

510 412

ก 239 A

๕.3

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำ
โครงการงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู

19 ต.ค. 2536

ปริญญานิพนธ์
ของ
ลัดดา สายพานทอง

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

กรกฎาคม 2535

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

184705

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชา เอก
การมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

..... *Dr. Chaima Wilasakiri* ประธาน

(ดร. ชAIMA วิลละคีรี)

..... *Dr. Wirach Wornratana* กรรมการ

(ผศ. ดร. วิรัช วรรณรัตน์)

คณะกรรมการสอบ

..... *Dr. Chaima Wilasakiri* ประธาน

(ดร. ชAIMA วิลละคีรี)

..... *Dr. Wirach Wornratana* กรรมการ

(ผศ. ดร. วิรัช วรรณรัตน์)

..... *Dr. Samjitt Sawanpholay* กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ผศ. สมจิต สวชนไพบลอย)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชา เอกการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... *Dr. Somphorn Buihong* คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศ. ดร. สมพร บัวทอง)

วันที่ .. 28 .. เดือน .. กรกฎาคม .. พ.ศ. 2535

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จากอาจารย์ ดร. ชติมา วัฒนศิริ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิรัช วรรณรัตน์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวชนไพบลีย์ ที่ได้ให้
คำแนะนำช่วยเหลือ ผู้วิจัยผู้ศึกษาซึ่งในความกรุณาและขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณคณะผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการสร้าง แนะนำ ตรวจสอบ
และแก้ไขเครื่องมือในการวิจัย

ขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการโรงเรียนบางแก้วประชาสรรค์ คณะครู-อาจารย์และ
ขอใจนักเรียนโรงเรียนบางแก้วประชาสรรค์ที่ได้ให้ความร่วมมืออย่างดีในการทดลองและเก็บ
รวบรวมข้อมูล รวมทั้งเพื่อนนิสิตปริญญาโท วิชาเอกการมัธยมศึกษา ปีการศึกษา 2533 ตลอดจน
ทุกท่านที่เป็นกำลังใจ จนทำให้ปริญญานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณคุณแม่ คุณพี่ และขอใจน้องที่ได้สนับสนุน ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจ
อย่างดียิ่งตั้งแต่ต้นจนสำเร็จการศึกษา

คุณค่าและประโยชน์ใดๆจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณแด่
บิดามารดา ครู-อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน ชี้แนะแนวทางการศึกษาแก่ผู้วิจัย
มาโดยตลอด

ลัดดา สายพานทอง

กรกฎาคม 2535

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	4
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	4
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
เอกสารเกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์.....	12
เอกสารเกี่ยวกับแบบฝึก.....	25
เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	32
เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์.....	38
เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	40
เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	44
งานวิจัยที่เกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์.....	55
งานวิจัยที่เกี่ยวกับแบบฝึก.....	62
งานวิจัยที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์.....	65
งานวิจัยที่เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	68
สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า.....	72

3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	73
	ประชากร.....	73
	กลมตัวอย่าง.....	73
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	73
	ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ.....	74
	แบบแผนการทดลอง.....	89
	วิธีดำเนินการทดลอง.....	90
	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	91
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	92
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	98
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	98
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	98
5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	105
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	105
	สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า.....	105
	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	106
	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	107
	สรุปผลการศึกษาค้นคว้า.....	108
	อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า.....	108
	ข้อเสนอแนะ.....	119

บทที่

หน้า

บรรณานุกรม	121
ภาคผนวก	137
ภาคผนวก ก	138
ภาคผนวก ข	142
ภาคผนวก ค	177
ภาคผนวก ง	223
ภาคผนวก จ	239
ภาคผนวก ฉ	260
ประวัติย่อของผู้วิจัย	275

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1	เปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้ แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจกับการสอนตาม คู่มือครู.....81
2	เปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้ แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองกับการสอนตาม คู่มือครู.....82
3	เปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้ แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการ อธิบายกับการสอนตามคู่มือครู.....83
4	เปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้ แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการประดิษฐ์หรือการพัฒนา กับการสอนตามคู่มือครู.....84
5	แสดงแบบแผนการวิจัย.....89
6	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง กับกลุ่มควบคุมจากผลการทดสอบก่อนการทดลอง.....98
7	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง กับกลุ่มควบคุมจากผลการทดลองหลังการทดลอง.....99
8	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อน หลังได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์.....100
9	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อน และหลังได้รับการสอนตามคู่มือครู.....101

10	เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของ กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมจากผลการทดสอบก่อนการทดลอง.....	102
11	เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของ กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมจากผลการทดสอบหลังการทดลอง.....	102
12	เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนก่อนและหลังได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการ วิทยาศาสตร์.....	103
13	เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนก่อนและหลังได้รับการสอนตามคู่มือครู.....	104
14	วิเคราะห์ข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ ว 102 เรื่อง ระบบนิเวศ.....	226
15	แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ.....	227
16	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ.....	229
17	ค่า p และ q ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ.....	231
18	แสดงค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	234
19	แสดงความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นรายข้อ.....	235
20	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดความสามารถใน การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	236

21	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ การทดสอบก่อนทดลองและหลังทดลองของกลุ่มทดลอง.....	261
22	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ การทดสอบก่อนทดลองและหลังทดลองของกลุ่มควบคุม.....	262
23	คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การทดสอบ ก่อนทดลองและหลังทดลองของกลุ่มทดลอง.....	268
24	คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การทดสอบ ก่อนทดลองและหลังทดลองของกลุ่มควบคุม.....	269

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	35
2 แสดงความสำคัญของการทดลองที่มีต่อการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	37
3 แสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์.....	39

ภูมิหลัง

จากสภาพสังคมที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว วิทยาการทางด้านต่างๆเจริญก้าวหน้าไปอย่างไม่หยุดยั้ง จึงมีความจำเป็นต้องพัฒนาการศึกษาของชาติให้เหมาะสมสอดคล้องทันกับความเปลี่ยนแปลงของสังคมและความก้าวหน้าทางวิทยาการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเปลี่ยนแปลงและความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจ ซึ่งจะเห็นได้จากการศึกษามีความสัมพันธ์กับเศรษฐกิจอย่างใกล้ชิด ยิ่งสังคมปัจจุบันเน้นความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจมากขึ้น การศึกษาก็ยิ่งจำเป็นต้องขยายออกไปทั้งด้านคุณภาพและปริมาณ เพื่อสนองความต้องการทางด้านเศรษฐกิจประเทศที่มีการพัฒนาด้านเศรษฐกิจในระดับสูง ประชาชนโดยเฉลี่ยจะมีระดับการศึกษาสูงตามไปด้วย การที่ประชาชนมีการศึกษาในระดับสูง เป็นทั้งสาเหตุและผลของการพัฒนาเศรษฐกิจด้วยเหตุนี้จึงถือว่า " การศึกษาเป็นการลงทุนทางเศรษฐกิจที่สำคัญ " (กรมวิชาการ . 2532 : 1) รัฐบาลจึงได้ประกาศนโยบายอย่างชัดเจนที่มุ่งใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการพัฒนาเศรษฐกิจ เพื่อก้าวไปสู่ความเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่ แต่จากรายงานการวิจัยและประเมินผลการพัฒนาคุณภาพการศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในปี 2526 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของวิชาภาษาไทย สังคม คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดอยู่ในระดับที่ควรปรับปรุง โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์มีคุณภาพในระดับที่ควรได้รับการปรับปรุงมากที่สุด โดยได้คะแนนเฉลี่ย 19.76 คะแนนจากคะแนนเต็ม 40 คะแนน (กรมสามัญศึกษา . 2526 : 21-24)

