักคิด รู้จักพิสูจน์หาข้อเท็จจริง รู้จักวางแผนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ ในอันที่จะนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งมีงานวิจัยที่เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหทางวิทยาศาสตร์ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศดังต่อไปนี้

รุ่งชีวา สุขดี (2531 : 69) ได้ศึกษาผลการฝึกออกแบบการทดลองในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้กลุ่มทดลองเรียนโดยมีการฝึกออกแบบการทดลอง ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนโดยไม่มีการฝึกออกแบบการทดลอง ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกออกแบบการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยที่ไม่มีการฝึกออกแบบการทดลอง มีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความสามารถในการแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์หลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กาญจนา ลาภรวย (2532 : 75 - 76) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ต่างกัน โดยให้กลุ่มทดลองเรียนโดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง กลุ่มควบคุม เรียนโดยการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง ผลการวิจัยพบว่า

1. กลุ่มทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ด้าน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ สูงกว่า กลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนกับระดับความสามารถทางการเรียน ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์

4. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนกับระดับความสามารถทางการเรียนที่ส่งผล ต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กิตติ กล่อมเกลี้ยง (2532 : 70) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ โดยให้กลุ่มทดลองเรียนโดยมีการใช้สถานการณ์ฝึกกำหนดปัญหาและ ตั้งสมมติฐาน ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนโดยไม่มีการใช้สถานการณ์ฝึกกำหนดปัญหาและ ตั้งสมมติฐาน ผลการวิจัยพบว่า

1. กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน
2. กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีความสามารถในการแก้ปัญหาทาง

วิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จอห์น (John. 1966 : 994 - 995) ได้ศึกษาผลการเรียนของนักเรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไปเกรด 8 โดยใช้การสอน 2 วิธี กลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 56 คน ทั้งสองกลุ่มมีระดับความสามารถใกล้เคียงกัน กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบบรรยาย ส่วนกลุ่มทดลองให้เรียนโดยวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง มีแต่เพียงคำแนะนำ (Guide Sheet) ที่ครูแจกให้ ซึ่งนักเรียนสามารถเลือกไปปฏิบัติกิจกรรมที่ก่อให้เกิดความรู้ ข้อเท็จจริง และมีโนภาพด้วยตนเอง ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลการแก้ปัญหา ทักษะคิดต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะในการเรียนดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มควบคุมดีกว่ากลุ่มทดลองในด้านเนื้อหา

นาบอร์ (Nabor. 1975 : 3241 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในระดับเกรด 5 และเกรด 6 โดยใช้แบบทดสอบ Iowa Test of Education Progress : Science วัดความสามารถในการแก้ปัญหาและใช้แบบ ทดสอบ Iowa Test of Basic Skill Form 5 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

โชว์ (Show. 1978 : 5227 - A) ได้ศึกษาวิธีการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใช้ในการแก้ปัญหาสามารถส่งผลมาถึงทักษะการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษา ในการศึกษาค้นคว้านี้ได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะในการแก้ปัญหาโดยใช้กลุ่มทดลองฝึกกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 24 สัปดาห์ แล้วนำเครื่องมือวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษามาใช้ทดสอบ ปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนด้านทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคมสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เป็นการแสดงว่า ทักษะการแก้ปัญหาสามารถสอนโดยใช้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการเหล่านั้นจะถ่ายทอดไปยังเนื้อหาวิชาสังคมได้

จากผลการวิจัยจะเห็นว่า ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความคิดวิจารณ์ญาณ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ ประสบการณ์ การฝึกทักษะระดับการศึกษา ประสิทธิภาพในการติดต่อสื่อสารและความรู้เดิมของนักเรียน

7. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการทำงานกลุ่ม (Group Work)

7.1 ความหมายของกลุ่ม

ได้มีผู้ให้ความหมายของกลุ่มไว้ดังนี้

เคมปี (Kemp. 1964 : 24 - 25) กล่าวว่า กลุ่มหมายถึงบุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไป รวมกันอยู่ที่แห่งใดแห่งหนึ่ง มีปฏิสัมพันธ์กันทั้งใช้และไม่ใช้ภาษา (Verbal and Nonverbal) มีผู้นำ และสมาชิก หรืออาจจะไม่มีผู้นำก็ได้ มีการพึ่งพาอาศัยกัน (Interdependent) มีผลประโยชน์ร่วมกัน มีความพอใจ มีการยอมรับและให้ความเคารพในความคิดเห็นซึ่งกันและกัน มีความรู้สึกว่า ตนเองเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่ม มีความรู้สึกปลอดภัยเมื่ออยู่ในกลุ่ม

ออสเซน (Ohlsen. 1970 : 6 - 7) ได้สรุปความหมายของคำว่ากิจกรรมกลุ่มไว้

2 แบบคือ

1. กิจกรรมกลุ่มที่ผู้นำเป็นผู้ให้ข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ แก่สมาชิกหรือผู้นำ อภิปรายได้บรรลุความมุ่งหมายต่าง ๆ ของกลุ่ม โดยปกติผู้นำชนิดนี้จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับการ ศึกษาอาชีพสังคมและส่งเสริมให้สมาชิกในกลุ่มนำข้อมูลเหล่านั้นมาอภิปรายเพื่อประโยชน์สำหรับ ตน เช่น การปฐมนิเทศ การปัจฉินิเทศ หรือกิจกรรมต่าง ๆ ที่จัดในช่วงเวลา เป็นต้น ในการทำ กิจกรรมกลุ่มนี้ครูจะเป็นผู้ดำเนินการวางแผนกลุ่มให้แก่สมาชิก

2. กิจกรรมกลุ่มต่าง ๆ ที่สมาชิก คือ นักเรียนได้วางแผนร่วมกันจัดขึ้นเอง เช่น การอภิปรายในเรื่องต่าง ๆ ที่นักเรียนสนใจหรือกิจกรรมเสริมหลักสูตร เป็นต้น

อาภรณ์พันธ์ จันทรสว่าง (2525 : 53) สรุปลักษณะของกลุ่มไว้ว่า กลุ่มจะต้อง ประกอบด้วย

1. สมาชิกตั้งแต่สองคนขึ้นไปมารวมกัน
2. มีการปฏิสัมพันธ์กันระหว่างสมาชิก
3. มีจุดมุ่งหมายและการกระทำกิจกรรมร่วมกัน
4. พฤติกรรมตามบทบาทหน้าที่ของสมาชิก

นภาพร พุ่มพุกษ์ (2529 : 31) สรุปว่า กลุ่มหมายถึงบุคคลตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปมารวมกันโดยที่มีปฏิสัมพันธ์กัน (Interaction) มีจุดมุ่งหมายที่จะกระทำพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งร่วมกันนั่นเอง

จากความหมายข้างต้นจะสรุปได้ว่า กลุ่มหมายถึงการรวมตัวของคนตั้งแต่ 2 คน ขึ้นไปอย่างมีจุดหมายเพื่อประกอบกิจกรรมใด ๆ ตามความต้องการของสมาชิกภายในกลุ่ม โดยที่สมาชิกภายในกลุ่มจะมีปฏิสัมพันธ์กันทางกาย วาจา อารมณ์ ความรู้สึก

7.2 หลักการที่สนับสนุนการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย

เป็นที่ยอมรับกันว่า มนุษย์เป็นสัตว์สังคม กล่าวคือ มนุษย์แต่ละคนไม่สามารถมีชีวิตอยู่คนเดียวได้ มนุษย์จำเป็นต้องอยู่ร่วมกันเป็นกลุ่มเป็นชุมชน เป็นสังคม และเป็นประเทศชาติ เมื่อมนุษย์ได้รวมกลุ่มกันก็จะมีปฏิสัมพันธ์กัน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ถ่ายทอดความรู้หรือวัฒนธรรมให้แก่กัน ซึ่งกล่าวได้ว่า มนุษย์ได้เรียนรู้จากเพื่อนมนุษย์ในกลุ่มของตน ทำให้แต่ละคนรู้จักตนเอง รู้จักผู้อื่น รู้จักชีวิต และรู้จักโลกมากยิ่งขึ้น แต่ความเป็นตัวของตัวเองของแต่ละคนเป็นอุปสรรคต่อการรวมกลุ่ม ดังนั้นในการจัดการศึกษา จึงจำเป็นต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกฝนการรวมกลุ่ม การเป็นผู้นำกลุ่ม และเป็นผู้ตามของกลุ่มที่ดี ตามวิถีชีวิตแบบประชาธิปไตย ทั้งนี้ก็เพื่อจะได้คุ้นเคยกับสังคมประชาธิปไตย เพื่อจะได้เป็นพลเมืองที่ดีของประเทศชาติต่อไป (สุชิน วรรณฉวี. 2528 : 16)

ในห้องเรียนแบบเดิมที่นิยมจัดกันทั่วไปในประเทศไทย ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษา มีลักษณะเป็นห้องเรียนที่เหมาะสมกับวิธีสอนแบบบรรยาย นักเรียนนั่งหันหน้าไปทางหน้าชั้น เพื่อฟังคำสั่งหรือคำบรรยายจากครู นักเรียนจะมีโอกาสปรึกษาหารือกันได้ก็เฉพาะกับนักเรียนที่นั่งอยู่ข้างเคียงเท่านั้น เมื่อมีการตัดสินใจอะไรขึ้นมาในชั้นเรียน หากครูให้นักเรียนตัดสินใจด้วยการยกมือสนับสนุน ส่วนมากก็จะมีนักเรียนตาม ๆ กัน เพราะนักเรียนที่เรียนเก่ง มักนั่งเรียนแถวหน้า นักเรียนที่เรียนไม่เก่งซึ่งอาจจะเป็นเพราะสาเหตุต่าง ๆ ก็ต้องคล้อยตามเสียงส่วนมาก ยากที่จะปรึกษาหารือกันอย่างรอบคอบและมีเหตุผลที่เหมาะสม ทั้งนี้เพราะการเรียนเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ เป็นอุปสรรคในการทำกิจกรรมโดยครูไม่สามารถดูแลให้ทั่วถึงได้ แต่ถ้าให้นักเรียนทำทีละคนสองคน นักเรียนที่ว่างอยู่ก็จะรำคาญและเบื่อหน่าย ในที่สุดก็ก่อปัญหาขึ้น ดังนั้น จึงสมควรเปลี่ยนแปลงลักษณะห้องเรียนจากการให้นักเรียนนั่งเรียงแถวตามกันมาเป็นการนั่งหันหน้าเข้าหากัน กลุ่มละ 5 - 6 คน และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้เรียนเป็นกลุ่มย่อย ๆ นักเรียนจะได้เรียนรู้การทำงานร่วมกันด้วยการให้ความร่วมมือต่อกัน (สุพัตรา เชื้อมชัยตระกูล. 2523 : 18)

7.3 ประสิทธิภาพของกลุ่ม

เบอร์แมน (สุชิน วรรณฉวี. 2528 : 17 - 18 ; อ้างอิงมาจาก Burman . 1969 : 3 - 6) ได้อธิบายถึงองค์ประกอบของกลุ่มที่จะทำให้การทำงานของกลุ่มมีประสิทธิภาพ ดังนี้

1. สภาพของกลุ่ม การจัดสภาพกลุ่ม ควรให้สมาชิกในกลุ่มได้สัมพันธ์กัน อย่างใกล้ชิด (Face - to - face group) เพื่อสมาชิกจะได้อภิปรายกันอย่างคล่องตัว สมาชิกในกลุ่ม จะเกิดปฏิกิริยาซึ่งกันและกัน และควรให้ผู้ซึ่งพูดนั่งตรงข้ามกับผู้ที่ไม่ค่อยพูด และควรให้ผู้ ที่ชอบผูกขาดการพูดโดยไม่เปิดโอกาสให้ผู้อื่นพูดมานั่งด้วยกัน การนั่งเป็นวงกลมดีที่สุด วงกลม ยิ่งใหญ่เท่าใด การติดต่อระหว่างสมาชิกก็ยิ่งถูกจำกัดลงเท่านั้น และถ้านักเรียนมีโอกาสเลือกที่นั่ง ได้อย่างอิสระ นักเรียนจะพยายามเลือกนั่งใกล้ผู้นำ เด็กซึ่งอายจะลดความอายลงเมื่ออยู่ในกลุ่ม เมื่อกลุ่มใหญ่ขึ้นศูนย์กลางของการพูดคุยจะอยู่รอบ ๆ บุคคลเพียง 2 - 3 คน

2. บรรยากาศในกลุ่ม บรรยากาศในกลุ่มต้องเป็นกันเองที่สุดเพื่อให้สมาชิก เป็นอิสระในการแสดงออก ควรให้มีการให้กำลังใจ เคารพความคิดเห็นซึ่งกันและกัน มีการ ช่วยเหลือให้สมาชิกในกลุ่มรู้สึกอบอุ่น และบรรยากาศทางสังคมเป็นไปในทางบวก ซึ่งหมายถึง การมีอิทธิพลต่อกันและกันของนักเรียน อิทธิพลระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนจะต้องร่วมมือกัน ทำงานให้เสร็จจุล่งไปด้วยดี โดยที่แต่ละคนจะแสดงความเป็นตัวของตัวเองออกมาให้มากที่สุด

3. ผู้นำกลุ่ม ผู้นำกลุ่มมีความสำคัญมากต้องเป็นบุคคลที่มีความรับผิดชอบ ควรเป็นผู้ที่สมาชิกเลือก เพื่อทำประโยชน์ให้มากที่สุด ผู้นำจะต้องเข้าใจสมาชิกในกลุ่ม เข้าใจ หน้าที่ของสมาชิก มีความสามารถในการฟังและพูดในระดับสูง เห็นอกเห็นใจและเข้าใจผู้อื่นได้ดี มีมนุษยสัมพันธ์ดี สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในกลุ่มได้ ทำตัวเป็นกลางไม่บังคับให้สมาชิกใน กลุ่มยอมรับการตัดสินใจของตน มีความสามารถในการสรุปปัญหา และสร้างความสามัคคีใน กลุ่มได้ดี

4. ขนาดของกลุ่ม ขนาดของกลุ่มที่เหมาะสมควรมี 5 - 7 คน แต่ 5 คน เหมาะสมที่สุด

5. สมาชิกในกลุ่ม ในการแบ่งกลุ่มย่อยสิ่งที่ควรคำนึงถึง คือ ลักษณะของ สมาชิกในกลุ่ม ซึ่งจะมีความสำคัญและมีอิทธิพลต่อการทำงานของกลุ่ม การแบ่งกลุ่มอาจ พิจารณาจากความสนใจ ความพอใจ หรือความเป็นมิตรก็ได้ แต่ถ้าต้องการให้เกิดการเรียนรู้ จากกันและกันให้มากที่สุด การพิจารณาเกี่ยวกับสมาชิกในกลุ่มจะต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

5.1 สัมฤทธิผลทางการเรียนของสมาชิกแต่ละคน

5.2 ความสามารถในการพูดของสมาชิกแต่ละคน

5.3 วุฒิภาวะทางอารมณ์

5.4 ความสม่ำเสมอในการเข้าเรียน

5.5 จุดมุ่งหมายในการเรียนของแต่ละคน

5.6 ความสามารถในการอ่าน

5.7 เพศ

5.8 วัย

7.4 ลักษณะของการรวมกลุ่มที่ดี

เทื่อน ทองแก้ว (2523 : 34) ได้กล่าวถึงลักษณะของการรวมกลุ่มที่ดี ทำให้กลุ่มมีพลังและการดำเนินงานของกลุ่มไปอย่างมีประสิทธิภาพ ลักษณะของการรวมกลุ่มควรจะเป็นดังนี้

1. สมาชิกทุกคนในกลุ่มได้รับผลประโยชน์จากกลุ่ม
2. สมาชิกมีความเข้าใจ และมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา
3. งานของกลุ่มท้าทายให้สมาชิกได้กระทำโดยสมัครใจ
4. สมาชิกมีการกระทำที่ดีต่อกัน
5. ความขัดแย้งในกลุ่มมีน้อย
6. สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ
7. กลุ่มสามารถช่วยแก้ปัญหาให้แก่สมาชิกได้ และยึดเอาปัญหาเป็นหลัก
8. สมาชิกถือว่า มีความรับผิดชอบในการช่วยงานของกลุ่ม
9. สมาชิกมีความรับผิดชอบช่วยเหลือซึ่งกันและกัน รู้จักวิจารณ์ซึ่งกันและกัน
10. สมาชิกมีความเข้าใจเป้าหมายในการรวมกลุ่มอย่างชัดเจน
11. สมาชิกทุกคนต้องยึดมั่นในหน้าที่ของกลุ่มตัวอย่างเด่นชัดและมีพฤติกรรม

คล้ายตามในเรื่องนั้น

7.5 ข้อดีและข้อเสียในการแบ่งกลุ่มนักเรียน

ข้อดีของการแบ่งกลุ่ม การแบ่งกลุ่มนักเรียนจะช่วยแก้ปัญหาทางการเรียนการสอนช่วยให้เด็กแต่ละคนมีความองงามในหลายด้าน เป็นต้นว่า ช่วยให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน รู้จักวิธีอภิปราย รู้จักวิธีแก้ปัญหาร่วมกัน เหล่านี้เป็นการวางรากฐานเบื้องต้นสำหรับการดำเนินชีวิตในอนาคตตามวิถีทางแห่งประชาธิปไตย ซึ่งมีใช้จะเป็นแต่เพียงให้เด็กเรียนรู้ว่า ประชาธิปไตยคืออะไรเท่านั้น แต่เป็นการฝึกให้เด็กได้ปฏิบัติอย่างประชาธิปไตยอีกด้วย (ประเทิน มหาพันธ์. 2507 : 18)

ยัง (Young, 1972 : 630 - 634) ได้เสนอข้อได้เปรียบของการเรียนเป็นกลุ่ม ดังนี้

1. บรรยากาศในการเรียนจะมีความเป็นกันเองมากขึ้น นักเรียนจะรู้สึกปลอดภัยและไม่เคร่งเครียด เมื่อทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม
2. ช่วยกันสลับข้อ่ายให้นักเรียนบางคน เพราะการทำงานร่วมกันจะทำให้ทุกคนรู้สึกตนว่า มีความสำคัญต่อกลุ่มเท่ากัน ความเชื่อมั่นในตนเองก็จะถูกกระตุ้นให้มีเพิ่มมากขึ้น ความเชื่อมั่นในตนเองนี้เริ่มขึ้นภายในกลุ่มก่อน เพราะนักเรียนส่วนใหญ่จะมีความประหม่า น้อยหรือไม่มีเลย เมื่อเสนอปัญหาของเขาต่อกลุ่ม แต่จะประหม่ามากถ้าจะต้องเสนอข้อข้องใจต่อนักเรียนทั้งชั้น
3. การเรียนเป็นกลุ่มจะช่วยลดปัญหาเรื่องระเบียบวินัย
4. การเรียนเป็นกลุ่มจะเสริมสร้างความสามัคคี การรู้จักรับผิดชอบต่อนหน้าที่ของตนต่อกลุ่ม
5. ฝึกให้นักเรียนรู้จักอภิปราย การเสนอแนะ และการซักถามตลอดจนส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ให้แก่กันนักเรียนด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเพียงจิต โรจน์ศุภรัตน์ (2530 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ระหว่างเด็กปฐมวัยที่ทำกิจกรรมวาดรูปเป็นกลุ่มกับเป็นรายบุคคล ผลปรากฏว่าความคิดสร้างสรรค์ระหว่างกลุ่มที่ทำกิจกรรมวาดรูปเป็นกลุ่ม กับกลุ่มที่ทำกิจกรรมวาดรูปเป็นรายบุคคล แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อเสียของการแบ่งกลุ่ม ในการแบ่งกลุ่มนักเรียน ถ้าหากว่าการดำเนินการยังไม่รัดกุมเป็นต้นว่า ความยุ่งยากอันเกิดจากความเอาใจใส่ของครูไม่ทั่วถึง นอกจากนั้นถ้าครูบางคนเข้าใจความมุ่งหมายของการแบ่งกลุ่มผิดพลาด อาจจะเพะนิสัยการปล่อยตามสบายให้กับเด็กได้ ในแต่ละกลุ่มจะมีเด็กซึ่งมีลักษณะนิสัยและความสามารถต่าง ๆ กัน เด็กที่ฉลาดมักใช้ความคิดเห็นของตนได้อย่างกว้างขวางในกลุ่ม ส่วนเด็กที่เรียนช้าหรือเด็กที่ขี้อาย มักจะทอดทิ้งความรับผิดชอบ ไม่ค่อยให้ความร่วมมือกับกลุ่ม ทำให้เกิดปัญหาทางวินัยขึ้น ข้อบกพร่องดังกล่าวจะไม่เกิดขึ้นเลย ถ้าครูมีความเข้าใจและรู้จักนักเรียนทุกคน พยายามสร้างบรรยากาศที่ดีขึ้นในห้องเรียน จัดหาอุปกรณ์การสอนที่น่าสนใจมาใช้ ซึ่งจะช่วยให้การเรียนการสอนดำเนินไปด้วยดีมีประสิทธิภาพ (ประเทิน มหาจันทร์. 2507 : 18)

7.6 การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยวิธีการแบ่งกลุ่ม

วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่สำคัญวิชาหนึ่งของหลักสูตร การสอนจึงควรสอนให้ถูกต้องตามแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงได้วางแนวทางเกี่ยวกับความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ คือ (นิตาสะเพียรชัย. 2520 : 6 - 7)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการ และทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์ เน้นความคิดรวบยอดที่สำคัญในวิชาวิทยาศาสตร์ ความรู้ต่าง ๆ ควรจะเป็นเพียงเครื่องมือให้มองเห็นความสัมพันธ์ต่อเนื่องในเนื้อหาวิชา ซึ่งจะนำไปสู่ความเข้าใจมากกว่าการจำ
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และวงจำกัดของวิชาวิทยาศาสตร์ ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ เป็นผลเนื่องมาจากการค้นคว้าและวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ซึ่งมีการตั้งสมมติฐาน หรือสร้างแบบจำลองโดยอาศัยความรู้ต่าง ๆ ที่ได้จากการค้นคว้าและทดลอง รวมทั้งความคิดสร้างสรรค์และวิจารณ์ญาณ สมมติฐานหรือแบบจำลองนั้น ๆ อาจนำมาปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงหรือยกเลิก เมื่อมีผลการทดลองใหม่ ๆ เพิ่มขึ้น กฎ ทฤษฎี และหลักการต่าง ๆ ของวิชาวิทยาศาสตร์ไม่ใช่ความจริงที่ตายตัวเสมอไป แต่อาจเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์พัฒนามากขึ้น นักวิทยาศาสตร์สามารถค้นคว้าเรื่องราวต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง แต่ยังไม่อาจค้นพบความจริงที่สมบูรณ์
3. เพื่อให้เกิดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดที่จะหาหลักฐานมาประกอบการพิจารณา คำกล่าวอ้าง การที่จะตัดสินใจเรื่องใด ๆ ควรจะมีหลักฐานสนับสนุนหนักแน่นพอ การใช้คำอธิบายที่มีเหตุผล ความสนใจในตัวเลขประกอบยิ่งกว่าที่จะกล่าวอย่างเลื่อนลอย เปลี่ยนความคิดเห็นเมื่อได้ข้อมูลที่มีเหตุผลถูกต้องกว่า มีความบากบั่นในการทำงาน ให้ความร่วมมือกับผู้อื่น ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีความซื่อสัตย์ในการทำงาน ยอมรับผิดพลาด มีความรับผิดชอบในการกระทำของตน นอกจากนี้ควรปลูกฝังความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ รวมทั้งด้านสุนทรีย์ และเห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ด้วย
4. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทักษะที่สำคัญนั้น หมายถึง ทักษะในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ การสังเกต การจัดประเภท การพิจารณาโครงสร้าง และความสัมพันธ์ ตลอดจนวิธีสืบเสาะหาความรู้ รวบรวมและรายงานผล อย่างมีประสิทธิภาพ
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมวลมนุษยและสภาพแวดล้อม การค้นคว้าต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ได้นำไปสู่ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีอันมี

คุณค่าอย่างยิ่งต่อความผาสุก และอารยธรรมของมนุษย์ แต่เทคโนโลยีก็ได้ทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ เช่น ปัญหาเรื่องสิ่งแวดล้อม เรื่องปริมาณของพลโลก รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงทางนิเวศวิทยา และวัฒนธรรม ยิ่งกว่านี้นักเรียนควรจะเข้าใจถึงอิทธิพลของเทคโนโลยีสมัยใหม่ และนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ไปใช้ปรับปรุงชีวิตประจำวัน ตลอดจนสังคมให้ดีขึ้น

ผู้มีบทบาทสำคัญยิ่งในการที่จะทำให้การสอนวิทยาศาสตร์บรรลุความมุ่งหมายที่ตั้งไว้โดยสมบูรณ์ ก็คือ ครูผู้สอนนั่นเอง ประการแรกสุด ครูผู้สอนควรมีความเข้าใจปรัชญาและความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ ประการที่สอง ครูควรมีความรู้ในด้านเทคนิค และวิธีการสอนที่จะช่วยพัฒนาการเรียนทุก ๆ ด้าน ตั้งแต่ความเข้าใจ ทักษะ ทักษะคติ ตลอดจน การนำความรู้ความเข้าใจเนื้อหาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาต่าง ๆ

สวธัมน์ นิยมคำ (2518 : 145) กล่าวว่า วิธีสอนที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เห็นว่าเหมาะสมจะนำมาใช้ เพื่อนำนักเรียนไปสู่เป้าหมายที่กำหนดไว้ ก็คือ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หรือสืบสวนสอบสวน ซึ่งการเรียนการสอนจะประกอบด้วยกิจกรรมที่สำคัญ 2 ประการ คือ

1. การทดลอง
2. การอภิปรายซักถามระหว่างครู และนักเรียน

การทดลองเป็นกิจกรรมสำคัญอย่างหนึ่งของการเรียนการสอนที่จะทำให้ นักเรียนค้นพบคำตอบด้วยตนเอง ตลอดจนสามารถมองเห็นปัญหา เมื่อผลการทดลองแตกต่างไปจากคนอื่น เพราะในระหว่างการทดลองนักเรียนต้องใช้ทักษะต่าง ๆ เช่น การสังเกต การเลือกใช้เครื่องมือให้ถูก การควบคุมตัวแปร การดำเนินการทดลอง การบันทึกข้อมูล การอภิปรายร่วมกับครู และเพื่อนในชั้น รวมทั้งการสรุปในการทำการทดลองถ้าให้นักเรียนคนเดียวทำเองเป็นดีที่สุด แต่ก็ไม่จำเป็น การให้นักเรียนแบ่งกลุ่มเล็ก ๆ 3 - 4 คนก็ได้ผลดีเหมือนกัน นักเรียนจะได้ช่วยกันติดตั้งเครื่องมือ ช่วยกันสังเกต บันทึกผล และอภิปรายผลการทดลองในกลุ่มตัวเอง และเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นระหว่างการทดลองจะได้ช่วยกันขบปัญหา อีกประการหนึ่ง ห้องเรียนหรือห้องปฏิบัติการในบ้านเราโดยทั่วไปแล้วแคบ เครื่องมือมีจำนวนจำกัด การแบ่งกลุ่มทดลอง จะช่วยในการประหยัดด้วย

นอกจากนั้น จ้านง พยายายัมแซ (2516 : 54 - 101) ได้กล่าวอีกว่า การปฏิบัติการทดลองโดยจัดกิจกรรมการสอนด้วยการแบ่งกลุ่มให้เด็กร่วมกันปฏิบัติการทดลองแล้ว ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะมีมากขึ้น และเป็นวิธีที่จะช่วยฝึกฝนให้เด็กรู้จักวิธีการทำงานร่วมกัน เป็นหมู่คณะแบบประชาธิปไตย เด็กจะพยายามทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายไปให้เสร็จ

เรียบร้อยดีที่สุดเท่าที่จะทำได้ จะไม่มีใครคนใดคนหนึ่งมาคอยนั่งชี้แนะสั่งงานให้คนอื่นทำ คนที่ทำหน้าที่เป็นประธานกลุ่มจะต้องคอยประสานงานระหว่างสมาชิกในกลุ่มและระหว่างกลุ่มกับครู ผู้สอนเป็นอย่างดี ฝ่ายครูผู้มอบหมายให้แต่ละกลุ่มได้จัดทำก็อย่าปล่อยให้เด็กทำกันไปตามลำพัง จะต้องคอยติดตามดูแลให้ข้อเสนอแนะ แก้ไขข้อบกพร่องอยู่ตลอดเวลา และสิ่งที่สำคัญที่สุดก็คือ ครูต้องเสนอแนะให้เด็กทุกกลุ่มเข้าใจและรู้ว่า เขาจะได้ค้นคว้าหาความรู้ได้จากที่ไหน และอย่างไร นอกจากนั้นครูต้องคอยช่วยเหลือแนะนำให้เด็กเข้าใจถึงวิธีการที่จะนำผลการค้นคว้ามาเสนอ ต่อชั้น ทั้งวิธีปากเปล่า และข้อเขียนว่า การรายงานที่ได้นั้นจะต้องทำอย่างไรใช้เวลาอย่างน้อย แค่ไหน ต้องเตรียมอุปกรณ์อย่างไร ล้วนแต่เป็นเรื่องที่ต้องมีการฝึกอบรมมาก่อนที่จะเริ่มให้เด็ก แบ่งกลุ่มปฏิบัติงานทั้งสิ้น และก่อนที่จะเริ่มดำเนินการสอนด้วยวิธีแบ่งกลุ่มทำงาน ครูต้องวางแผนงานไว้เป็นขั้น ๆ อย่างรัดกุมเสียก่อน ด้วยการฝึกอบรมให้เด็กมีความรู้และความสามารถที่เป็นพื้นฐานเบื้องต้น เหล่านี้

1. การปฏิบัติตนให้ถูกต้องตามมติหรือเสียงส่วนใหญ่ของกลุ่ม
2. วิธีการค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ
3. วิธีเขียนรายงาน
4. วิธีรายงานด้วยวาจา

หลังจากที่เด็กทุกคนมีความรู้ ความเข้าใจในสิ่งที่เป็นพื้นฐานเหล่านี้พอสมควร แล้ว จึงสมควรจะเริ่มนำวิธีการสอนแบบกลุ่มค้นคว้ามาใช้กับเด็กต่อไป

เฮอร์เลย์ (Hurley, 1964 : 23 - 32) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ถ้าผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ให้กว้างขวางยิ่งขึ้น โดยไม่ต้องอาศัยลอกเลียนแบบผู้สอน ตลอดเวลา จะทำให้เกิดประโยชน์แก่ผู้เรียนมากที่สุด ทั้งนี้เพราะวิชาวิทยาศาสตร์เป็นไปตาม ลำดับขั้นตอน ซึ่งทักษะเหล่านี้ผู้เรียนจะเรียนรู้ด้วยตนเองก็เป็นการยากที่จะเข้าใจได้ลึกซึ้ง แต่ถ้ากิจกรรมการเรียนการสอนนั้นได้ให้ผู้เรียนได้ปรึกษาหารือกันและกัน ได้แก้ปัญหต่าง ๆ ร่วมกันก็เท่ากับเป็นการมีแนวทางเข้าสู่เป้าหมายได้เร็วยิ่งขึ้นเท่านั้น จากสิ่งเหล่านี้ก็จะทำให้ เห็นว่าทัศนคติ ค่านิยมของแต่ละบุคคลนั้นมีอยู่แล้ว แต่ถ้ามีโอกาสได้ศึกษา หรือแลกเปลี่ยนกับ บุคคลอื่นหลาย ๆ คนก็เท่ากับผู้นั้นได้ประสบการณ์ที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้นด้วย ในวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้สอนจึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากกลุ่มของผู้เรียนด้วยกันเองบ้าง

ธีระชัย ปุรณโชติ (2517 : 40 - 44) ได้กล่าวถึงจิตวิทยาที่ใช้ในการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ว่า นักเรียนจะสามารถเรียนรู้ได้ดีที่สุด ถ้าหากได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ อย่าง เต็มที่ เช่น นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้น ถ้าหากได้ลงมือทำการทดลองด้วยตนเอง แทนที่จะ

เพียงแต่อ่านตำราหรือฟังคำอธิบายของครูเท่านั้น และนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้จากเพื่อนนักเรียนด้วยกัน ดังนั้นการทำงานร่วมกันเป็นหมู่ในห้องปฏิบัติการ ควรจะสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นันทนา เทพบริรักษ์ (2518 : 46 - 48) ได้ทำการวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์หน่วย “พลังงาน” โดยวิธีกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์และวิธีสอนแบบธรรมดา ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์มีพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญและมีเจตคติเปลี่ยนไปในทางที่ดีขึ้นกว่าวิธีสอนแบบธรรมดา

ส่วน กมลทิพย์ กสิการ (2523 : 45 - 46) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หน่วย “แรงธรรมชาติ” โดยวิธีสอนแบบกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์กับการสอนปกติ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และกลุ่มทดลองมีความคิดเห็นที่ดีต่อการเรียนแบบกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์

อัญชลี ศรีรัตนศาสตร์ (2525 : 57) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยวิธีการแบ่งกลุ่มแบบต่างๆ โดยได้จัดแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 4 แบบ ดังนี้ คือ

แบบที่ 1 แบ่งกลุ่มโดยครูเป็นผู้แบ่งให้ โดยเรียงตามลำดับเลขที่

แบบที่ 2 ครูเป็นผู้แบ่งให้โดยให้แต่ละกลุ่มมีนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สูง ปานกลาง และต่ำ คละกันทุกกลุ่มและให้นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง เป็นผู้นำกลุ่ม

แบบที่ 3 ให้นักเรียนเลือกจัดกลุ่มหาผู้ร่วมงานกันเอง

กลุ่มที่ 4 ให้นักเรียนจับสลากเพื่อหาผู้ร่วมงาน และทำการจับสลากทุกครั้งก่อนเริ่มเรียนคาบใหม่ โดยครูเป็นผู้เตรียมสลากไว้ให้

ผลจากการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 ห้องเรียน ที่เรียนด้วยวิธีการแบ่งกลุ่มแบบต่าง ๆ ไม่แตกต่างกัน ส่วนด้านความคิดเห็นที่มีต่อการแบ่งกลุ่มในการเรียนวิทยาศาสตร์พบว่า กลุ่มตัวอย่างแต่ละห้องมีความคิดเห็นต่อการเรียนแบบแบ่งกลุ่มแบบต่าง ๆ แต่ละแบบอยู่ในระดับปานกลาง โดยแต่ละกลุ่มให้ความความคิดเห็นดังนี้

แบบที่ 1 ให้ความคิดเห็นว่า การแบ่งกลุ่มแบบนี้ทำให้มีการช่วยเหลือและร่วมมือกันเป็นอย่างดี และทำให้มีเพื่อนมากขึ้น แต่มีบางกลุ่มเป็นจำนวนน้อย มีความคิดเห็นว่า

ทำให้เสียเวลา มีเพื่อนช่วยทำแบบฝึกหัดและการบ้าน และทำให้ไม่ต้องรับผิดชอบการทำงาน ทดลองและการเขียนรายงาน

แบบที่ 2 ให้ความเห็นว่า การแบ่งกลุ่มแบบนี้ ทำให้มีเพื่อนมากขึ้น ส่วนความคิดเห็นในส่วนน้อย คือ รู้สึกไม่อิสระ มีเพื่อนช่วยทำแบบฝึกหัดและการบ้าน และทำให้ไม่ต้องรับผิดชอบการทำงาน ทดลองและการเขียนรายงาน

แบบที่ 3 ให้ความคิดเห็นว่า ทำให้กล้าแสดงความคิดเห็นในกลุ่ม ส่วนความคิดเห็นส่วนน้อย คือ มีเพื่อนช่วยทำงาน แบบฝึกหัดและการบ้าน และทำให้ไม่ต้องรับผิดชอบการทำงาน ทดลอง และการเขียนรายงาน

แบบที่ 4 ให้ความคิดเห็นว่า การแบ่งกลุ่มแบบนี้ทำให้มีเพื่อนมากขึ้น ส่วนความคิดเห็นส่วนน้อย คือ มีเพื่อนช่วยทำแบบฝึกหัดและการบ้าน และทำให้ไม่ต้องรับผิดชอบการทำงาน ทดลอง และการเขียนรายงาน