เมื่อพิจารณาหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 จะเห็นว่าเป็นหลักสูตรที่มีความเหมาะสมกับเศรษฐกิจและสังคมพอสมควร แต่การที่หลักสูตรกำหนดเนื้อหาไว้มากย่อมก่อให้เกิดปัญหาในการนำไปใช้เพราะทำให้ไม่สามารถเน้นกระบวนการสอนที่มุ่งให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง (เอกวิทย์ ณ ถลาง . 2530 : 20-21) จึงมีความจำเป็นที่ระบบการศึกษาต้องมีการปรับปรุงจุดมุ่งหมายและแนวทางการจัดการศึกษาใหม่เพื่อให้สามารถ

พัฒนาผลเมืองของประเทศได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับสภาพความต้องการของประเทศในอนาคต (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2532 : 6) การที่สังคมเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและแปรปรวนจึงควรทำให้เยาวชนรู้จักคิด พิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบให้มีการฝึกกำลังทำงานเป็นหมู่คณะ ลดตารางเรียนของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาให้น้อยลงเพื่อให้ นักเรียนมีเวลาคิดและทำสิ่งต่างๆอย่างมีอิสระ นักเรียนควรได้เรียนวิธีการหาความรู้มากกว่า เนื้อหาเพราะเนื้อหาอาจล้าสมัยได้ (เอกวิทย์ ฌ. ฌ. 2530 : 22)

สำหรับเนื้อหาของวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมา เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมของนักเรียนไม่ว่าจะเป็น เรื่องที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต พลังงานต่างๆตลอดจนสารเคมี ล้วนแต่เกี่ยวข้องกับชีวิตของนักเรียนไม่ทางตรงก็ทางอ้อมทั้งสิ้น แต่นักเรียนก็ไม่สามารถนำความรู้จากการเรียนวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวันได้เท่าที่ควร ถึงแม้จะมีการสอดแทรกในด้านเทคโนโลยีแต่ก็เป็นการเรียนการสอนในลักษณะของการรับรู้มากกว่าแสวงหาความรู้ อาจเนื่องมาจากการเน้นบางอย่างมากเกินไปในขณะที่เดียวกันก็ละเลยในบางเรื่อง เช่น การเน้นบทบาทของครู ความสมบูรณ์ของเนื้อหา แล้วละเลยบทบาทของนักเรียนและปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตของนักเรียน จาก การเรียนการสอนที่มักประกอบด้วยเนื้อหาที่เป็นผลจากการค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์แทนที่จะเป็นเนื้อหาที่นักเรียนต้องการจะรู้ มักจะเริ่มจากการที่ครูดคิดว่า จะนำเอาเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ไปสอนอย่างไร แทนที่จะเริ่มจากนักเรียนว่าจะเรียนวิทยาศาสตร์อย่างไร และมักจบลงด้วยนักเรียนได้รับความรู้ที่กำหนดไว้มากน้อยเพียงใด แทนที่จะจบลงที่นักเรียนได้แก้ปัญหาของตนเองหรือไม่ ดังนั้นการเรียนวิทยาศาสตร์จึงต้องพึงครุและแบบเรียนมากที่สุด ครุต้องแนะนำให้มากที่สุดและแบบเรียนต้องประกอบด้วยความรู้ที่สมบูรณ์ที่สุด ถ้าเป็นเช่นนั้นครูจะต้องไม่หลงประเด็น สามารถแยกแยะธรรมชาติของการสอนนอกจากการเรียน มีความรู้ความเข้าใจอย่างถูกต้องเกี่ยวกับความหมายและขอบเขตของ " วิทยาศาสตร์ " ตระหนักถึงความสำคัญในการแสวงหาความรู้ไม่น้อยกว่าเนื้อหา (สมจิต สวชนไพพลย์ และสมจิต สมัตถพันธ์. 2533 : 6-7) เพราะความรู้มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ส่วนกระบวนการแสวงหาความรู้สามารถนำไปใช้ในการศึกษาหาความรู้ได้ตลอดไป

จากแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 7 พุทธศักราช 2535-2539 และนโยบายข้อ

ที่ 4 ของกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ที่ว่าด้วยการส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยการเร่งรัดพัฒนาการเรียนการสอน ศึกษา ค้นคว้ารูปแบบและวิธีการในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ ทักษะ เจตคติด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งด้านกระบวนการคิด การแก้ปัญหา และการปฏิบัติด้วยความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาตนเอง พัฒนาอาชีพ และพัฒนาสังคม นโยบายดังกล่าวสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533 ที่ต้องการให้นักเรียนเป็นประชาชนรุ่นใหม่ที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่พอที่จะอยู่ในสังคมที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาได้ และเข้าใจว่าการศึกษาคือกระบวนการตลอดชีวิต นักเรียนจึงควรได้รับการปลูกฝังให้เป็นคนช่างสังเกต วิเคราะห์ สังเคราะห์และประดิษฐ์สิ่งต่างๆ และการที่นักเรียนจะมีลักษณะดังกล่าว นักเรียนควรได้รับการฝึกให้เป็นคนคิดอย่างมีเหตุผล ฝึกศึกษาค้นคว้าทดลองอย่างเป็นระบบมีขั้นตอน ฝึกแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ต่างๆ และกิจกรรมอย่างหนึ่งที่จะทำให้นักเรียนเกิดคุณลักษณะตามจุดมุ่งหมายก็คือ " กิจกรรมทำโครงงานวิทยาศาสตร์ " เพราะในขณะที่นักเรียนทำโครงงานวิทยาศาสตร์นักเรียนจะได้รับความรู้จากการศึกษาค้นคว้าทดลอง มีประสบการณ์จากการปฏิบัติและฝึกฝน ตลอดจนพัฒนาความคิด การดำเนินงานอย่างมีระบบในการแสวงหาความรู้ใหม่ๆ มีนิสัยเอื้อต่อการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ความเข้าใจ พัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์และเกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า (ธีระชัย ปฐมโชค. 2531 : 2-3)

โครงงานวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ทำมานานแล้ว แต่มักเป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตรเพื่อใช้แสดงในงานของโรงเรียนหรือส่งเข้าประกวด (นันทิยา บุญเคลือบ. 2528 : 46) ซึ่งครูวิทยาศาสตร์ต่างมีความเห็นสอดคล้องกันว่า กิจกรรมทำโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตรที่น่าสนใจ มีประโยชน์ในการพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ศิลปชัย บุรณพานิช. 2528 : 103) ในขณะที่นักเรียนส่วนใหญ่เห็นว่า การทำโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมเฉพาะสำหรับนักเรียนที่เก่ง มีสติปัญญาดีเท่านั้น (เบญจพร ศรีสุวรรณมาศ. 2531 : 24-27) จึงทำให้โครงงานวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ทำอยู่ในวงจำกัดสำหรับนักเรียนบางกลุ่มในโรงเรียน นักเรียนส่วนใหญ่จึงมีปัญหาในการเรียนรู้ เพราะการจัดกิจกรรมการเรียน

การสอนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นที่มุ่งให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ยังมีน้อยเป็นผลให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำ (วรรณดี วรรณศิลป์.

2522 : 1 ; มัทนา จงสุขสันติกุล. 2524 : 42 ; กิ่งฟ้า สินรวงค์และคนอื่นๆ. 2525 :
113)

จากสภาพและแนวคิดดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำหลักการ ขั้นตอน และประเภท
ของโครงการวิทยาศาสตร์มาจัดเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนในลักษณะของแบบฝึกทำโครงการ
วิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
โดยเปรียบเทียบกับการสอนตามคู่มือครู เพื่อเป็นแนวทางในการนำมาปรับปรุงพัฒนาการเรียน
การสอนให้นักเรียนตระหนักถึงบทบาทของตนเองในการแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาต่างๆในชีวิต
ประจำวันซึ่งสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการ
การสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้
รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ได้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ใช้ประกอบการเรียน
การสอนที่เอื้อต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์
2. นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง รวมทั้ง
สามารถนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้แก้ปัญหาต่างๆในชีวิตประจำวันได้
3. เป็นการกำหนดบทบาทของครูสอนวิชาวิทยาศาสตร์จากผู้บอกความรู้เป็นผู้คอยให้
คำแนะนำช่วยเหลือแก่นักเรียน เพื่อให้การเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบางแก้วประชาสรรค์ อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 จำนวน 12 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 480 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบางแก้วประชาสรรค์ อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 ได้มาจากการสุ่มจำนวนห้องเรียนมา 2 ห้องเรียนจากนักเรียนทั้งหมด 12 ห้องเรียน จากนั้นสุ่มอีกครั้งหนึ่งด้วยวิธีการจับสลาก แยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน
3. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า กระทำในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 16 คาบ คาบละ 50 นาที เป็นเวลา 5 สัปดาห์
4. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือเรื่อง ระบบนิเวศ ซึ่งเป็นบทเรียนในหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ ว 102 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
5. ตัวแปรที่ศึกษา
 - 5.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การสอน 2 แบบคือ
 - 5.1.1 การสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์
 - 5.1.2 การสอนตามคู่มือครู
 - 5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 - 5.2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. โครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง การทำกิจกรรมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าและลงมือปฏิบัติด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการทำโครงการวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยการจัดกิจกรรมเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ศึกษาค้นคว้า

มีการดำเนินการวางแผน ออกแบบการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล แปลผล สรุปอย่างมีระบบ จนถึงขั้นแสดงผลงานได้ กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งได้ตามลักษณะของกิจกรรมการศึกษา ดังนี้

1.1 โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ เป็นกิจกรรมการสำรวจและรวบรวมข้อมูล แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาจำแนกเป็นหมวดหมู่แล้วนำเสนอในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้เห็นลักษณะและความสัมพันธ์ในเรื่องที่ต้องการศึกษาได้ชัดเจนขึ้น

1.2 โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง เป็นกิจกรรมที่ออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาผลของตัวแปรหนึ่งที่มีต่อตัวแปรอีกตัวหนึ่งโดยควบคุมตัวแปรอื่นๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาได้

1.3 โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนเสนอแนวคิดใหม่ๆ ในการสรุปประเด็นหรือเรื่องราวเพื่อใช้อธิบายสถานการณ์อย่างมีเหตุผล มีหลักการทางวิทยาศาสตร์ มีข้อมูลหรือทฤษฎีอื่นสนับสนุนอ้างอิง

1.4 โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการประดิษฐ์หรือการพัฒนา เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนประดิษฐ์ คิดค้นหรือดัดแปลงเครื่องมือ เครื่องใช้ อุปกรณ์ต่างๆ หรือสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายแนวความคิดในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

2. แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง สื่อการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วยกิจกรรมการศึกษาค้นคว้าหาคำตอบจากสถานการณ์ มีการกำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน คาดคะเนคำตอบของปัญหา การรวบรวมข้อมูลหรือการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน และสรุปผลของการศึกษาค้นคว้า เป็นการแสดงให้เห็นถึงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งแบบฝึกออกตามลักษณะของกิจกรรมได้ดังนี้

2.1 แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ เป็นกิจกรรมการศึกษา รวบรวมข้อมูลจากธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมต่างๆ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาหาความรู้ ที่มีอยู่หรือ เป็นอยู่ในธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยใช้วิธีการสำรวจและรวบรวมข้อมูล แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาจัดกระทำ เช่น จำแนกเป็นหมวดหมู่ นำเสนอในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้เห็นลักษณะ หรือความสัมพันธ์ในเรื่องที่ศึกษา โดยไม่มีการกำหนดหรือควบคุมตัวแปร

2.2 แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง เป็นกิจกรรมการศึกษาคำตอบของปัญหาใดปัญหาหนึ่งจากสถานการณ์ที่กำหนด เพื่อฝึกให้นักเรียนออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลองหาคำตอบที่ต้องการทราบหรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ขั้นตอนในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทนี้ ประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง ซึ่งจะต้องมีการควบคุมตัวแปรที่ต้องการศึกษาแล้วดำเนินการทดลองรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม มีการแปลผลและสรุปผลการทดลอง

2.3 แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย เป็นกิจกรรมที่ฝึกให้นักเรียนเสนอแนวคิดในการอธิบายเรื่องใดเรื่องหนึ่งจากสถานการณ์ที่กำหนดอย่างมีเหตุผล มีหลักการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีข้อมูลหรือทฤษฎีอื่นสนับสนุนอ้างอิง เป็นการฝึกให้นักเรียนได้มีโอกาสค้นคว้าเรื่องราวจนมีความรู้กว้างขวางและลึกซึ้งในเรื่องที่เกี่ยวข้อง

2.4 แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการประดิษฐ์หรือการพัฒนา เป็นกิจกรรมที่ฝึกให้นักเรียนได้พัฒนาหรือประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้หรืออุปกรณ์ต่างๆ เพื่อใช้งานได้ตามประสงค์ อาจเสนอหรือสร้างเป็นแบบจำลองทางความคิดเพื่อแก้ปัญหา โดยอาศัยความรู้หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์

3. การสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้โดยให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประกอบในกิจกรรมการเรียนการสอน ตามลักษณะของกิจกรรมดังนี้

3.1 การสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ หมายถึง การสอนที่ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ เพื่อระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน จากนั้นให้นักเรียนสำรวจและรวบรวมข้อมูลต่างๆ แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาจัดกระทำจำแนกออกเป็นหมวดหมู่ แล้วนำเสนอให้เห็นลักษณะหรือความสัมพันธ์ต่างๆ ในเรื่องที่ศึกษา โดยเขียนเป็นโครงการวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมดังนี้

3.1.1 ขั้นตอนิปรายก่อนทำกิจกรรม

นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อระบุปัญหาและตั้งสมมติฐานจากสถานการณ์ในแบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ

3.1.2 ขั้นปฏิบัติการ

นักเรียนสำรวจและรวบรวมข้อมูล ปฏิบัติกิจกรรมตามแบบฝึกทำ
โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ

3.1.3 ขั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม

- นักเรียนรายงานผลที่ได้จากการสำรวจและรวบรวมข้อมูล
โดยเขียนเป็นโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปผลการทำกิจกรรมเพื่อ
สรุปเป็นความรู้

3.2 การสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง หมายถึง การสอนที่ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์เพื่อระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร ออกแบบการทดลอง โดยเขียนเป็นเค้าโครงให้ครูตรวจพิจารณา ก่อนแล้วจึงดำเนินการทดลอง เพื่อหาคำตอบที่ต้องการหรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมดังนี้

3.2.1 ขั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม

นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน กำหนดและควบคุมตัวแปร เลือกวัสดุอุปกรณ์และออกแบบการทดลองจากสถานการณ์ในแบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง โดยเขียนเป็นเค้าโครงของโครงการให้ครูพิจารณา

3.2.2 ขั้นปฏิบัติการ

นักเรียนดำเนินการทดลองตามที่ได้วางแผนและออกแบบการทดลองตามเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์

3.2.3 ขั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม

- นักเรียนรายงานผลที่ได้จากการทดลองโดยเขียนเป็น
โครงการวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปผลการทำกิจกรรมเพื่อ
สรุปเป็นความรู้

3.3 การสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย หมายถึง การสอนที่ครจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์แล้วระบปัญหาตั้งสมมติฐาน จากนั้นให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าเอกสารหรือตำราต่างๆ เพื่ออธิบายข้อสรุปของปัญหาและสมมติฐานที่ได้จากการศึกษาสถานการณ์นั้น มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมดังนี้

3.3.1 ขั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม

นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อระบปัญหาและตั้งสมมติฐานจากสถานการณ์ในแบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย

3.3.2 ขั้นปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนค้นคว้าเอกสารและตำราต่างๆ เพื่ออธิบายข้อสรุปของปัญหาและตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้จากสถานการณ์

3.3.3 ขั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม

- นักเรียนรายงานผลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าโดยเขียนเป็นโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปผลการทำกิจกรรมเพื่อสรุปเป็นความรู้

3.4 การสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการประดิษฐ์หรือการพัฒนา หมายถึง การสอนที่ครจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์เพื่อระบปัญหา ตั้งสมมติฐาน จากนั้นให้นักเรียนออกแบบสร้างหรือพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ อุปกรณ์ต่างๆ หรือเสนอเป็นแบบจำลองทางความคิดเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ได้ศึกษาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมดังนี้

3.4.1 ขั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม

นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อระบปัญหาและตั้งสมมติฐานจากสถานการณ์พร้อมทั้งออกแบบสร้างหรือประดิษฐ์อุปกรณ์ เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในแบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการประดิษฐ์หรือการพัฒนา

3.4.2 ขั้นปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนสร้างหรือประดิษฐ์อุปกรณ์เครื่องใช้ตามที่วางแผนไว้ในแบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการประดิษฐ์หรือการพัฒนา

3.4.3 ชิ้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม

- นักเรียนเสนอสิ่งประดิษฐ์พร้อมทั้งเขียนเป็นรายงานแสดงขั้นตอนการทำอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ เป็นโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการประดิษฐ์หรือพัฒนา
- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการทำกิจกรรมเพื่อสรุปเป็นความรู้

4. การสอนตามคู่มือครู หมายถึง การสอนวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โดยมีกิจกรรมตามขั้นตอนดังนี้

4.1 ชิ้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม

- 4.1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงปัญหา
- 4.1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสมมติฐานของกิจกรรมและวิธีปฏิบัติกิจกรรมตามแบบเรียน

ปฏิบัติกิจกรรมตามแบบเรียน

4.2 ชิ้นปฏิบัติการกิจกรรม

นักเรียนปฏิบัติการกิจกรรมตามวิธีการในแบบเรียน

4.3 ชิ้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม

- 4.3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลของการทำกิจกรรมเพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่
- 4.3.2 ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยจะวัดความสามารถด้านต่างๆ 4 ด้านคือ

5.1 ความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง ศัพท์ หลักการ ทฤษฎี

5.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย จำแนก เขียน ภาพประกอบ ขยายความและแปลความรู้ได้ โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง ศัพท์ หลักการ แนวคิดและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

5.3 ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้วิธีการทาง วิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างออกไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งในสิ่งที่เกี่ยวกับชีวิต ประจำวัน

5.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคล ในการสืบเสาะหาความรู้โดยการเลือกใช้วิธีการหรือกิจกรรมต่างๆ อย่างคล่องแคล่วชำนาญ สำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย ทักษะการสังเกต จำแนกประเภท การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การนิยามเชิงปฏิบัติการ และการตีความหมายและลงข้อสรุป

6. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมด้านความรู้ ความคิดของบุคคลที่ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการ แก้ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจะตามขั้นตอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method ซึ่ง คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย สรุป ไว้เป็น 4 ขั้นตอนและเมื่อนักเรียนตอบแบบทดสอบได้นักเรียนจะมีความสามารถดังนี้