อับดุลราห์มาน (สุชิน วรรณฉวี. 2528 : 49-50 อ้างอิงมาจาก Abdulrahmann. 1981 : 1083 - 1084 A) ได้ศึกษาผลการสอนด้วยการบรรยาย - สาธิตและการสอนโดยการแบ่งกลุ่มทดลองที่มีผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเคมี ในซาอุดีอาระเบีย ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการทดลองเป็นนักเรียนชายเกรด 11 ของ High School ในริยาดห์ จำนวน 74 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่หนึ่งเรียนด้วยวิธีบรรยาย - สาธิต ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งเรียนด้วยวิธีการแบ่งกลุ่มปฏิบัติการทดลอง โดยแบ่งเป็นกลุ่มละ 4 คน ผลการวิจัยสรุปได้ว่า กลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยการแบ่งกลุ่มทดลอง มีผลสัมฤทธิ์วิชาเคมีสูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยบรรยาย - สาธิต อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบกลุ่มทั้งหมดนี้ พอสรุปได้ว่า

1. นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบ่งกลุ่มและแบบเป็นทีม มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีบรรยาย - สาธิต. ในด้านเจตคติ นักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบกลุ่ม มีเจตคติไม่แตกต่างกับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีบรรยาย - สาธิต ส่วนนักเรียนที่เรียนแบบเป็นทีมมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนแบบเป็นทีม
2. ในด้านขนาดของกลุ่มนั้น กลุ่มขนาดสี่คนทำงานได้ดีกว่ากลุ่มขนาดสองคนทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ เมื่อเปรียบเทียบการทำงานโดยใช้เวลาเท่ากัน และขนาดของกลุ่มที่แตกต่างกัน มีผลต่อความพอใจในการแก้ปัญหาไม่แตกต่างกัน

3. กลุ่มแข่งขันขนาดห้าคน สามคน และกลุ่มที่ทำงานคนเดียว โดยไม่มีรางวัล มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ไม่แตกต่างกัน และสำหรับกลุ่มร่วมมือขนาดห้าคนและสามคนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาไม่แตกต่างกัน
4. นักเรียนที่เรียนด้วยการแบ่งกลุ่มแบบต่าง ๆ กัน มีความคิดเห็นต่อการแบ่งกลุ่มต่างกัน

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในเรื่องกลุ่มชี้ให้เห็นว่า การทำกิจกรรมเป็นกลุ่มสามารถช่วยพัฒนาเด็กในด้านต่าง ๆ ดังนี้คือ ความคิดสร้างสรรค์ ความเชื่อมั่นในตนเอง และพัฒนาการทางสังคม ครูและผู้เกี่ยวข้องจึงควรนำกิจกรรมในลักษณะกลุ่มมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาเด็กให้มีพัฒนาการทางสังคมสามารถปรับตัว และเป็นคนที่มีความคุณภาพของสังคม

สมมติฐานการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยมีความเชื่อว่า การจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นี้จะสามารถพัฒนานักเรียนให้มีความเจริญงอกงามในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จึงตั้งสมมติฐานการวิจัยไว้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองและกลุ่มควบคุมทั้งในภาพรวมและในรายสมรรถภาพย่อย
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองและกลุ่มควบคุมทั้งในภาพรวมและในรายสมรรถภาพย่อย
3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองและกลุ่มควบคุมทั้งในภาพรวมและในรายสมรรถภาพย่อย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามหัวข้อต่อไปนี้

- (1) การสร้าง การจัดหา และการหาคุณภาพของเครื่องมือ
 - 1.1 แผนการสอน
 - 1.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 1.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
 - 1.4 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
- (2) การทดลอง
 - 2.1 แบบแผนการวิจัย
 - 2.2 กลุ่มที่ใช้ในการทดลอง
 - 2.3 การดำเนินการทดลอง
- (3) การวิเคราะห์ข้อมูล

(1) การสร้าง การจัดหา และการหาคุณภาพของเครื่องมือ

1.1 แผนการสอน มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1.1.1 ขั้นเตรียม

1. ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชาและ ขอบข่ายของเนื้อหาหลักสูตรเสริมประสบการณ์ชีวิต จากหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533)

2. ศึกษารายละเอียดเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแผนการสอนจากคู่มือครู และแบบเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หน่วยที่ 3 สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา (หน่วยย่อยที่ 2 สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ เรื่อง ดิน น้ำ แร่ธาตุ ป่าไม้ ชีวบริเวณและระบบนิเวศน์)

3. วิเคราะห์จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม มโนคติจากเนื้อหาวิชากิจกรรม การเรียนการสอน เรื่องสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ

4. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์แต่ละประเภทในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนธรรมชาติวิชาวิทยาศาสตร์จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5. ศึกษารายละเอียดในหลักการ การสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ เพื่อเป็นแนวทางในการเขียนแผนการสอน

1.1.2 ขั้นสร้าง

สร้างแผนการสอนด้วยการจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น 15 แผน โดยแบ่งเป็นโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทการสำรวจ (แผนการสอนที่ 1-5) โครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง (แผนการสอนที่ 6 - 10) และโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทประดิษฐ์หรือการพัฒนา (แผนการสอนที่ 11-15) ซึ่งในแต่ละประเภทประกอบด้วยกิจกรรมทั้งหมด 4 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 วางพื้นฐาน

ระยะที่ 2 ฝึกการเขียนโครงงานวิทยาศาสตร์

ระยะที่ 3 ปฏิบัติกิจกรรมและสรุปผลการจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

ระยะที่ 4 แสดงผลงานโครงงานวิทยาศาสตร์

ตาราง 3 แสดงระยะการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ

ระยะการจัดกิจกรรม	สาระสำคัญ	จุดมุ่งหมาย	แผนการสอนที่	จำนวนคาบ
1. ระยะวางแผน	1.1) ความรู้เกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ	1.1) อธิบายความหมายและยกตัวอย่างโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจได้ 1.2) สามารถบอกคุณลักษณะที่สำคัญของโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจได้	1	3
	1.2) สิ่งที่อยู่รอบตัวเรามีทั้งสิ่งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต 1.3) ชีวิตบริเวณและระบบนิเวศน์ 1.4) การสำรวจสิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน	1.3) อธิบายความหมายและยกตัวอย่างชีวิตบริเวณ และระบบนิเวศน์ได้ 1.4) เปรียบเทียบคุณลักษณะของสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตได้ 1.5) สังเกต จดบันทึก จัดกระทำข้อมูล ตลอดจนแปลความหมายข้อมูลได้	2	3

ระยะการจัดกิจกรรม	สาระสำคัญ	จุดมุ่งหมาย	แผนการสอนที่	จำนวนคาบ
2. ระยะมีการเขียนโครงงาน วิทยาศาสตร์	2.1) การเลือกหัวข้อและหลักการ เขียนเค้าโครงย่อของโครงงาน วิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ	2.1) สามารถหาหัวข้อในการทำโครง งานวิทยาศาสตร์ประเภทการ สำรวจได้อย่างน้อย 1 หัวข้อ 2.2) สามารถเขียนเค้าโครงย่อของ โครงงานวิทยาศาสตร์ประเภท การสำรวจได้	3	3
3. ระยะปฏิบัติกิจกรรมและสรุป ผลการจัดกิจกรรม	3.1) การเขียนรายงานโครงงาน วิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ	3.1) สามารถทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทการสำรวจอย่างง่ายได้ 3.2) หลังจากทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทการสำรวจแล้วสามารถ เขียนรายงานโครงงาน วิทยาศาสตร์ได้	4	6
4. ระยะแสดงผลงาน	4.1) การจัดแสดงผลงานโครงงาน วิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ	4.1) สามารถจัดแสดงผลงานที่ได้จาก การปฏิบัติกิจกรรมโครงงาน วิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ ได้ในรูปของการรายงาน/สื่อนิต มูมิวิทยาศาสตร์หรือการจัด นิทรรศการได้	5	3

ตาราง 4 แสดงระยะการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง

ระยะการจัดกิจกรรม	สาระสำคัญ	จุดมุ่งหมาย	แผนการสอนที่	จำนวนคาบ
1. ระยะเวลาพื้นฐาน	1.1) ความรู้เกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง	1.1) อธิบายความหมายและยกตัวอย่างโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองได้ 1.2) สามารถบอกคุณลักษณะที่สำคัญของโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองได้ 1.3) สามารถบอกความแตกต่างระหว่างโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองกับประเภทการสำรวจได้	6	3
	1.2) ความหมาย ลักษณะของน้ำเสีย และสาเหตุของการเกิดน้ำเสีย	1.4) บอกความหมายของคำว่า “น้ำเสีย” ได้ 1.5) ทดลองและสรุปสาเหตุของการเกิดน้ำเสียได้	7	3

ตาราง 4 (ต่อ)

ระยะการจัดกิจกรรม	สาระสำคัญ	จุดมุ่งหมาย	แผนการสอนที่	จำนวนคาบ
2. ระยะฝึกการเขียนโครงงานวิทยาศาสตร์	2.1) การเลือกหัวข้อและหลักการเขียนเค้าโครงย่อของโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง	2.1) สามารถหาหัวข้อในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองได้อย่างน้อย 1 หัวข้อ 2.2) สามารถเขียนเค้าโครงย่อของโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองได้	8	3
3. ระยะปฏิบัติกิจกรรมและสรุปผลการจัดกิจกรรม	3.1) การเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง	3.1) สามารถทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองอย่างง่ายได้ 3.2) หลังจากทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองแล้วสามารถเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ได้	9	6

ตาราง 4 (ต่อ)

ระยะการจัดกิจกรรม	สาระสำคัญ	จุดมุ่งหมาย	แผนการสอนที่	จำนวนคาบ
4. ระยะแสดงผลงาน	4.1) การจัดแสดงผลงานโครงงาน วิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง	4.1) สามารถจัดแสดงผลงานที่ได้จาก การปฏิบัติกิจกรรมโครงงาน วิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง ในรูปของการรายงาน / สไลด์ / มุมวิทยาศาสตร์ หรือ การจัด นิทรรศการได้	10	3

ตาราง 5 แสดงระยะการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทประดิษฐ์หรือการพัฒนา

ระยะการจัดกิจกรรม	สาระสำคัญ	จุดมุ่งหมาย	แผนการสอนที่	จำนวนคาบ
1. ระยะเวลาพื้นฐาน	1.1) ความรู้เกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทประดิษฐ์หรือการพัฒนา	1.1) อธิบาย ความหมายและยกตัวอย่างโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทประดิษฐ์หรือการพัฒนาได้	11	1
	1.2) การพัฒนาและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม	1.2) อธิบายความหมายของการพัฒนาและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมได้ 1.3) อธิบายความจำเป็นที่ต้องพัฒนาและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมให้คงอยู่และมีสภาพแวดล้อมที่ดีขึ้น 1.4) บอกปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่พบในชุมชนที่นักเรียนอยู่ อธิบายถึงสาเหตุของปัญหา และเสนอแนวทางในการพัฒนา และอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นได้	12	2

ตาราง 5 (ต่อ)

ระยะการจัดกิจกรรม	สาระสำคัญ	จุดมุ่งหมาย	แผนการสอนที่	จำนวนคาบ
2. ระยะเวลาเขียนโครงงาน วิทยาศาสตร์	2.1) การเลือกหัวข้อและหลักการ เขียนเค้าโครงของโครงงาน วิทยาศาสตร์ประเภทประดิษฐ์ หรือการพัฒนา	2.1) สามารถเลือกหาหัวข้อการทำ โครงงานวิทยาศาสตร์ประเภท ประดิษฐ์หรือการพัฒนาได้อย่าง น้อย 1 หัวข้อ 2.2) สามารถเขียนเค้าโครงย่อของ โครงงานวิทยาศาสตร์ประเภท ประดิษฐ์หรือการพัฒนาได้	13	3
3. ระยะเวลาปฏิบัติกิจกรรมและ สรุปผลการจัดกิจกรรม	3.1) การเขียนรายงานโครงงาน วิทยาศาสตร์ประเภทประดิษฐ์ หรือการพัฒนา	3.1) สามารถทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทประดิษฐ์หรือการพัฒนา ได้ 3.2) หลังจากทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทประดิษฐ์หรือการ พัฒนาแล้วสามารถเขียนรายงาน โครงงานวิทยาศาสตร์ได้	14	4

ตาราง 5 (ต่อ)

ระยะการจัดกิจกรรม	สาระสำคัญ	จุดมุ่งหมาย	แผนการสอนที่	จำนวนคาบ
4. ระยะแสดงผลงาน	4.1) การจัดแสดงผลงานในโครงงานวิทยาศาสตร์	4.1) สามารถจัดแสดงผลงานที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ในรูปของการรายงาน/สถิติ/มุมวิทยาศาสตร์ หรือการจัดนิทรรศการได้	15	2

ในระยะต่าง ๆ จะใช้แผนการสอนอันมีโครงสร้างดังนี้

1. มโนคติ
2. จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
3. กิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งยึดหลักการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

รู้ (Inquiry Method) ประกอบด้วย

- 3.1 ขั้นตอนิปรายก่อนทำกิจกรรม
- 3.2 ขั้นตอนทำกิจกรรม
- 3.3 ขั้นตอนิปรายหลังทำกิจกรรม
4. สื่อการเรียนการสอน
5. การวัดผลประเมินผล

1.1.3 ค้นหาคุณภาพ

1. นำแผนการสอนที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญการสอนวิทยาศาสตร์ และโครงงานวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหาและภาษาเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขต่อไป

2. นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งไม่ใช่กลุ่มทดลองเพื่อหาข้อบกพร่องเกี่ยวกับเวลา สถานการณ์ ลักษณะกิจกรรม และปริมาณของเนื้อหา ว่ามีความเหมาะสมเพียงใด เพื่อที่จะได้ปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมก่อนนำไปทดลองจริง

1.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1.2.1 ขั้นเตรียม

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลและประเมินผล การสร้างข้อสอบ วิชาวิทยาศาสตร์ และวิเคราะห์จุดประสงค์และเนื้อหากลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่อง สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา จากหนังสือแบบเรียนและคู่มือครูกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2. สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ โดยแบ่งพฤติกรรมออกเป็น 4 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. นำตารางวิเคราะห์ข้อสอบให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้อง

1.2.2 ขั้นสร้าง

สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก ตามตารางวิเคราะห์ข้อสอบที่ได้ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 60 ข้อ

1.2.3 ขั้นหาคุณภาพ

1. นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความถูกต้องด้านภาษา ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยพิจารณาคำตัดสิน ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม (IC) ซึ่งผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนจะให้ คะแนนตามเกณฑ์ดังนี้

ให้คะแนน + 1 เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นเป็นตัวแทนของพฤติกรรมที่ต้องการวัด

ให้คะแนน 0 เมื่อผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นเป็นตัวแทนของพฤติกรรมที่ต้องการวัดนั้นหรือไม่

ให้คะแนน -1 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่ใช่อะไรของพฤติกรรม

$$\text{โดย IC} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในข้อนั้น ๆ}}{\text{จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด}}$$

นำคะแนนที่ได้ไปบันทึกผลการพิจารณาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนในแต่ละข้อ และหาคำตัดสินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรม แล้วคัดเอาข้อคำถามที่เป็นตัวแทนของลักษณะเฉพาะของกลุ่มพฤติกรรมที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไป ส่วนข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องน้อยกว่า .50 ผู้วิจัยจะตัดทิ้งไป หรือปรับปรุงแก้ไขให้มีค่าดีขึ้น เพื่อจะได้เป็นตัวแทนของลักษณะกลุ่มพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้

2. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง จำนวน 100 คน

3. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบเกิน 1 ตัวเลือกให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจรวมคะแนนเรียบร้อยแล้วนำมาวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

3.1 หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ เป็นรายข้อโดยใช้เทคนิค 27%

3.2 คัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไปได้

3.3 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้แล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 จำนวน 100 คน เพื่อหา ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR - 20

1.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ของ กิตติ กล่อมเกลี้ยง (2532 : 109 - 114) ซึ่งสร้างขึ้นตามขั้นตอนในการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ของ เวียร์ (Weir) คือ 1. ขั้นในการระบุปัญหา 2. ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา 3. ขั้นในการเสนอวิธีแก้ปัญหา 4. ขั้นในการตรวจสอบผลลัพธ์

1. ลักษณะของแบบทดสอบและเกณฑ์การให้คะแนน

ข้อคำถามที่สร้างขึ้นมีลักษณะเป็นข้อความสถานการณ์หรือรูปภาพ เพื่อให้นักเรียนนำความรู้เดิมมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์ใหม่ แบบทดสอบเป็น แบบเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยมีเกณฑ์ในการให้คะแนน คือ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน (ภาคผนวกหน้า 153 - 159)

2. คุณภาพของแบบทดสอบ

กิตติ กล่อมเกลี้ยง (2532 : 109 - 114) ได้วิเคราะห์หาคุณภาพของแบบ ทดสอบ ไว้ดังนี้

2.1 หาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะเฉพาะกลุ่ม พฤติกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน

2.2 นำแบบทดสอบที่ผ่านผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองกับเด็กชั้นประถม ศึกษปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองแล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจ จำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27% และเปิดตารางสำเร็จรูปของ จุง เตห์ ฟาน แล้วเลือกข้อสอบที่มี ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป และปรับปรุงข้อ ที่ไม่ได้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน

ใช้สูตร KR - 20 ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.832

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบดังกล่าวไปปรับปรุงในด้านจำนวน ภาษา และเปลี่ยนแปลงข้อตัวละครในสถานการณ์บางสถานการณ์ เพื่อความเหมาะสมกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีขั้นตอนในการปรับปรุงดังนี้

1) นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ แต่ละข้อมีเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนน คือ ให้คะแนนข้อละ 1 คะแนน สำหรับคำตอบที่ถูกต้อง ถ้าตอบผิดให้ 0 คะแนน

2) การหาคุณภาพของแบบทดสอบดังกล่าว ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้ นำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองจำนวน 100 คน แล้วนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก โดยใช้เทคนิค 27 % และหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR - 20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน

1.4 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ สุมาลี กาญจนชาติ (2525 : 31 - 38) ซึ่งใช้แนวคิดพื้นฐานจากขั้นพัฒนาการของ Piaget และผลการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance

1. ลักษณะของแบบทดสอบ เป็นแบบที่ให้นักเรียนตอบได้อย่างอิสระในเวลาที่กำหนด มีจำนวน 3 ข้อ ดังนี้

“การใช้ประโยชน์” กำหนดสถานการณ์ที่เป็นภาพเกี่ยวกับธรรมชาติ ให้ออกประโยชน์ของสิ่งที่กำหนดให้

“นักประดิษฐ์” กำหนดอุปกรณ์มาให้ ให้เลือกอุปกรณ์ที่กำหนดให้นั้นมาประกอบเป็นเครื่องมือเพื่อให้เกิดประโยชน์ในด้านต่าง ๆ

“นักค้นคว้า” กำหนดปัญหาและอุปกรณ์ให้ ให้ออกแบบและออกแบบการทดลองเพื่อแก้ปัญหานั้น

การตรวจให้คะแนน แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ข้อ แต่ละข้อตรวจให้คะแนน 3 ด้าน คือ ด้านความคล่องในการคิด ด้านความคิดยืดหยุ่น และด้านความคิดริเริ่ม

ความคล่องในการคิด พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของแบบทดสอบ โดยให้คะแนนคำตอบที่เป็นไปได้คำตอบละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่

ความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนแต่ละคนตามวิธีที่จะแตกต่างกันแล้วให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่

ความคิดริเริ่ม พิจารณาโดยการหาความถี่จากคำตอบของนักเรียนทั้งหมด

คำตอบที่มีความถี่เกิน 5 ขึ้นไป	ให้คะแนน	0	คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 5	ให้คะแนน	1	คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 4	ให้คะแนน	2	คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 3	ให้คะแนน	3	คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 2	ให้คะแนน	4	คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 1	ให้คะแนน	5	คะแนน

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละข้อได้จากผลรวมของคะแนนความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมดของนักเรียน หาได้จากผลรวมของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ข้อ

2. คุณภาพของแบบทดสอบ

สุมาลี กาญจนชาติ (2525 : 31 - 38) ได้วิเคราะห์แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ 3 ด้าน ด้วยกันคือ

1. หาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบมี 2 ตอนคือ

1.1 หาความตรงของแบบทดสอบ (Face Validity) โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งประกอบด้วยนักจิตวิทยา นักวิทยาศาสตร์ และนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ท่าน ประเมินค่าความตรงของแบบทดสอบ ผลปรากฏว่ามีผู้ทรงคุณวุฒิ 16 ท่าน (คิดเป็นร้อยละ 60) เห็นว่าแบบทดสอบชุดนี้สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11-15 ปี ได้

1.2 นำแบบทดสอบที่ผ่านผู้ทรงคุณวุฒิแล้วไปทดสอบกับนักเรียน โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 - มัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีอายุ 11 - 15 ปี แล้วนำมาวิเคราะห์หาความตรงร่วมสมัย (Concurrent Validity) โดยนำไปหาสหสัมพันธ์

กับคะแนนทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของทัศนีย์ พฤษชลธาร ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.476 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001

2. นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไปทดสอบกับนักเรียนอายุ 11 - 15 ปี ของโรงเรียนต่าง ๆ ในเขตกรุงเทพมหานคร เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้เทคนิค 25 % แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ แล้วหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแต่ละข้อโดยใช้ t - test ผลปรากฏว่าข้อทดสอบแต่ละข้อสามารถจำแนกนักเรียนตามความสามารถในการคิดได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001

3. การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มี 2 ตอนคือ

3.1 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตรของฮอยท์ (Hoytt's) ได้ค่าความเชื่อมั่นเป็น 0.5599

3.2 ความเชื่อมั่นของโครงสร้างที่เป็นองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้สูตรของ ฮอยท์ (Hoytt's) โดยนำคะแนนความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม ได้ค่าความเชื่อมั่นเป็น 0.5688, 0.5589 และ 0.4917 ตามลำดับ

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ชุดนี้ไปปรับปรุงในด้านข้อคำถาม แนวการตอบคำถาม เพื่อให้เหมาะสมกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีขั้นตอนในการปรับปรุง ดังนี้

1) นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

2) การหาคุณภาพของแบบทดสอบดังกล่าว ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้ นำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองจำนวน 100 คน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกโดยการทดสอบค่า t - test และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของครอนบาร์ค

(2) การทดลอง

2.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัยเชิงทดลอง ชนิด Pretest - Posttest Control Group Design ซึ่งมีรูปแบบการวิจัย ดังนี้

ตาราง 6 แสดงแบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T_1	X	T_2
C	T_1	$\sim X$	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

C แทน กลุ่มควบคุมซึ่งได้รับการสอนโดยไม่ใช้กิจกรรมโครงงาน
วิทยาศาสตร์

E แทน กลุ่มทดลองซึ่งได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงาน
วิทยาศาสตร์

T_1 แทน การทดสอบก่อนทดลอง

T_2 แทน การทดสอบหลังทดลอง

X แทน การสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

$\sim X$ แทน การสอนโดยไม่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

2.2 กลุ่มที่ใช้ในการทดลอง

กลุ่มที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลนครสวรรค์ อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Sampling) จำนวนห้องเรียนมา 2 ห้องเรียน จากทั้งหมด 6 ห้องเรียน ซึ่งมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถของนักเรียน จากนั้นสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) อีกครั้งโดยการจับสลากเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเอง

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนโดยไม่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีครูอีกท่านหนึ่งเป็นผู้ดำเนินการสอนตามปกติ โดยในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองสอนในสภาพเวลาเดียวกัน

2.3 การดำเนินการทดลอง

2.3.1 ขั้นเตรียมการ

2.3.1.1 ดำเนินการติดต่อผู้บริหารโรงเรียน ครูผู้สอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการทดลอง

2.3.1.2 จัดตารางระยะเวลาในการทดลอง โดยกระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 ใช้เวลาในการทดลองทั้งสิ้น 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 วัน วันละ 3 คาบ คาบละ 20 นาที รวม 48 คาบ

2.3.1.3 จัดหาและผลิตสื่อที่ใช้ประกอบการจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ เช่น ใบความรู้เกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์, วีดิทัศน์, แบบฝึก เป็นต้น

2.3.2 ขั้นทดลอง

2.3.2.1 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไปทดสอบก่อนการทดลอง (Pretest) กับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2.3.2.2 ผู้วิจัยสอนกลุ่มทดลองโดยใช้แผนการสอนที่สร้างขึ้นในเรื่อง เรื่อง ดิน น้ำ แร่ธาตุ ป่าไม้ ชีวิตบริเวณ และระบบนิเวศน์ โดยทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 อยู่ในช่วงระยะเดือนสิงหาคม 2539

2.3.2.3 หลังการทดลอง (Posttest) ทดสอบกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมอีกครั้ง ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

(3) การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ใช้สถิติ t-test for dependent เพื่อทดสอบคะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยก่อนทดลองกับหลังทดลองของกลุ่มทดลอง

2. ผู้วิจัยนำคะแนนการทดสอบก่อนการทดลอง (Pretest) และทดสอบหลังการทดลอง (Posttest) จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มาทดสอบสมมติฐานทั้ง 3 ข้อ ด้วยเทคนิควิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) โดยมีคะแนนการทดสอบภายหลัง (Posttest) เป็นตัวแปรตามและมีคะแนนการทดสอบก่อน (Pretest) เป็นตัวแปรร่วม (Covariate) พร้อมทั้งวิเคราะห์รายสมรรถภาพของตัวแปรตามแต่ละตัวด้วย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการทดลองและการแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ ดังนี้

$\bar{X}$	แทน คะแนนเฉลี่ย
SD	แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
F	แทน อัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนที่ปรับแล้วระหว่างกลุ่ม กับความแปรปรวนที่ปรับแล้วภายในกลุ่ม
n	แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม
D	แทน ความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่
กลุ่มทดลอง	แทน กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์
กลุ่มควบคุม	แทน กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยไม่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลและการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอดังตารางต่อไปนี้

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ ปรากฏผลดังตาราง 7
2. ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ ปรากฏผลดังตาราง 8
3. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ ปรากฏผลดังตาราง 9
4. ผลการเปรียบเทียบค่าสถิติพื้นฐาน ($\bar{X}$, SD) และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (รายละเอียดของตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมปรากฏดังตาราง 27 ในภาคผนวก จ) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ปรากฏผลดังตาราง 10

5. ผลการเปรียบเทียบค่าสถิติพื้นฐาน ($\bar{X}$, SD) และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (รายละเอียดของตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมปรากฏดังตาราง 28 ในภาคผนวก จ) ของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ปรากฏผลดังตาราง 11

6. ผลการเปรียบเทียบค่าสถิติพื้นฐาน ($\bar{X}$, SD) และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (รายละเอียดของตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมปรากฏดังตาราง 29 ในภาคผนวก จ) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ปรากฏผลดังตาราง 12

ตาราง 7 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ (n = 41)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้าน	ΣD	ΣD^2	t
ความรู้ - ความจำ	32	100	3.648*
ความเข้าใจ	6	20	1.355
การนำไปใช้	7	33	1.226
ทักษะการสังเกต	12	34	2.146*
ทักษะการจำแนกประเภท	4	14	1.071
ทักษะการตั้งสมมติฐาน	7	15	1.860*
ทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการ	9	21	2.038*
ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	-1	17	-0.239
ทักษะการทดลอง	1	5	0.447
ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป	10	18	2.503*
รวม	94	718	4.141*

$$* t_{(05,40)} = 1.684$$

จากตาราง 7 พบว่า โดยภาพรวม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลอง หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กล่าวคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง

และเมื่อพิจารณาเป็นรายสมรรถภาพพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันด้านความเข้าใจ การนำไปใช้ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร และทักษะการทดลอง กล่าวคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ในด้านความเข้าใจ การนำไปใช้ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรและทักษะการทดลอง หลังทดลองต่ำกว่าก่อนทดลอง

ตาราง 8 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ (n = 41)

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้าน	$\sum D$	$\sum D^2$	t
ความคล่องในการคิด	39	257	3.33*
ความคิดยืดหยุ่น	26	126	2.50*
ความคิดริเริ่ม	23	69	2.79*
รวม	88	452	4.27*

$$t (.05, 40) = 1.684$$

จากตาราง 8 พบว่า โดยภาพรวมและในรายสมรรถภาพความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองหลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กล่าวคือ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง

ตาราง 9 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลัง
ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ (n = 41)

ความสามารถในการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่	$\sum D$	$\sum D^2$	t
1	23	65	3.147*
2	19	33	3.816*
3	11	69	1.336
4	10	66	1.239
5	11	83	1.214
รวม	52	250	3.785*

$$t (.05, 40) = 1.684$$

จากตาราง 9 พบว่า โดยภาพรวม ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองหลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กล่าวคือ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรม โครงงานวิทยาศาสตร์หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง

และเมื่อพิจารณาเป็นรายสมรรถภาพ พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันในสถานการณ์ที่ 3, 4 และ 5 กล่าวคือ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรม โครงงานวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่ 3, 4 และ 5 หลังทดลองต่ำกว่าก่อนทดลอง

ตาราง 10 แสดงคะแนนเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าเอฟจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน
 ร่วมของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่ม
 ควบคุม (n = 41)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ด้าน	กลุ่ม	ก่อนทดลอง		หลังทดลอง		F
		X	SD	X	SD	
ความรู้-ความจำ	กลุ่มทดลอง	2.66	1.49	3.61	1.02	.709
	กลุ่มควบคุม	3.10	.74	3.59	1.30	
ความเข้าใจ	กลุ่มทดลอง	2.46	.78	2.61	.67	.805
	กลุ่มควบคุม	2.37	.58	2.68	.82	
การนำไปใช้	กลุ่มทดลอง	4.02	.94	4.20	1.01	11.432*
	กลุ่มควบคุม	3.49	.64	4.54	.67	
ทักษะการสังเกต	กลุ่มทดลอง	.76	.70	1.05	.67	5.487*
	กลุ่มควบคุม	.51	.55	.63	.62	
ทักษะการจำแนก ประเภท	กลุ่มทดลอง	1.83	.77	1.93	.57	7.028*
	กลุ่มควบคุม	1.68	.72	2.12	.71	
ทักษะการตั้ง สมมติฐาน	กลุ่มทดลอง	1.27	.67	1.42	.67	.055
	กลุ่มควบคุม	1.20	.64	1.34	.66	
ทักษะการนิยามเชิง ปฏิบัติการ	กลุ่มทดลอง	.42	.67	.63	.66	3.387
	กลุ่มควบคุม	.44	.55	.44	.55	
ทักษะการกำหนด และ ควบคุมตัวแปร	กลุ่มทดลอง	1.24	.73	1.27	.67	1.478
	กลุ่มควบคุม	1.17	.70	1.34	.66	
ทักษะการทดลอง	กลุ่มทดลอง	.76	.58	.78	.57	4.425*
	กลุ่มควบคุม	.68	.69	.95	.71	
ทักษะการตีความหมาย และลงข้อสรุป	กลุ่มทดลอง	1.27	.71	1.51	.60	5.113*
	กลุ่มควบคุม	1.27	.59	1.27	.67	
รวม	กลุ่มทดลอง	16.68	3.86	19.00	4.05	.381
	กลุ่มควบคุม	15.90	3.41	18.90	3.54	

p* < .05

จากตาราง 10 พบว่า โดยภาพรวมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

และเมื่อพิจารณาเป็นรายสมรรถภาพ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในด้านการนำไปใช้ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป และทักษะการสังเกต ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

ส่วนสมรรถภาพย่อยด้านความรู้ - ความจำ ความเข้าใจ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการและทักษะการตั้งสมมติฐานของทั้งสองกลุ่ม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 11 แสดงคะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟ จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ($n = 41$)

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้าน	กลุ่ม	ก่อนทดลอง		หลังทดลอง		F
		$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD	
ความคล่องในการคิด	กลุ่มทดลอง	15.20	4.09	16.27	4.44	2.378
	กลุ่มควบคุม	14.60	4.46	15.12	3.08	
ความคิดยืดหยุ่น	กลุ่มทดลอง	13.34	3.86	13.93	3.55	1.895
	กลุ่มควบคุม	12.02	3.88	12.54	2.67	
ความคิดริเริ่ม	กลุ่มทดลอง	3.10	2.22	3.66	2.08	.791
	กลุ่มควบคุม	2.29	1.79	2.83	1.63	
รวม	กลุ่มทดลอง	31.63	8.44	33.85	8.12	3.475
	กลุ่มควบคุม	28.93	8.31	30.49	5.37	

จากตาราง 11 พบว่า โดยภาพรวมและในรายสมรรถภาพความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

ตาราง 12 แสดงคะแนนเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟ จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ($n = 41$)

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในสถานการณ์ที่	กลุ่ม	ก่อนทดลอง		หลังทดลอง		F
		$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD	
1	กลุ่มทดลอง	1.66	1.09	2.22	1.06	.540
	กลุ่มควบคุม	1.51	1.00	2.00	1.05	
2	กลุ่มทดลอง	1.73	.71	2.20	.75	8.929*
	กลุ่มควบคุม	2.10	.97	1.88	.64	
3	กลุ่มทดลอง	2.61	1.12	2.88	1.03	4.621*
	กลุ่มควบคุม	2.46	1.05	2.37	1.04	
4	กลุ่มทดลอง	2.39	1.02	2.63	1.09	1.687
	กลุ่มควบคุม	2.46	.78	2.95	1.02	
5	กลุ่มทดลอง	3.12	1.12	2.85	1.46	.123
	กลุ่มควบคุม	2.37	1.22	2.71	1.49	
รวม	กลุ่มทดลอง	11.51	3.16	12.78	2.98	.968
	กลุ่มควบคุม	10.90	3.03	11.90	2.99	

$P^* < .05$

จากตาราง 12 พบว่า โดยภาพรวม ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 และเมื่อพิจารณาเป็นรายสมรรถภาพพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในสถานการณ์ที่ 2 และ 3 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

ส่วนสมรรถภาพย่อยในสถานการณ์ที่ 1, 4 และ 5 ของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งสรุปสาระสำคัญและผลการศึกษาค้นคว้าได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์
2. เพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์
3. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองและกลุ่มควบคุมทั้งในภาพรวมและในรายสมรรถภาพย่อย
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองและกลุ่มควบคุมทั้งในภาพรวมและในรายสมรรถภาพย่อย
3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองและกลุ่มควบคุมทั้งในภาพรวมและในรายสมรรถภาพย่อย

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลนครสวรรค์ อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Sampling) จำนวนห้องเรียน มา 2 ห้องเรียน จากทั้งหมด 6 ห้องเรียน ซึ่งมีการจัดห้องเรียนแบบความสามารถของนักเรียน จากนั้นสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) อีกครั้ง โดยการจับสลากเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนโดยไม่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ได้แก่

2.1 แผนการสอน จำนวน 15 แผน

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา (สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ) เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.824

2.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งปรับปรุงมาจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของ กิตติ กล่อมเกลี้ยง เป็นแบบเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.832

2.4 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งปรับปรุงมาจากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของ สุมาลี กาญจนชาติ เป็นแบบที่ให้นักเรียนตอบได้อย่างอิสระในเวลาที่กำหนด มีจำนวน 3 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น .5491

3. วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 ทำการทดสอบก่อนการทดลอง (Pretest) กับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3.2 ทำการสอนกลุ่มทดลองโดยใช้แผนการสอนที่สร้างขึ้นในเนื้อหาเรื่อง ดิน น้ำ แร่ธาตุ ป่าไม้ ชีวบริเวณ และระบบนิเวศน์ โดยทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 ใช้เวลาทั้งสิ้น 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 วัน วันละ 3 คาบ คาบละ 20 นาที รวม 48 คาบ ซึ่งเท่ากับ 16 ชั่วโมง

3.3 หลังการทดลอง (Posttest) ทดสอบกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมอีกครั้งด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทาง

วิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันกับที่ใช้ทดลองก่อนการทดลอง (Pretest)

3.4 ตรวจผลการทดสอบ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1) ใช้สถิติ t-test for dependent เพื่อทดสอบคะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยก่อนทดลองกับหลังทดลองของกลุ่มทดลอง

2) นำคะแนนการทดสอบก่อนการทดลอง (Pretest) และทดสอบหลังการทดลอง (Posttest) จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มาทดสอบสมมติฐานทั้ง 3 ข้อ ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) โดยมีคะแนนการทดสอบภายหลัง (Posttest) เป็นตัวแปรตาม และมีคะแนนการทดสอบก่อน (Pretest) เป็นตัวแปรร่วม (Covariate) พร้อมทั้งวิเคราะห์รายสมรรถภาพของตัวแปรตามแต่ละตัวด้วย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ในภาพรวมไม่แตกต่างกัน

ส่วนในรายสมรรถภาพย่อย ในด้าน การนำไปใช้ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป และทักษะการสังเกตแตกต่างกัน โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ในภาพรวมและในรายสมรรถภาพย่อยไม่แตกต่างกัน

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ในภาพรวมไม่แตกต่างกัน

ส่วนในรายสมรรถภาพย่อย ในสถานการณ์ที่ 2 และ 3 แตกต่างกัน โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ในภาพรวมทั้งความรู้ทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ถึงแม้จะไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาในสมรรถภาพย่อยในด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะพบว่าในเรื่องของการนำไปใช้ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลที่ได้จะแตกต่างกันที่เป็นเช่นนี้เพราะความรู้ในระดับความรู้-ความจำ ความเข้าใจ เป็นความรู้ระดับข้อเท็จจริง ซึ่งเป็นความรู้เบื้องต้นที่นักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมต่างก็ได้รับเหมือนกันจึงทำให้ผลที่ได้ไม่แตกต่างกัน แต่ในกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งกิจกรรมนี้มุ่งฝึกให้นักเรียนเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Seymour, 1964 : 91 - 93 ; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2530 : 4 และ อีระชัย ปุณณโชติ. 2531:2) นักเรียนในกลุ่มนี้จึงต้องมีการนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการจัดกิจกรรม ทำให้ความรู้ในระดับการนำไปใช้ของนักเรียนในกลุ่มนี้สูงกว่ากลุ่มควบคุม

ส่วนในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จะพบว่าทักษะในระดับการกำหนดและควบคุมตัวแปร การนิยามเชิงปฏิบัติการ, การตั้งสมมติฐาน ผลที่ได้ไม่แตกต่างกัน แต่ในระดับทักษะการสังเกต การจำแนกประเภท การทดลอง และการตีความหมายและลงข้อสรุป ผลที่ได้ทั้ง 2 กลุ่มจะแตกต่างกัน เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะแบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ ระดับเบื้องต้นหรือทักษะขั้นพื้นฐาน ซึ่งมี 8 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ ทักษะระดับสูงหรือขั้นบูรณาการมี 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน การกำหนด

นิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลองและทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป โดยเฉพาะทักษะขั้นพื้นฐาน เป็นทักษะที่สำคัญที่ต้องให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมดังกล่าวในระดับประถมศึกษา ส่วนทักษะขั้นบูรณาการนั้นเป็นทักษะขั้นสูงที่ต้องให้เกิดขึ้นกับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา โดยเฉพาะมัธยมศึกษาตอนปลายต้องได้รับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ขั้น ซึ่งต้องใช้เวลาในการฝึกฝนมาก แต่เวลาที่ใช้ในการทดลองมีน้อย จึงเป็นการยากที่จะฝึกให้นักเรียนในระดับศึกษานี้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้นได้ อาจจำเป็นต้องใช้เวลาในการฝึกฝนมากกว่านี้

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ กับ นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ในภาพรวมและในรายสัปดาห์ภาพย่อยไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ การที่ผลการศึกษาเป็นเช่นนี้ อาจเป็นเพราะเหตุผลต่อไปนี้

2.1 ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็นวิธีการสอนที่เอื้อต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แม้ว่าขั้นตอนของการจัดกิจกรรมของทั้งสองกลุ่มจะต่างกันก็ตาม แต่จุดหมายปลายทางก็เพื่อให้ นักเรียนมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เช่นเดียวกัน ซึ่ง สมจิต สวธนไพบุลย์ (2527 : 30) ได้กล่าวไว้ว่า การใช้สถานการณ์ยั่วยุประกอบการเรียนการสอน โดยคำนึงถึงการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้น ครูอาจจะระบุปัญหาไว้ในสถานการณ์แต่ไม่บอกวิธีการแก้ปัญหาหรือการจัดสถานการณ์ที่ไม่ระบุปัญหา และไม่บอกวิธีแก้ปัญหา การฝึกให้ผู้เรียนมองเห็นปัญหา ตลอดจนการหาแนวทางแก้ปัญหาหลายแง่หลายมุม เป็นวิธีการที่นำไปสู่การคิดแบบอเนกนัย หรือการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง และจากการศึกษาของ ศิริอร ไขภูพิพัฒน์ (2527 : 50) ได้ศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีรูปแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการฝึกแบบระดมพลังสมองและการฝึกเป็นรายบุคคล มีผลให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

2.2 เวลาในการทดลอง จากงานวิจัยได้กำหนดเวลาในการสอนทั้งสองกลุ่มไว้เท่ากัน คือ 48 คาบ แต่การสอนด้วยการจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์นั้นจะต้องปฏิบัติตามเป็นขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ ไม่สามารถข้ามขั้นได้ ซึ่งในแต่ละขั้นตอนต้องใช้เวลาในการปฏิบัติมาก และผู้ปฏิบัติต้องมีความรู้พื้นฐานด้านโครงงานวิทยาศาสตร์มาก่อน แต่จากการทดลอง นักเรียนในกลุ่มทดลองไม่มีพื้นฐานทางด้านโครงงานวิทยาศาสตร์มาก่อน จึงเป็นการยากที่จะทำให้เกิดผล

ตามที่คาดหวัง ผู้วิจัยคิดว่าควรจะมีการฝึกด้วยการจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนในเนื้อหาอื่น ๆ อย่างต่อเนื่อง นอกเหนือจากเนื้อหาที่ทำการทดลองเพราะการสอนด้วยการจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ จะเป็นการช่วยฝึกนักเรียนให้มีทักษะในการคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลที่ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ตามมา

✓ 3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ ในภาพรวม ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ การที่ผลการศึกษาเป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลต่อไปนี้

ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2521 ข : 8) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะไว้ว่า “การสืบเสาะหาความรู้ได้แก่กิจกรรมต่าง ๆ ที่นำไปสู่การแก้ปัญหาและเป็นผลให้เกิดความเข้าใจและสามารถนำไปประยุกต์ได้” ดังนั้น ถึงแม้ว่าทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจะใช้การจัดกิจกรรมต่างกัน แต่วิธีสอนแบบเดียวกัน จึงไม่ทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกัน

ส่วนในรายสมรรถภาพย่อย กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในสถานการณ์ที่ 2 และ 3 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน การที่ผลการศึกษาเป็นเช่นนี้ อาจเป็นเพราะเหตุผลต่อไปนี้

เนื่องจากการสอนโดยใช้การจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ระบุแนวทางการแก้ปัญหาแล้วให้นักเรียนหาทางเลือกในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง นักเรียนจะพยายามตรวจสอบข้อมูลจากการศึกษาค้นคว้ามาว่า อะไรคือปัญหา มีการตั้งสมมติฐานเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และตรวจสอบสมมติฐานนั้นว่าเป็นจริงหรือไม่ โดยจะมีการฝึกการค้นคว้า เพื่อตอบปัญหาหรือคำถามที่สงสัย โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นันทเดช โชคถาวร (2532 : 58) ที่ศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยให้นักเรียนหาทางเลือกในการแก้ปัญหาด้วยตนเองจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการบอกวิธีแก้ปัญหาให้ ดังนั้นจึงทำให้นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการ

แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในสถานการณ์ที่ 2 และ 3

ข้อสังเกตเกี่ยวกับงานวิจัยครั้งนี้

1. นักเรียนในกลุ่มทดลองมีความสนใจ และมีความกระตือรือร้นในการจัดกิจกรรม ใครงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งสังเกตได้จากขณะปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนแต่ละกลุ่มจะร่วมมือกัน มีการค้นคว้าจากตำราต่าง ๆ หรือสอบถามจากผู้รู้ บุคคลภายในครอบครัว เมื่อมีปัญหาก็จะ ช่วยกันหาทางแก้ปัญหาภายในกลุ่ม ซึ่งครูผู้สอนควรจะคอยชี้แนะและให้คำแนะนำที่ถูกต้องอีกครั้ง
2. เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมใครงานวิทยาศาสตร์น้อยเกินไป ทำให้นักเรียนต้อง เร่งรัดในขณะปฏิบัติกิจกรรม ซึ่งผลที่ได้จากใครงานวิทยาศาสตร์บางเรื่องต้องใช้เวลามาก ทำให้นักเรียนต้องไปปฏิบัติต่อในเวลาอื่น ผลที่ได้ออกมาจึงไม่ต่อเนื่องกัน
3. ในขณะปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนบางคนในแต่ละกลุ่มอาจจะไม่ค่อยสนใจ ชอบคุย มากกว่าทำ ซึ่งส่วนใหญ่มักจะเป็นนักเรียนชายมากกว่านักเรียนหญิง ดังนั้นครูผู้สอนจึงควรแนะนำให้ นักเรียนทุกคนรู้จักหน้าที่ของตนภายในกลุ่ม และแบ่งงานกันทำทุกคน
4. การแบ่งกลุ่ม โดยให้นักเรียนแบ่งกันเองตามความสมัครใจ บางครั้งก็ก่อให้เกิด ปัญหาขึ้นมา เช่น นักเรียนบางคนที่มีความสนิทสนมกันก็จะรวมอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ไม่ยอม กระจายไปอยู่กลุ่มอื่น ทำให้บางกลุ่มมีจำนวนสมาชิกไม่เพียงพอ ดังนั้น ในบางครั้งครูผู้สอนจึง ควรจัดกิจกรรมการแบ่งกลุ่มให้กับนักเรียน โดยอาจจัดในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเล่นเกม, การจับคู่, การเรียงตามลำดับเลขที่ เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียน การสอน ดังต่อไปนี้

1. **ข้อเสนอแนะ** สำหรับการนำผลวิจัยไปใช้
สำหรับครูผู้สอน มีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้
 - 1.1 ก่อนที่ครูผู้สอน จะนำกิจกรรมใครงานวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียน การสอน ควรได้ศึกษาหลักการใช้คำถามที่จะนำไปสู่การสังเกต การเกิดปัญหาเพื่อเป็นแนวทาง

ในการคิดและเลือกเรื่องที่จะจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญของการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์

1.2 การปฏิบัติกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ มุ่งให้นักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนควรมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นก่อนดำเนินการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ ควรมีการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาสมรรถภาพด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน เพื่อให้กิจกรรมการเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 การคิดและเลือกเรื่องโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นตอนที่สำคัญในการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนควรให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าจากเอกสารในแหล่งความรู้ต่าง ๆ เช่น ห้องสมุด พานักเรียนออกไปสำรวจสภาพแวดล้อมในชุมชน ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสภาพปัญหาในชุมชน อาชีพเสริมของครอบครัวหรือชุมชน และสำรวจความเชื่อของคนในท้องถิ่น เพื่อเป็นแนวทางในการคิดและเลือกเรื่องที่จะจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์

1.4 ครูควรแนะนำให้นักเรียนรู้จักใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ควบคู่ไปกับการทำงานกลุ่มในการศึกษาหาความรู้เพื่อให้นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

1.5 ครูผู้สอนจะต้องมีความพร้อมในด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการจัดหาและจัดเตรียมอุปกรณ์ แหล่งข้อมูลต่าง ๆ

1.6 ในการปฏิบัติกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ ขั้นตอนที่สำคัญในการปฏิบัติกิจกรรม คือ การคิดและเลือกเรื่องโครงการวิทยาศาสตร์ สิ่งที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถคิดและเลือกเรื่องได้นั้นนอกจากการค้นคว้าจากเอกสารและแหล่งความรู้ต่าง ๆ แล้ว ครูผู้สอนยังมีส่วนช่วยในเรื่องนี้ได้โดยการกระตุ้นให้นักเรียนคิดอยู่ตลอดเวลา เช่น การใช้คำถามที่เป็นการชวนคิด ชวนทำ ใช้สื่อประกอบ อาจจะเป็นรูปภาพ หรือ ของจริงก็ได้

2. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาระยะยาวมากกว่านี้ เพราะเด็กในระดับประถมศึกษาจะไม่มีพื้นฐานทางด้านโครงการวิทยาศาสตร์มาก่อน

2.2 ควรมีการศึกษาลงของการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกับตัวแปรอื่น ๆ เช่น เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความคงทนในการเรียนรู้ ความสนใจ ความรับผิดชอบ และความสามารถในการคิดแบบต่าง ๆ เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดตัดสินใจ เป็นต้น

2.3 ควรมีการศึกษาค้นคว้าของการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในหน่วยอื่นๆหรือศึกษากับนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการเรียนต่างกัน ความถนัดทางการเรียนต่างกัน เพศต่างกัน หรือศึกษากับนักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมล เฟื่องฟูง. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการทำ
โครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโครงงานวิทยาศาสตร์
โดยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอนโครงงาน
วิทยาศาสตร์. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2534. อัดสำเนา.
- กมลทิพย์ กลัสการ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วย “แรงธรรมชาติ” โดยวิธี
สอนแบบกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์กับการสอนปกติระดับชั้น ป.6. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2523. อัดสำเนา.
- กฤษณา บุญคุ้ม. การศึกษาค้นคว้าผลของการสอนโดยวิธีการสำรวจสิ่งแวดล้อมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร , 2534. อัดสำเนา.
- กาญจนา ลากวย. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ต่างกัน โดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางและการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง.
ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532.
อัดสำเนา.
- กิ่งทอง ไบหยก. การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2537.
- กิตติ กล่อมเกลี้ยง. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยมีการใช้สถานการณ์
ฝึกกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐานกับไม่มีการใช้สถานการณ์ฝึกกำหนดปัญหาและตั้ง
สมมติฐาน. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม.กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2532. อัดสำเนา.

กิตติ แสงสุวรรณ. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กับความคิด

สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในเขตการศึกษา 6 .

ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534.
อวดสำเนา.

คณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. “แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 7
(พ.ศ. 2535 - 2539) ในส่วนสาระสำคัญของสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษา
แห่งชาติ,” ในคู่มือคณะกรรมการการประถมศึกษาจังหวัด และคณะกรรมการการ
ประถมศึกษาอำเภอ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว, 2536.

คณิน นาคะไพบูลย์. การเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระหว่างนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เคยทำและไม่เคยทำโครงงานวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ค.ม.
กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532. อวดสำเนา.

จันทร์ชัย หญิงประยูร. “โครงงานวิทยาศาสตร์,” คู่มือครูกิจกรรมวิทยาศาสตร์นอกห้องเรียน.
กรุงเทพฯ: ดาวศิลป์การพิมพ์, 2524.

จิรพรรณ แสงหล้า. การศึกษามลสัมฤทธิ์ในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติ
ทางวิทยาศาสตร์ภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมการฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านกาดวิทยาคม อำเภอสันป่าตอง จังหวัด
เชียงใหม่. ปริญญาานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน,
2532. อวดสำเนา.

จำนง พรายแย้มแซ . เทคนิคและวิธีการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนา
พานิช, 2516.

ฉวีวรรณ กินาวงษ์. “หลักการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างประสบการณ์,” ใน เอกสาร
ประกอบคำบรรยายวิทยาศาสตร์สำหรับครูประถมศึกษา. พิษณุโลก : คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก, 2527.

ชาญชัย กิจลวส์ดี . การศึกษามลการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 1. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
2529. อวดสำเนา.

ชุติมา วัฒนะศิริ. กิจกรรมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน,
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2536.

- สุจิต ดันอรณาวิน. ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับการอ่านวารสารทางวิทยาศาสตร์และชมรายการวิทยาศาสตร์ทางโทรทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528. อัดสำเนา.
- ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. “ความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี : ผลกระทบต่อการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ในทศวรรษหน้า,” ก้าวไกล. 2 (11) : 3 - 5 ; กุมภาพันธ์ 2535.
- ทัศน์ีย์ บุญเดิม. “ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์,” วิทยาศาสตร์. 37(1) : 32 - 33 ; มกราคม 2526.
- เทียน ทองแก้ว. กระบวนการกลุ่มสุรินทร์. คณะวิชาครุศาสตร์ วิทยาลัยครูสุรินทร์, 2523. อัดสำเนา.
- ธัญญา เรืองแก้ว. การเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณกับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537. อัดสำเนา.
- ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนตามคู่มือครูและชุดการเรียนด้วยตนเอง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.
- ธีระชัย ปุณณโชติ. “การสอนวิทยาศาสตร์สมัยใหม่,” วารสารสามัญศึกษา 6 : 32 - 33 ; มิถุนายน 2516.
- _____. การสอนกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์. (คู่มือสำหรับครู) กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.
- นพเก้า สุนทรเกส. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ โดยวิธีสอนแบบเรียนเป็นทีมกับการเรียนแบบบรรยายประกอบการสาธิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518. อัดสำเนา.
- นภาพร พุ่มพุกษ์. ผลของกิจกรรมกลุ่มที่มีต่อการพัฒนาความภาคภูมิใจในตนเองของนักเรียนชั้น ม.3 โรงเรียนพระนารายณ์ จังหวัดลพบุรี. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529 . อัดสำเนา.

นันทนา เทพบริรักษ์. การเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยพลังงาน โดยวิธีการ
กระบวนการกลุ่มสัมพันธ์และวิธีสอนแบบธรรมชาติ ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.

วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518. อัดสำเนา.

นันทิยา บุญเคลือบ. “โครงการวิทยาศาสตร์,” ข่าวสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี. (13) : 46 - 50 ; กรกฎาคม - กันยายน 2528.

นิตา สะเพียรชัย. “ปรัชญาและความมุ่งหมายการสอนวิทยาศาสตร์,” ข่าวสาร สสวท. 4 : 3 - 4,
1 - 7 กรกฎาคม, 2520.

นิตยา กิจโร. การศึกษามูลค่าการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่
มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินูญานิพนธ์ คศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.

เนาวรัตน์ รุ่งเรืองบางชัน. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาตอนปลายที่เคยทำและไม่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ค.ม.
กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529. อัดสำเนา.

บุญเรือง ขจรศิลป์. สถิติวิจัย 2. กรุงเทพฯ : พลิทส์เซ็นเตอร์การพิมพ์, 2533.

บุญเลิศ เสียงสุขสันติ. การศึกษามูลค่าสัมฤทธิ์ทางกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนโดยใช้ชุดการสอนฝึก
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนแบบปกติ. ปรินูญานิพนธ์ คศ.ม.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.

เบญจพร ศรีสุวรรณมาศ. “โครงการวิทยาศาสตร์กิจกรรมที่ควรส่งเสริม,” ข่าวสารสถาบันส่งเสริมการ
สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (15) : 24 - 27 ; เมษายน - มิถุนายน 2531.

เบญจมาศ จิตตยานันต์. ผลของชุดกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์
ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 6. ปรินูญานิพนธ์ คศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2533.
อัดสำเนา.

ปัญญา อุทัยพัฒน์ และอรรถศิษฐ์ สมรรถการอักษรกิจ. “การจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน
มัธยมศึกษา,” ในเอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
หน่วยที่ 8 - 15 กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2527.

- ประทุม ทองพูน. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่เรียนหลักสูตร 2503 กับหลักสูตรสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. อัดสำเนา.
- ประวิตร ชูศิลป์. หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่. กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู, 2524.
- ประทีน มหาจันทร์. “การแบ่งหมู่นักเรียน,” ประชาศึกษา, 16 : 13 - 18 ; สิงหาคม 2507.
- ปรีชา กันตรง. ผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534. อัดสำเนา.
- มุสดี ตามไท. “โฉมใหม่ของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น,” ข่าวสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี . (16) : 6 - 9 ; มกราคม - มีนาคม 2531.
- พจนา สังวรรณกิจ. การทดลองสอนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- พรณา หิมารัตน์. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และที่เรียนตามชุดการสอน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- พรณี เกษกมล. การร่วมมือ - การแข่งขันที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522. อัดสำเนา.
- เพียงจิต ไรจน์สุภรัตน์. การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ระหว่างเด็กปฐมวัยที่ทำกิจกรรมวาดรูปเป็นกลุ่มกับเป็นรายบุคคล. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.
- ภพ เลหาไพบุลย์. แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2537.
- มังกร ทองสุขดี. การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์บัวหลวงการพิมพ์, 2522.

มหาวิทยาลัย, ทบวง. การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ :

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, 2525.

_____ ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. กรุงเทพฯ : คณะกรรมการ
พัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, 2525.

มะลิวรรณ วีระจิตต์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เคยเรียนโดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้
สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครู
ของ สสวท. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.

ยุรินทร์ ศรีไชย. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ความคงทนในการเรียนรู้
และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดย
การใช้ชุดปฏิบัติจรกรรมจากสื่อประสมกับการสอนตามแผนการสอนของกรมวิชาการ.
ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534.
อัดสำเนา.

รุจิร ภูสาระและคณะ. แบบเรียนแนวหน้าชุดพัฒนากระบวนการสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์, มปป.

รุ่งชีวา สุขดี. การศึกษาผลการฝึกออกแบบการทดลองในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.

รัชฎาพร ชูสกุล. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการ
ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ใช้การสอน
โดยวิทยาศาสตร์เพื่อป้องกันกับการสอนตามแผนการสอนของกรมวิชาการ.
ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2538.
อัดสำเนา.

ละดา ดอนหงษา. ผลของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 6 ที่สอนโดยใช้เกมฝึกทักษะและโดยการฝึกทักษะ. ปริญญาโท กศ.ม.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.

ลัดดา สุขบริดี. เทคโนโลยีทางการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2523.

- ลัดดา สายพานทอง. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.
- ลัดดา อุตสาหะ. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518. อัดสำเนา.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ . เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2536.
- วรารณ ภูละคร. การพัฒนากิจกรรมส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533. อัดสำเนา.
- วิชาการ, กรม กระทรวงศึกษาธิการ. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต. สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ, 2536.
- วิชาการ, กอง กระทรวงศึกษาธิการ. การวัดผลประเมินผลในชั้นเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต. สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ, 2536.
- _____. สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. รายงานการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. กรุงเทพฯ : กองวิชาการ, 2532.
- วิทยา ทวีทรัพย์. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอุดรพิทยานุกูล จ.อุดรธานี. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2532. อัดสำเนา.
- วิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย, สมาคม. การประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ประจำปี 2528. กรุงเทพฯ : พันนี้พับบลิชชิง, 2529.
- วินัย คำสุวรรณ. ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529. อัดสำเนา.

- วิภาภรณ์ เตโชชัยวุฒิ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง แบบสืบเสาะหาความรู้กับการเรียนตามปกติ. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.
- วิรัช ชันตยานุกุลกิจ. การทดลองใช้ชุดการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนจำการบุญ พิษณุโลก. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2536. อัดสำเนา.
- ศิริอร ไข้วพิพัฒน์. การศึกษารูปแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยมีการฝึกกระตมพลังสมอง และแบบฝึกgrayบุคคล. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. แผนการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ, 2530.
- _____. คู่มือหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521. (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ, 2533.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. ปรัชญาและการสอนวิทยาศาสตร์และทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2519.
- _____. เอกสารวิธีสอน เรื่องการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2521 ข. อัดสำเนา.
- _____. แนวทางในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในโครงการพัฒนาผู้มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2529.
- _____. การพัฒนาแบบวัดความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ : แบบวัดบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สาขาวิจัยและประเมินผล ฝ่ายประสานงานโครงการ พสวท. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2530.
- _____. คู่มือการจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2531.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. แบบฝึกกิจกรรมวิชาวิทยาศาสตร์ ว.017

โครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. กรุงเทพฯ :

โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว, 2536.

สมจิต สวณไพบูลย์. การพัฒนากิจกรรมสอนครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและ

การสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.

_____. สมรรถภาพของครู : การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ :

ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร, 2527.

_____. ประมวลการพัฒนากิจกรรมสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535.

สมจิต สวณไพบูลย์ และสมจิต สมัตถพันธ์. ทิศทางการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยีของประเทศไทยในช่วงศตวรรษที่ 21: การศึกษาสำหรับปวงชน. กรุงเทพฯ :

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533.

สามัญศึกษา, กรม. “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา,” วารสารการวิจัยทางการศึกษา.

หน้า 21 - 27. กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา, 2526.

สายพิน ดาวเรือง. ผลของกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย

เกษตรศาสตร์, 2533. อัดสำเนา.

สุชิน วรณฉวี. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์และความคงทน

ในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนแบบสืบเสาะหา

ความรู้โดยการจัดกลุ่มย่อยแบบต่าง ๆ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.

สุนทรี วัฒนพันธ์ . การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการตัดสินใจ

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงาน

วิทยาศาสตร์ประเภททดลองกับที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.

กรุงเทพฯ :มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.

- สุปรียา ลำเจียก. การศึกษาศักยภาพระหว่างสติปัญญา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.
วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. อัดสำเนา.
- สุมาลี กาญจนชาติ. การศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11 - 15 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525. อัดสำเนา.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2518.
_____ . ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนของครูวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ (เล่ม 2).
กรุงเทพฯ : เจเนอรัลบุ๊คส์เซนเตอร์จำกัด, 2531.
- สุพัตรา เชื้อมชัยตระกูล. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้น ม.ศ. 1 โดยวิธีการสอนแบบกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์กับวิธีสอนแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2523.
อัดสำเนา.
- อาภรณ์พันธ์ จันทร์สว่าง. การพัฒนาบุคคล กลุ่ม และชุมชน. กรุงเทพฯ : คณะสังคมสงเคราะห์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2525.
- อารีย์ รังสินันท์. ความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ : ธนะการพิมพ์, 2527.
- อัญชลี ศรีรัตนศาสตร์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยวิธีการแบ่งกลุ่มแบบต่าง ๆ. วิทยานิพนธ์ ค.ม.
กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524. อัดสำเนา.
- อุทัย บุญมาดี. การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองและตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- อุไรรัตน์ ช่างทรัพย์. การสร้างชุดกิจกรรมการประดิษฐ์อุปกรณ์จากวัสดุเหลือใช้ประเภทพลาสติกเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน , 2532. อัดสำเนา.

- Atkinson, S.K. The Education's Encyclopedia. New Jersey : Prentice Hall, Inc., 1961.
- Baker, T. "What Can We Do to Make Our Children Capable of Thinking for Themselves," Science Education. (34) : 153 - 155 ; March, 1960.
- Bills, Frank Lynn. "Developing Creative Through Inquiry," Science Education. 60 (3) : 417 - 421; July - September, 1976.
- Burnett, Raymond Will. Teaching Science in the Secondary School. New York, Rinehart, 1957.
- Davis, Maynard. "The Effectiveness of a Guided - Inquiry Discovery Approach in an Elementary School Science Curriculum," Dissertation Abstracts International. 39 (7) : 4164 - A ; January, 1976.
- Devito, Alfred and Gerald H. Krokovar, Creative Sciencing Ideas, Activities for Teacher and Children Little, Brown and Company, Inc., 1976.
- Dewey, John. Moral Principle in Education. Boston : Houghton Mifflin Co., 1976.
- Gauld, Colin. "The Scientific Attitude and Science Education : A Critical Reappraisal," Science Education. (66) : 109 -121 ; January, 1982.
- Good, Carter V. Dictionary of Education. Carter, New York : McGraw - Hill Company, 1973.
- Hurley, Beatrice. "Some Ways of Helping Children to Learn Science," Science for Eight - to - Twelve. Bulletin No. 13 A of the Association for Childhood Education International. Washington D.C., 1964..
- John, K.W. "A Comparison of Two Methods of Teaching Eight Grade General Science : Traditional and Structured Problem Solving," Dissertation Abstracts International. 27 (4) : 994 - 995 - A ; October, 1966.
- Kemp, Gratton C. Perspective on the Group Process. Boston : Houghton Mifflin, 1964.
- Kolebas, Patricia. "The Effect on the Intelligence, Reading, Mathematics and Interest in Science A Process Approach Since First Entering School," Dissertation Abstracts International. (32) : 4443 - A ; February, 1972.

- Maria, Carl J. "An Evaluation of the Effectiveness of the Use of Inquiry Instruction to Foster Creative in Intermediats Grade Student," Dissertation Abstracts International. 42(2) : 642 - A ; August, 1981.
- Morgan, Clifford T. "Thinking and Problem Solving," A Brief Introduction to Psychology. 2nd ed New Delhi : Tata McGraw Hill Co., 1978.
- Nabor, Donald G. "A Comparative Study of Academic Achievement and Problem Solving Abilities of Black Publis at The Intermediate Level in Computer Supported Instruction and Self - Contained Instructional Process," Dissertation Abstracts International. (36) : 4352 - A ; December, 1975.
- Ohlsen, Merlo M. Group Counseling. 2nd ed. New York : Holth Row Rinehart and Winston, 1970.
- Olarinoye, R.D. "A Comparative Study of Effectiveness of Three Method of Teaching A Secondary School Physics Course in a Nigerian Secondary School," Dissertation Abstracts International. 8 (39) : 4848-A; February, 1987.
- Piaget, J. The Origins of Intelligence in Children. New York : W.W. Norton, 1962.
- Rubin, Rochelle Leventhal. "Using a systematic modeling teaching strategy to promote the development of integrated science process skill and formaleognitive reasoning ability (reasoning)," Dissertation Abstracts. Wayne State University, 1989.
- Seymour, Fower H. Secondary School Science Teaching Practice. New York : The Renter for Applied Research in Educaiton, Inc., 1964.
- Sherburen, E.D. Jr. How to Organize and Conduct : a Science and Engineering Fair. Washington D.C., 1985. (Draft Verion)
- Sund, Robert B. and , Leslie W. Trowbrige. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. Second Edition Published by Charles E. Marril Publishing Company, 1973.
- Vandermann, B.A. and P.C. Parfitt. "The Nute and Bolts of Science Fairs," Science and Chidren. (2) : 14 ; Octover, 1985.
- Young, Carolyn. "Team Learning," The Arithematic Teacher. 19 ; December, 1972.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.
รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการแนะนำ ตรวจสอบและแก้ไขเครื่องมือเพื่อทำปริญญานิพนธ์

1. อาจารย์เบญจวรรณ ศรีเจริญ
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. อาจารย์วิไลรัตน์ เพชรรัตน์
อาจารย์ 2 โรงเรียนอนุบาลนครสวรรค์ อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์
3. อาจารย์พิศุจน์ ศรีแก้ว
อาจารย์ 2 โรงเรียนสวัสดิศึกษา แขวงคลองตัน เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์วินัย คำสุวรรณ
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข.
แผนการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

แผนการสอนกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์
ประเภทการสำรวจ
(แผนการสอนที่ 1 - 6)

แผนการสอนกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์
ประเภทการทดลอง
(แผนการสอนที่ 6 - 10)

แผนการสอนกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ

แผนการสอนที่ 1 (ระยะวางพื้นฐาน)

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เวลา 3 คาบ (60 นาที)

มโนคติ โครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ เป็นการสำรวจและรวบรวมข้อมูลแล้วนำมาจำแนกเป็นหมวดหมู่ นำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้เห็นลักษณะหรือความสัมพันธ์ของเรื่องที่ศึกษาได้ชัดเจนขึ้น

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายและยกตัวอย่างโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจได้
2. สามารถบอกคุณลักษณะที่สำคัญของโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

พฤติกรรมครู	พฤติกรรมนักเรียน
ขั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม (20 นาที) - กล่าวถึงความจำเป็นเกี่ยวกับการเรียนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในบางเรื่องที่ไม่อาจจะจำลองเรื่องราวหรือชี้ให้นักเรียนได้เห็นภาพพจน์ได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องนำผู้เรียนออกไปเรียนรู้ตามสถานที่ต่าง ๆ ที่สามารถให้ข้อมูลที่เป็นความรู้ ตรงตามจุดประสงค์ของหลักสูตร และลักษณะการเรียนการสอนแบบนี้เรียกว่า “การสำรวจสิ่งแวดล้อม”	- ฟังและซักถามข้อสงสัย

พฤติกรรมครู	พฤติกรรมนักเรียน
- อธิบายถึงจุดประสงค์การสอนโดยวิธีการสำรวจสิ่งแวดล้อมเป็นการสอนที่จัดอยู่ในรูปของกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนจากประสบการณ์ตรงในสถานการณ์ที่เป็นจริง ขั้นปฏิบัติกิจกรรม (30 นาที) - ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มตามความสมัครใจ กลุ่มละ 4 - 5 คน ให้แต่ละกลุ่มดูวีดีทัศน์หรือของจริง - ครูให้ความรู้เกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจและยกตัวอย่างจากการดูวีดีทัศน์หรือของจริงและซักถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ - ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปเกี่ยวกับ “ความหมายโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ” พร้อมยกตัวอย่าง ขั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม (10 นาที) - ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาถึงคุณลักษณะที่สำคัญของโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจและออกมาเขียนลงกระดานดำ - ครูสรุปเนื้อหาเกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจอีกครั้ง	- ฟัง และซักถามข้อสงสัย - นักเรียนดูวีดีทัศน์หรือของจริงและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม พร้อมทั้งซักถามข้อสงสัย - ฟัง และซักถามข้อสงสัยพร้อมทั้งตอบคำถามที่ครูเป็นผู้ถาม - ตัวแทนของนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาสรุปหน้าชั้นเรียน - ตัวแทนกลุ่มแต่ละกลุ่มเขียนคุณลักษณะที่สำคัญของโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจลงกระดานดำ

สื่อการเรียนการสอน

1. วีดิทัศน์ เรื่อง โครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ
- หรือ 2. ตัวอย่างโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ

การวัดผลประเมินผล

1. การสังเกต
 - 1.1 จากการปฏิบัติกิจกรรม
 - 1.2 จากการตอบคำถามของนักเรียน
 - 1.3 จากการอภิปราย

แผนการสอนกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ

แผนการสอนที่ 2 (ระยะวางพื้นฐาน)
เวลา 3 คาบ (60 นาที)

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

- มโนคติ**
1. สิ่งที่อยู่รอบตัวเรามีทั้งที่เป็นสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต เรียกว่าสิ่งแวดล้อม
 2. ชีวบริเวณ คือ บริเวณที่มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ ซึ่งจะประกอบด้วยสิ่งมีชีวิต ได้แก่ คน สัตว์ พืช และสิ่งไม่มีชีวิต ได้แก่ หิน ดิน น้ำ อากาศ แร่ธาตุ
 3. ระบบที่กลุ่มสิ่งมีชีวิตซึ่งอาศัยอยู่ในแหล่งเดียวกัน มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และมีความสัมพันธ์กับสิ่งไม่มีชีวิตในแหล่งที่อาศัยนั้นด้วย เรียกว่า ระบบนิเวศน์

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายและยกตัวอย่างชีวบริเวณ และระบบนิเวศน์ได้
2. เปรียบเทียบคุณลักษณะระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตได้
3. สังเกต จัดบันทึก จัดกระทำข้อมูล ตลอดจนแปลความหมายข้อมูลได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

พฤติกรรมครู	พฤติกรรมนักเรียน
ขั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม (20 นาที) - ครูกระตุ้นให้นักเรียนคิดเพื่อให้เกิดความสงสัยโดยใช้คำถามดังนี้ 1. สิ่งแวดล้อม หมายถึงอะไร 2. สิ่งแวดล้อมของสิ่งมีชีวิต ได้แก่ อะไรบ้าง 3. นักเรียนทราบไหมว่าสิ่งแวดล้อมมีผลต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร	

พฤติกรรมครู	พฤติกรรมนักเรียน
4. มีพืชและสัตว์อะไรบ้างที่อาศัยอยู่รวมกัน 5. นักเรียนคิดว่าพืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่รวมกัน มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ - ครูชักชวนให้นักเรียนศึกษาเพื่อหาคำตอบว่า “สิ่งมีชีวิตสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมอย่างไร” “สัตว์และพืชที่อาศัยอยู่รวมกันมีความสัมพันธ์กันอย่างไร” โดยการสำรวจสิ่งแวดล้อมในโรงเรียน - ครูชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงหลักการสำรวจ เช่น ขณะสำรวจนักเรียนต้องระมัดระวังไม่ทำอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมที่พบ เมื่อสำรวจเสร็จแล้วต้องให้สิ่งมีชีวิตนั้นอยู่ในสภาพเดิมและสิ่งที่จะต้องสำรวจว่ามีอะไรบ้าง และแนะนำให้นักเรียนแต่ละคนบันทึกสิ่งที่สังเกตได้อย่างละเอียดถี่ถ้วน เช่น ถ้าสังเกตต้นไม้ ควรสังเกตสิ่งมีชีวิตที่อาจเกาะอยู่ตามใบไม้และกิ่งไม้ได้ พร้อมทั้งให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม	- นักเรียนตอบคำถามและซักถามข้อสงสัย - ฟัง ซักถามข้อสงสัยและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม
ขั้นปฏิบัติกิจกรรม (40 นาที) - ครูให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้บทปฏิบัติการสำรวจสิ่งแวดล้อมของกฤษณา บุญคุ้ม ควรเอาใจใส่ดูแลนักเรียนเป็นพิเศษพยายามให้อยู่ใน	- นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการสำรวจบริเวณโรงเรียนตามบริเวณที่ครูกำหนดให้แต่ละกลุ่ม เช่น บริเวณสนามหญ้าโรงเรียน บริเวณอาคารเรียน บริเวณริมสระน้ำ

พฤติกรรมครู	พฤติกรรมนักเรียน
สายตามากที่สุด โดยเฉพาะถ้าเป็นบริเวณแหล่งน้ำ ต้องเน้นให้นักเรียนอยู่ริมสระ ห้ามลงไปในน้ำและห้ามหยอกล้อกันขณะทำการสำรวจ - ขณะทำกิจกรรมครูทำหน้าที่ช่วยเสริมความรู้ความเข้าใจ และปลูกฝังเจตคติในการอนุรักษ์ สิ่งแวดล้อมลงไปด้วย ขั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม (10 นาที) - ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาสรุปผลการทำงาน - ครูอธิบายและสรุปเพิ่มเติมโดยใช้ข้อมูลจากการสำรวจ แนวคำถามเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปเกี่ยวกับความรู้ใหม่ รวมทั้งประโยชน์ของการศึกษาค้นคว้า ที่จะสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจได้	เป็นต้น แล้วบันทึกผลลงในตารางที่กำหนดให้โดยใช้ บทปฏิบัติการสำรวจสิ่งแวดล้อมของ กฤษฎา บุญคุ้ม (2534) - ตัวแทนแต่ละกลุ่มสรุปผลการทำงานของกลุ่ม วิธีการดำเนินงาน ปัญหา อุปสรรค โดยรายงานหน้าชั้นเรียน - ฟังและแสดงความคิดเห็น

สื่อการเรียนการสอน

1. รูปภาพแสดงสภาพแวดล้อม แหล่งที่อยู่ของสิ่งมีชีวิต
2. เอกสารประกอบการเรียนเรื่องสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัวเรา (ชีวนิเวศ)
3. อุปกรณ์ในการปฏิบัติกิจกรรม เช่น แว่นขยาย, ถุงพลาสติก ขวดพลาสติก, ที่ซ็อนลูกน้ำ, เทอร์โมมิเตอร์
4. บทปฏิบัติการสำรวจสิ่งแวดล้อม ของ กฤษฎา บุญคุ้ม

การวัดผลประเมินผล

1. การสังเกต
 - 1.1 จากการอภิปรายถาม - ตอบของนักเรียน
 - 1.2 จากการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน
2. การตรวจผลงานจากการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน

แผนการสอนกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ

แผนการสอนที่ 3 (ระยะฝึกการเขียนโครงงานวิทยาศาสตร์) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
เวลา 3 คาบ (60 นาที)

- มโนคติ**
1. ขั้นตอนที่สำคัญที่สุดของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ คือ การคิดหัวเรื่องของโครงงาน ซึ่งนักเรียนต้องคิดและเลือกเรื่องที่จะทำโครงงานด้วยตนเอง ซึ่งเกิดจากปัญหาคำถาม และความอยากรู้อยากเห็น
 2. การเขียนเค้าโครงเพื่อแสดงแนวคิด แผนงาน และขั้นตอนของการทำโครงงาน ประกอบด้วย ชื่อโครงงาน ชื่อผู้ทำโครงงาน ที่มาและความสำคัญของโครงงาน จุดมุ่งหมาย และวิธีดำเนินงาน

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

1. สามารถหาหัวข้อในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจได้อย่างน้อย 1 หัวข้อ
2. สามารถเขียนเค้าโครงย่อของโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

พฤติกรรมครู	พฤติกรรมนักเรียน
ขั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม (10 นาที) - ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ที่ได้รับจากการสำรวจบริเวณโรงเรียนและสภาพปัญหาที่พบจากการสำรวจโรงเรียน	- นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการสำรวจบริเวณโรงเรียนและปัญหาสภาพแวดล้อมที่นักเรียนเคยพบเห็น

พฤติกรรมครู	พฤติกรรมนักเรียน
- ครูอธิบายให้เห็นถึงความสำคัญของกิจกรรมการสำรวจและเลือกเรื่องที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ ขั้นปฏิบัติกิจกรรม (40 นาที) - ครูให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมจากเอกสารประกอบการเรียน หมายเลข 4 พร้อมทั้งให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำแก่นักเรียนแต่ละกลุ่ม ขั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม (10 นาที) - ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอเค้าโครงย่อของโครงการวิทยาศาสตร์ - หลังจากนักเรียนนำเสนอเค้าโครงย่อมาแล้วครูผู้สอนควรทำหน้าที่ดังนี้ 1. พิจารณาความเป็นไปได้ของหัวข้อเรื่อง 2. แนะนำเอกสารค้นคว้า 3. ตรวจเค้าโครงของโครงการ พร้อมทั้งตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน	- ฟัง และซักถามข้อสงสัย - นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการสำรวจและเลือกเรื่องที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจจากเอกสารประกอบการเรียน หมายเลข 4 - นักเรียนนำเสนอเค้าโครงย่อของโครงการวิทยาศาสตร์มาเสนอต่อครูผู้สอนว่าจะถูกต้องและสามารถปฏิบัติได้หรือไม่ - ฟัง พร้อมทั้งร่วมกันอธิบายและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเค้าโครงย่อที่กลุ่มนำเสนอ

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบฟอร์มการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์
2. แผ่นใส และปากกาเขียนแผ่นใส
3. รูปภาพเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม
4. เอกสารประกอบการเรียนหมายเลข 4
5. วารสาร หนังสือพิมพ์ เอกสารทางวิชาการต่าง ๆ ฯลฯ

การวัดผลประเมินผล

1. การสังเกต
 - 1.1 จากการอภิปรายตาม - ตอบของนักเรียน
 - 1.2 จากการปฏิบัติกิจกรรม
2. การตรวจผลงานจากเค้าโครงที่นักเรียนนำเสนอ

แผนการสอนกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ

แผนการสอนที่ 4 (ระยะปฏิบัติการกิจกรรมและสรุปผล
การจัดกิจกรรม)

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เวลา 6 คาบ (120 นาที)

มโนคติ ลงมือทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจจากเค้าโครงย่อที่เขียนไว้พร้อมทั้งสรุปและนำเสนอผลงาน

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

1. สามารถทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจอย่างง่ายได้
2. หลังจากทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจแล้ว สามารถเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

พฤติกรรมครู	พฤติกรรมนักเรียน
ขั้นอภิปรายก่อนทำ กิจกรรม (20 นาที) - ครูชี้แจงเกี่ยวกับข้อปฏิบัติต่าง ๆ ในการทำกิจกรรม ได้แก่ 1. การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ 2. การใช้ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ 3. การใช้สารเคมี 4. ข้อควรระวังในการปฏิบัติการทดลอง 5. การบันทึกข้อมูล	- ฟังและซักถามข้อสงสัยพร้อมทั้งจัดเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกิจกรรมตามแผนในเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมครู	พฤติกรรมนักเรียน
ชั้นปฏิบัติการ (60 นาที) - ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติการตามแผนในเค้าโครงย่อพร้อมทั้งให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำแก่นักเรียนในขณะปฏิบัติการ	- นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติการตามแผนในเค้าโครงย่อของโครงงาน
ชั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม (40 นาที) - หลังการปฏิบัติการแล้วครูควรแนะนำวิธีการจัดกระทำข้อมูลและแนะนำการเขียนรายงาน	- นักเรียนนำผลการปฏิบัติการที่ได้มาสรุปและเขียนเป็นรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์เสนอต่อครูผู้สอน

สื่อการเรียนการสอน

1. อุปกรณ์ที่นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้ปฏิบัติการ
2. แบบฟอร์มการเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์
3. แผ่นใสและปากกาเขียนแผ่นใส

การวัดผลประเมินผล

1. การสังเกต
 - 1.1 จากการปฏิบัติงาน
 - 1.2 ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม
 - 1.3 จากการถาม - ตอบ ของนักเรียน
 - 1.4 จากการอภิปราย
2. ตรวจผลงานจากการรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ

แผนการสอนกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ

แผนการสอนที่ 5 (ระยะแสดงผลงาน)
เวลา 3 คาบ (60 นาที)

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

มโนคติ การแสดงผลงาน คือ การที่นักเรียนได้นำผลงานที่ได้จากการจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจมาแสดงให้ผู้อื่นได้รับรู้ และเข้าถึงผลงานนั้น ๆ โดยอาจแสดงในรูปนิทรรศการ ซึ่งมีทั้งการจัดแสดงและการอธิบายด้วยคำพูดหรือในรูปแบบการอธิบายประกอบ หรือการรายงานปากเปล่า การจัดมุมวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

- สามารถจัดแสดงผลงานที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

พฤติกรรมครู	พฤติกรรมนักเรียน
- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเตรียมจัดแสดงผลงาน พร้อมทั้งตรวจสอบขั้นตอนในการเขียนรายงาน เพื่อให้เป็นไปตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์และดูภาษาเพื่อให้สื่อความหมายได้ชัดเจน	- นักเรียนแต่ละกลุ่มปรึกษากันเพื่อเสนอรูปแบบในการแสดงและจัดเตรียมอุปกรณ์

พฤติกรรมครู	พฤติกรรมนักเรียน
- ให้ความรู้แก่นักเรียนในเรื่องรูปแบบและข้อควรคำนึงในการจัดแสดงผลงานโดยอาจดูจากของจริงหรือจากวีดิทัศน์ พร้อมทั้งครูซักถามนักเรียนเพื่อทดสอบดูว่านักเรียนมีความพร้อมและได้รับประโยชน์จากการจัดกิจกรรมมากน้อยเพียงใด - ครูคอยดูแล ให้คำแนะนำและช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด พร้อมทั้งตรวจดูความเรียบร้อยของผลงานที่นำมาจัดแสดงอีกครั้ง	- ฟัง ซักถามข้อสงสัยและตอบคำถาม - นักเรียนจัดแสดงผลงานของกลุ่มที่ได้จากการจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจในรูปของการรายงาน / การสาธิต / มุมวิทยาศาสตร์ / ป้ายนิเทศ

สื่อการเรียนการสอน

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดแสดงผลงานของแต่ละกลุ่ม
2. เอกสารประกอบการเรียน (คู่มือแนะนำในเรื่องรูปแบบและการจัดแสดงผลงาน)
3. วีดิทัศน์เรื่องการจัดแสดงผลงานโครงงานวิทยาศาสตร์

การวัดผลประเมินผล

1. การสังเกต
 - 1.1 จากการปฏิบัติงาน
 - 1.2 ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม
 - 1.3 จากการถาม - ตอบของนักเรียน
2. การตรวจผลงานจากการจัดแสดงของนักเรียน

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายและยกตัวอย่างโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองได้
2. สามารถบอกคุณลักษณะที่สำคัญของโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองได้
3. สามารถบอกความแตกต่างระหว่างโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองกับ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

พฤติกรรมครู	พฤติกรรมนักเรียน
ขั้นอธิบายก่อนทำกิจกรรม (20 นาที) ครูนำตัวอย่างเค้าโครงย่อของโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองจากชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองของสุนทรี วัฒนพันธ์ ให้นักเรียนแต่ละคนศึกษาเพื่อเปรียบเทียบว่ามีความแตกต่างจากโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจอย่างไรบ้าง	นักเรียนแต่ละคนช่วยกันคิดหาคำตอบโดยเขียนลงในกระดาษ
ขั้นปฏิบัติกิจกรรม (30 นาที) ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มตามความสมัครใจ กลุ่มละ 4 - 5 คน แต่ต้องไม่ซ้ำกับกลุ่มที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ	นักเรียนแบ่งกลุ่มตามความสมัครใจ

พฤติกรรมครู	พฤติกรรมนักเรียน
- ครูให้ความรู้เกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองพร้อมทั้งยกตัวอย่างจากการดูวีดิทัศน์หรือของจริง พร้อมทั้งซักถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ ขั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม (10 นาที) - ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปความหมาย, ลักษณะที่สำคัญของโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองและออกมาเขียนบนกระดานดำ - ครูสรุปเนื้อหาเกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองอีกครั้ง	- นักเรียนดูวีดิทัศน์หรือของจริงและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่มพร้อมทั้งตอบคำถามที่ครูเป็นผู้ถาม - ตัวแทนกลุ่มแต่ละกลุ่มเขียนความหมาย คุณลักษณะที่สำคัญของโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองบนกระดานดำ

สื่อการเรียนการสอน

1. วีดิทัศน์ เรื่อง โครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง
2. ตัวอย่างโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง
3. ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองของ สุนทรี วัฒนพันธ์
4. กระดานดำ

การวัดผลประเมินผล

1. การสังเกต
 - 1.1 จากการปฏิบัติงาน
 - 1.2 จากการตอบคำถามของนักเรียน

แผนการสอนกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง
 แผนการสอนที่ 7 (ระยะวางพื้นฐาน) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
 เวลา 3 คาบ (60 นาที)

- มโนมติ**
1. น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่อยู่ในสภาวะที่มีสิ่งเจือปนต่าง ๆ มาก ทำให้ไม่เหมาะต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ ซึ่งมีลักษณะขุ่นดำ มีกลิ่น และมีก๊าซออกซิเจนละลายอยู่น้อย
 2. การปล่อยน้ำทิ้ง สารเคมีต่าง ๆ น้ำมัน และสิ่งปฏิกูลจากบ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรมและที่อื่น ๆ ลงในน้ำ ทำให้น้ำเสีย

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

1. บอกความหมายของคำว่า “น้ำเสีย” ได้
2. ทดลองและสรุปสาเหตุของการเกิดน้ำเสียได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

พฤติกรรมครู	พฤติกรรมนักเรียน
ขั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม (10 นาที) - ครูนำถ้วยพลาสติกที่ใส่พืชน้ำมาให้ นักเรียนดู แล้วตั้งปัญหาถามว่า ถ้าทิ้งสิ่ง ต่าง ๆ ลงไปในถ้วย น้ำจะเปลี่ยนแปลง หรือไม่อย่างไร และจะออกแบบการ ทดลองได้อย่างไร	- ฟังและสังเกตพร้อมทั้งตอบคำถามและ ชักถามข้อสงสัย
ขั้นปฏิบัติกิจกรรม (40 นาที) - ครูแจกบัตรงาน เรื่อง น้ำเสีย ให้นักเรียน ศึกษา	- นักเรียนศึกษาตามบัตรงานที่แต่ละกลุ่ม ได้รับ โดยให้ร่วมกันตั้งจุดประสงค์และ ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองก่อน

พฤติกรรมครู	พฤติกรรมนักเรียน
- ครูเตรียมอุปกรณ์การทดลองให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ขั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม (10 นาที) - ครูใช้ผลการทดลองและคำถามในบัตรงานนำอภิปรายให้นักเรียนสรุปความหมายและสาเหตุของการเกิดน้ำเสียได้	- นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกสิ่งเจือปนที่จะใส่ลงไปในตัวเพียงกลุ่มละ 1 อย่างเท่านั้น - นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปความหมายและสาเหตุของการเกิดน้ำเสีย โดยส่งตัวแทนแต่ละกลุ่มออกมารายงานหน้าชั้นเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. บัตรงานเรื่องน้ำเสีย
2. ถ้วยพลาสติก
3. จอก แหน หรือปิชน้ำชนิดอื่น
4. ผงซักฟอก
5. น้ำมันที่ใช้แล้ว
6. สารเคมีกำจัดแมลง (ที่เป็นของเหลว)
7. เปลือกผลไม้
8. เศษอาหาร

การวัดผลประเมินผล

1. การสังเกต
 - 1.1 จากการอภิปรายถาม - ตอบของนักเรียน
 - 1.2 จากการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน
2. การตรวจผลงานจากการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน

แผนการสอนกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง
แผนการสอนที่ 8 (ระยะฝึกการเขียนโครงงานวิทยาศาสตร์) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
เวลา 3 คาบ (60 นาที)

- มโนมติ**
1. ขั้นตอนที่สำคัญที่สุดของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ คือ การคิดหัวเรื่องของโครงงาน ซึ่งนักเรียนต้องคิดและเลือกเรื่องที่จะทำโครงงานด้วยตนเอง ซึ่งเกิดจากปัญหา คำถาม และความอยากรู้อยากเห็น
 2. การเขียนเค้าโครงเพื่อแสดงแนวคิด แผนงาน และขั้นตอนของการทำโครงงาน ประกอบด้วย ชื่อโครงงาน ชื่อผู้ทำโครงงาน ที่มาและความสำคัญของโครงงาน จุดมุ่งหมาย และวิธีดำเนินงาน

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

1. สามารถหาหัวข้อในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองได้อย่างน้อย 1 หัวข้อ
2. สามารถเขียนเค้าโครงย่อของโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

พฤติกรรมครู	พฤติกรรมนักเรียน
ขั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม (10 นาที) - ครูให้นักเรียนดูภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงของแหล่งน้ำที่มีการทิ้งสิ่งปฏิกูลต่างๆ ลงสู่แหล่งน้ำ และให้นักเรียนยกตัวอย่างสภาพน้ำเสียในชีวิตประจำวัน พร้อมทั้งบอกสาเหตุด้วย	- ฟัง ดู และซักถาม พร้อมทั้งยกตัวอย่างสภาพน้ำเสีย และสาเหตุ

พฤติกรรมครู	พฤติกรรมนักเรียน
ชั้นปฏิบัติการ (40 นาที) - ครูให้นักเรียนปฏิบัติการจากเอกสารประกอบการเรียน หมายเลข 4 พร้อมทั้งให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำแก่นักเรียนแต่ละกลุ่ม ชั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม (10 นาที) - ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอเค้าโครงย่อของโครงงานวิทยาศาสตร์ - หลังจากนักเรียนนำเสนอเค้าโครงย่อมาแล้วครูผู้สอนควรทำหน้าที่ดังนี้ 1. พิจารณาความเป็นไปได้ของหัวข้อเรื่อง 2. แนะนำเอกสารค้นคว้า 3. ตรวจเค้าโครงของโครงงาน พร้อมทั้งตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน	- นักเรียนปฏิบัติการการสำรวจและเลือกเรื่องที่จะทำโครงงานวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองจากเอกสารประกอบการเรียน หมายเลข 4 - นักเรียนนำเสนอเค้าโครงย่อของโครงงานวิทยาศาสตร์มาเสนอต่อครูผู้สอนว่าจะถูกต้องและสามารถปฏิบัติได้หรือไม่ - ฟัง พร้อมทั้งร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเค้าโครงย่อที่กลุ่มนำเสนอ

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบฟอร์มการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์
2. แผ่นใส และปากกาเขียนแผ่นใส
3. รูปภาพเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม
4. เอกสารประกอบการเรียนหมายเลข 4
5. วารสาร หนังสือพิมพ์ เอกสารทางวิชาการต่าง ๆ ฯลฯ

การวัดผลประเมินผล

1. การสังเกต
 - 1.1 จากการอภิปรายถาม - ตอบของนักเรียน
 - 1.2 จากการปฏิบัติกิจกรรม
2. การตรวจผลงานจากเค้าโครงที่นักเรียนนำเสนอ

แผนการสอนกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง
แผนการสอนที่ 9 (ระยะปฏิบัติการกิจกรรมและสรุปผล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
การจัดกิจกรรม)
เวลา 6 คาบ (120 นาที)

มโนคติ ลงมือทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองจากเค้าโครงย่อที่เขียนไว้
 พร้อมทั้งสรุปและนำเสนอผลงาน

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

1. สามารถทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองอย่างง่ายได้
2. หลังจากทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองแล้ว สามารถเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

พฤติกรรมครู	พฤติกรรมนักเรียน
ขั้นอภิปรายก่อนทำ กิจกรรม (20 นาที) - ครูชี้แจงเกี่ยวกับข้อปฏิบัติต่าง ๆ ในการทำกิจกรรม ได้แก่ 1. การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ 2. การใช้ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ 3. การใช้สารเคมี 4. ข้อควรระวังในการปฏิบัติการทดลอง 5. การบันทึกข้อมูล	- ฟังและซักถามข้อสงสัยพร้อมทั้งจัดเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกิจกรรมตามแผนในเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมครู	พฤติกรรมนักเรียน
ขั้นปฏิบัติการกิจกรรม (60 นาที) - ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติการตามแผนในเค้าโครงย่อพร้อมทั้งให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำแก่นักเรียนในขณะปฏิบัติการ	- นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติการตามแผนในเค้าโครงย่อของโครงการ
ขั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม (40 นาที) - หลังการปฏิบัติการแล้วครูควรแนะนำวิธีการจัดกระทำข้อมูลและแนะนำการเขียนรายงาน	- นักเรียนนำผลการปฏิบัติการที่ได้มาสรุปและเขียนเป็นรายงานโครงการวิทยาศาสตร์เสนอต่อครูผู้สอน

สื่อการเรียนการสอน

1. อุปกรณ์ที่นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้ปฏิบัติการ
2. แบบฟอร์มการเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์
3. แผ่นใสและปากกาเขียนแผ่นใส

การวัดผลประเมินผล

1. การสังเกต
 - 1.1 จากการปฏิบัติงาน
 - 1.2 ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม
 - 1.3 จากการถาม - ตอบ ของนักเรียน
 - 1.4 จากการอภิปราย
2. ตรวจผลงานจากการรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง

มโนมติ การแสดงผลงาน คือ การที่นักเรียนได้นำผลงานที่ได้จากการจัดกิจกรรมโครงการ วิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองมาแสดงให้ผู้อื่นได้รับรู้ และเข้าถึงผลงานนั้น ๆ โดย อาจแสดงในรูปนิทรรศการ ซึ่งมีทั้งการจัดแสดงและการอธิบายด้วยคำพูดหรือในรูปแบบ การอธิบายประกอบ หรือการรายงานปากเปล่า การจัดมโนมติวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

- สามารถจัดแสดงผลงานที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

พฤติกรรมครู	พฤติกรรมนักเรียน
- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเตรียมจัดแสดงผลงาน พร้อมทั้งตรวจสอบขั้นตอนในการเขียนรายงาน เพื่อให้เป็นไปตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์และดูภาษาเพื่อให้สื่อความหมายได้ชัดเจน	- นักเรียนแต่ละกลุ่มปรึกษากันเพื่อเสนอรูปแบบในการแสดงและจัดเตรียมอุปกรณ์

พฤติกรรมครู	พฤติกรรมนักเรียน
- ให้ความรู้แก่นักเรียนในเรื่องรูปแบบและข้อควรคำนึงในการจัดแสดงผลงานโดยอาจดูจากของจริงหรือจากวีดิทัศน์ พร้อมทั้งครูซักถามนักเรียนเพื่อทดสอบดูว่านักเรียนมีความพร้อมและได้รับประโยชน์จากการจัดกิจกรรมมากน้อยเพียงใด - ครูคอยดูแล ให้คำแนะนำและช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด พร้อมทั้งตรวจดูความเรียบร้อยของผลงานที่นำมาจัดแสดงอีกครั้ง	- ฟัง ซักถามข้อสงสัยและตอบคำถาม - นักเรียนจัดแสดงผลงานของกลุ่มที่ได้จากการจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองในรูปของการรายงาน / การสาธิต / มุมวิทยาศาสตร์ / ป้ายนิเทศ

สื่อการเรียนการสอน

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดแสดงผลงานของแต่ละกลุ่ม
2. เอกสารประกอบการเรียน (คู่มือแนะนำในเรื่องรูปแบบและการจัดแสดงผลงาน)
3. วีดิทัศน์เรื่องการจัดแสดงผลงานโครงงานวิทยาศาสตร์

การวัดผลประเมินผล

1. การสังเกต
 - 1.1 จากการปฏิบัติงาน
 - 1.2 ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม
 - 1.3 จากการถาม - ตอบของนักเรียน
2. การตรวจผลงานจากการจัดแสดงของนักเรียน

แผนการสอนกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์
ประเภทประดิษฐ์หรือการพัฒนา
(แผนการสอนที่ 11 - 15)

มโนคติ โครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภทประดิษฐ์หรือการพัฒนา เป็นการประดิษฐ์หรือพัฒนาเครื่องมือเครื่องใช้หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ใช้งานได้ตามประสงค์โดยอาศัยความรู้หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ อาจเป็นการประดิษฐ์สิ่งใหม่ที่ไม่เคยมีมาก่อน หรือการปรับปรุงอุปกรณ์หรือสิ่งประดิษฐ์ที่มีอยู่แล้วให้ใช้งานได้ดีกว่าเดิม รวมทั้งเป็นการเสนอหรือสร้างแบบจำลองทางความคิดเพื่อแก้ปัญหา

อธิบายความหมายและยกตัวอย่างโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทประดิษฐ์หรือการพัฒนา
ได้

พฤติกรรมครู	พฤติกรรมนักเรียน
ชั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม (5 นาที) - ครูนำตัวอย่างผลงานสิ่งประดิษฐ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ แบบใหม่ ๆ หรือเป็น สิ่งที่ปรับปรุงมาจากสิ่งอื่น ๆ ให้นักเรียนดู	- นักเรียนดูผลงานสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ และ ชักถามข้อสงสัย
ชั้นปฏิบัติกิจกรรม (10 นาที) - ครูให้ความรู้เกี่ยวกับโครงงาน วิทยาศาสตร์ประเภทการประดิษฐ์หรือ การพัฒนาและยกตัวอย่างจากการดูวีดีทัศน์หรือของจริงและชักถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ	- ฟัง และชักถามข้อสงสัยพร้อมทั้งตอบคำถามที่ครูเป็นผู้ถาม

พฤติกรรมครู	พฤติกรรมนักเรียน
ขั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม (5 นาที) - ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาถึงความหมายและคุณลักษณะที่สำคัญของโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทประดิษฐ์หรือการพัฒนา	- ตัวแทนแต่ละกลุ่มออกมาสรุปหน้าชั้นเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. วีดิทัศน์ เรื่อง โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทประดิษฐ์หรือการพัฒนา
- หรือ
2. ตัวอย่างโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทประดิษฐ์หรือการพัฒนา
- หรือ
3. ผลงานสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ

การวัดผลประเมินผล

1. การสังเกต
 - 1.1 จากการปฏิบัติกิจกรรม
 - 1.2 จากการตอบคำถามของนักเรียน

แผนการสอนกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทประดิษฐ์หรือการพัฒนา
แผนการสอนที่ 12 (ระยะวางพื้นฐาน) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
เวลา 2 คาบ (40 นาที)

- มโนคติ**
1. การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์คุ้มค่า และประหยัดมากที่สุด รวมทั้งการใช้ทรัพยากรอย่างฉลาด
 2. การนำทรัพยากรธรรมชาติสิ่งแวดล้อมมาใช้ประโยชน์ต้องทำให้คุ้มค่าและต้องมีการพัฒนาสิ่งแวดล้อมควบคู่กันไปเพื่อให้สิ่งแวดล้อมคงสภาพที่ดี

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายของการพัฒนาและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมได้
2. อธิบายความจำเป็นต้องพัฒนาและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมให้คงอยู่และมีสภาพแวดล้อมที่ดีขึ้น
3. บอกปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่พบในชุมชนที่นักเรียนอยู่ อธิบายถึงสาเหตุของปัญหาและเสนอแนวทางในการพัฒนาและอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

พฤติกรรมครู	พฤติกรรมนักเรียน
ขั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม (5 นาที) - ครูนำรูปภาพเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่เป็นพิษกับสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติให้นักเรียนดูเปรียบเทียบกันว่านักเรียนชอบสภาพแวดล้อมแบบใดมากกว่ากัน เพราะเหตุใด	- ฟัง ดู ชักถาม และตอบคำถาม

พฤติกรรมครู	พฤติกรรมนักเรียน
ขั้นปฏิบัติกิจกรรม (30 นาที) - ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงความหมายของการพัฒนาและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยให้แต่ละกลุ่มออกมาสรุปหน้าชั้นเรียน - ครูให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมจากเอกสารประกอบการเรียนสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัวเรา และบอกปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่พบในชุมชนของนักเรียน นอกเหนือจากในเอกสารประกอบการเรียน ขั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม (5 นาที) - ครูสรุปให้นักเรียนฟังถึงความหมาย และความจำเป็นที่ต้องพัฒนาและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมให้คงอยู่และมีสภาพที่ดีขึ้นอีกครั้ง	- นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายและส่งตัวแทนออกมาสรุปหน้าชั้นเรียน - นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาปัญหาสิ่งแวดล้อมจากเอกสารประกอบการเรียน - ฟัง และจดบันทึกลงในสมุด

สื่อการเรียนการสอน

1. รูปภาพเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติกับสภาพแวดล้อมที่เป็นพิษ
2. เอกสารประกอบการเรียน สิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัวเรา เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อม

การวัดผลประเมินผล

1. การสังเกต
 - 1.1 จากการอภิปรายถาม - ตอบของนักเรียน
 - 1.2 จากการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน
2. การตรวจผลงานจากการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน

แผนการสอนกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทประดิษฐ์หรือการพัฒนา
แผนการสอนที่ 13 (ระยะฝึกการเขียนโครงงานวิทยาศาสตร์) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
เวลา 3 คาบ (60 นาที)

- มโนคติ**
1. ขั้นตอนที่สำคัญที่สุดของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ คือ การคิดหัวเรื่องของโครงงาน ซึ่งนักเรียนต้องคิดและเลือกเรื่องที่จะทำโครงงานด้วยตนเอง ซึ่งเกิดจากปัญหา คำถาม และความอยากรู้อยากเห็น
 2. การเขียนเค้าโครงเพื่อแสดงแนวคิด แผนงาน และขั้นตอนของการทำโครงงาน ประกอบด้วย ชื่อโครงงาน ชื่อผู้ทำโครงงาน ที่มาและความสำคัญของโครงงาน จุดมุ่งหมาย และวิธีดำเนินงาน

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

1. สามารถหาหัวข้อในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทประดิษฐ์หรือการพัฒนาได้อย่างน้อย 1 หัวข้อ
2. สามารถเขียนเค้าโครงย่อของโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทประดิษฐ์หรือการพัฒนาได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

พฤติกรรมครู	พฤติกรรมนักเรียน
ขั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม (10 นาที) - ครูนำความรู้จากเรื่องการพัฒนาและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมมาทบทวนอีกครั้ง	- ฟังและซักถามข้อสงสัย

พฤติกรรมครู	พฤติกรรมนักเรียน
ขั้นปฏิบัติกิจกรรม (40 นาที) - ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมจากแบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทประดิษฐ์หรือการพัฒนาของ ลัสดา สายพานทอง พร้อมทั้งให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำแก่นักเรียนแต่ละกลุ่ม ขั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม (10 นาที) - ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอเค้าโครงย่อของโครงงานวิทยาศาสตร์ - หลังจากนักเรียนนำเสนอเค้าโครงย่อมาแล้วครูผู้สอนควรทำหน้าที่ดังนี้ 1. พิจารณาความเป็นไปได้ของหัวข้อเรื่อง 2. แนะนำเอกสารค้นคว้า 3. ตรวจเค้าโครงของโครงงาน พร้อมทั้งตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน	- นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมจากแบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทประดิษฐ์หรือการพัฒนาเพื่อเป็นแนวทางในการเลือกเรื่องที่จะทำโครงงานวิทยาศาสตร์ - นักเรียนนำเสนอเค้าโครงย่อของโครงงานวิทยาศาสตร์มาเสนอต่อครูผู้สอนว่าจะถูกต้องและสามารถปฏิบัติได้หรือไม่ - ฟัง พร้อมทั้งร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเค้าโครงย่อที่กลุ่มนำเสนอ

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบฝึกหัดทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทประดิษฐ์หรือการพัฒนาของ ลัสดา สายพานทอง
2. เศษวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้แล้ว ได้แก่ กระป๋องน้ำอัดลม ขวดน้ำพลาสติก ถ้วยกระดาษ
3. อุปกรณ์เครื่องใช้ ได้แก่ กรรไกร กาวหรือแปะเปือก มีดหรือคัตเตอร์ เป็นต้น

การวัดผลประเมินผล

1. การสังเกต

- 1.1 จากการอภิปรายถาม - ตอบของนักเรียน
- 1.2 จากการปฏิบัติกิจกรรมตามแบบฝึกทำ โครงงานวิทยาศาสตร์

2. การตรวจผลงานจากเค้าโครงที่นักเรียนนำเสนอ

แผนการสอนกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทประดิษฐ์หรือการพัฒนา
แผนการสอนที่ 14 (ระยะปฏิบัติกิจกรรมและสรุปผล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
การจัดกิจกรรม)

เวลา 4 คาบ (80 นาที)

มโนคติ ลงมือทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทประดิษฐ์หรือการพัฒนาจากเค้าโครงย่อที่เขียนไว้พร้อมทั้งสรุปและนำเสนอผลงาน

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

1. สามารถทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทประดิษฐ์หรือการพัฒนาอย่างง่ายได้
2. หลังจากทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทประดิษฐ์หรือการพัฒนาแล้ว สามารถเขียนรายงาน โครงงานวิทยาศาสตร์ได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

พฤติกรรมครู	พฤติกรรมนักเรียน
ขั้นอภิปรายก่อนทำ กิจกรรม (20 นาที) - ครูชี้แจงเกี่ยวกับข้อปฏิบัติต่าง ๆ ในการทำกิจกรรม ได้แก่ 1. การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ 2. การใช้ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ 3. การใช้สารเคมี 4. ข้อควรระวังในการปฏิบัติการทดลอง 5. การบันทึกข้อมูล	- ฟังและซักถามข้อสงสัยพร้อมทั้งจัดเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกิจกรรมตามแผนในเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมครู	พฤติกรรมนักเรียน
ชั้นปฏิบัติการ (60 นาที) - ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติการตามแผนในเค้าโครงย่อพร้อมทั้งให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำแก่นักเรียนในขณะปฏิบัติการ	- นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติการตามแผนในเค้าโครงย่อของโครงงาน
ชั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม (40 นาที) - หลังการปฏิบัติการแล้วครูควรแนะนำวิธีการจัดกระทำข้อมูลและแนะนำการเขียนรายงาน	- นักเรียนนำผลการปฏิบัติการที่ได้มาสรุปและเขียนเป็นรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์เสนอต่อครูผู้สอน

สื่อการเรียนการสอน

1. อุปกรณ์ที่นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้ปฏิบัติการ
2. แบบฟอร์มการเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์
3. แผ่นใสและปากกาเขียนแผ่นใส