6.1 ระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกปัญหาที่สำคัญที่สุดภายในขอบ เขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนด

6.2 ตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการบอกได้ว่าสาเหตุที่แท้จริงหรือ สาเหตุต่างๆ ที่เป็นไปได้ของปัญหาคืออะไรจากข้อเท็จจริงตามสถานการณ์ที่กำหนด

6.3 ทดลองหรือตรวจสอบสมมติฐานที่สร้างขึ้น หมายถึง ความสามารถในการ เลือกวิธีการที่เหมาะสมในการทดสอบสมมติฐานหรือรวบรวมข้อมูลโดยการสังเกตและ/หรือทดลอง

6.4 สรุปผลการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้ออกจากการ ทดลองหรือตรวจสอบสมมติฐานมาสรุปเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์และนำไปใช้ได้

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและ เอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยดังต่อไปนี้

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารเกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์
2. เอกสารเกี่ยวกับแบบฝึก
3. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
4. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
5. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
6. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยที่เกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์
2. งานวิจัยที่เกี่ยวกับแบบฝึก
3. งานวิจัยที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารเกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์

ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์

สถาบันที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและนักการศึกษาหลายท่าน (ปัญญา อภัยพัฒน์และ
อรรถศิษฏ์ สมรรถการอักษรกิจ. 2527 : 356 ; นันทิยา บุญเคลือบ. 2528 : 46 ;
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2529 : 1-2 ; สมาคมวิทยาศาสตร์

แห่งประเทศไทย. 2529 : 1 ; ธีระชัย ปุณฺณโชติ. 2531 : 1 ; จิรพรรณ แสงหล้า. 2532 : 5 และกรมวิชาการ. 2533 : 5) ได้ให้ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ พอสรุปได้ว่า โครงการวิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามความถนัดหรือสนใจ นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติและศึกษาด้วยตนเองโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ภายใต้การแนะนำปรึกษาช่วยเหลือและดูแลจากอาจารย์ที่ปรึกษาหรือผู้ทรงคุณวุฒิ โครงการวิทยาศาสตร์อาจจัดในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้ อาจดำเนินการทั้งในและนอกบริเวณโรงเรียน และอาจทำเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้

สำหรับซีมัวร์ (Seymour. 1964 : 91-94) ได้ให้ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ว่า โครงการวิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยเขียนเป็นโครงการ เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาต่อและมีการปฏิบัติตามแนวทางที่วางไว้เพื่อให้โครงการสัมฤทธิ์ผล

สรุปได้ว่า โครงการวิทยาศาสตร์หมายถึงการศึกษาในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อตอบสนองสงสัยหรือปัญหาที่พบตามความสนใจและระดับความรู้ความสามารถของนักเรียนโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เขียนเป็นโครงการเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษา มีการปฏิบัติตามขั้นตอนที่วางไว้ภายใต้การแนะนำปรึกษาช่วยเหลือจากอาจารย์ที่ปรึกษา เป็นกิจกรรมที่สามารถทำเป็นกลุ่มหรือเป็นรายบุคคลก็ได้

หลักการของกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์

หลักการที่สำคัญของโครงการวิทยาศาสตร์ ควรมีลักษณะดังนี้

1. เป็นเรื่องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งหมายถึง โครงการวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต้องยึดหลักความจริงที่เป็นอยู่ตามธรรมชาติ (Seymour. 1964 : 91-93)
2. คำนึงเสรีภาพและเศรษฐกิจ หมายถึงการให้เสรีภาพแก่ผู้ทำโครงการในเรื่องที่ทำโดยคำนึงถึงวัสดุอุปกรณ์และเงินทุนที่มีอยู่เป็นองค์ประกอบ (Seymour. 1964 : 91-93)
3. เป็นการเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และ

แก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์(Seymour. 1964 : 91-93 ; สถาบันส่งเสริม
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2530 : 4 และธีระชัย ปฐมโชติ. 2531 : 1-2)

4. การทำกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์มุ่งฝึกให้นักเรียนรู้วิธีการศึกษาค้นคว้าและ
แก้ปัญหาด้วยตนเองมีได้เน้นการส่งเข้าประกวดเพื่อรับรางวัล (สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2530 : 4)

จุดมุ่งหมายของการทำโครงการวิทยาศาสตร์

จุดมุ่งหมายของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่นักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษา
ต่างๆ กำหนดไว้อาจแตกต่างกันบ้างในบางข้อความหรือรายละเอียดบางส่วน ซึ่งสรุปได้ว่า
(ศึกษาพิเศษ กรมสามัญศึกษา. 2526 : 43 ; ปัญญา อภัยพัฒน์และอรุณดิษฐ์
สมรรถการอักษรกิจ. 2527 : 356 ; นันทิยา บุญเคลือบ. 2528 : 46 ; สถาบันส่งเสริม
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2529 : 1 ; สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย.
2529 : 13 และธีระชัย ปฐมโชติ. 2531 : 2) โครงการวิทยาศาสตร์ควรมีจุดมุ่งหมายดังนี้

1. เพื่อส่งเสริมการศึกษาค้นคว้าหรือวิจัยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีความ
สามารถทางวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เกิดความรักและความสนใจในวิชา
วิทยาศาสตร์ ตระหนักถึงคุณค่าและประโยชน์ของเทคโนโลยี
3. เพื่อให้นักเรียนเห็นคุณค่าและพัฒนาความสามารถในการใช้กระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์แก้ปัญหา
4. เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวันหรือออก
แบบประดิษฐ์สิ่งใหม่ๆ
5. เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์
6. เพื่อให้นักเรียนใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์
7. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงออก พร้อมทั้งได้มีโอกาสเผยแพร่ผลงานตนเอง
8. เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความรับผิดชอบและความสามารถในการทำงานร่วมกับ

ผู้อื่นได้

ประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์

เมื่อพิจารณารูปแบบและลักษณะของกิจกรรมการศึกษาค้นคว้าแล้ว สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529 : 4-8) ชีระชัย ปฐมโชติ (2531 : 5-9) และเชอร์เบอร์น (Sherburne. 1985 : 9) เห็นพ้องกันว่าโครงการวิทยาศาสตร์ควรแบ่งเป็น 4 ประเภทดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. โครงการประเภทการสำรวจ (Survey Research Project)

เป็นกิจกรรมการศึกษาลักษณะของสิ่งแวดล้อมต่างๆ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความรู้ที่มีอยู่หรือเป็นอยู่ตามธรรมชาติ โดยใช้วิธีการสำรวจและรวบรวมข้อมูลแล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาจัดกระทำ เช่น จำแนกเป็นหมวดหมู่แล้วนำเสนอในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้เห็นลักษณะหรือเห็นความสัมพันธ์ในเรื่องที่ต้องการศึกษาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ไม่ต้องมีการจัดหรือกำหนดตัวแปรอิสระ อาจทำได้หลายลักษณะ เช่น การเก็บรวบรวมข้อมูล การเก็บวัสดุตัวอย่างมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ การจำลองธรรมชาติเพื่อสังเกตและศึกษาข้อมูลต่างๆ

ตัวอย่างโครงการการสะสมผีเสื้อ โดยบอกรายละเอียดที่อยู่อาศัย การวิเคราะห์ชนิดหรือปริมาณของสิ่งเจือปนในอาหาร เป็นต้น

2. โครงการประเภทการทดลอง (Experimental Research Project)

เป็นการศึกษาคำตอบของปัญหาโดยออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง เพื่อหาคำตอบของปัญหาที่ต้องการทราบหรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ขั้นตอนของการทำโครงการประเภทนี้ ประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบ การทดลอง ซึ่งจะต้องมีการควบคุมตัวแปรต่างๆที่อาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาแล้วดำเนินการทดลองโดยจัดกระทำกับตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น เพื่อดูผลที่เกิดขึ้นกับตัวแปรตาม มีการแปลผลและสรุปผล

ตัวอย่างโครงการประเภททดลอง ได้แก่ การศึกษาอิทธิพลของแสงสีต่างๆต่อการเจริญเติบโตของพืชบางชนิด การศึกษาอิทธิพลของฮอร์โมนเพศชายในไก่ตัวเมีย เป็นต้น

เชอร์เบอร์น ได้แยกโครงการประเภทการทดลองออกเป็น 2 ประเภท คือ

โครงการประเภทการทดลองที่มีการควบคุมตัวแปรกับโครงการทดลองเพื่อแก้ปัญหาโดยไม่
ต้องควบคุมตัวแปร

3. โครงการประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์ (Developmental Research
Project or Invention Project)

เป็นการพัฒนาหรือประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้หรืออุปกรณ์ต่างๆให้ใช้งานได้ตาม
ประสงค์โดยอาศัยความรู้หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ อาจเป็นการประดิษฐ์สิ่งใหม่
ที่ไม่เคยมีมาก่อนหรือการปรับปรุงอุปกรณ์หรือสิ่งประดิษฐ์ที่มีอยู่แล้วให้ใช้งานได้ดีกว่าเดิม รวมทั้ง
เป็นการเสนอหรือสร้างแบบจำลองทางความคิดเพื่อแก้ปัญหา

ตัวอย่างโครงการประเภทนี้ได้แก่ การประดิษฐ์กลจักร 3 พลัง เครื่องชั่งแรงดัน
น้ำ เป็นต้น

4. โครงการประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย (Theoretical Research
Project)

เป็นโครงการที่เสนอแนวความคิดใหม่ๆในการอธิบายเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างมี
เหตุผลโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์หรือทฤษฎีสนับสนุน หรือหากเป็นการอธิบายปรากฏการณ์
เก่าในแนวใหม่ อาจเสนอในรูปการอธิบายสูตรหรือสมการ โดยมีข้อมูลหรือทฤษฎีอื่นสนับสนุน
การทำโครงการประเภทนี้ ผู้ทำต้องมีพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี จะต้องศึกษา
ค้นคว้าเรื่องราวที่เกี่ยวข้องอย่างมาก จึงจะสร้างคำอธิบายหรือทฤษฎีได้

ตัวอย่างโครงการประเภทนี้ได้แก่ ทฤษฎีตัวนำยิ่งยวด ซึ่ง สัทส์น ยุกส์าน เป็นผู้
คิดค้น เป็นต้น

ขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 5 ขั้นตอนใหญ่ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การคิดและเลือกหัวเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษา เป็นขั้นตอนอันดับแรกของการทำ
โครงการวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดและยากที่สุด (สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2531 : 1 ; Vandermann and Parfitt. 1985 : 14)

หัวข้อหรือปัญหาที่จะศึกษานั้นควรให้นักเรียนเป็นผู้คิดและเลือกด้วยตนเอง ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากความสนใจ ความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนอันอาจสืบเนื่องมาจากความสงสัย การเรียนในห้องเรียนหรือนอกห้องเรียนหรือจากสิ่งแวดล้อมใกล้ตัว การอภิปรายซักถามร่วมกับผู้อื่น เช่น ครู เพื่อน หรือการอ่านหนังสือ เอกสารต่างๆ หรือการไปทัศนศึกษานอกสถานที่ การฟังการบรรยายทางวิชาการในโอกาสต่างๆ รวมทั้งจากรายการวิทยุโทรทัศน์ การชมงานแสดงโครงการงานวิทยาศาสตร์ งานอดิเรก หัวเรื่องควรมีลักษณะเฉพาะเจาะจง และมีความแปลกใหม่

ข้อควรคำนึงเกี่ยวกับการคัดเลือกหัวเรื่องที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์ คือ

- 1.1 เหมาะสมกับระดับความรู้ของนักเรียน
- 1.2 เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน
- 1.3 วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้
- 1.4 งบประมาณเพียงพอ
- 1.5 ระยะเวลาที่ใช้ทำโครงการ
- 1.6 มีอาจารย์หรือผู้ทรงคุณวุฒิรับเป็นที่ปรึกษา
- 1.7 ความปลอดภัย
- 1.8 มีแหล่งความรู้หรือเอกสารเพียงพอที่จะค้นคว้า

2. การวางแผนในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ขั้นตอนนี้เป็นการวางแผนในการทำโครงการรวมถึงการจัดทำโครงร่างหรือเค้าโครงร่างของโครงการซึ่งต้องมีการวางแผนหรือวางรูปโครงการไว้ล่วงหน้า เพื่อให้การดำเนินการเป็นไปอย่างรัดกุมและรอบคอบไม่สับสน

การวางแผนในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

- 2.1 ชื่อโครงการ
- 2.2 ชื่อผู้ทำโครงการ
- 2.3 ชื่อที่ปรึกษาโครงการ
- 2.4 ที่มาและความสำคัญของโครงการ
- 2.5 จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า
- 2.6 สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า (ถ้ามี)
- 2.7 การกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม (ถ้ามี)

- 2.8 นิยามตัวแปรหรือคำอื่น ๆ ที่ควรทราบในสมมติฐานให้ชัดเจน
- 2.9 วิธีดำเนินการ ซึ่งได้แก่
- แนวทางในการศึกษาค้นคว้า
 - วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้
 - วิธีทดลอง
 - การวางแผนปฏิบัติงานซึ่งควรกำหนดระยะเวลาในการทำงานแต่ละ

ขั้นตอน

- 2.10 ผลที่คาดว่าจะได้รับ
- 2.11 เอกสารอ้างอิง (ถ้ามี)

ในการวางแผนทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ นักเรียนต้องเขียนโครงร่างหรือเค้าโครงของโครงการเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอความเห็นชอบและคำแนะนำปรึกษา

3. การลงมือทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ เป็นการปฏิบัติตามแผนดำเนินงานที่วางไว้ล่วงหน้าแล้วควรปฏิบัติตามขั้นตอนโครงร่างหรือเค้าโครงที่ผ่านการเห็นชอบของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว ซึ่งประกอบด้วย การเก็บรวบรวมข้อมูล การสร้างหรือการประดิษฐ์ การปฏิบัติการทดลอง การค้นคว้าจากเอกสารต่างๆ โดยคำนึงถึงประเภทโครงการเป็นเกณฑ์ การลงมือทำโครงการนั้นอาจมีการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมจากแผนที่วางไว้ หากเป็นการเปลี่ยนแปลงเพื่อทำให้ผลงานดีขึ้นหรือเป็นการแก้ปัญหาที่คาดไม่ถึง การลงมือทำโครงการควรเตรียมวัสดุอุปกรณ์และสถานที่ให้พร้อม ทำการทดลองให้รอบคอบ พร้อมกับบันทึกข้อมูลทุกครั้งโดยคำนึงถึงความประหยัดและความปลอดภัย หากเป็นไปได้ โครงการประเภททดลองควรมีการทดลองซ้ำ หรือถ้าเป็นสิ่งประดิษฐ์ควรคำนึงถึงความคงทน แข็งแรงและขนาดที่เหมาะสม

ข้อควรคำนึง ควรให้นักเรียนเข้าใจและยอมรับว่า ความสำเร็จของโครงการไม่ได้ขึ้นอยู่กับผลการทดลองที่ได้ตรงกับความคิดหวัง แม้อผลการทดลองที่ได้จะไม่เป็นไปตามที่คาดหวังก็ถือว่ามีความสำเร็จในการทำโครงการนั้นเหมือนกัน

4. การเขียนรายงาน การเขียนรายงานเกี่ยวกับโครงการงานวิทยาศาสตร์ เป็นการสื่อความหมายเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจแนวความคิด วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้าข้อมูล ผลที่ได้ทดลองจนข้อสรุปและข้อเสนอแนะต่างๆ ควรใช้ภาษาที่อ่านเข้าใจง่าย ชัดเจน สั้นๆ และตรง

ไปตรงมา โดยมีหัวข้อที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529 : 17-18) ได้เสนอว่าการเขียนรายงานควรมีหัวข้อต่อไปนี้ คือ ชื่อโครงการ ชื่อผู้ทำโครงการ บทคัดย่อ จุดมุ่งหมายหรือวัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้า สมมติฐาน วิธีดำเนินการ อธิบายขั้นตอน ผลการศึกษาค้นคว้า นำเสนอข้อมูล สรุปและข้อเสนอแนะ คำขอขอบคุณ เอกสารอ้างอิง

นอกจากนี้ การเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์นั้น อาจมีหัวข้อย่อยแตกต่างกันบ้าง แต่สิ่งที่ผู้เขียนควรคำนึงถึงคือ การเขียนรายงานควรมีความชัดเจน ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย และครอบคลุมประเด็นที่สำคัญๆ ทั้งหมด

5. การแสดงผลงาน การแสดงผลงานเป็นขั้นตอนสุดท้ายและเป็นการเสนอผลงานที่ได้ศึกษาค้นคว้าที่สำเร็จลงด้วยความเพียรพยายามของผู้ทำโครงการให้คนอื่นได้รับรู้และเข้าใจถึงผลงาน อาจกระทำได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น การจัดนิทรรศการ ซึ่งเป็นการจัดแสดงให้ผู้อื่นทราบถึง กระบวนการและขั้นตอนต่างๆของการศึกษาค้นคว้า อาจมีอุปกรณ์และเครื่องมือหรือภาพและแผนภูมิประกอบการอธิบาย อาจมีการสาธิตประกอบหรือจัดแสดงในรูปแบบอื่นๆ เช่น การรายงานปากเปล่า ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของจันทรชัย หญิงประยูร (2524 : 138) ที่กล่าวว่า การเสนอผลงานสามารถเสนอได้ 2 วิธีคือ เสนอด้วยการทดลอง และเสนอด้วยการบรรยาย

การแสดงผลงานการทำโครงการวิทยาศาสตร์ อาจจัดทำได้หลายระดับ เช่น การจัดแสดงผลงานภายในชั้นเรียน การจัดนิทรรศการภายในโรงเรียน การจัดนิทรรศการในงานประจำปีของโรงเรียน การแสดงผลงานเข้าร่วมประกวดในระดับต่างๆ เช่น ระดับกลุ่มโรงเรียน ระดับจังหวัด ระดับเขตการศึกษา ระดับชาติ เป็นต้น

แนวปฏิบัติในการสอนให้นักเรียนทำโครงการวิทยาศาสตร์

ธีระชัย ปฐมโชติ (2531 : 15-16) ได้ให้แนวปฏิบัติในการสอนให้นักเรียนทำโครงการวิทยาศาสตร์ว่า มีสิ่งที่ควรปฏิบัติหลายประการดังต่อไปนี้

1. กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการทำโครงการวิทยาศาสตร์
2. แนะนำให้นักเรียนรู้หลักการและวิธีการทำโครงการวิทยาศาสตร์

3. จัดกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนได้สัมผัสกับปัญหาหรือมองเห็นปัญหา
4. แนะนำแนวทางแก่นักเรียนในการเลือกหัวข้อเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษา
5. ให้คำปรึกษาแก่นักเรียนในการวางแผนดำเนินโครงการวิทยาศาสตร์
6. อำนวยความสะดวกแก่นักเรียนในการทำโครงการวิทยาศาสตร์
7. ติดตามการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทกระยะและให้คำแนะนำ

ปรึกษาช่วยเหลือเมื่อจำเป็น

8. ให้คำปรึกษาแก่นักเรียนในการเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์
9. ให้นักเรียนได้แสดงผลงานของตนต่อผู้อื่นในโอกาสและรูปแบบต่างๆตามความ

เหมาะสม

10. ประเมินผลการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

บทบาทของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์

ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์นั้น แม้ว่าจะ เป็นกิจกรรมที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเองทั้งหมดแต่บางครั้งก็ต้องขอความร่วมมือจากบุคคลหลายฝ่าย และบุคคลที่มีความสำคัญอย่างยิ่งคือ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ เพราะนอกจากจะเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือแนะแนวทางให้กับนักเรียนแล้ว ยังมีส่วนกระตุ้นความสนใจและเสริมกำลังใจแก่นักเรียนในระหว่างทำกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ด้วย ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2530 : 56-58) ได้กล่าวถึงบทบาทของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ในการติดตามการปฏิบัติงานของนักเรียนออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