การวัดผลประเมินผล

1. การสังเกต
 - 1.1 จากการปฏิบัติงาน
 - 1.2 ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม
 - 1.3 จากการถาม - ตอบ ของนักเรียน
 - 1.4 จากการอภิปราย
2. ตรวจผลงานจากการรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการประดิษฐ์หรือการพัฒนา

แผนการสอนกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการประดิษฐ์หรือการพัฒนา
แผนการสอนที่ 15 (ระยะแสดงผลงาน) **ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**
เวลา 2 คาบ (40 นาที)

มโนคติ การแสดงผลงาน คือ การที่นักเรียนได้นำผลงานที่ได้จากการจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการประดิษฐ์หรือพัฒนามาแสดงให้ผู้อื่นได้รับรู้ และเข้าถึงผลงานนั้น ๆ โดยอาจแสดงในรูปแบบนิทรรศการ ซึ่งมีทั้งการจัดแสดงและการอธิบายด้วยคำพูดหรือในรูปแบบการอธิบายประกอบ หรือการรายงานปากเปล่า การจัดมุมวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

- สามารถจัดแสดงผลงานที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการประดิษฐ์หรือการพัฒนา

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

พฤติกรรมครู	พฤติกรรมนักเรียน
- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเตรียมจัดแสดงผลงาน พร้อมทั้งตรวจสอบขั้นตอนในการเขียนรายงาน เพื่อให้เป็นไปตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์และดูภาษาเพื่อให้สื่อความหมายได้ชัดเจน - ให้ความรู้แก่นักเรียนในเรื่องรูปแบบและข้อควรคำนึงในการจัดแสดงผลงานโดยอาจดูจากของจริงหรือจากวีดิทัศน์ พร้อมทั้งครูซักถามนักเรียนเพื่อทดสอบดูว่านักเรียนมีความพร้อมและได้รับประโยชน์จากการจัดกิจกรรมมากน้อยเพียงใด	- นักเรียนแต่ละกลุ่มปรึกษากันเพื่อเสนอรูปแบบในการแสดงและจัดเตรียมอุปกรณ์ - ฟัง ซักถามข้อสงสัยและตอบคำถาม

พฤติกรรมครู	พฤติกรรมนักเรียน
- ครูคอยดูแล ให้คำแนะนำและช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด พร้อมทั้งตรวจดูความเรียบร้อยของผลงานที่นำมาจัดแสดงอีกครั้ง	- นักเรียนจัดแสดงผลงานของกลุ่มที่ได้จากการจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการประดิษฐ์หรือการพัฒนาในรูปแบบของการรายงาน / การสาธิต / มุมวิทยาศาสตร์ / ป้ายนิเทศ

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดแสดงผลงานของแต่ละกลุ่ม
2. เอกสารประกอบการเรียน (คู่มือแนะนำในเรื่องรูปแบบและการจัดแสดงผลงาน)
3. วีดิทัศน์เรื่องการจัดแสดงผลงานโครงงานวิทยาศาสตร์

การวัดผลประเมินผล

1. การสังเกต

- 1.1 จากการปฏิบัติงาน
- 1.2 ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม
- 1.3 จากการถาม - ตอบของนักเรียน

2. การตรวจผลงานจากการจัดแสดงของนักเรียน

เอกสารประกอบการเรียน

เอกสารหมายเลข 1

เอกสารประกอบการเรียนเรื่องสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัวเรา เรื่อง ชีวบริเวณ

สิ่งแวดล้อม หมายถึง ทุกสิ่งที่อยู่รอบตัวของสิ่งมีชีวิต ได้แก่ อากาศ น้ำ ดิน อุณหภูมิ แสงสว่าง อาหาร พืช และสัตว์ เป็นต้น ซึ่งต่างก็เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต

สิ่งแวดล้อม จำแนกเป็นสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต สิ่งแวดล้อมที่มีชีวิต จำแนกเป็นพืช และสัตว์

ชีวบริเวณ คือ บริเวณที่สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ร่วมกัน และดำเนินชีวิตอย่างมีความสัมพันธ์ต่อสิ่งมีชีวิตด้วยกันและสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมด้วย

องค์ประกอบของชีวบริเวณหนึ่ง ๆ จะประกอบด้วยสิ่งมีชีวิต เช่น มนุษย์ พืช สัตว์ และสิ่งไม่มีชีวิต เช่น ดิน น้ำ อากาศ แสงสว่าง

สิ่งมีชีวิตในแต่ละชีวบริเวณจะมีบทบาทแตกต่างกัน แบ่งได้เป็น 3 พวก คือ

1. ผู้ผลิต หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารเองได้ด้วยการสังเคราะห์แสง ซึ่งหมายถึงกลุ่มพืชสีเขียวทั้งหมด

2. ผู้บริโภค หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารเองไม่ได้ แต่จะกินสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นเป็นอาหาร สิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้ หมายถึง สัตว์ทั้งหลาย

3. ผู้ย่อยอินทรีย์สาร หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่จะช่วยย่อยสลายซากของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่ตายแล้วให้เน่าเปื่อยผุพังสลายกลายเป็นแร่ธาตุต่าง ๆ ปะปนกลับลงสู่ดินและน้ำ ซึ่งผู้ผลิตจะสามารถนำแร่ธาตุเหล่านั้นกลับมาสร้างเป็นอาหารได้ใหม่ ดังนั้นผู้ย่อยอินทรีย์สาร หมายถึง จุลชีวัน พวกแบคทีเรีย และรา นั่นเอง

สระน้ำจืด เป็น ชีวบริเวณอย่างง่ายที่นำศึกษา ในสระน้ำธรรมชาติจะพบสิ่งมีชีวิตได้หลายชนิด เช่น ปลาตูก ปลาหางนกยูง ปลาเข็ม ปลาหมอ ปลาสวาย กุ้ง กบ หอยขม ลูกน้ำ สาหร่าย กอบัว เป็นต้น สิ่งมีชีวิตที่กล่าวถึงเหล่านี้รวมกันเรียกว่า กลุ่มสิ่งมีชีวิต และกลุ่มสิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้จะอยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกัน คือ แหล่งน้ำที่มีดินเลนในน้ำมีก๊าซออกซิเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ละลายปนอยู่ และมีแสงสว่างลงไปใ้ในสระน้ำแห่งนี้จำนวนหนึ่ง กลุ่มสิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้จะเกี่ยวข้องกันโดยมีการกินกันเป็นทอด ๆ เช่น ปลากินลูกน้ำและสาหร่าย ปลาใหญ่กินปลาเล็ก หอยกินมูลปลา นอกจากนี้สัตว์น้ำทุกชนิดจะใช้ก๊าซออกซิเจนในน้ำหายใจและคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ก๊าซที่สัตว์น้ำคายออกมานี้ สาหร่ายและพืชน้ำจะนำไปใช้ในการ

สังเคราะห์แสง สร้างอาหารจำพวกน้ำตาลและแป้งและยังได้ก๊าซออกซิเจนอิสระคายออกมาให้สัตว์น้ำใช้หายใจได้อีกด้วย จึงเกิดการหมุนเวียนก๊าซในแหล่งน้ำนั้น เป็นผลให้เกิดความสมดุลของธรรมชาติในบริเวณนั้นขึ้น

ระบบนิเวศน์

สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในบริเวณหนึ่งเรียกว่า กลุ่มสิ่งมีชีวิต กลุ่มสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิตอยู่ร่วมกันเรียกว่า ระบบนิเวศน์

ในระบบนิเวศน์หนึ่ง ๆ จะมีพืชและสัตว์อยู่ร่วมกันเสมอ และมีความสัมพันธ์กันเป็นห่วงโซ่อาหาร แต่จำนวนและชนิดของพืชหรือสัตว์ในระบบนิเวศน์ต่าง ๆ ย่อมไม่เหมือนกัน

ในระบบนิเวศน์หนึ่ง ๆ จะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เช่น ปริมาณของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นหรือลดลง ถ้าสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมในระบบนิเวศน์ไม่มีการเปลี่ยนแปลง หรือเปลี่ยนแปลงน้อย เราเรียกว่า ภาวะสมดุลของระบบนิเวศน์

เอกสารหมายเลข 2

คู่มือการใช้บทปฏิบัติการสำรวจสิ่งแวดล้อมสำหรับครู

บทปฏิบัติการชุดนี้ ต้องการให้นักเรียนได้ศึกษาสภาพแวดล้อมหลาย ๆ ลักษณะภายในบริเวณโรงเรียน และบริเวณชุมชนที่อาศัยอยู่ เพื่อให้ได้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกัน สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม และปัญหาผลกระทบที่เกิดขึ้นรอบตัวและในชุมชน นอกจากนั้นยังต้องการให้นักเรียนเกิดความรักและชื่นชมต่อสิ่งแวดล้อมที่ดี

คำชี้แจง การนำบทปฏิบัติการสำรวจสิ่งแวดล้อมไปใช้ในการสอน ครูผู้สอนควรเตรียมตัวดังนี้

1. สำรวจบริเวณโรงเรียน เพื่อเลือกกระบวนนิเวศน์บางแห่งให้นักเรียนได้ศึกษา เช่น บริเวณสระน้ำ ต้นไม้ใหญ่ แปลงดอกไม้ ฯลฯ แล้วทำเครื่องหมายไว้และชี้แจงให้นักเรียนทราบว่าต้องการศึกษาบริเวณใดบ้าง

2. เตรียมบทปฏิบัติการให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียน
3. เตรียมอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ในแต่ละบทให้พร้อม
4. ให้ความรู้พื้นฐานแก่นักเรียนในเรื่องต่อไปนี้
 - ตัวอย่างพืชและสัตว์ที่อาจจะพบในการทำบทปฏิบัติการ
 - ตัวอย่างของการปรับตัวของพืชและสัตว์
5. กิจกรรมหลังบทปฏิบัติการ

นำนักเรียนอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกัน สิ่งมีชีวิตกับสภาพแวดล้อม การปรับตัว การป้องกันและแก้ไขปัญหามลภาวะ และเน้นให้นักเรียนเกิดจิตสำนึกที่จะรับผิดชอบต่อสภาพแวดล้อมร่วมกัน

บทบาทของครูและนักเรียน

การใช้บทปฏิบัติการนี้นักเรียนจะต้องศึกษาคิดหาคำตอบเอง ครูเป็นเพียงที่ปรึกษาและการจัดกลุ่มให้นักเรียนได้ศึกษาหรือทำงานร่วมกัน ขณะปฏิบัติกิจกรรมครูควรสอดแทรกคุณธรรมและจริยธรรมเข้าไปด้วย

ข้อเสนอแนะ

1. ก่อนการใช้บทปฏิบัติการ ครูจะต้องฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการสังเกต บันทึกข้อมูล การวัด จำแนกประเภท แปลความหมายของข้อมูล และทักษะอื่น ๆ ที่จะต้องนำไปใช้ในการปฏิบัติในสถานที่จริง ๆ นอกโรงเรียน
2. ครูจะต้องดูแลนักเรียนในขณะปฏิบัติกิจกรรมอย่างใกล้ชิด คอยให้คำแนะนำและร่วมอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนสำรวจพบ หรือสิ่งที่น่าสนใจที่พบในขณะปฏิบัติการ

เอกสารหมายเลข 3

บทปฏิบัติการสำรวจสิ่งแวดล้อม
ของ
กฤษฎา บุญคุ้ม

ลัวส์ดีจะนึก นั่นเธอกำลังจะไปไหนกัน

ฉันและเพื่อน ๆ จะสำรวจรอบ ๆ
โรงเรียนของเรา

ตกลง ดีเหมือนกัน อยู่โรงเรียนมานาน
ยังไม่รู้ว่ามีสิ่งใดน่าสนใจบ้าง

พร้อมหรือยัง วันนี้เราเดินรอบ ๆ
โรงเรียนด้วยกัน มาทางนี้

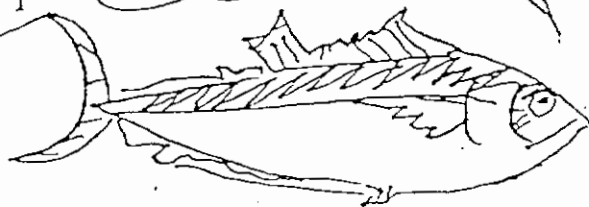
เธอไปกับฉันไหม



เดินออกจากห้องเรียนไปตามทางแล้วไปหยุดอยู่ที่สระน้ำ เพื่อสำรวจความมีอยู่
ในน้ำบ้าง ระหว่างทางที่เดินไปนักเรียนจะต้องมีถุงใส่ขยะ และไม่เสียนขยะ ถ้าพบขยะขอให้
ช่วยเก็บให้เรียบร้อย เพราะขยะทำให้บริเวณโรงเรียนสกปรกไม่สวยงาม

บริเวณที่ 1

เดินมาถึงสระน้ำแล้ว เราจะหยุดทำกิจกรรมที่น่าสนใจ
โดยให้พวกเรา ทำกิจกรรมที่ 1



1. กิจกรรมในสระน้ำ

กิจกรรมศึกษาเกี่ยวกับสภาพทั่วไปและสิ่งมีชีวิตที่พบในสระน้ำ และศึกษาความสัมพันธ์
ของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในบริเวณนี้

- 1.1 สภาพทั่วไปของสระน้ำ ในด้านความขุ่นใส อุณหภูมิ และแสงแดดที่ส่องมายัง
สระน้ำ บันทึกผลลงในตาราง

สิ่งที่สำรวจ	ผลของการสำรวจ
น้ำ (ขุ่น หรือ ใส)	
อุณหภูมิ ()	
แสงแดดส่องถึงหรือไม่	

รู้ไหมว่า ลักษณะของสระน้ำที่ดีเป็นอย่างไร



ยัง 모르 บอกหน่อยได้ไหม

บอกหน่อยได้ไหม



- 1.2 ที่นี้ เรามาคูว่าในสระน้ำมีสิ่งมีชีวิตอะไรอยู่บ้าง
นอกจากที่มียู ถ้าพบสิ่งมีชีวิตอื่น ให้วาดรูปในตารางได้

ชนิดของสิ่งมีชีวิต

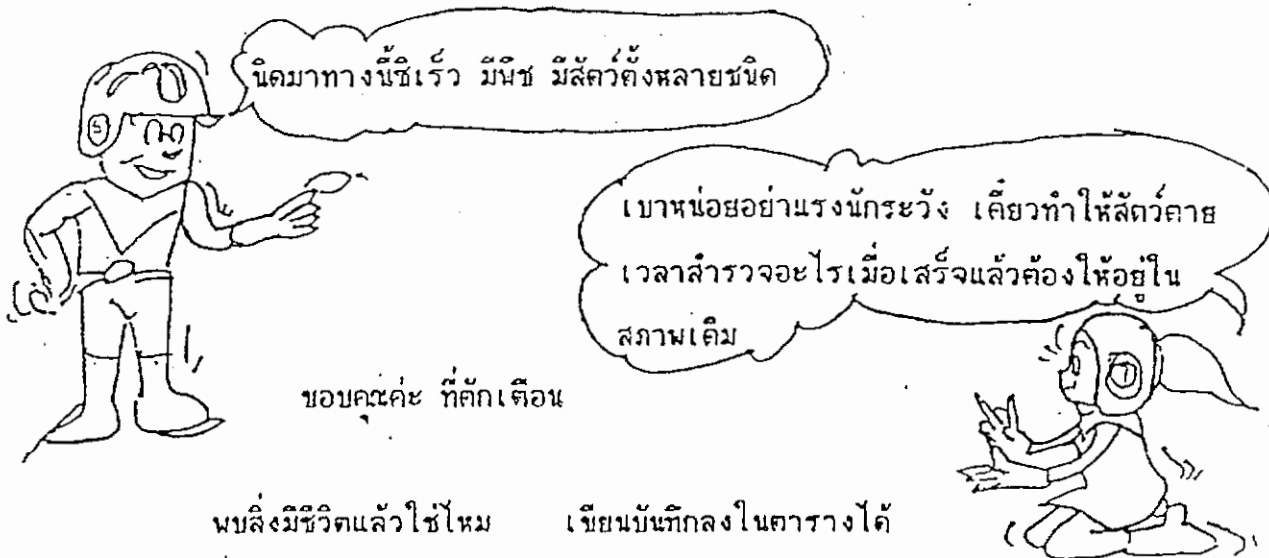
บริเวณที่ 2

เมื่อพวกเราศึกษาแล้วว่า ในสระน้ำมีสภาพอย่างไร และมีสิ่งมีชีวิตชนิดใดอยู่ในนั้นบ้าง คราวนี้เราจะศึกษา บริเวณที่ 2 คือรอบ ๆ สระน้ำบ้างซิว่า มีสิ่งใดที่น่าสนใจอีก

ก่อนที่จะศึกษาว่ามีสิ่งมีชีวิตชนิดใดอยู่ในบริเวณนี้บ้าง เราจะสำรวจสภาพทั่วไปในบริเวณนี้ก่อนโดยวัดอุณหภูมิ สังเกตลักษณะของดิน และสังเกตโดยทั่ว ๆ ไปว่า บริเวณนี้มีแสงแดดส่องถึงบ้างหรือไม่ แล้วบันทึกผลของการสังเกตลงในตาราง

สิ่งที่สำรวจ	ผลการสำรวจ
อุณหภูมิ ()	
ดิน - สี	
- ชนิด	
- แห้งหรือชื้น	
แสงแดด (ส่องถึงหรือไม่)	

1. ลองสำรวจสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่รอบ ๆ สระน้ำว่ามีอะไรบ้าง



พืช	ลักษณะ	สัตว์	ลักษณะ
.....			
.....			
.....			
.....			
.....			

- พวกเราพบพืชชนิดใดบ้างที่ขึ้นในที่ขึ้นบริเวณรอบ ๆ สระน้ำนี้เท่านั้น

.....

.....

- สัตว์ชนิดใดบ้างที่มักเวียนพบในบริเวณนี้ แต่ไม่เคยพบในบริเวณที่แห้ง

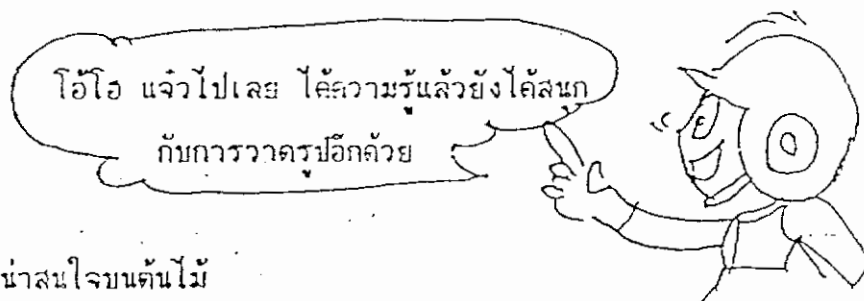
.....

.....

บริเวณที่ 3

ต่อไปเราจะไปดูที่บริเวณต้นไม้หน้าอาคารเรียน

กิจกรรมตอนนี้ จะได้ศึกษาลักษณะของต้นไม้ ตั้งแต่ผิวของลำต้น จนถึงรูปร่างของใบของต้นไม้ 3 ชนิดและนิมน์ภาพผิวของลำต้น และใบไม้ด้วยวิธีการต่าง ๆ นอกจากนี้ยังศึกษาชนิดต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในบริเวณต้นไม้เหล่านั้นด้วย



1. มีอะไรน่าสนใจบนต้นไม้

ให้นักเรียนสังเกตลักษณะผิวของลำต้นของต้นไม้ 3 ชนิดที่นักเรียนชอบว่าเหมือนหรือต่างกันอย่างไร จากนั้นใช้กระดาษขาวทาบลงไปใต้ผิวของลำต้นของต้นไม้แต่ละชนิด แล้วใช้สีเทียนหรือดินสอค่าผสมลงให้ทั่ว จากนั้นตัดกระดาษที่ฝนแล้วเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า แล้วนำมาติดในกรอบสี่เหลี่ยมที่กำหนดให้ต่อไปนี้

ผิวของลำต้นชนิดที่ 1

ผิวของลำต้นชนิดที่ 2

ผิวของลำต้นชนิดที่ 3

จากการศึกษาลักษณะผิวของลำต้นของต้นไม้ใหญ่ เรายังจะพบความแตกต่างของลักษณะผิวของ
ลำต้นของต้นไม้แต่ละชนิดแล้ว

ต่อไปนี้ให้เก็บใบไม้ของต้นไม้ทั้ง 3 ชนิด นำมาหั่นแล้วสีน้ำ และติดลงในช่องที่กำหนดให้

ให้นักเรียนบรรยายลักษณะของใบของต้นไม้ทั้ง 3 ชนิดที่นักเรียนชอบ

1.
2.
3.

ความหนาที่ของใบ

ลักษณะของลำต้น

- | | |
|---------|---------|
| 1. | 1. |
| 2. | 2. |
| 3. | 3. |

2. คิดว่า มีสิ่งมีชีวิตอะไรบ้างที่ต้นไม้ใหญ่

ช่วยกันสำรวจว่า มีสิ่งมีชีวิตชนิดใดบ้างที่อาศัยอยู่บริเวณต้นไม้ ให้สังเกตและสำรวจอย่างละเอียด ตามบริเวณโคนต้นไม้ ลำต้น กิ่งและใบ และวาดภาพสิ่งมีชีวิตที่สำรวจพบลงในตาราง

ภาพสิ่งมีชีวิตที่พบ

ต้นไม้ชนิดที่ 1	ต้นไม้ชนิดที่ 2	ต้นไม้ชนิดที่ 3
ชื่อ.....	ชื่อ.....	ชื่อ.....
พบที่บริเวณ.....	พบที่บริเวณ.....	พบที่บริเวณ.....
พบที่บริเวณ.....	พบที่บริเวณ.....	พบที่บริเวณ.....

สัตว์ดังกล่าวได้ประโยชน์อะไรจากต้นไม้.....

พวกเราคงจะรู้และว่ามีไร่บ้างที่ต้นไม้ใหญ่

๑๖

- เลือกต้นไม้ที่ชอบ 1 ต้น ใช้มือสัมผัส ลูบ คลำ ที่ต้นไม้แล้วเขียนบรรยายความรู้สึกที่ได้จากต้นไม้ต้นนี้

.....

 ถ้าต้นไม้ถูกตัดทำลายไปครั้งละต้นต่อ 1 คน นักเรียนคิดว่าสภาพแวดล้อมจะเป็น
 เช่นไร

.....
 นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ ถ้าจะตัดต้นไม้เพื่อสร้างอาคารเพื่อความเจริญของ
 บ้านเมือง เพราะเหตุใด

ตอนที่ 2 ศึกษาเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามความสนใจของนักเรียนจากแหล่ง
ข้อมูลต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร นิตยสาร รายการโทรทัศน์ และเอกสารทาง
วิชาการต่าง ๆ

เรื่องที่ศึกษา _____

แหล่งข้อมูลที่ศึกษาเรื่องนี้คือ _____

สาระสำคัญของเรื่องที่ศึกษา _____

แนวคิดของนักเรียนที่มีต่อเรื่องที่ศึกษา _____

กิจกรรมที่ 2 ระบุปัญหาที่จะทำโครงงานวิทยาศาสตร์

นักเรียนตัดสินใจร่วมกันในกลุ่ม เลือกเรื่องที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยเขียนชื่อเรื่องให้ชัดเจน

เรื่อง

ความสำคัญ / เหตุผลในการเลือกทำเรื่องนี้ _____

กิจกรรมที่ 3 ศึกษาเอกสารหรือแหล่งข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานวิทยาศาสตร์

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องนี้จะช่วยให้นักเรียนได้แนวความคิดที่จะกำหนดขอบข่ายของเรื่องที่จะศึกษาค้นคว้าให้เฉพาะเจาะจงมากขึ้น และได้ความรู้ในเรื่องที่จะทำการศึกษาเพิ่มเติมมากขึ้น จนสามารถออกแบบและวางแผนดำเนินการทำโครงงานนั้นได้อย่างเหมาะสม

ชื่อโครงงานวิทยาศาสตร์ (ที่ตัดสินใจเลือกทำ) _____

ข้อมูลที่สำคัญต้องศึกษาค้นคว้าและสาระสำคัญ โดยสรุปที่ศึกษาได้ _____

ชื่อเอกสารอ้างอิง _____

กิจกรรมที่ 4 ออกแบบการทดลองและวางแผนดำเนินการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

ชื่อโครงงาน (ที่ตัดสินใจเลือกทำ) _____

สมมติฐาน _____

จุดมุ่งหมาย _____

วิธีดำเนินการทดลอง

1. วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ต้องใช้ _____

2. ออกแบบการทดลอง

การกำหนดและควบคุมตัวแปร

ตัวแปรอิสระ _____

ตัวแปรตาม _____

ตัวแปรที่ต้องควบคุม _____

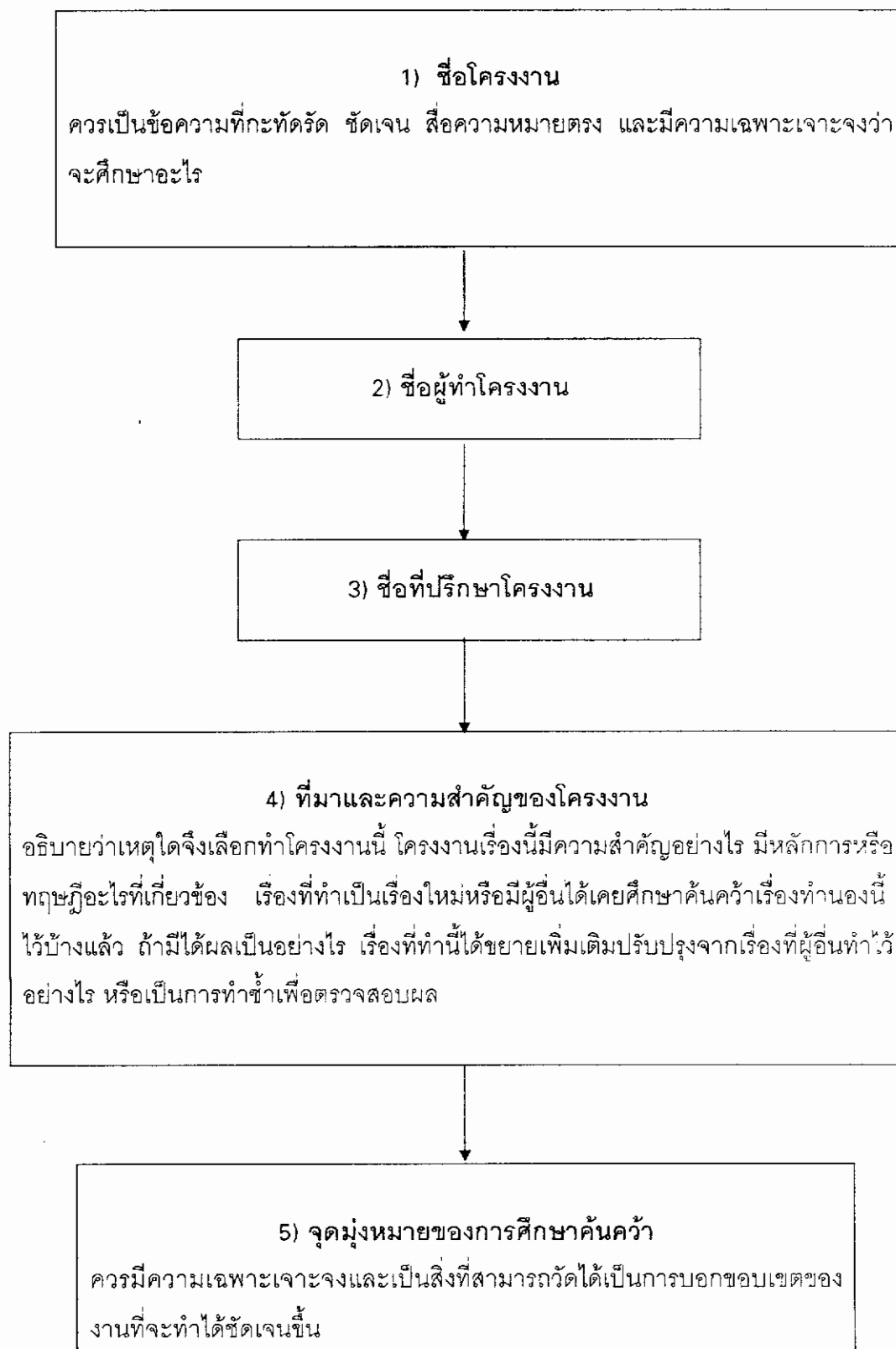
3. วิธีทดลอง

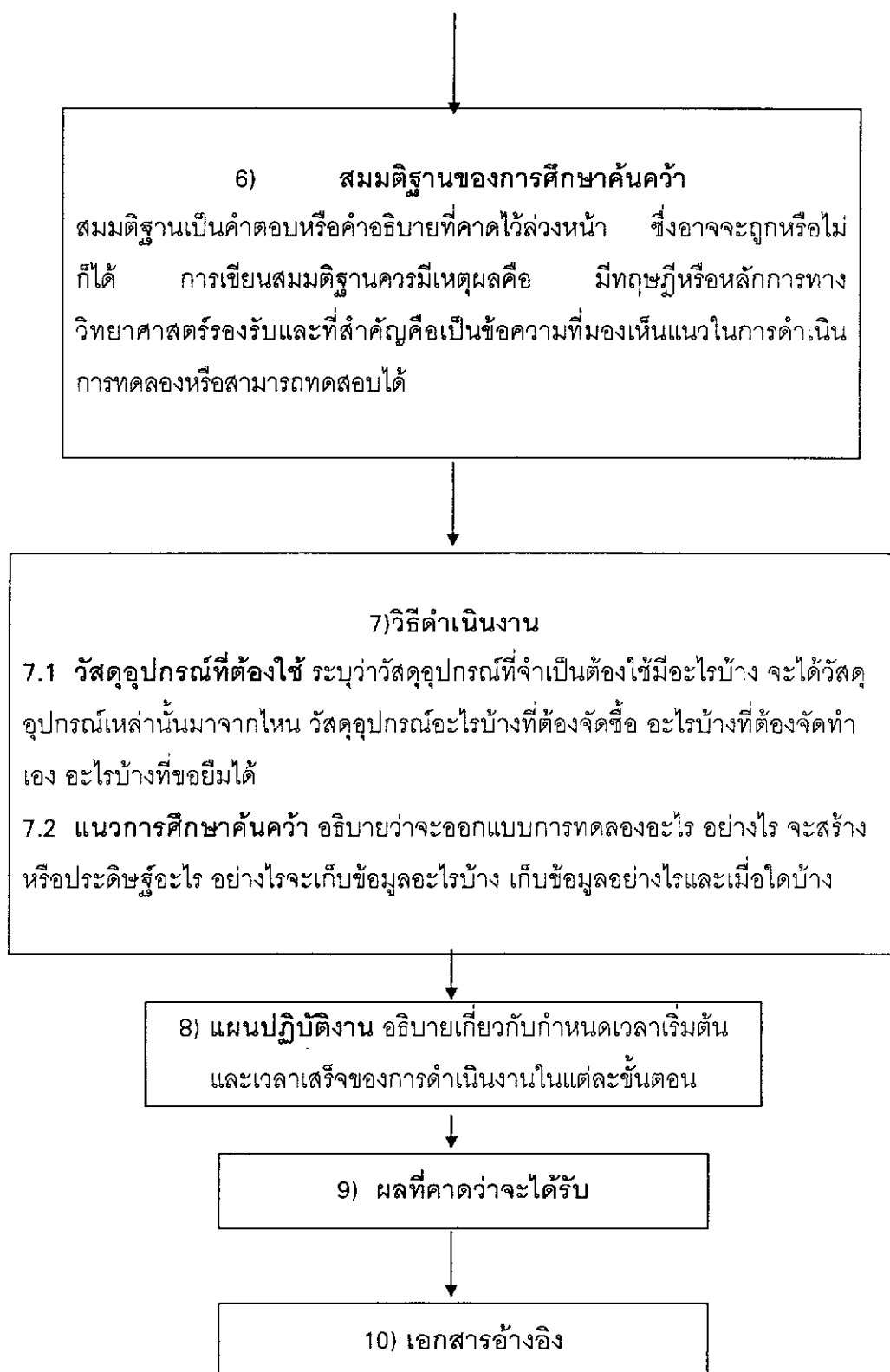
กำหนดแผนปฏิบัติงาน (ช่วงเวลาในการทำงาน)

กิจกรรม	กำหนดช่วงเวลาที่จะทำกิจกรรม
การศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม	
เขียนเค้าโครงของโครงงาน	
ลงมือทำการทดลอง	
วิเคราะห์ข้อมูล	
เขียนรายงาน	

ในกรณีที่โครงงานของนักเรียนมีการใช้สัตว์ทดลอง นักเรียนควรต้องเรียนรู้ธรรมชาติของสัตว์ที่จะใช้เป็นสัตว์ทดลองอย่างดี และควรปฏิบัติกาทดลองนั้นด้วยความระมัดระวัง ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยของผู้ทดลองและของสัตว์ทดลอง หากมีการนำสัตว์ทดลองไปตั้งแสดงโครงงานด้วย ก็จะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้เข้าชมด้วย

กิจกรรมที่ 5 เขียนเค้าโครงงานวิทยาศาสตร์





ภาคผนวก ค.
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์**กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต****ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6****เรื่อง สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา (สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ)****เวลา 30 นาที**

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 30 นาที
2. แบบทดสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
3. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ในช่อง ก ข ค หรือ ง ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุด
เพียงข้อเดียว ลงในกระดาษคำตอบ
4. ห้ามขีดฆ่า ทำเครื่องหมาย หรือเขียนตัวอักษรใด ๆ ลงในแบบทดสอบ

1. ข้อใดเป็นความหมาย “ชีวบริเวณ” (ความรู้-ความจำ)
 - ก. บริเวณที่สิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตอาศัยอยู่
 - ข. บริเวณที่ประกอบด้วยพืชและสัตว์
 - ค. บริเวณที่ประกอบด้วยพืชและมนุษย์
 - ง. บริเวณที่มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น
2. ดินบริเวณใดมีโอกาสเป็นดินเสียได้น้อยที่สุด (ความเข้าใจ)
 - ก. ดินที่ปลูกพืชชนิดเดียวซ้ำ ๆ กัน
 - ข. ดินที่มีการขุดหน้าดินออก
 - ค. ดินที่ไม่มีอะไรปกคลุม
 - ง. ดินที่มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์
3. ถ้าในระบบนิเวศน์แห่งหนึ่งประกอบด้วย นก สุนัข ไก่ ผีเสื้อ เห็ด มะม่วง ขนุน และผักค่น้ำแล้ว นักเรียนแบ่งสิ่งเหล่านี้ออกเป็นกลุ่มได้อย่างไร (ทักษะการจำแนกประเภท)
 - ก. สิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต
 - ข. พืชและสัตว์
 - ค. พวกที่มีปีกและพวกที่ไม่มีปีก
 - ง. พวกมีพิษและพวกที่ไม่มีพิษ
4. ในการทดลองเพื่อพิสูจน์ว่า “น้ำทิ้งในโรงงานอุตสาหกรรมมีผลต่อการดำรงชีวิตของปลาหรือไม่” โดยการเลี้ยงปลาในอ่างน้ำ 2 ใบ สิ่งที่นักเรียนจะต้องจัดให้แตกต่างกันคือ (ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)
 - ก. ขนาดของอ่างน้ำ 2 ใบ
 - ข. จำนวนของปลาในแต่ละอ่าง
 - ค. ชนิดของน้ำที่จะใช้เลี้ยงปลา
 - ง. ขนาดของปลาในอ่างน้ำทั้ง 2 ใบ
5. ถ้านักเรียนต้องการทดสอบความเป็นกรด - ด่าง ของดินชนิดต่าง ๆ นักเรียนจะมีวิธีการทดลองเช่นไร (ทักษะการทดลอง)
 - ก. ตำดินให้ละเอียดแล้วสังเกตสีของดิน
 - ข. ตำดินให้ละเอียดแล้วทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส
 - ค. นำดินมาละลายในน้ำกลั่นแล้วสังเกตสีของสารละลาย
 - ง. นำดินมาละลายในน้ำกลั่นแล้วทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส

6. ข้อใดที่ให้ความหมายของคำว่า “สมมติฐาน” ที่ดีที่สุด (การนิยามเชิงปฏิบัติการ)
- การคาดคะเนคำตอบที่ถูกต้อง
 - เป็นคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า อาจถูกหรือผิดก็ได้
 - เป็นคำตอบที่ได้จากการทดลอง
 - เป็นคำตอบที่ได้จากหลักการ กฎ หรือทฤษฎี
7. สมชายต้องการศึกษาว่าสัตว์ชนิดต่าง ๆ จะกินอาหารชนิดใดบ้าง เขาจึงทดลองนำอาหารชนิดต่าง ๆ ให้สัตว์กิน สังเกตและบันทึกข้อมูลได้ผลตามตาราง
- (ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป)

ชนิดของสัตว์	อาหารที่กิน
ช้าง	พืช
กบ	สัตว์
สุนัข	พืชและสัตว์
ปลา	พืชและสัตว์
ม้า	พืช

จากข้อมูลในตาราง ข้อใดสรุปถูกต้อง

- ช้างและสุนัขกินพืชเป็นอาหาร
 - สุนัขและปลากินพืชและสัตว์เป็นอาหาร
 - กบและปลากินสัตว์เป็นอาหาร
 - สัตว์มีทั้งประเภทกินสัตว์ กินพืช และกินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร
8. ในกรุงเทพมหานครมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่มาก นักเรียนจะมีวิธีการลดปริมาณก๊าซดังกล่าวได้อย่างไร (นำไปใช้)
- ออกกฎหมายห้ามสูบบุหรี่
 - ปลูกต้นไม้มาก ๆ
 - ติดตั้งเครื่องเพิ่มออกซิเจน
 - สร้างสวนสัตว์เพิ่มมากขึ้น

15. ข้อใดเป็นการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมของสิ่งมีชีวิต (ความเข้าใจ)
- มานีใส่เสื้อผ้าสีดำเดินบนถนนตอนกลางคืน
 - หูกวางชอบใส่เสื้อกันหนาวเวลาอากาศร้อน
 - แมลงสาบมีสีน้ำตาลเมื่ออยู่ตามกองขยะ
 - ตั๊กแตนมีสีเขียวคล้ายกับกิ่งไม้
16. สิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารเองได้ด้วยกระบวนการสังเคราะห์แสง เรียกว่าอะไร (ความรู้-ความจำ)
- ผู้ผลิต
 - ผู้บริโภค
 - ผู้ย่อยอินทรีย์วัตถุ
 - ผู้ทำลาย
17. การกระทำในข้อใดที่ช่วยส่งเสริมชีวบริเวณให้ดีขึ้น (นำไปใช้)
- ถางป่าเพื่อทำไร่เลื่อนลอย
 - ตัดต้นไม้ทิ้งเพื่อสร้างถนน
 - โรงงานติดตั้งระบบป้องกันน้ำเสีย
 - ขุดหน้าดินไปขาย
18. ข้อใดไม่ใช่ความหมายของการอนุรักษ์ (ความรู้-ความจำ)
- การไม่นำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้
 - การรู้จักนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้อย่างประหยัด
 - การรู้จักนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด
 - การนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ให้เกิดการสูญเปล่าน้อยที่สุด
19. สิ่งแวดล้อมในธรรมชาติประกอบด้วยอะไรบ้าง (ความรู้-ความจำ)
- ดิน ฟา อากาศ
 - สัตว์ และ พืช
 - ดิน น้ำ ลม ไฟ
 - สิ่งมีชีวิต และ สิ่งไม่มีชีวิต
20. วิธีการใดคือวิธีป้องกันชีวบริเวณถูกทำลาย (นำไปใช้)
- ตรวจจับบุคคลลักลอบเข้าเมือง
 - ตรวจจับบุคคลที่ใช้ไฟฟ้าช๊อคปลา
 - ตรวจจับบุคคลค้ายาเสพติด
 - ตรวจจับบุคคลที่ขับรถผิดกฎหมาย

21. วินัย ปลุกผักชนิดเดียวกัน ไว้ได้ต้นไม่ใหญ่ ข้างอาคารเรียนและกลางสวน แล้วสังเกต
การเจริญเติบโตของผักที่ปลูกไว้ในแต่ละสถานที่ นักเรียนคิดว่าวินัยตั้งสมมติฐานว่า
อย่างไร จึงทำการทดลองเช่นนี้ (ทักษะการตั้งสมมติฐาน)
- ก. ขนาดของผักที่ปลูก มีผลต่อการเจริญเติบโต
 - ข. สถานที่ที่ปลูกผัก มีผลต่อการเจริญเติบโต
 - ค. ปริมาณน้ำที่รดผัก มีผลต่อการเจริญเติบโต
 - ง. เมล็ดพันธุ์ของผักที่ปลูก มีผลต่อการเจริญเติบโต
22. สุดา สังเกตว่าที่บ่อหลังบ้านมีไข่ของสัตว์ชนิดหนึ่งวางไข่ไว้ตามขอนไม้ ใบหญ้า
และซอกหิน เพื่อจะพิสูจน์ว่าเป็นไข่ของสัตว์ชนิดใด สุดาจะทดสอบได้อย่างไร
(ทักษะการทดลอง)
- ก. สังเกตรูปร่างของไข่
 - ข. สังเกตการฟักตัวของไข่
 - ค. สังเกตสีของเปลือกไข่
 - ง. เปรียบเทียบขนาดของไข่กับสัตว์ที่รู้จัก
23. จารุณีไปตลาดซื้อของมาดังนี้ กุ้ง เนื้อหมู ขนมชั้น ลำไย ปลากระป๋อง และทองหยอด
ถ้านักเรียนต้องการแบ่งอาหารออกเป็น 2 กลุ่ม แบ่งโดยใช้อะไรเป็นเกณฑ์
(ทักษะการจำแนกประเภท)
- ก. อาหารจำพวกเนื้อสัตว์ ผลไม้
 - ข. อาหารสด อาหารแห้ง
 - ค. อาหารสด อาหารหวาน
 - ง. อาหารคาว อาหารหวาน
24. หมู่บ้านแห่งหนึ่งมักมีน้ำท่วมขังตลอดปี ข้อใด **ไม่ใช่** สมมติฐานของปัญหานี้
(ทักษะการตั้งสมมติฐาน)
- ก. ขนาดท่อระบายน้ำ มีผลทำให้น้ำท่วม
 - ข. การอุดตันของท่อระบายน้ำ มีผลทำให้น้ำท่วม
 - ค. ชนิดของดิน มีผลทำให้น้ำท่วม
 - ง. บริเวณพื้นที่หมู่บ้าน มีผลทำให้น้ำท่วม

25. สมชายสังเกต แก้วน้ำใบหนึ่งที่อยู่บนโต๊ะ ข้อใดคือข้อมูลที่ได้จากการสังเกต

(ทักษะการสังเกต)

- ก. ภายในแก้ว มีน้ำแข็งเต็ม
- ข. แก้วใบนี้ทำมาจากดินทราย
- ค. แก้วใบนี้ราคาแพง
- ง. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

26. การบอกการเจริญเติบโตของมนุษย์ ควรระบุตามข้อใดจึงจะถูกต้อง

(ทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการ)

- ก. ส่วนสูง และ น้ำหนัก
- ข. อายุ และ น้ำหนัก
- ค. อายุ และ ส่วนสูง
- ง. อายุ ส่วนสูง และ น้ำหนัก

27. ถ้านักเรียนมีดอกกุหลาบอยู่บนโต๊ะ 1 กำ ข้อใดเป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกต

(ทักษะการสังเกต)

- ก. มีดอกกุหลาบอยู่บนโต๊ะ 1 กำ
- ข. ดอกกุหลาบมีสีแดงและมีหนามใหญ่และแหลมมาก
- ค. ดอกกุหลาบไม่สมบูรณ์เนื่องจากขาดปุ๋ย
- ง. ดอกกุหลาบขาดการดูแล มีหนอนกิน

28. เมื่อสุดาสำรวจสิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน ได้แบ่งสิ่งที่พบเป็น 2 พวก พวกที่ 1 มีนก ผีเสื้อ เปิด พวกที่ 2 มี ตะขาบ งู แมงป่อง นักเรียนคิดว่าสุดาใช้อะไรเป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่ม

(ทักษะการจำแนกประเภท)

- ก. สัตว์มีปีก และ สัตว์ไม่มีปีก
- ข. สัตว์มีพิษ และ สัตว์ไม่มีพิษ
- ค. สัตว์ที่เคลื่อนที่ได้และสัตว์ที่เคลื่อนที่ไม่ได้
- ง. สัตว์ที่อาศัยอยู่บนดิน และสัตว์ที่อาศัยอยู่ในอากาศ

29. สมศักดิ์ศึกษาชนิดของอาหารสัตว์ทั้ง 5 ชนิด ได้ผลดังนี้

ชื่อสัตว์	ชนิดของอาหารที่กิน				
	ลูกน้ำ	แมลง	ปู	กุ้ง	พืชน้ำ
คางคก		✓			
ปลากัด	✓				✓
กบ		✓			
เต่า					✓
ปลาช่อน		✓	✓	✓	✓

จากข้อมูลในตาราง ข้อใดสรุปไม่ถูกต้อง (ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป)

- ก. อาหารของปลากัด ได้แก่ ลูกน้ำ
- ข. สัตว์ที่กินแมลงเป็นอาหาร ได้แก่ คางคก กบ ปลาช่อน
- ค. สัตว์ที่กินพืชน้ำเป็นอาหาร ได้แก่ ปลากัด ปลาช่อน เต่า
- ง. สัตว์ที่กินอาหารได้ครบทุกชนิด ได้แก่ ปลาช่อน

30. การกระทำของบุคคลต่อไปนี้ ที่เป็นการช่วยแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม (นำไปใช้)

- ก. สมชายนำสุนัขมาอาบน้ำที่ลำคลอง
- ข. สมใจเก็บถุงพลาสติกมาทิ้งใต้ต้นไม้
- ค. สมนึกเก็บตัวรถเมล์มาทิ้งในถังขยะ
- ง. สมคิดใช้น้ำมันผสมสารตะกั่ว

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ปรับปรุงมาจากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของ สุมาลี กาญจนชาติ

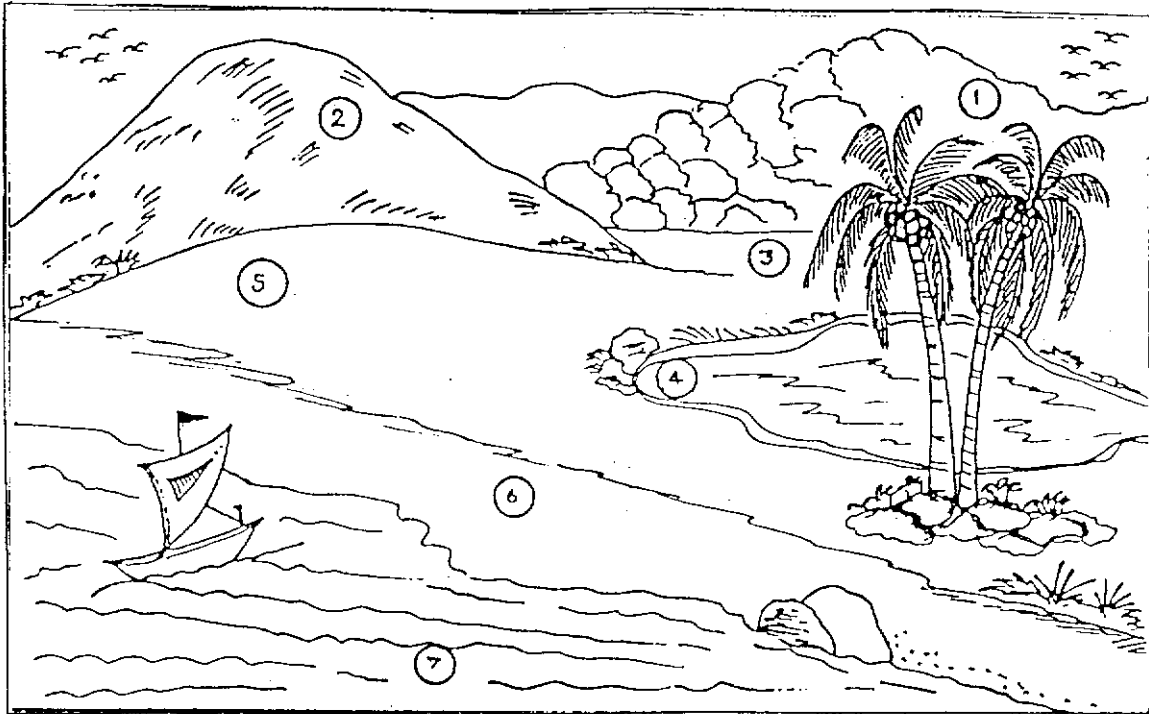
แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ - สกุล เพศ ชั้น
 อายุ ปี เดือน

คำแนะนำในการทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบมีทั้งหมด 3 ข้อ
2. แบบทดสอบชุดนี้สร้างขึ้นเพื่อวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งผลจากการศึกษาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดการเรียนการสอนในระดับนี้ ข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบชุดนี้จะนำไปใช้ในการวิจัยเท่านั้น จะไม่มีผลเสียต่อนักเรียนและโรงเรียนของนักเรียนแต่ประการใด
3. นักเรียนจะได้คะแนนสูงถ้าตอบได้มากวิธี มีเหตุผลและเป็นแนวคิดใหม่ที่เป็นของนักเรียนเองหรือตอบเรื่องที่คนอื่นคิดไม่ถึง
4. แบบทดสอบแต่ละข้อให้เวลานักเรียนทำข้อละ 15 นาที ถ้านักเรียนได้ยื่นสัญญาณหมดเวลาให้หยุดทำทันทีแล้วเตรียมทำข้อต่อไป
5. เขียนชื่อ - สกุล เพศ ชั้น อายุ ให้เรียบร้อยก่อนลงมือทำแบบทดสอบ

ข้อที่ 1 “การใช้ประโยชน์”



- หมายเลข 1 ภูเขาที่มีต้นไม้
 หมายเลข 2 ภูเขาที่ไม่มีต้นไม้ (อาจจะมีหญ้าหรือพืชขนาดเล็ก)
 หมายเลข 3 ที่ราบ
 หมายเลข 4 หนองน้ำ (น้ำจืด)
 หมายเลข 5 ที่เนิน
 หมายเลข 6 หาดทราย
 หมายเลข 7 ทะเล

ถ้านักเรียนมีที่ดินเป็นของตนเองและมีลักษณะดังปรากฏในภาพข้างบนนี้
 นักเรียนคิดว่าจะใช้ประโยชน์จากที่ดินผืนนี้ได้อย่างไรบ้าง

นักเรียนอาจจะคิดการใช้ประโยชน์จากที่ดินบริเวณใดบริเวณหนึ่งซ้ำ ๆ กันก็ได้

พยายามคิดเรื่องการใช้ประโยชน์ที่เป็นไปได้ แปลก ๆ ใหม่ ๆ ให้มากที่สุดเท่าที่จะคิดได้ เขียนการใช้ประโยชน์ของที่ดินบริเวณต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในช่องว่างข้างล่างนี้

[illegible]

ข้อ 2 “นักประดิษฐ์”

ให้นักเรียนเลือกวัสดุใช้แล้วที่กำหนดให้นี้มาประกอบเป็นเครื่องมือหรือของใช้ที่จะนำไปใช้ด้านต่าง ๆ เช่น

- การทดลองทางวิทยาศาสตร์
- การใช้สอยในชีวิตประจำวัน
- อื่น ๆ

นักเรียนจะเลือกใช้อุปกรณ์ที่กำหนดให้นี้กี่ชนิดก็ได้ เปลี่ยนขนาดหรือใช้วัสดุซ้ำ ๆ กันก็ได้ และอาจจะดัดแปลงวัสดุที่กำหนดให้นี้ให้เป็นรูปแบบที่นักเรียนต้องการก็ได้

นักเรียนจะใช้วัสดุอื่น ๆ เช่น มีด กรรไกร ม้วน กาว เทปติดกระดาษ ฯลฯ ประกอบด้วยก็ได้

พยายามคิดเครื่องมือหรือของใช้ที่เป็นไปได้และแปลก ๆ ใหม่ ๆ ให้มากที่สุดเท่าที่จะคิดได้ บอกการนำไปใช้และวาดรูป หรือบรรยายวิธีทำเครื่องมือหรือของใช้แต่ละชุดที่นักเรียนคิดได้อย่างย่อ ๆ ในตารางข้างล่างนี้ (ดูตัวอย่างประกอบ)

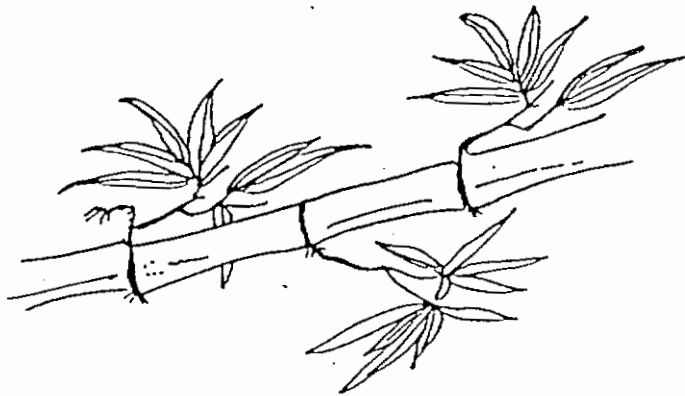
อุปกรณ์ที่กำหนดให้



กระป๋อง



ขวด (พร้อมฝาปิด)



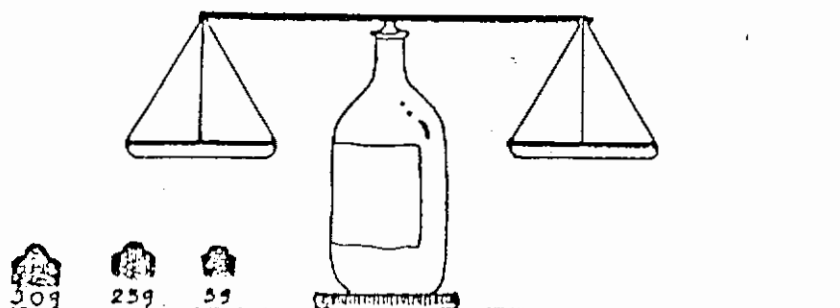
ไม้ไผ่

ตัวอย่าง : การบรรยายวิธีทำเครื่องมือหรือของใช้อย่างย่อ ๆ

- เครื่องมือชุดที่ 1**
1. เหลาไม้ไผ่ให้กลมมีขนาดสม่ำเสมอยาวประมาณ 1 ฟุต
 2. ใช้เชือกผูกฝากระป๋องตรงรูที่เจาะทั้ง 3 รู (ฝากระป๋องขนาดเท่ากัน 2 ฝา เจาะรูระยะห่างเท่ากัน ฝาละ 3 รู) เชือกแต่ละเส้นมีความยาวเท่ากัน
 3. รวบปลายเชือกมาขมวดแล้วผูกกับปลายทั้ง 2 ข้างของไม้ไผ่
 4. นำไม้ไผ่นี้มาวางบนปากขวด ให้ปลายทั้ง 2 ข้างห่างจากขวดเท่ากัน ใช้เทปติดไม้กับขวดให้แน่น

การนำไปใช้ ใช้หาน้ำหนักของวัตถุบางอย่างได้ (เครื่องชั่งอย่างง่าย)
หรือ : การวาดรูปเครื่องมือหรือของใช้

เครื่องมือชุดที่ 1



การนำไปใช้ ใช้หาน้ำหนักของวัตถุบางอย่างได้ (เครื่องชั่งอย่างง่าย)

เครื่องมือชุดที่ 2

.....

การนำไปใช้

เครื่องมือชุดที่ 3

.....

การนำไปใช้

เครื่องมือชุดที่ 4

.....

การนำไปใช้

เครื่องมือชุดที่ 5

.....

การนำไปใช้

เครื่องมือชุดที่ 6

การนำไปใช้

เครื่องมือชุดที่ 7

การนำไปใช้

เครื่องมือชุดที่ 8

การนำไปใช้

เครื่องมือชุดที่ 9

การนำไปใช้

ข้อ 3 “นักค้นคว้า”

นักวิทยาศาสตร์ได้เข้าไปสำรวจพันธุ์ไม้ในป่าที่ยังไม่เคยมีการสำรวจมาก่อน พบพืชชนิดหนึ่งขึ้นอยู่รอบ ๆ แอ่งน้ำ จึงเกิดความสนใจและได้สำรวจแอ่งน้ำในบริเวณใกล้เคียงกันอีก 3 แห่ง พบว่าพืชชนิดนี้ขึ้นอยู่เฉพาะรอบ ๆ บริเวณแอ่งน้ำเท่านั้น ห่างจากแอ่งน้ำ 5 เมตรจะไม่มีพืชชนิดนี้อยู่เลย และจากการศึกษาพบว่าบริเวณนั้นจะได้รับแสงอาทิตย์เฉลี่ยวันละ 6 ชั่วโมง นักวิทยาศาสตร์ท่านนั้นจึงได้นำ ต้นกล้า กิ่ง ใบ ผล พร้อมทั้งเมล็ด ของต้นไม้นี้มาประมาณอย่างละ 10 ก.ก. เพื่อใช้ในการศึกษาทดลองต่อไป

สมมติว่านักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ท่านนั้น ให้นักเรียนคิดวิธีการทดลองเพื่อนำส่วนต่าง ๆ ของพืชชนิดนี้มาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น

- ด้านวิทยาศาสตร์
- ด้านการเกษตร
- ด้านอุตสาหกรรม
- อื่น ๆ

พยายามคิดวิธีทดลองที่เป็นไปได้หลาย ๆ แบบ อธิบายวิธีทดลองประกอบอย่างย่อ ๆ นักเรียนจะใช้อุปกรณ์ สารเคมี หรือเครื่องมืออื่นใดประกอบด้วยก็ได้

วิธีที่ 1

.....

วิธีที่ 2

.....

วิธีที่ 3

.....

วิธีที่ 4

.....

วิธีที่ 5

.....

วิธีที่ 6

.....

วิธีที่ 7

.....

วิธีที่ 8

.....

วิธีที่ 9

.....

วิธีที่ 10

.....

**แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์ปรับปรุงมาจากแบบทดสอบวัดความสามารถ
ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
ของกิตติ กล่อมเกลี้ยง**

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง แบบทดสอบต่อไปนี้กำหนดให้เป็นสถานการณ์ ให้นักเรียนใช้ข้อมูลในสถานการณ์นั้นในการตอบคำถาม โดยแต่ละสถานการณ์จะมีคำถามเป็นชุดๆ ละ 4 ข้อ เป็นคำถามแบบ 4 ตัวเลือก แต่ละคำถามจะมีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว ให้นักเรียนหาคำตอบที่ถูกต้องนั้นมาตอบลงในกระดาษคำตอบ โดยทำเครื่องหมาย X ให้ตรงกับตัวอักษร ก, ข, ค และ ง. ของกระดาษคำตอบ

สถานการณ์ที่ 1 สมบูรณ์ประกอบอาชีพทำนา เขามีที่นาอยู่ 10 ไร่ และปลูกข้าวพันธุ์หนึ่งในที่นาแห่งนั้น ได้ผลผลิตดังนี้

ในปีแรก ได้ข้าวออกงามดีและได้ผลผลิตสูง

ในปีที่สอง เขาปลูกข้าวพันธุ์เดิม ได้ต้นข้าวมีลักษณะลำต้นเล็กลง ให้ผลผลิตต่ำกว่าปีแรก

ในปีที่สาม ปรากฏว่าข้าวพันธุ์เดิมที่เขาใช้ปลูกนั้น ลำต้นแคระแกร็นลงและให้ผลผลิตต่ำกว่าทุก ๆ ปีที่ผ่านมา ทั้ง ๆ ที่มีน้ำอุดมสมบูรณ์และไม่มีแมลงมารบกวนต้นข้าวเลย

1. ปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นในสถานการณ์นี้ คืออะไร

- ก. ต้นข้าวแคระแกร็นและให้ผลผลิตต่ำลง
- ข. การปลูกข้าวซ้ำ ๆ กันหลายปี
- ค. การทำนาได้ผลผลิตต่ำ
- ง. การใช้พันธุ์ข้าวซ้ำเดิม

2. สาเหตุใดที่ทำให้เกิดปัญหาขึ้นในข้อที่ 1

- ก. ดินเสื่อมคุณภาพ
- ข. มีศัตรูพืชมารบกวน
- ค. สมบูรณ์ไม่ปลูกพืชหมุนเวียน
- ง. พันธุ์ข้าวเสื่อมคุณภาพ

3. วิธีการใดที่จะใช้ในการตรวจสอบสาเหตุของปัญหา ในข้อที่ 2
 - ก. ปรับปรุงดินโดยการใส่ปุ๋ย
 - ข. ใช้ยาฆ่าแมลงศัตรูข้าว
 - ค. ปลุกพืชตระกูลถั่วหมุนเวียน
 - ง. ทดลองเปลี่ยนพันธุ์ข้าวชนิดใหม่
4. ผลที่ได้จากการตรวจสอบสาเหตุของปัญหาในข้อที่ 3
 - ก. ทำให้ทราบว่าผลผลิตตกต่ำเนื่องจากดินขาดการบำรุง
 - ข. ทำให้ทราบว่าแมลงศัตรูข้าวทำให้ผลผลิตตกต่ำ
 - ค. ทำให้ทราบว่า การปลูกพืชหมุนเวียนช่วยให้ต้นข้าวมีลักษณะที่ดีขึ้น
 - ง. ทำให้ทราบว่าต้นข้าวที่ปลูกเป็นพันธุ์ไม่ดี

ให้นักเรียนใช้สถานการณ์ต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 5 – 8

สถานการณ์ที่ 2 “บริเวณบ่อน้ำทิ้งของโรงงานแห่งหนึ่ง เป็นที่เก็บกักน้ำเสียจากโรงงาน น้ำในบ่อจะมีสีค่อนข้างดำ ชุ่น และกลิ่นเหม็นมาก วันหนึ่งสุชาติสังเกตเห็นเจ้าหน้าที่ของโรงงานกลุ่มหนึ่งนำผักตบชวามาใส่ไว้ในบ่อน้ำทิ้งนั้น 4 - 5 เดือนต่อมา น้ำในบ่อเริ่มมีลักษณะใสขึ้นและไม่เหม็นกลิ่นเหม็น”

5. ปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นในสถานการณ์นี้คืออะไร
 - ก. น้ำในบ่อมีกลิ่นเหม็นได้อย่างไร
 - ข. ผักตบชวามีผลอย่างไรต่อน้ำเสีย
 - ค. ทำไมจึงนำผักตบชวามาใส่ลงในบ่อ
 - ง. ทำไมโรงงานจึงปล่อยน้ำเสียลงในบ่อ
6. สาเหตุใดที่ทำให้เกิดปัญหาค้นในข้อที่ 5
 - ก. น้ำในบ่อทิ้งไว้นานจึงมีกลิ่นเหม็น
 - ข. โรงงานไม่มีเครื่องบำบัดน้ำเสีย
 - ค. การทิ้งขยะและของเสียลงในบ่อน้ำ
 - ง. น้ำใสขึ้นและไม่เหม็นเมื่อใส่ผักตบชวาลงไป

7. นักเรียนจะตรวจสอบสาเหตุของปัญหาในข้อที่ 6 ได้โดยวิธีใด
 - ก. นำน้ำทิ้งมา 2 โหล โหลหนึ่งใส่ผักตบชวาลงไป อีกโหลไม่ต้องใส่อะไรลงไปแล้วสังเกตผล
 - ข. นำน้ำทิ้งมาเลี้ยงปลา โดยโหลที่ 1 ใส่สาหร่ายลงไปด้วย ส่วนโหลที่ 2 ไม่ต้องใส่สาหร่ายลงไป แล้วสังเกตผล
 - ค. ให้โรงงานติดตั้งเครื่องบำบัดน้ำเสีย
 - ง. ประกาศห้ามการทิ้งขยะและของเสียลงในบ่อน้ำ
8. ผลที่ได้จากการตรวจสอบสาเหตุของปัญหาในข้อที่ 7 คือข้อใด
 - ก. ทำให้ทราบว่าผักตบชวาช่วยบำบัดน้ำเสียได้หรือไม่
 - ข. ทำให้ทราบว่าปลาและสาหร่ายสามารถดำรงชีวิตในน้ำเสียได้หรือไม่
 - ค. น้ำในบ่อจะใสขึ้นเมื่อโรงงานติดตั้งเครื่องบำบัดน้ำเสีย
 - ง. เมื่อไม่มีการทิ้งขยะน้ำจะไม่เน่าเสีย

‘ให้นักเรียนใช้สถานการณ์ต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 9 - 12

สถานการณ์ที่ 3 “หมู่บ้านแห่งหนึ่งมีเพียงหนองน้ำท้ายหมู่บ้านเท่านั้นที่เป็นแหล่งน้ำสำหรับใช้ในครัวเรือนและทำการเกษตร หลังจากที่มีแมลงศัตรูพืชมารบกวนพืชผักที่ชาวบ้านปลูกไว้ทำให้ผลผลิตที่ได้ตกต่ำเรื่อยมา ต่อมาชาวบ้านนำปุ๋ยเคมีและยาฆ่าแมลงมาใช้ในไร่ผักของตน ทำให้ผลผลิตเริ่มดีขึ้น แต่ปรากฏว่าชาวบ้านส่วนใหญ่มีอาการเจ็บป่วยเพิ่มมากขึ้นหลังจากใช้น้ำจากหนองน้ำท้ายหมู่บ้าน เช่น บางคนป่วยเป็นโรคผิวหนัง บางคนก็ป่วยเป็นโรคท้องร่วงอยู่เสมอ”

9. ปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นในสถานการณ์นี้ คืออะไร
 - ก. เหตุใดชาวบ้านจึงพ่นยาฆ่าแมลง
 - ข. เหตุใดพืชผักที่ชาวบ้านปลูกจึงให้ผลผลิตตกต่ำลง
 - ค. เหตุใดชาวบ้านจึงมีอาการเจ็บป่วยเพิ่มขึ้น
 - ง. เหตุใดชาวบ้านจึงใช้น้ำจากหนองน้ำท้ายหมู่บ้าน

10. สาเหตุใดที่ทำให้เกิดปัญหาล้างในข้อที่ 9
 - ก. มีสารพิษจากยาฆ่าแมลงตกค้างอยู่ในหนองน้ำ
 - ข. มีแมลงศัตรูพืชมารบกวนพืชผักที่ชาวบ้านปลูกไว้
 - ค. เพราะหมู่บ้านนั้นมีหนองน้ำเพียงแห่งเดียว
 - ง. เพราะมีการใส่ปุ๋ยไม่ถูกวิธี
11. นักเรียนจะตรวจสอบสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในข้อที่ 10 ได้อย่างไร
 - ก. ประกาศให้ชาวบ้านงดการใช้ยาฆ่าแมลง
 - ข. ร่วมมือกันขุดหนองน้ำใหม่แล้วดื่อน้ำในหนองน้ำเดิม
 - ค. ให้เจ้าหน้าที่มาทำการตรวจสอบน้ำในหนองน้ำ
 - ง. ส่งเจ้าหน้าที่มาให้ความรู้เรื่องการใช้ปุ๋ยและยาฆ่าแมลงที่ถูกต้องแก่ชาวบ้าน
12. ผลที่ได้จากการตรวจสอบสาเหตุของปัญหาในข้อที่ 11 คือข้อใด
 - ก. ทำให้ชาวบ้านรู้วิธีใช้ปุ๋ยและยาฆ่าแมลงที่ถูกต้องจะได้ไม่มีอาการเจ็บป่วย
 - ข. ทำให้ทราบว่าอาการป่วยของชาวบ้านมาจากสารพิษที่ตกค้างในหนองน้ำใช่หรือไม่
 - ค. ทำให้หนองน้ำเพิ่มขึ้นและชาวบ้านหายจากอาการเจ็บป่วย
 - ง. ทำให้ไม่มีแมลงศัตรูพืชมารบกวนและผลผลิตของชาวบ้านดีขึ้น

ให้นักเรียนใช้สถานการณ์ต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 13 - 16

สถานการณ์ที่ 4 “น้อยปลูกต้นนางกวักไว้ในกระถางใส่ปุ๋ยบำรุงอย่างดี แล้วนำกระถางไปตั้งไว้ริมสนามหญ้าหน้าบ้าน เมื่อเวลาผ่านไป 2 - 3 สัปดาห์ ปรากฏว่าต้นนางกวักค่อย ๆ เติบโตขึ้นเรื่อย ๆ น้อยจึงนำกระถางต้นไม้มาวางไว้ในบริเวณชายคาบ้าน ปรากฏว่า 1 เดือนต่อมา ต้นนางกวักค่อย ๆ เติบโตขึ้นและออกใบเขียวแข็งแรงเต็มที่”

13. ปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นในสถานการณ์นี้ คืออะไร
 - ก. ทำไมน้อยจึงใส่ปุ๋ยให้ต้นนางกวักเมื่อปลูกอยู่ริมสนาม
 - ข. ทำไมต้นนางกวักจึงแข็งแรงเมื่อปลูกใต้ชายคาบ้าน
 - ค. มีอะไรเกิดขึ้นกับต้นนางกวักเมื่อปลูกอยู่ริมสนามหญ้า
 - ง. ต้นนางกวักเติบโตและออกใบเขียวได้อย่างไร

14. สาเหตุใดที่ทำให้เกิดปัญหขึ้นในข้อที่ 13
 - ก. ต้นนางกวักมีอายุมากจึงเหี่ยวเฉาลง
 - ข. ต้นนางกวักขาดแร่ธาตุจึงไม่แข็งแรง
 - ค. ต้นนางกวักเจริญเติบโตได้ดีในที่ร่ม
 - ง. ปุ๋ยที่น้อยใส่ให้ต้นนางกวักเป็นปุ๋ยปลอม
15. นักเรียนจะตรวจสอบสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในข้อที่ 14 ได้อย่างไร
 - ก. นำปุ๋ยที่ใส่ไปตรวจสอบว่าปลอมหรือไม่
 - ข. เปลี่ยนต้นนางกวักใหม่และใส่ปุ๋ยที่ตรวจสอบคุณภาพแล้ว
 - ค. นำต้นนางกวักไปไว้ริมสนามอีกครั้งเพื่อดูว่าจะเหี่ยวเฉาอีกหรือไม่
 - ง. ปลุกต้นนางกวักในบริเวณที่มีการกันแสงแดดกับไม่มีการกันแสงแดดเปรียบเทียบกัน
16. ผลที่ได้จากการตรวจสอบสาเหตุของปัญหาในข้อที่ 15 คือข้อใด
 - ก. ทำให้ทราบว่า การเจริญเติบโตของต้นนางกวักขึ้นอยู่กับ การได้รับแสงแดดหรือไม่
 - ข. ทำให้ทราบว่า ปุ๋ยที่ใส่ในกระถางนั้นปลอมหรือไม่
 - ค. ทำให้ทราบว่า ต้นนางกวักจะเจริญเติบโตได้ดีเมื่อมีอายุเท่าไร
 - ง. ทำให้ทราบว่า ปลุกต้นนางกวักได้ขายคาบ้านจะดีกว่าปลูกริมสนามหญ้า

ให้นักเรียนใช้สถานการณ์ต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 17 – 20

สถานการณ์ที่ 5 “ระหว่างปิดภาคฤดูร้อน ป้อมและครอบครัวชวนกันไปเที่ยวพักผ่อนที่น้ำตกสาริกา จังหวัดนครนายก เมื่อไปถึงอากาศร้อนมาก ป้อมจึงลงไปอาบน้ำในลำธารของน้ำตก น้ำในลำธารใสสะอาดและเย็นมาก ป้อมหยิบสบู่ขึ้นมาฟอกตัว แต่ฟอกและถูเท่าไรสบู่นั้นก็ไม่มีฟองออกมาเลย มีแต่คราบสีน ้ ของสบู่จับอยู่ตามลำตัวซึ่งล้างออกได้ยากมาก”

17. ปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้ คืออะไร
 - ก. ทำไมบริเวณน้ำตกจึงมีอากาศร้อนมาก
 - ข. ทำไมสบู่จึงไม่มีฟองเมื่อฟอกในน้ำตก
 - ค. ทำไมตามลำตัวจึงมีแต่คราบสีน ้ ของสบู่
 - ง. ทำไมน้ำในลำธารน้ำตกจึงใสและเย็นมากกว่าน้ำในลำคลอง

18. สาเหตุใดที่ทำให้เกิดปัญหขึ้นในข้อที่ 17
- ก. น้ำในลำธารไม่ทำปฏิกิริยากับสบู่
 - ข. สบู่ที่ป้อมใช้ไม่มีคุณภาพดีพอ
 - ค. ดันไม้บริเวณน้ำตกถูกชาวบ้านตัดทำลายไปมาก
 - ง. น้ำในลำธารไหลผ่านก้อนหินและมีต้นไม้งั้นแสงแดดจึงใสและเย็น
19. นักเรียนจะตรวจสอบสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในข้อที่ 18 ได้อย่างไร
- ก. นำน้ำชนิดเดียวกันมาใส่โหล 2 ใบ ใบหนึ่งใส่หินลงไปและนำไปวางไว้ใต้ต้นไม้ อีกใบหนึ่งไม่ใส่หินลงไปแล้วตั้งไว้กลางสนาม วัดอุณหภูมิของน้ำทั้ง 2 โหล เปรียบเทียบกัน
 - ข. นำน้ำใส่ลำธารน้ำตกกับน้ำใส่ลำคลองปริมาณเท่า ๆ กันมาทำปฏิกิริยากับสบู่ชนิดเดียวกันแล้วสังเกตการเกิดฟอง
 - ค. นำสบู่ที่ป้อมใช้ฟอกตัวก่อนหน้านี้ไปให้เจ้าหน้าที่สำนักคุ้มครองผู้บริโภคตรวจสอบคุณภาพ
 - ง. ปลุกดันไม้บริเวณน้ำตกเพิ่มขึ้นแล้วคอยวัดอุณหภูมิดูว่าจะลดลงจากเดิมหรือไม่
20. ผลที่ได้จากการตรวจสอบสาเหตุของปัญหาในข้อที่ 19 คือข้อใด
- ก. เมื่อมีต้นไม้มเพิ่มขึ้นอากาศบริเวณน้ำตกจะไม่ร้อนอีกต่อไป
 - ข. ทำให้ทราบว่าน้ำที่ไหลผ่านก้อนหินและมีต้นไม้งั้นแสงแดดจะใสและเย็นกว่าน้ำในลำคลองจริงหรือไม่
 - ค. ทำให้ทราบว่าสบู่ที่ป้อมใช้ หมดสภาพจริงหรือไม่
 - ง. ทำให้ทราบว่าน้ำใส่ลำธารน้ำตกไม่ทำปฏิกิริยากับสบู่เมื่อนำมาฟอกตัวจึงไม่มีฟอง

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

การตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

เนื่องจากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบวัดที่ให้นักเรียนแสดงความคิดออกมา ซึ่งความคิดนั้นอาจจะเป็นความคิดที่เป็นไปได้และเป็นไปไม่ได้ เพื่อเพิ่มความมั่นใจในการตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยยึดเกณฑ์การให้คะแนนความคิดริเริ่ม ของ สุมาลิ กาญจนชาติ และคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดของ วินัย คำสุวรรณ ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองอีกครั้ง เพื่อหาแนวคำตอบเพิ่มเติม (ตัวดำ)

วิธีการตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการตรวจให้คะแนนเป็นลำดับขั้น ดังนี้

1. ผู้วิจัยอ่านคำตอบทุกคำตอบของนักเรียนทุกคนแล้วพิจารณาตัดคำตอบที่เป็นไปไม่ได้ออก คงไว้เฉพาะคำตอบที่เป็นไปได้ ในขั้นตอนนี้ยังไม่มีกรให้คะแนน คำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมด จะได้รับการตรวจให้คะแนนในอีก 3 ด้าน คือ ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม
2. นับจำนวนคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดของผู้ตอบแต่ละคนให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน เป็นคะแนนความคล่องในการคิด
3. พิจารณาจัดกลุ่มคำตอบของผู้ตอบแต่ละคนแล้วให้คะแนนกลุ่มคำตอบที่เป็นคนละประเภทหรือคนละทิศทาง กลุ่มละ 1 คะแนน โดยไม่คำนึงถึงว่าจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่ คะแนนส่วนนี้เป็นคะแนนความยืดหยุ่นในการคิด เช่น

ความยืดหยุ่นในการคิด

ข้อ 1 การใช้ประโยชน์ กลุ่มคำตอบมี 13 แนวคิด คือ (ช. = การใช้ประโยชน์)

ช.1 = การเลี้ยงสัตว์เพื่อการพักผ่อนและอนุรักษ์ เช่น ทำสวนสัตว์ , วนอุทยาน,

พิพิธภัณฑ์สัตว์น้ำ

ช.2 = ประกอบอาชีพเกี่ยวกับสัตว์ เช่น ทำการประมง ทำปศุสัตว์

ช.3 = สร้างที่พักอาศัย

ช.4 = สร้างสถานที่ออกกำลังกายและพักผ่อน

ช.5 = นำทรัพยากรธรรมชาติไปขาย, ประดิษฐ์สิ่งของต่าง ๆ

ข.6 = ใช้น้ำในการบริโภค อุปโภค
 ข.7 = สร้างสิ่งก่อสร้าง สถาปัตยกรรมแปลก บนสถานที่ที่กำหนดให้ เช่น เมืองได้นำ, ภูเขาทอง, ปราสาททราย, หอดูดาว, อุโมงค์, ศูนย์อนุรักษ์สัตว์น้ำ, สหรัยทะเล และปะการัง

- ข.8 = ใช้ที่ดินทำการเกษตร เช่น ทำนา ทำไร่ ทำสวน
 ข.9 = นำพืชผัก ที่อยู่ตามธรรมชาติมาทำยา และเป็นอาหาร
 ข.10 = ใช้เป็นเส้นทางคมนาคม ทั้งทางน้ำ ทางบก และทางอากาศ
 ข.11 = ป้องกันภัยธรรมชาติ
 ข.12 = เป็นสถานที่ที่ให้ความรู้
 ข.13 = ใช้ที่ดินทำเหมืองแร่

ข้อ 2. นักประดิษฐ์ กลุ่มคำตอบมี 8 แนวคิด คือ (ป. = ประดิษฐ์)

- ป.1 = การประดิษฐ์สิ่งของและของเล่น โดยใช้กระป๋องเพียงอย่างเดียว เช่น ทำกระป๋องอมสิน กล้องใส่ดินสอ, โทรศัพท์
 ป.2 = การประดิษฐ์สิ่งของและของเล่น โดยใช้ขวดเพียงอย่างเดียว เช่น แจกัน, ภาชนะใส่ของ, เครื่องประดับ, เครื่องดนตรี
 ป.3 = การประดิษฐ์สิ่งของและของเล่น โดยใช้ไม้ไผ่เพียงอย่างเดียว เช่น ไม้คาน, คันเบ็ด, คันธนู, เครื่องดนตรี
 ป.4 = การประดิษฐ์สิ่งของและของเล่น ที่ใช้วัสดุที่กำหนดมาประกอบกันมากกว่า 1 ชิ้น
 ป.5 = อุปกรณ์การทดลองที่ใช้วัสดุที่กำหนดให้มากกว่า 1 ชิ้น มาประกอบกันหรือใช้ประกอบกับวัสดุอื่น ๆ ก็ได้
 ป.6 = เครื่องใช้ส่วนตัวหรือเครื่องใช้ในบ้านที่นำวัสดุที่กำหนดให้มากกว่า 1 ชิ้น มาดัดแปลงเป็นประโยชน์ได้
 ป.7 = การประดิษฐ์สิ่งของและของเล่นโดยใช้วัสดุอื่น ๆ นอกเหนือจากวัสดุที่กำหนดให้
 ป.8 = การประดิษฐ์สิ่งของและของเล่นที่ใช้วัสดุที่กำหนดให้มากกว่า 1 ชิ้น มาประกอบกันหรือใช้ประกอบกับวัสดุอื่น ๆ ก็ได้

ข้อ 3 นักค้นคว้า กลุ่มคำตอบมี 7 แนวคิด คือ (ค = ค้นคว้า)

ค.1 = ทดลองปลูกโดยไม่ระบุสถานการณ์เพิ่มเติม เช่น ทดลองนำเมล็ด ต้นกล้า
กิ่ง ใบ มาปลูก

ค.2 = ทดลองปลูก โดยระบุสถานการณ์เพิ่มเติม เช่น ปลูกให้ได้รับแสงมากกว่าหรือน้อยกว่า 6 ชม. , ปลูกใกล้ - ไกล แสงน้ำ, ปลูกโดยได้รับแสงแดดไม่เท่ากัน

ค.3 = ทดลองขยายพันธุ์ด้วยวิธีต่าง ๆ

ค.4 = นำส่วนต่าง ๆ ให้สัตว์กิน ซึ่งใช้เป็นวิธีการทดลองเพื่อตรวจสอบพิษ, ทดลอง
ทำยา และทดลองว่าเป็นอาหารได้หรือไม่

ค.5 = ทดลองทำปุ๋ย

ค.6 = ทดลอง โดยใช้สารเคมีชนิดต่าง ๆ เช่น นำผลมาทดสอบความเป็นกรด
เป็นด่าง , นำใบมาแช่ในแอลกอฮอล์, ทดสอบคลอโรฟิลล์, ทดสอบการคายน้ำ

ค.7 = ทดลองตรวจสอบดินบริเวณที่พืชขึ้น

4. นับความถี่จากคำตอบของนักเรียนทั้งหมด โดยบันทึกคำตอบ และขีดเป็นรอย
ความถี่ของคำตอบที่ซ้ำกันจนครบทุกคน แล้วตรวจคำตอบของแต่ละคนว่าตกอยู่ในความถี่เท่าใด
แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์การให้คะแนนความคิดริเริ่ม ดังนี้

คำตอบที่มีความถี่เกิน 5 ขึ้นไป	ให้ 0 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 5	ให้ 1 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 4	ให้ 2 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 3	ให้ 3 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 2	ให้ 4 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 1	ให้ 5 คะแนน

ความคิดริเริ่ม

คำตอบที่ได้คะแนนความคิดริเริ่มระดับต่าง ๆ ตามข้อทดสอบ แสดงเป็นตัวอย่าง ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 การใช้ประโยชน์

คำตอบที่ได้ 0 คะแนน เช่น ทำนา, ทำไร่, เลี้ยงสัตว์, ทำการประมง, สร้างที่พักตาก
อากาศ, สร้างหอดูดาว, ทำป่าไม้, นำหินทรายไปสร้างถนน, ทำนาเกลือ, นำทรายมาทำแก้ว, ทำ
ปูนขาว

คำตอบที่ได้ 1 คะแนน เช่น ปลุกสมุนไพร, ตั้งสถานีโทรทัศน์, สร้างสวนนก, ขุดเจาะน้ำมัน, เจาะน้ำบาดาลมาใช้, สร้างกระเช้าลอยฟ้า

คำตอบที่ได้ 2 คะแนน เช่น สร้างสวนสาธารณะใต้ทะเล, ทำน้ำพุสีรุ้ง, สร้างหิมะเทียมให้เล่นสกี, จัดแข่งปีนเขา, สร้างสถานพักผ่อน

คำตอบที่ได้ 3 คะแนน เช่น กระโจมกลางทะเล สวนสนุกใต้ภูเขา สร้างอุทยานผีเสื้อ สร้างสถานที่ทดลองทางวิทยาศาสตร์, สร้างภูเขาทราย

คำตอบที่ได้ 4 คะแนน เช่น ทำไร้ด้วยระบบคอมพิวเตอร์, สร้างเกาะเทียม, สร้างภูเขาไฟจำลอง, ทำกิจกรรม Sea Walker

คำตอบที่ได้ 5 คะแนน เช่น ทำฟาร์มเลี้ยงเต่าทะเล, นำสาหร่ายทะเลมาขาย, สร้างปิรามิด, ตั้งศูนย์อนุรักษ์สัตว์น้ำ ศูนย์อนุรักษ์สาหร่ายทะเลและปะการัง

ข้อ 2 นักประดิษฐ์

คำตอบที่ได้ 0 คะแนน เช่น ทำกระป๋องอมสิน, ทำกระดางต้นไม้, นาฬิกาทราย, เครื่องกรองน้ำ, กระดิ่งไม้ไผ่, ชั้นวางของ, โทรศัพท์, ที่เขี่ยบุหรี่, ข้าวหลาม, บั้วรดน้ำ, ไม้จิ้มฟัน, เครื่องดนตรี

คำตอบที่ได้ 1 คะแนน เช่น กระบอกไฟฉาย, เรือไม้ไผ่, โคมไฟสวน, เครื่องวัดทิศทางลม, ป้ายชื่อไม้ไผ่, เทอร์โมมิเตอร์อย่างง่าย, โมบายไล่นก, ตะเกียง, กรอบรูป, มูลี่บังแดด, ทำกลอง

คำตอบที่ได้ 2 คะแนน เช่น เครื่องตัดหญ้า, เครื่องมือทดลองเรื่องความร้อนทำให้อากาศขยายตัว, เรื่องเสียง, ไม้สอยแม่เหล็ก, ลอบดักปลา, แก้วอั้ง, แพน

คำตอบที่ได้ 3 คะแนน เช่น กรับไม้ไผ่, เครื่องบินไม้ไผ่, รถไฟกระป๋อง, ที่ยกน้ำหนัก, หุ่นกระบอก

คำตอบที่ได้ 4 คะแนน เช่น เรือกระป๋องแล่นด้วยความร้อน, ทำถังน้ำมันรถจักรยานยนต์ด้วยขวด, ที่กันขโมย, กล้องส่องทางไกล

คำตอบที่ได้ 5 คะแนน เช่น ทำกระบอกตัวรอดเมล็ดด้วยไม้ไผ่, สร้างเครื่องมือออกกำลังกาย, เกี้ยวแหพระไม้ไผ่, เครื่องยกไข่ ที่ฉีบน้ำอัดลม

ข้อ 3 นักค้นคว้า

คำตอบที่ได้ 0 คะแนน เช่น นำต้นกล้ามาปลูก, นำเมล็ดมาเพาะ, นำผลมาลองชิม, ทดลองทำปุ๋ย, ทดลองสกัดน้ำมันจากเมล็ด, หยดไอโอดีนลงบนใบ

คำตอบที่ได้ 1 คะแนน เช่น ทดลองปลูกในสภาพเดิมแล้วสังเกตแมลงที่มาเกาะ หรือมากินส่วนต่าง ๆ, ปลูกบริเวณอากาศหนาว, ปลูกได้ต้นไม้ใหญ่, ปลูกในขวด

คำตอบที่ได้ 2 คะแนน เช่น ทดลองปลูกบริเวณที่มีเชื้อโรค, นำผลมาดอง 7 - 10 วัน แล้วลองชิมดู, อบความร้อนแล้วสกัดคลอโรฟิลล์ออกมา, ทดลองนำเยื่อไม้มาทำกระดาษ

คำตอบที่ได้ 3 คะแนน เช่น ทดลองนำต้นกล้าปลูกในโคลนตม, ทดลองเพาะเมล็ดในที่ที่มีอุณหภูมิร้อนจัด

คำตอบที่ได้ 4 คะแนน เช่น นำส่วนต่าง ๆ มาอบความร้อนแล้วดูผล, ทดลองปลูกในกระถางแต่ให้น้ำต่างกัน 2 กระถาง

คำตอบที่ได้ 5 คะแนน เช่น นำต้นกล้ามาทดลองปลูกในหลอดแก้ว 3 หลอดที่มี ก๊าซออกซิเจน, ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, และไฮโดรเจน, ผสมผลของพืชกับอาหารสุนัขแล้วเปรียบเทียบระหว่างสุนัขที่กินอาหารผสม กับกินอาหารอย่างเดียว, นำดินที่พืชชนิดนั้นขึ้นอยู่มาทดสอบ, นำเมล็ดไปปลูกที่หาดทราย

ภาคผนวก ง.
การวิเคราะห์แบบทดสอบ

ตาราง 13 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	.72	.39	16	.59	.26
2	.60	.31	17	.64	.44
3	.46	.43	18	.62	.47
4	.69	.33	19	.67	.37
5	.75	.21	20	.50	.50
6	.54	.43	21	.61	.39
7	.46	.43	22	.59	.34
8	.77	.45	23	.73	.65
9	.63	.35	24	.54	.43
10	.48	.30	25	.43	.54
11	.57	.22	26	.52	.46
12	.53	.21	27	.50	.34
13	.57	.38	28	.54	.43
14	.61	.39	29	.65	.32
15	.75	.48	30	.55	.58

ตาราง 14 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถ
ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ข้อที่	p	r
1	.55	.21
2	.35	.49
3	.29	.47
4	.43	.38
5	.41	.57
6	.34	.36
7	.51	.52
8	.47	.66
9	.64	.48
10	.71	.68
11	.47	.37
12	.47	.37
13	.40	.39
14	.56	.38
15	.65	.63
16	.35	.49
17	.38	.43
18	.49	.54
19	.55	.45
20	.55	.45

ตาราง 15 แสดงค่า p, q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา

ข้อที่	p	q	pq
1	.69	.31	.21
2	.60	.40	.24
3	.46	.54	.25
4	.69	.31	.21
5	.75	.25	.19
6	.54	.46	.25
7	.46	.54	.25
8	.75	.25	.19
9	.62	.38	.24
10	.48	.52	.25
11	.56	.44	.25
12	.52	.48	.25
13	.56	.44	.25
14	.60	.40	.24
15	.73	.27	.20

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อที่	p	q	pq
16	.58	.42	.24
17	.62	.38	.24
18	.60	.40	.24
19	.67	.33	.22
20	.50	.50	.25
21	.60	.40	.24
22	.58	.42	.24
23	.69	.31	.21
24	.54	.46	.25
25	.44	.56	.25
26	.52	.48	.25
27	.50	.50	.25
28	.54	.46	.25
29	.65	.35	.23
30	.54	.46	.25

ตาราง 16 แสดงค่า p, q และ pq ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ข้อที่	p	q	pq
1	.54	.46	.25
2	.37	.63	.23
3	.31	.69	.21
4	.44	.56	.25
5	.43	.57	.25
6	.35	.65	.23
7	.52	.48	.25
8	.48	.52	.25
9	.63	.37	.23
10	.67	.33	.22
11	.48	.52	.25
12	.48	.52	.25
13	.41	.59	.24
14	.56	.44	.25
15	.63	.37	.23
16	.37	.63	.23
17	.39	.61	.24
18	.50	.50	.25
19	.56	.44	.25
20	.56	.44	.25

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา โดยใช้สูตร KR - 20 ของ คูเดอร์
ริชาร์ดสัน

$$\sum pq = 7.08$$

$$\sum X = 849$$

$$\sum X^2 = 16715$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } S_t^2 &= \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N^2} \\ &= \frac{48 \times 16715 - (849)^2}{(48)^2} \\ &= \frac{81519}{2304} \\ &= 35.38 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่าในสูตร } r_{tt} &= \frac{n-1}{n-1} \left(1 - \frac{pq}{S_t^2} \right) \\ &= \frac{30}{30-1} \left(1 - \frac{7.08}{35.38} \right) \\ &= \frac{30}{29} (1 - 0.20) \\ &= 1.03 \times 0.8 \\ &= 0.824 \end{aligned}$$

การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา โดยใช้สูตร KR - 20 ของ คูเดอร์
ริชาร์ดสัน

$$\begin{aligned}\sum pq &= 4.81 \\ \sum X &= 895 \\ \sum X^2 &= 16099\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{จากสูตร } S_t^2 &= \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N^2} \\ &= \frac{54 \times 16099 - (895)^2}{(54)^2} \\ &= \frac{68321}{2916} \\ &= 23.43\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{แทนค่าในสูตร } r_{tt} &= \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{pq}{S_t^2} \right) \\ &= \frac{20}{20-1} \left(1 - \frac{4.81}{23.43} \right) \\ &= \frac{20}{19} (1 - 0.21) \\ &= 1.05 \times 0.79 \\ &= 0.832\end{aligned}$$

ภาคผนวก จ.
การวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบ

ตาราง 17 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
ของกลุ่มทดลอง (ก่อนทดลอง)

เลขที่	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์			ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์							รวม
	ความรู้ ความจำ	ความ เข้าใจ	การนำ ไปใช้	การ สังเกต	การ จำแนก ประเภท	การตั้ง สมมติ ฐาน	การนิยาม เชิงปฏิบัติ การ	การ กำหนด และ ควบคุม ตัวแปร	การ ทดลอง	การตี ความ หมายและ ลงข้อสรุป	
1	3	1	5	0	0	1	0	1	0	1	12
2	3	3	5	1	2	1	0	1	1	2	19
3	4	3	4	1	2	0	0	1	0	1	16
4	3	2	3	0	2	1	0	0	1	1	13
5	2	2	3	0	2	1	0	0	0	0	10
6	2	3	5	0	2	2	0	2	1	2	19
7	2	4	4	2	2	1	2	0	2	2	21
8	6	2	5	0	3	1	0	1	1	2	21
9	2	2	5	2	2	2	0	1	1	1	18
10	6	3	5	1	1	2	0	1	0	2	21
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	2	1	3	0	1	1	0	0	0	0	8
13	2	2	5	0	1	1	2	1	2	1	17
14	2	2	4	0	3	2	1	2	0	1	17
15	5	2	3	1	2	1	2	2	1	2	21
16	4	2	5	1	2	0	0	2	1	1	18
17	6	4	4	0	2	1	0	2	1	1	21
18	2	3	3	1	2	0	1	1	1	2	16
19	2	3	5	1	2	2	0	1	0	2	18
20	2	3	4	1	2	2	1	2	1	1	19
21	2	3	4	1	2	1	1	1	2	1	18

ตาราง 17 (ต่อ)

เลขที่	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์			ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์							รวม
	ความรู้ ความจำ	ความ เข้าใจ	การนำ ไปใช้	การ สังเกต	การ จำแนก ประเภท	การตั้ง สมมติ ฐาน	การนิยาม เชิงปฏิบัติ การ	การ กำหนด และ ควบคุม ตัวแปร	การ ทดลอง	การตี ความ หมายและ ลงข้อสรุป	
22	3	3	4	0	3	2	0	2	1	1	19
23	3	4	3	2	2	2	1	0	0	2	19
24	3	4	3	1	3	1	1	2	1	2	21
25	4	3	5	0	2	1	0	2	1	2	20
26	2	3	1	1	0	0	1	0	0	1	9
27	2	3	4	1	1	0	1	1	1	2	16
28	3	2	5	1	2	1	0	2	1	2	19
29	0	1	3	0	1	1	1	1	1	0	9
30	2	2	4	2	2	0	0	1	0	0	13
31	2	2	4	1	3	2	0	2	0	0	16
32	2	2	3	0	2	2	0	0	1	1	13
33	3	2	5	0	3	1	2	2	1	2	21
34	1	3	4	0	2	1	0	1	0	0	12
35	1	2	3	2	2	2	0	1	1	1	15
36	2	2	5	1	0	2	0	2	1	1	16
37	1	2	4	2	1	2	0	1	0	1	14
38	1	2	5	1	2	2	0	2	1	1	17
39	3	2	3	1	2	2	0	2	1	2	18
40	6	3	5	1	2	1	1	2	1	2	24
41	4	2	4	0	2	1	0	2	1	2	18
42	3	2	4	1	1	2	0	1	1	1	16

ตาราง 18 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
ของกลุ่มทดลอง (หลังทดลอง)

เลขที่	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์			ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์							รวม
	ความรู้ ความจำ	ความ เข้าใจ	การนำ ไปใช้	การ สังเกต	การ จำแนก ประเภท	การตั้ง สมมติ ฐาน	การนิยาม เชิงปฏิบัติ การ	การ กำหนด และ ควบคุม ตัวแปร	การ ทดลอง	การตี ความ หมายและ ลงข้อสรุป	
1	5	3	5	2	2	2	0	1	0	2	22
2	3	3	5	1	2	1	0	1	1	2	19
3	4	3	4	1	2	1	0	1	0	2	18
4	3	2	5	1	2	1	0	1	1	2	18
5	2	3	5	0	2	2	0	2	1	2	19
6	3	2	3	2	2	1	2	0	2	2	19
7	5	3	5	0	3	1	0	1	1	2	21
8	4	2	5	2	2	2	0	2	1	2	22
9	5	3	5	1	2	2	0	1	0	2	21
10	6	3	5	1	1	2	0	1	0	2	21
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	2	1	2	0	1	1	0	0	0	0	7
13	3	2	5	0	2	1	2	1	2	1	19
14	3	2	4	0	3	2	1	2	0	1	18
15	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	14
16	4	3	5	1	2	1	1	2	1	1	21
17	6	4	5	2	2	2	1	2	1	2	27
18	3	3	3	1	2	2	0	1	1	2	18
19	2	3	5	1	2	2	0	1	0	2	18
20	3	3	4	2	2	2	1	2	1	2	22
21	3	3	4	1	2	1	1	1	2	1	19

ตาราง 18 (ต่อ)

เลขที่	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์			ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์							รวม
	ความรู้ ความจำ	ความ เข้าใจ	การนำ ไปใช้	การ สังเกต	การ จำแนก ประเภท	การตั้ง สมมติ ฐาน	การนิยาม เชิงปฏิบัติ การ	การ กำหนด และ ควบคุม ตัวแปร	การ ทดลอง	การตี ความ หมายและ ลงข้อสรุป	
22	3	3	4	0	3	2	0	2	1	1	19
23	3	3	3	2	2	2	1	0	0	1	17
24	3	4	4	1	3	1	1	2	1	2	22
25	4	3	5	2	2	2	1	2	1	2	24
26	4	3	3	1	1	0	1	0	0	1	14
27	3	2	2	1	1	0	1	1	1	1	13
28	3	3	5	1	2	1	1	2	1	2	21
29	3	2	3	1	2	1	1	1	1	1	16
30	3	2	5	1	2	0	0	1	0	1	15
31	4	3	4	1	3	2	1	2	1	1	22
32	2	1	3	0	1	0	0	0	1	1	9
33	4	3	5	1	2	2	2	2	1	2	24
34	2	2	3	0	2	1	0	1	0	0	11
35	5	3	3	2	2	2	1	1	1	1	21
36	4	2	5	1	1	2	1	2	1	1	20
37	4	2	5	2	2	2	2	1	0	2	22
38	4	2	5	1	2	2	0	2	1	2	21
39	5	3	5	1	2	2	0	1	1	2	22
40	5	3	5	1	2	1	1	2	1	2	23
41	4	3	5	2	2	1	1	2	1	2	23
42	3	2	4	1	1	2	0	1	1	1	16

ตาราง 19 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
ของกลุ่มควบคุม (ก่อนทดลอง)

เลขที่	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์			ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์							รวม
	ความรู้ ความจำ	ความ เข้าใจ	การนำ ไปใช้	การ สังเกต	การ จำแนก ประเภท	การตั้ง สมมติ ฐาน	การนิยาม เชิงปฏิบัติ การ	การ กำหนด และ ควบคุม ตัวแปร	การ ทดลอง	การตี ความ หมายและ ลงข้อสรุป	
1	3	2	3	0	1	1	0	0	1	11	22
2	3	2	4	0	1	0	0	1	1	13	19
3	2	3	3	1	2	2	1	1	1	17	18
4	3	2	4	0	1	1	1	2	2	17	18
5	4	3	4	0	3	2	1	2	1	21	19
6	4	2	4	0	2	2	1	2	2	21	19
7	2	3	3	0	2	2	1	1	1	15	21
8	5	2	4	1	2	1	2	1	2	20	22
9	4	2	4	0	1	2	1	2	1	18	21
10	3	3	4	0	1	0	0	0	1	12	21
11	3	3	4	0	2	1	0	0	0	13	-
12	3	3	4	1	1	1	0	0	2	15	7
13	4	3	4	1	1	2	1	2	1	21	19
14	3	3	4	1	2	0	0	1	1	16	18
15	3	3	3	0	2	1	1	2	2	18	14
16	3	3	3	1	2	2	1	2	2	20	21
17	3	1	5	0	1	1	0	1	2	14	27
18	4	3	3	1	2	1	1	2	2	20	18
19	3	2	3	0	1	1	0	1	1	12	18
20	3	3	3	2	3	2	1	2	2	22	22
21	4	2	3	1	3	1	0	2	1	17	19

ตาราง 19 (ต่อ)

เลขที่	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์			ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์							รวม
	ความรู้ ความจำ	ความ เข้าใจ	การนำ ไปใช้	การ สังเกต	การ จำแนก ประเภท	การตั้ง สมมติ ฐาน	การนิยาม เชิงปฏิบัติ การ	การ กำหนด และ ควบคุม ตัวแปร	การ ทดลอง	การตี ความ หมายและ ลงข้อสรุป	
22	4	3	4	1	2	1	0	1	1	1	18
23	3	3	3	0	1	1	0	1	1	1	14
24	4	3	4	1	2	2	1	1	1	1	20
25	4	2	4	0	2	1	1	1	1	0	16
26	4	3	3	1	1	1	0	2	0	1	16
27	2	2	2	0	1	0	0	1	0	1	9
28	3	2	4	0	1	1	0	1	0	1	13
29	2	2	4	0	1	1	0	1	0	1	12
30	3	2	3	0	3	1	0	2	2	2	18
31	3	2	3	1	0	1	0	0	0	0	10
32	3	2	3	1	2	2	0	1	0	2	16
33	2	2	4	0	2	2	0	0	2	1	15
34	2	2	3	1	2	1	1	1	1	2	16
35	3	2	3	0	1	0	1	0	0	1	11
36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	3	2	4	0	2	1	0	1	0	2	15
38	2	3	4	1	2	1	0	1	2	1	17
39	3	2	4	1	3	2	0	2	1	2	20
40	2	1	2	1	1	1	1	0	1	1	11
41	3	2	3	1	2	1	0	1	0	1	14
42	3	2	3	1	2	2	1	2	1	1	18

ตาราง 20 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
ของกลุ่มควบคุม (หลังทดลอง)

เลขที่	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์			ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์							รวม
	ความรู้ ความจำ	ความ เข้าใจ	การนำ ไปใช้	การ สังเกต	การ จำแนก ประเภท	การตั้ง สมมติ ฐาน	การนิยาม เชิงปฏิบัติ การ	การ กำหนด และ ควบคุม ตัวแปร	การ ทดลอง	การตี ความ หมายและ ลงข้อสรุป	
1	4	3	3	0	1	1	0	1	0	2	15
2	4	3	6	0	1	0	0	2	2	1	19
3	4	4	5	1	3	1	1	2	1	1	23
4	5	3	5	0	2	1	2	2	2	2	24
5	4	2	4	0	3	2	1	2	1	1	20
6	4	2	5	0	2	2	0	2	2	2	21
7	3	3	5	0	3	2	1	1	0	1	19
8	6	2	4	1	2	1	1	1	1	2	21
9	6	2	5	0	2	2	1	2	1	1	22
10	6	3	5	1	1	1	0	1	0	2	20
11	1	2	4	0	2	1	0	0	0	0	10
12	3	3	3	1	2	1	1	1	1	2	18
13	4	4	4	1	2	2	1	2	2	1	23
14	3	3	5	0	2	1	0	1	1	0	16
15	5	3	5	0	2	1	1	2	1	2	22
16	3	3	4	1	3	2	1	2	1	2	22
17	2	1	5	0	1	0	0	1	1	2	13
18	5	4	5	1	2	2	1	2	1	2	25
19	2	3	5	1	2	1	0	1	1	1	17
20	3	4	5	2	3	2	1	2	1	2	25
21	4	2	4	1	3	2	0	2	0	1	19

ตาราง 20 (ต่อ)

เลขที่	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์			ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์							รวม
	ความรู้ ความจำ	ความ เข้าใจ	การนำ ไปใช้	การ สังเกต	การ จำแนก ประเภท	การตั้ง สมมติ ฐาน	การนิยาม เชิงปฏิบัติ การ	การ กำหนด และ ควบคุม ตัวแปร	การ ทดลอง	การตี ความ หมายและ ลงข้อสรุป	
22	3	3	4	1	3	0	0	1	0	1	16
23	4	3	5	0	1	1	0	1	1	1	17
24	4	3	5	1	2	2	0	1	1	1	20
25	4	1	4	0	2	1	1	1	0	0	14
26	3	4	4	1	2	2	0	2	1	1	20
27	2	2	4	0	3	1	0	2	2	2	18
28	5	2	5	0	2	1	0	2	2	1	20
29	2	1	4	0	2	1	1	1	1	1	14
30	5	3	4	2	3	1	0	2	2	0	22
31	3	2	4	2	0	0	0	0	0	0	11
32	5	3	5	1	2	2	0	1	0	2	21
33	2	2	4	0	2	2	0	0	2	1	15
34	2	2	5	1	2	1	1	1	1	2	18
35	4	3	5	1	2	1	0	1	1	1	19
36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	3	2	5	0	3	2	0	1	0	2	18
38	1	3	5	1	2	1	0	1	2	1	17
39	4	2	5	1	3	2	0	2	1	2	22
40	3	3	3	1	2	2	1	0	1	1	17
41	2	3	5	1	3	2	1	2	0	1	20
42	5	4	5	1	2	2	0	1	1	1	22

ตาราง 21 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของกลุ่มทดลอง (ก่อนทดลอง)

เลข ที่	1. การใช้ประโยชน์				2. นักประดิษฐ์				3. นักค้นคว้า				รวมทั้ง 3 ข้อ
	ความ คล่อง ในการ คิด	ความ คิด ยืดหยุ่น	ความ คิด ริเริ่ม	รวม	ความ คล่อง ในการ คิด	ความ คิด ยืดหยุ่น	ความ คิด ริเริ่ม	รวม	ความ คล่อง ในการ คิด	ความ คิด ยืดหยุ่น	ความ คิด ริเริ่ม	รวม	
1	12	10	2	24	3	3	2	8	7	4	1	12	44
2	5	4	1	10	2	2	0	4	5	4	1	10	24
3	12	11	0	23	3	3	3	9	3	2	0	5	37
4	10	10	5	25	3	3	0	6	2	2	2	6	37
5	7	5	1	13	1	1	5	7	3	2	1	6	26
6	7	6	0	13	1	1	0	2	5	4	1	10	25
7	8	8	0	16	7	7	0	14	6	4	1	11	41
8	15	12	0	27	3	3	2	8	3	2	0	5	40
9	12	10	0	22	3	3	0	6	4	4	0	8	36
10	8	8	0	16	6	6	3	15	5	5	1	11	42
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	5	4	0	9	2	2	2	6	3	3	0	6	21
13	4	4	0	8	4	1	3	8	4	4	1	9	25
14	9	8	2	19	2	2	0	4	2	1	0	3	26
15	10	10	0	20	3	3	3	9	4	3	1	8	37
16	10	10	2	22	1	1	0	2	2	1	1	4	28
17	7	7	0	14	2	2	2	6	3	3	1	7	27
18	8	8	0	16	6	6	2	14	5	3	0	8	38
19	6	6	0	12	3	3	1	7	2	1	5	8	27
20	6	6	0	12	2	2	0	4	4	3	3	10	26
21	7	7	5	19	3	3	3	9	3	3	0	6	34

ตาราง 21 (ต่อ)

เลข ที่	1. การใช้ประโยชน์				2. นักประดิษฐ์				3. นักค้นคว้า				รวมทั้ง 3 ข้อ
	ความ คล่อง ในการ คิด	ความ คิด ยืดหยุ่น	ความ คิด ริเริ่ม	รวม	ความ คล่อง ในการ คิด	ความ คิด ยืดหยุ่น	ความ คิด ริเริ่ม	รวม	ความ คล่อง ในการ คิด	ความ คิด ยืดหยุ่น	ความ คิด ริเริ่ม	รวม	
22	13	9	0	22	4	4	3	11	4	4	2	10	43
23	10	10	0	20	3	3	1	6	5	4	0	9	36
24	10	10	0	20	6	6	3	15	6	5	0	11	46
25	12	11	0	23	9	7	3	17	3	3	4	10	50
26	8	7	0	15	2	2	0	4	3	3	4	10	29
27	12	8	0	20	3	3	0	6	4	2	0	6	32
28	11	9	0	20	4	4	0	8	5	4	1	10	38
29	7	5	0	12	3	3	2	8	1	1	1	3	23
30	7	6	0	13	2	2	0	4	1	1	0	2	19
31	8	6	0	14	2	2	0	4	2	1	4	7	25
32	5	3	0	8	2	2	0	4	3	2	1	6	18
33	11	9	0	20	5	5	4	14	5	5	4	14	48
34	10	8	0	18	4	4	3	11	2	2	1	5	34
35	6	6	0	12	3	3	0	6	3	2	1	6	24
36	13	11	0	24	1	1	3	5	2	1	1	4	33
37	4	3	0	7	3	3	2	8	3	3	1	7	22
38	6	5	1	12	2	2	0	4	2	2	1	5	21
39	9	9	0	18	2	2	0	4	3	3	4	10	32
40	9	8	2	19	4	4	0	8	2	2	1	5	32
41	8	6	0	14	2	2	0	4	1	1	0	2	20
42	11	9	0	20	3	3	0	6	3	2	1	6	32

ตาราง 22 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของกลุ่มทดลอง (หลังทดลอง)

เลข ที่	1. การใช้ประโยชน์				2. นักประดิษฐ์				3. นักค้นคว้า				รวมทั้ง 3 ข้อ
	ความ คล่อง ในการ คิด	ความ คิด ยืดหยุ่น	ความ คิด ริเริ่ม	รวม	ความ คล่อง ในการ คิด	ความ คิด ยืดหยุ่น	ความ คิด ริเริ่ม	รวม	ความ คล่อง ในการ คิด	ความ คิด ยืดหยุ่น	ความ คิด ริเริ่ม	รวม	
1	10	8	2	20	4	4	2	10	7	5	3	15	45
2	6	3	1	10	2	2	1	5	4	4	1	9	24
3	13	11	0	24	3	3	3	9	5	2	0	7	40
4	10	9	3	22	4	3	1	8	4	3	3	10	40
5	7	5	1	13	2	2	4	8	3	3	1	7	28
6	6	5	0	11	2	2	0	4	5	4	1	10	25
7	12	10	0	22	6	6	0	12	5	4	1	10	44
8	14	12	0	26	3	3	2	8	5	2	1	8	42
9	10	9	0	19	4	3	0	7	4	4	0	8	34
10	9	9	1	19	5	5	-	12	3	2	2	7	38
11	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
12	6	5	1	12	1	1	3	4	5	3	1	9	25
13	5	5	0	10	3	1	0	7	4	4	1	9	26
14	7	7	1	15	3	3	3	6	3	2	0	56	26
15	13	12	0	25	3	3	1	9	4	3	1	8	42
16	10	10	2	22	2	2	2	5	2	2	0	4	31
17	6	5	0	11	2	2	2	6	3	3	1	7	24
18	8	8	1	17	5	5	2	12	5	4	1	10	39
19	6	6	0	12	4	4	1	10	2	1	5	8	30
20	6	6	0	12	3	3	2	7	5	4	4	13	32
21	8	7	3	18	3	2		7	3	3	0	6	31

ตาราง 22 (ต่อ)

เลข ที่	1. การใช้ประโยชน์				2. นักประดิษฐ์				3. นักค้นคว้า				รวมทั้ง 3 ข้อ
	ความ คล่อง ในการ คิด	ความ คิด ยืดหยุ่น	ความ คิด ริเริ่ม	รวม	ความ คล่อง ในการ คิด	ความ คิด ยืดหยุ่น	ความ คิด ริเริ่ม	รวม	ความ คล่อง ในการ คิด	ความ คิด ยืดหยุ่น	ความ คิด ริเริ่ม	รวม	
22	11	10	0	21	5	5	3	13	3	3	1	7	41
23	15	13	0	28	4	4	0	8	4	4	0	8	44
24	18	9	0	27	5	5	2	12	6	5	0	11	50
25	15	10	0	25	7	7	3	17	5	4	4	13	55
26	9	7	0	16	3	3	1	7	3	3	4	10	33
27	12	10	2	24	4	4	1	9	3	2	0	5	38
28	11	9	0	20	4	4	0	8	3	3	1	7	35
29	7	5	0	12	3	3	2	8	2	1	1	4	24
30	8	6	1	15	3	3	1	7	3	2	0	5	27
31	8	6	0	14	3	3	3	9	3	3	4	10	33
32	6	4	1	11	2	2	1	5	5	3	0	9	25
33	14	12	0	26	4	3	3	10	4	4	4	12	48
34	9	9	0	18	4	4	3	11	3	2	0	6	35
35	6	6	0	12	4	3	0	7	3	2	0	6	25
36	11	10	0	21	2	2	5	9	4	3	2	9	39
37	5	5	1	11	3	3	2	8	3	3	0	7	26
38	6	5	1	12	3	3	0	6	4	3	2	9	27
39	7	6	0	13	4	3	1	8	3	3	4	10	31
40	9	9	2	20	5	5	0	10	1	1	0	2	32
41	8	6	0	14	3	2	1	6	2	2	1	5	25
42	9	9	1	19	3	3	0	6	2	2	1	5	30

ตาราง 23 (ต่อ)

เลข ที่	1. การใช้ประโยชน์				2. นักประดิษฐ์				3. นักค้นคว้า				รวมทั้ง 3 ข้อ
	ความ คล่อง ในการ คิด	ความ คิด ยืดหยุ่น	ความ คิด ริเริ่ม	รวม	ความ คล่อง ในการ คิด	ความ คิด ยืดหยุ่น	ความ คิด ริเริ่ม	รวม	ความ คล่อง ในการ คิด	ความ คิด ยืดหยุ่น	ความ คิด ริเริ่ม	รวม	
22	8	6	0	14	2	2	1	5	3	2	1	6	25
23	7	6	0	13	3	2	0	5	5	3	1	9	27
24	10	9	0	19	7	6	3	16	6	4	1	11	46
25	7	5	0	12	4	3	0	7	5	3	2	10	29
26	7	7	3	17	2	1	1	4	4	4	3	11	32
27	5	4	0	9	1	1	0	2	2	2	1	5	16
28	5	4	0	9	2	2	0	4	3	2	2	7	20
29	4	4	0	8	2	2	1	4	1	1	0	2	14
30	9	6	0	15	3	3	0	6	4	3	1	78	29
31	4	3	0	7	1	1	0	2	2	1	1	4	13
32	6	6	1	13	5	4	2	11	2	2	1	5	29
33	7	6	0	13	6	6	0	12	6	5	0	11	36
34	6	4	0	10	3	2	1	6	3	2	1	6	22
35	5	4	1	10	1	1	1	3	1	1	1	3	16
36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	9	8	0	17	6	4	0	10	7	5	2	14	41
38	10	7	0	17	3	2	0	5	6	3	1	10	32
39	7	7	0	14	2	2	1	5	2	2	1	5	24
40	7	7	0	14	5	5	4	14	3	2	0	5	33
41	6	6	1	13	4	4	0	8	4	3	1	8	29
42	7	5	0	12	4	4	3	11	3	3	0	6	29

ตาราง 24 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของกลุ่มควบคุม (หลังทดลอง)

เลข ที่	1. การใช้ประโยชน์				2. นักประดิษฐ์				3. นักค้นคว้า				รวมทั้ง 3 ข้อ
	ความ คล่อง ในการ คิด	ความ คิด ยืดหยุ่น	ความ คิด ริเริ่ม	รวม	ความ คล่อง ในการ คิด	ความ คิด ยืดหยุ่น	ความ คิด ริเริ่ม	รวม	ความ คล่อง ในการ คิด	ความ คิด ยืดหยุ่น	ความ คิด ริเริ่ม	รวม	
1	5	5	0	10	2	2	1	5	6	5	1	12	27
2	10	6	0	16	4	2	1	7	6	4	0	10	33
3	5	5	5	15	4	2	0	6	4	4	2	10	31
4	5	4	1	10	5	3	1	9	5	4	1	10	29
5	7	5	2	14	2	2	1	5	5	4	1	10	29
6	10	9	0	19	5	4	1	10	3	3	0	6	35
7	9	8	1	18	3	2	0	6	6	4	1	11	35
8	6	5	0	11	1	1	0	2	5	4	3	12	25
9	7	7	4	18	6	6	0	12	3	3	0	6	36
10	8	7	3	18	4	3	0	7	3	3	1	7	32
11	10	9	0	19	2	1	1	3	6	4	1	11	33
12	5	5	4	14	3	3	0	7	3	2	1	6	27
13	9	7	0	16	3	2	0	5	3	2	1	6	27
14	6	5	0	11	4	3	1	8	4	4	0	8	27
15	7	7	2	16	3	2	1	6	6	5	1	12	34
16	8	6	1	15	5	4	0	9	5	5	0	10	34
17	6	5	1	12	3	2	1	6	3	2	1	6	24
18	11	11	1	23	5	4	0	9	2	2	1	5	37
19	8	8	1	17	2	1	0	3	4	3	2	9	29
20	6	4	1	11	3	3	1	7	5	5	1	11	29
21	7	7	0	14	3	3	0	6	6	5	0	11	31

ตาราง 23 (ต่อ)

เลข ที่	1. การใช้ประโยชน์				2. นักประดิษฐ์				3. นักค้นคว้า				รวมทั้ง 3 ข้อ
	ความ คล่อง ในการ คิด	ความ คิด ยืดหยุ่น	ความ คิด ริเริ่ม	รวม	ความ คล่อง ในการ คิด	ความ คิด ยืดหยุ่น	ความ คิด ริเริ่ม	รวม	ความ คล่อง ในการ คิด	ความ คิด ยืดหยุ่น	ความ คิด ริเริ่ม	รวม	
22	9	6	0	15	2	2	1	5	4	3	2	9	29
23	6	6	0	12	4	3	2	9	5	3	1	9	30
24	8	8	0	16	6	6	3	15	5	4	1	10	41
25	9	8	1	18	4	3	0	7	5	3	0	10	35
26	7	7	3	17	2	1	1	4	6	5	3	14	35
27	6	5	1	12	2	2	0	4	3	2	1	6	22
28	7	6	2	15	3	2	0	5	3	2	2	7	27
29	4	4	0	8	2	1	1	4	3	3	0	6	18
30	8	6	0	14	4	4	1	9	4	3	1	8	31
31	5	4	1	10	2	1	0	3	2	1	1	4	17
32	5	5	1	11	4	4	2	10	3	2	1	6	27
33	7	6	0	13	7	6	0	13	5	5	0	10	36
34	6	4	0	10	4	2	1	7	4	3	2	9	26
35	5	4	1	10	2	2	1	5	4	4	1	9	24
36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	9	7	0	16	8	4	0	12	6	5	2	13	41
38	11	10	0	21	4	2	1	7	6	3	1	10	38
39	9	8	2	19	2	2	1	5	4	3	2	9	33
40	6	6	0	12	4	4	3	11	5	4	1	10	33
41	8	8	1	17	5	4	1	10	3	3	1	7	34
42	7	5	0	12	5	5	2	12	3	3	0	6	30

ตาราง 25 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง

เลขที่	ก่อนทดลอง						หลังทดลอง					
	สถานการณ์ที่						สถานการณ์ที่					
	1	2	3	4	5	รวม	1	2	3	4	5	รวม
1	2	2	3	1	2	10	3	2	1	4	0	10
2	3	1	2	3	3	12	3	1	2	2	4	12
3	2	2	3	2	4	13	0	3	2	1	4	10
4	3	2	2	4	4	15	4	3	4	3	4	18
5	1	2	2	2	4	11	2	1	3	3	2	11
6	0	1	2	2	3	8	3	2	3	2	1	11
7	2	2	4	2	3	13	2	3	4	2	3	14
8	0	2	2	2	4	10	0	2	4	2	4	12
9	3	2	4	3	4	16	4	3	4	3	4	18
10	1	2	3	1	3	10	4	2	3	2	4	15
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	0	1	3	1	1	6	1	1	0	1	3	6
13	1	1	2	1	1	6	0	2	2	1	2	7
14	1	2	2	3	4	12	3	2	3	3	0	11
15	2	1	2	2	2	9	2	2	3	2	0	9
16	2	2	4	2	2	12	2	2	4	3	4	15
17	2	3	4	2	4	15	2	2	4	4	4	16
18	2	2	4	1	4	13	1	2	4	4	3	14
19	2	2	4	4	4	16	3	23	4	3	3	16
20	2	2	3	3	4	14	3	2	4	4	4	17
21	2	2	1	4	4	13	2	4	3	2	3	14

ตาราง 25 (ต่อ)

เลขที่	ก่อนทดลอง						หลังทดลอง					
	สถานการณ์ที่						สถานการณ์ที่					
	1	2	3	4	5	รวม	1	2	3	4	5	รวม
22	0	2	4	3	4	13	1	2	3	3	4	13
23	2	1	2	2	4	11	2	2	3	4	3	14
24	2	1	4	4	4	15	3	2	3	3	4	15
25	4	2	4	4	4	18	4	3	2	3	4	16
26	1	0	2	2	2	7	2	1	2	1	2	8
27	0	4	2	3	3	12	2	3	2	2	3	12
28	1	2	2	4	4	13	3	2	1	4	4	14
29	1	0	1	1	1	4	2	1	4	1	4	12
30	1	2	1	1	1	6	2	2	2	0	1	7
31	1	2	4	3	4	14	1	2	2	4	3	12
32	1	1	1	2	2	7	1	3	3	1	2	10
33	4	2	4	4	1	15	3	2	4	4	0	13
34	2	1	1	1	4	9	2	2	2	3	0	9
35	1	2	4	2	2	11	3	2	4	3	4	16
36	2	2	2	3	4	13	2	2	3	4	4	15
37	3	2	3	3	2	13	2	3	3	3	3	14
38	4	2	2	2	4	14	3	3	2	2	4	14
39	2	2	3	2	4	13	1	2	4	4	4	15
40	1	1	3	1	4	10	3	4	2	2	4	15
41	2	2	2	3	2	11	3	2	4	3	0	12
42	0	2	0	3	4	9	2	1	2	3	4	12

ตาราง 26 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุม

เลขที่	ก่อนทดลอง						หลังทดลอง					
	สถานการณ์ที่						สถานการณ์ที่					
	1	2	3	4	5	รวม	1	2	3	4	5	รวม
1	1	3	2	2	3	11	4	2	1	1	1	11
2	0	2	1	2	2	7	2	2	3	3	0	9
3	3	3	4	3	3	16	1	2	4	4	4	15
4	1	2	3	3	4	13	3	2	4	4	4	14
5	1	2	3	2	2	10	4	2	3	3	4	16
6	2	3	2	2	2	11	2	2	4	4	1	11
7	1	2	2	2	4	11	1	2	2	2	2	9
8	1	3	3	3	2	12	1	3	4	4	1	12
9	2	2	1	1	0	6	2	1	3	3	2	9
10	3	1	2	2	2	10	2	2	4	4	4	14
11	1	3	3	2	3	12	2	0	4	4	1	8
12	2	2	4	3	1	12	4	2	3	3	4	17
13	3	2	4	2	3	14	3	2	2	2	4	13
14	0	3	2	3	1	9	1	2	0	0	4	7
15	2	2	3	4	2	13	3	2	4	4	4	17
16	3	3	2	2	4	14	3	2	4	4	4	14
17	1	1	1	4	3	10	1	2	3	3	0	9
18	2	2	3	3	2	12	2	2	4	4	4	14
19	1	1	3	2	4	11	1	2	3	3	0	9
20	2	3	4	2	2	13	3	3	3	3	4	15
21	1	0	0	2	2	5	2	0	2	2	3	8

ตาราง 26 (ต่อ)

เลขที่	ก่อนทดลอง						หลังทดลอง					
	สถานการณ์ที่						สถานการณ์ที่					
	1	2	3	4	5	รวม	1	2	3	4	5	รวม
22	1	2	1	3	3	10	1	2	3	2	2	10
23	4	3	3	4	3	17	4	2	4	2	4	16
24	0	2	2	3	0	7	1	2	2	3	3	11
25	1	3	3	3	3	13	1	3	2	4	2	12
26	2	2	3	1	4	12	2	2	3	3	4	14
27	1	4	4	2	3	14	3	3	2	2	4	14
28	0	0	1	3	0	4	2	1	2	4	0	9
29	2	1	1	3	2	9	2	1	1	1	2	7
30	1	0	2	3	1	7	1	2	2	3	2	10
31	0	2	1	2	4	9	1	1	1	4	2	9
32	3	4	2	2	3	14	3	2	3	4	4	16
33	1	1	2	2	0	6	0	1	3	2	1	7
34	2	3	3	1	2	11	2	2	3	2	0	9
35	1	3	3	3	1	11	1	2	3	3	4	13
36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	2	2	2	3	1	10	3	2	2	4	4	15
38	2	2	4	2	4	14	1	2	4	3	4	14
39	3	2	3	3	4	15	3	2	3	2	4	14
40	2	2	4	3	3	14	1	2	3	3	4	13
41	0	1	2	1	3	7	2	2	1	2	3	10
42	1	2	3	3	4	11	1	2	4	4	3	14

ตาราง 27 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทั้งในภาพรวมและในรายสมรรถภาพย่อยของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ด้าน	แหล่งความ แปรปรวน	SS	df	MS	F
ความรู้ - ความจำ	ตัวแปรร่วม	17.623	1	17.623	15.253
	ระหว่างกลุ่ม	.819	1	.819	.709
	ภายในกลุ่ม	91.277	79	1.155	
	รวม	109.720	81	1.355	
ความเข้าใจ	ตัวแปรร่วม	11.662	1	11.662	28.134
	ระหว่างกลุ่ม	.334	1	.334	.805
	ภายในกลุ่ม	32.748	79	.415	
	รวม	44.744	81	.552	
การนำไปใช้	ตัวแปรร่วม	7.995	1	7.955	13.556
	ระหว่างกลุ่ม	6.709	1	6.709	11.432
	ภายในกลุ่ม	46.360	79	.587	
	รวม	61.024	81	.753	
ทักษะการสังเกต	ตัวแปรร่วม	7.037	1	7.037	19.881
	ระหว่างกลุ่ม	1.942	1	1.942	5.487
	ภายในกลุ่ม	27.960	79	.354	
	รวม	36.939	81	.456	
ทักษะการจำแนก ประเภท	ตัวแปรร่วม	14.397	1	14.397	63.340
	ระหว่างกลุ่ม	1.597	1	1.597	7.028
	ภายในกลุ่ม	17.957	79	.227	
	รวม	33.951	81	.419	

ตาราง 27 (ต่อ)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ด้าน	แหล่งความ แปรปรวน	SS	df	MS	F
ทักษะการตั้ง สมมติฐาน	ตัวแปรร่วม	13.758	1	13.758	50.534
	ระหว่างกลุ่ม	.015	1	.015	.055
	ภายในกลุ่ม	21.508	79	.272	
	รวม	35.280	81	.436	
ทักษะการนิยาม เชิงปฏิบัติการ	ตัวแปรร่วม	8.751	1	8.751	33.319
	ระหว่างกลุ่ม	.890	1	.890	3.387
	ภายในกลุ่ม	20.749	79	.263	
	รวม	30.390	81	.375	
ทักษะการกำหนด และควบคุมตัวแปร	ตัวแปรร่วม	18.656	1	18.656	89.791
	ระหว่างกลุ่ม	.307	1	.307	1.478
	ภายในกลุ่ม	16.414	79	.208	
	รวม	35.378	81	.437	
ทักษะการทดลอง	ตัวแปรร่วม	14.755	1	14.755	65.580
	ระหว่างกลุ่ม	.996	1	.996	4.425
	ภายในกลุ่ม	17.774	79	.225	
	รวม	33.524	81	.414	
รวม	ตัวแปรร่วม	446.516	1	446.516	49.832
	ระหว่างกลุ่ม	3.418	1	3.418	.381
	ภายในกลุ่ม	707.872	79	8.960	
	รวม	1157.805	81	14.294	

ตาราง 28 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ทั้งในภาพรวมและในรายสมรรถภาพย่อยของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ด้าน	แหล่งความ แปรปรวน	SS	df	MS	F
ความคล่องในการคิด	ตัวแปรร่วม	847.764	1	847.764	198.466
	ระหว่างกลุ่ม	10.159	1	10.159	2.378
	ภายในกลุ่ม	337.455	79	4.272	
	รวม	1195.378	81	14.758	
ความคิดยืดหยุ่น	ตัวแปรร่วม	665.350	1	665.350	333.796
	ระหว่างกลุ่ม	3.778	1	3.778	1.895
	ภายในกลุ่ม	157.470	79	1.993	
	รวม	826.598	81	10.205	
ความคิดริเริ่ม	ตัวแปรร่วม	208.640	1	208.640	197.057
	ระหว่างกลุ่ม	.838	1	.838	.791
	ภายในกลุ่ม	83.644	79	1.059	
	รวม	293.122	81	3.619	
รวม	ตัวแปรร่วม	3048.543	1	3048.543	257.857
	ระหว่างกลุ่ม	41.082	1	41.082	3.475
	ภายในกลุ่ม	933.985	79	11.823	
	รวม	4023.610	81	49.674	

ตาราง 29 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทั้งในภาพรวมและในรายสมรรถภาพย่อยของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
1	ตัวแปรร่วม	17.066	1	17.066	18.609
	ระหว่างกลุ่ม	.495	1	.495	.540
	ภายในกลุ่ม	72.451	79	.917	
	รวม	90.012	81	1.111	
2	ตัวแปรร่วม	4.375	1	4.375	10.535
	ระหว่างกลุ่ม	3.708	1	3.708	8.929
	ภายในกลุ่ม	32.807	79	.415	
	รวม	40.890	81	.505	
3	ตัวแปรร่วม	13.453	1	13.453	14.454
	ระหว่างกลุ่ม	4.300	1	4.300	4.621
	ภายในกลุ่ม	73.527	79	.931	
	รวม	91.280	81	1.127	
4	ตัวแปรร่วม	7.498	1	7.498	7.204
	ระหว่างกลุ่ม	1.756	1	1.756	1.687
	ภายในกลุ่ม	82.222	79	1.041	
	รวม	91.476	81	1.129	
5	ตัวแปรร่วม	13.413	1	13.413	6.607
	ระหว่างกลุ่ม	.249	1	.249	.123
	ภายในกลุ่ม	160.386	79	2.030	
	รวม	174.049	81	2.149	
รวม	ตัวแปรร่วม	380.490	1	380.490	87.446
	ระหว่างกลุ่ม	4.210	1	4.210	.968
	ภายในกลุ่ม	343.739	79	4.351	
	รวม	728.439	81	8.993	

ภาคผนวก จ.

ตัวอย่างผลงานนักเรียนที่ได้จากการจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

โครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ

กิจกรรมที่ 4 ออกแบบการทดลองและวางแผนดำเนินการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

ชื่อโครงการ (ที่ตัดสินใจเลือกทำ) ความคิดเน้นเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่ดี
ในโรงเรียน อหवालนครสวรรค์

สมมติฐาน สภาพแวดล้อมที่ดี มีผลต่อสุขภาพ กายและจิตของ นักเรียน

จุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษาความคิดเน้นเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่ดี ในโรงเรียน
อหवालนครสวรรค์

วิธีดำเนินการทดลอง

1. วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ต้องใช้ แบบสอบถาม

2. ออกแบบการทดลอง

การกำหนดและควบคุมตัวแปร

ตัวแปรอิสระ สภาพแวดล้อมภายในโรงเรียนอหवालนครสวรรค์

ตัวแปรตาม ความคิดเน้นของนักเรียน

ตัวแปรที่ต้องควบคุม

3. วิธีทดลอง

1. สร้างแบบสอบถาม ความคิดเน้นเกี่ยวกับสภาพ
แวดล้อมที่ดี ภายในโรงเรียนอหवालนครสวรรค์

2. คุ่มือสอนตามแบบสอบถาม

3. นำแบบสอบถามไปถามนักเรียนในโรงเรียน 50 คน

4. นำผลที่ได้มาสรุป

กำหนดแผนปฏิบัติงาน (ช่วงเวลาในการทำงาน)

กิจกรรม	กำหนดช่วงเวลาที่จะทำกิจกรรม
การศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม	2 วัน
เขียนเค้าโครงของโครงการ	1 วัน
ลงมือทำการทดลอง	4-5 วัน
วิเคราะห์ข้อมูล	2 วัน
เขียนรายงาน	1 วัน

ในกรณีที่โครงการของนักเรียนมีการใช้สัตว์ทดลอง นักเรียนควรต้องเรียนรู้ธรรมชาติของสัตว์ที่จะใช้เป็นสัตว์ทดลองอย่างดี และควรปฏิบัติกรทดลองนั้นด้วยความระมัดระวัง ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยของผู้ทดลองและของสัตว์ทดลอง หากมีการนำสัตว์ทดลองไปตั้งแสดงโครงการด้วย ก็จะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้เข้าชมด้วย

ผลที่ได้

ความคิดเห็นของนักเรียนจำนวน 50 คน

ในโรงเรียนหอมนครสวรรค์ เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่ดี
ในโรงเรียน คือ

1. โรงเรียนสะอาด ไม้มีขยะ

2. มีต้นไม้มาก ๆ

โครงการวิทยาศาสตร์ด้านการทดลอง

กิจกรรมที่ 4 ออกแบบการทดลองและวางแผนดำเนินการทำโครงการวิทยาศาสตร์

ชื่อโครงการ (ที่ตัดสินใจเลือกทำ) การหาค่าความหนาแน่นของน้ำ
กัญญ์ณวัฏ

สมมติฐาน

จุดมุ่งหมาย หาค่าความหนาแน่นของน้ำและใช้มาหาค่าปริมาตรน้ำได้ไหม

วิธีดำเนินการทดลอง

1. วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ต้องใช้ เบสิคกัลลัรน้ำ, น้ำเกลือ, น้ำดื่ม
2. ออกแบบการทดลอง เช่น ปริมาตร, เกลือป่น, น้ำส้ม, ชุดตะเกียง
แอลกอฮอล์, ผงทองแดง, น้ำส้มสายชู
 การกำหนดและควบคุมตัวแปร
 ตัวแปรอิสระ เป็นเบสิคกัลลัรน้ำ

ตัวแปรตาม ลิ้น

ตัวแปรที่ต้องควบคุม กัญญ์ณวัฏ, น้ำส้มสายชู, เบสิคกัลลัรน้ำ, น้ำดื่ม

3. วิธีทดลอง

1. นำเบสิคกัลลัรน้ำไปใส่ในแก้ว
2. นำน้ำดื่มไปใส่ในแก้วให้เต็ม : น้ำดื่ม = 1 : 1 ใส่เบสิคกัลลัรน้ำ 1 ลิ้น
3. นำถ้วยตวงมาวัดปริมาตรของน้ำดื่ม 100 cm³ ใส่เบสิคกัลลัรน้ำ 250 cm³
เคียวจนเดือด
4. เติมน้ำดื่มจนเต็ม
5. ได้เกลือป่น 1 ช้อนชาคนให้ละลาย
6. ยกเบสิคกัลลัรน้ำขึ้นจากเตาจนแห้งเป็นหิน
7. ใช้น้ำดื่มล้างบนผิวของเบสิคกัลลัรน้ำให้สะอาด

กำหนดแผนปฏิบัติงาน (ช่วงเวลาในการทำงาน)

กิจกรรม	กำหนดช่วงเวลาที่จะทำกิจกรรม
การศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม	2 วัน
เขียนเค้าโครงของโครงการ	3 วัน
ลงมือทำการทดลอง	2 วัน
วิเคราะห์ข้อมูล	2 วัน
เขียนรายงาน	2 วัน

ในกรณีที่โครงงานของนักเรียนมีการใช้สัตว์ทดลอง นักเรียนควรต้องเรียนรู้ธรรมชาติของสัตว์ที่จะใช้เป็นสัตว์ทดลองอย่างดี และควรปฏิบัติตามการทดลองนั้นด้วยความระมัดระวัง ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยของผู้ทดลองและของสัตว์ทดลอง หากมีการนำสัตว์ทดลองไปตั้งแสดงโครงงานด้วย ก็จะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้เข้าชมด้วย

ผลการทดลอง ได้หาค่า pH ของน้ำที่หมักแล้ว ๕ วัน พบว่าค่า pH เป็น ๖.๕

ชื่อโครงการ (ที่ตัดสินใจเลือกทำ) เครื่องคิดเลข

สมมติฐาน $H_0: \mu \leq 50$ หรือ $H_0: \mu \geq 50$ หรือ $H_0: \mu = 50$

จุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษาว่าเครื่องซักผ้าไฟฟ้าใช้สอยหรือซักผ้าได้หรือไม่

1. วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ต้องใช้ น้ำยาล้างจาน

ตัวแปรอิสระ อัตราการใช้เงิน

ตัวแปรตาม ค่าที่ไม่พึงพอใจ

ตัวแปรที่ต้องควบคุม ปริมาณน้ำและอุณหภูมิ

1. ~~Introduction~~ ¹⁹²

2. အိမ်ထောင်ရေးအကျိုးအမြတ်

3. ~~การนำเอา~~ การนำเอา

A. สิ่งกีดขวางทางจิตใจ

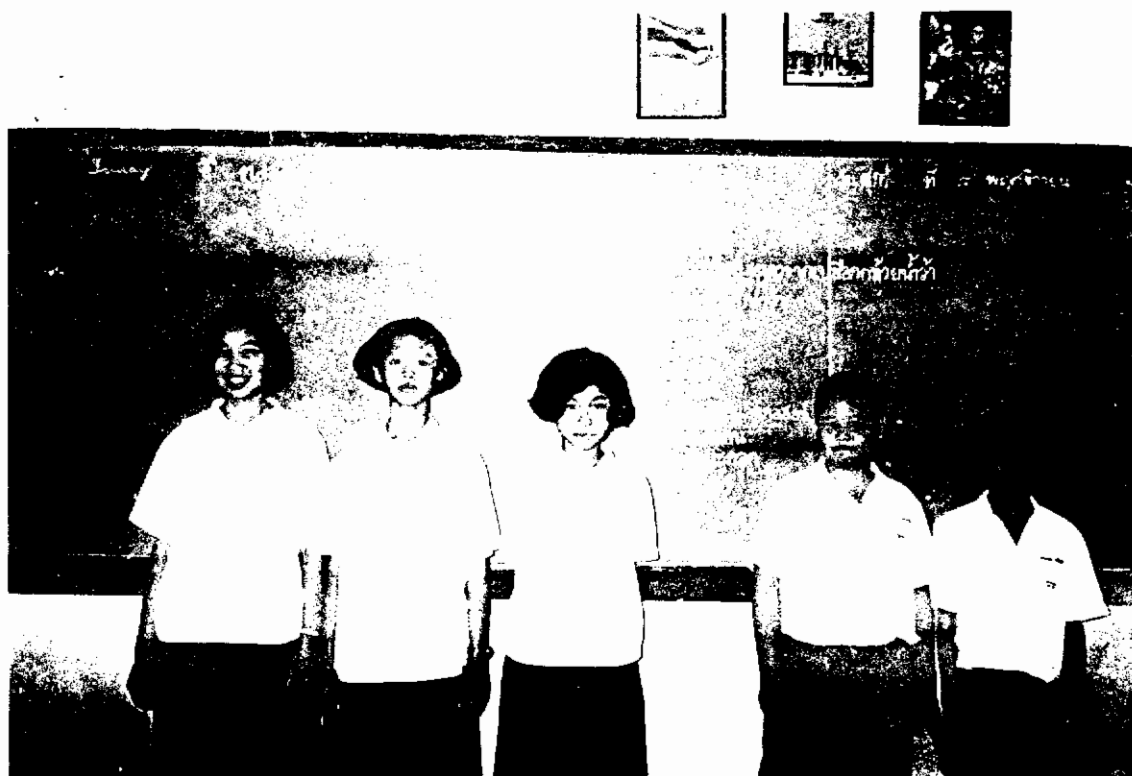
กำหนดแผนปฏิบัติงาน (ช่วงเวลาในการทำงาน)

กิจกรรม	กำหนดช่วงเวลาที่จะทำกิจกรรม
การศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม	1 วัน
เขียนเค้าโครงของโครงงาน	2-3 วัน
ลงมือทำการทดลอง	15-30 นาที
วิเคราะห์ข้อมูล	1 ชั่วโมง
เขียนรายงาน	

ในกรณีที่โครงงานของนักเรียนมีการใช้สัตว์ทดลอง นักเรียนควรต้องเรียนรู้ธรรมชาติของสัตว์ที่จะใช้เป็นสัตว์ทดลองอย่างดี และควรปฏิบัติทดลองนั้นด้วยความระมัดระวัง ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยของผู้ทดลองและของสัตว์ทดลอง หากมีการนำสัตว์ทดลองไปตั้งแสดงโครงงานด้วย ก็จะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้เข้าชมด้วย

ผลจากการทดลอง

ในการทดลองสรุปได้ว่า ไก่ชนในขวดจะออกนอก ขวด โดยยังทรงที่เกาะไว้ แต่ในขวดบนเคียงก็ยังมีไก่ชนอยู่แต่ที่ขวดเล็กน้อยเท่านี้







ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวสุภาพร เสี่ยงเรืองแสง

เกิด วันที่ 5 เดือนกุมภาพันธ์ พุทธศักราช 2512

สถานที่เกิด นครสวรรค์

ตำแหน่งหน้าที่การทำงานปัจจุบัน อาจารย์ 1 ระดับ 3

สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนบ้านมฤคทายวัน อำเภอแม่वंก จังหวัดนครสวรรค์

สถานที่อยู่ปัจจุบัน 3/6 ถนนโกสีย์ ซอยสุธัฒมา

ตำบลปากน้ำโพ อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ 60000

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2530 มัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนสตรีนครสวรรค์

พ.ศ. 2534 คบ. (การประถมศึกษา) จากวิทยาลัยครูนครสวรรค์
จังหวัดนครสวรรค์

พ.ศ. 2539 กศ.ม. (การประถมศึกษา)
จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
กรุงเทพมหานคร

ผลของการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และ
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

บทคัดย่อ
ของ
สุภาพร เสียงเรืองแสง

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการประถมศึกษา
มีนาคม 2540

การวิจัยครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 ของโรงเรียนอนุบาลนครสวรรค์ อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 41 คน เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนโดยไม่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ การดำเนินการทดลองใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control - Group Pretest - Posttest Design การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance)

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ในภาพรวมไม่แตกต่างกัน แต่จะแตกต่างกันในรายสมรรถภาพย่อย คือ ด้านการนำไปใช้, ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป และทักษะการสังเกต กล่าวคือ นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ทั้งในภาพรวมและในรายสมรรถภาพย่อยไม่แตกต่างกัน
3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ในภาพรวมไม่แตกต่างกัน แต่จะแตกต่างกันในรายสมรรถภาพย่อย คือ ในสถานการณ์ที่ 2 และ 3 กล่าวคือ นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

THE EFFECT OF INSTRUCTION BY USING
THE SCIENCE PROJECT ACTIVITIES ON
SCIENCE ACHIEVEMENT, SCIENTIFIC
CREATIVE THINKING AND SCIENTIFIC
PROBLEM SOLVING ABILITY OF
PRATHOM SUKSA VI STUDENTS

AN ABSTRACT

BY

SUPAPORN SIENGRUANGSEAN

Presented in partial fulfillment of the requirement for the
master of Education degree in Elementary Education
at Srinakharinwirot University

March 1997

The purpose of this study was to examine on Prathom Suksa VI students achievement, creative thinking and problem-solving ability in studying Science through the science project activities.

The subjects were eighty - two students in Prathom Suksa VI at Nakornsawan Kindergarten School. They were randomly selected by using cluster sampling method into two groups as the experimental and the control groups. The experimental group were coached and instructed through the science project activities but the control group were not. The Randomized Control - Group Pretest - Posttest Design was used as the framework of this study and the data was analyzed by analysis of covariance.

The results of this study indicated that :

The overall of data comparing for both experimental and control groups, the achievement of the learners were no significant differences but the experimental group scores were higher than control groups in capability subparts of application, observation skill, classification skill, Experimenting skill and Interpreting data and Conclusion skill.

Overall, the scientific creative thinking were no significant differences between both groups. Though the experimental group either had no significant differences in ability of problem - solving from the control group, the mean of some subparts (the second and the third situation) were found higher.