1. ระยะเริ่มต้น

เรื่องที่ย่างยากที่สุดในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ คือการเลือกหัวข้อหรือปัญหาที่จะศึกษา เพราะจะต้องเป็น เรื่องที่เหมาะสมกับระดับความรู้ของนักเรียนและมีแนวทางที่จะหาคำตอบได้ ประสพการณ์ของครูจะช่วยให้เกิดแนวคิดและเกิดความคิดสร้างสรรค์แก่นักเรียน ฉะนั้นระยะเริ่มต้น จึงเป็นระยะที่สำคัญซึ่งอาจารย์จะต้องให้ความช่วยเหลือเป็นพิเศษ โดยอาจทำได้ดังนี้

- 1.1 กระตุ้นหรือเร้าความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับการทำโครงการ
วิทยาศาสตร์
- 1.2 แนะนำวิธีทำโครงการและเลือกหัวข้อเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษา
- 1.3 จัดเอกสารและแนบแหล่งค้นคว้า เพื่อให้นักเรียนสำรวจความสนใจและ
ศึกษาเพิ่มเติม
- 1.4 จัดให้มีบรรยายโดยวิทยากรในเรื่องที่นักเรียนสนใจหรือจัดศึกษานอก
สถานที่
- 1.5 ช่วยแนะนำในการวางเค้าโครงเรื่องย่อและการวางแผนการทำงาน
- 1.6 ให้ล่าปรึกษาและดูความเป็นไปได้ของเค้าโครงย่อของโครงการ
2. ระยะเวลาที่นักเรียนทำโครงการวิทยาศาสตร์
- เมื่อตรวจแก้เค้าโครงย่อของโครงการวิทยาศาสตร์แล้ว อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ
วิทยาศาสตร์ ควรปฏิบัติในหัวข้อต่อไปนี้
- 2.1 ชี้แจงการใช้ห้องปฏิบัติการหรือห้องที่นักเรียนทำงาน การใช้เครื่องมือ
การใช้ข้อสรุปสารเคมี การเลี้ยงสิ่งมีชีวิต รวมทั้งความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการด้วย
- 2.2 ควรให้นักเรียนได้ฝึกเทคนิคการปฏิบัติการบางอย่าง หรือฝึกทำการ
ทดลองย่อยๆ ที่ต้องใช้ในการทำโครงการนี้ก่อน เพื่อให้นักเรียนมีประสบการณ์ก่อนที่จะลงมือทำ
โครงการวิทยาศาสตร์
- 2.3 ติดตามความก้าวหน้าของนักเรียนโดยดูจากแผนการทำงานและควรฝึก
ให้นักเรียนหาสมมติเฉพาะสำหรับฉบับที่พิมพ์ประจำวันได้
- 2.4 ให้ความช่วยเหลือทางด้านวิชาการและปฏิบัติการ เมื่อนักเรียนมีปัญหา
ซึ่งบางครั้งอาจจะต้องติดต่อขอความช่วยเหลือจากอาจารย์มหาวิทยาลัย หรือผู้ทรงคุณวุฒิจาก
หน่วยงานอื่น
- 2.5 จัดให้นักเรียนได้พบปะและรวมกลุ่มเพื่อรายงานปากเปล่าโดยมีอาจารย์
ที่ปรึกษาร่วมอยู่ด้วย ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งในการช่วยแก้ปัญหาซึ่งกันและกัน

2.6 ให้กำลังใจแก่นักเรียนไม่ให้ท้อถอย เมื่อผลการทดลองไม่เป็นไปตามที่คาดหมาย ซึ่งอาจจะต้องมีการตั้งต้นทำใหม่หรือทำซ้ำและควรกระตุ้นให้นักเรียนทำโครงการจนสำเร็จครบทุกขั้นตอน

3. ระยะสิ้นสุดการทำโครงการวิทยาศาสตร์

หัวข้อหรือปัญหาที่นักเรียนเลือกทำโครงการวิทยาศาสตร์อาจมีความยากง่ายต่างกันแต่ก็คงอยู่ในดุลยพินิจของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ซึ่งได้พิจารณาถึงความเป็นไปได้ตั้งแต่ระยะเริ่มต้น การวางแผนการทำงานจะช่วยได้มากเพราะในการทำโครงการมักมีปัญหาไม่คาดคิดเกิดขึ้นเสมอ นักเรียนจะต้องทำการทดลองเพื่อรวบรวมข้อมูลหลายครั้งก่อนที่จะแปลผลและลงข้อสรุปแล้วจึงเขียนรายงาน ช่วงนี้อาจารย์ที่ปรึกษาอาจให้ข้อเสนอแนะช่วยเหลือดังนี้

3.1 จัดเวลาให้นักเรียนได้พบเพื่อเสนอผลการทดลองก่อนที่จะเขียนรายงาน

3.2 ตรวจสอบขั้นตอนในการเขียนรายงาน เพื่อให้เป็นไปตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์และดูการใช้ภาษาเพื่อสื่อความหมายให้ชัดเจน

3.3 ประเมินผลโครงการโดยมีคณะกรรมการ เพื่อให้ได้รับรองหรือใบประกาศนียบัตร ในการเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นการให้กำลังใจแก่นักเรียนในความอดทนหาวิธีทำงานจนเป็นผลสำเร็จ หรือเพื่อคัดเลือกผลงานไว้แสดงในกรณีที่จะมีนิทรรศการหรือการจัดแสดงโครงการวิทยาศาสตร์ของโรงเรียน สมาคม หรือหน่วยงานต่างๆ หรือให้นักเรียนประเมินผลด้วยตนเองตามแบบที่กำหนด

3.4 การติดตามผล อาจารย์ที่ปรึกษาอาจส่งเสริมโครงการที่น่าสนใจเป็นพิเศษโดยให้นักเรียนทำต่อ เพื่อเพิ่มพูนทักษะในการค้นคว้าหรือโครงการที่ยังทำไม่สมบูรณ์ก็ควรนำมาปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมให้เสร็จ

3.5 ในแต่ละปีการศึกษาควรมีการรวบรวมรายชื่อรายงานโครงการของนักเรียนไว้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการทำโครงการในปีต่อไป

การประเมินผลการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ธีระชัย ปรุณโชติ (2531 : 22-24) กล่าวถึงการประเมินผลการทำโครงการ

วิทยาศาสตร์ของนักเรียนว่ามี 2 ลักษณะคือ

1. การประเมินผลการทำงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผลการเรียนการสอน ในกรณีที่ครูมอบหมายให้นักเรียนทำโครงการวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อเป็นข้อมูลป้อนกลับให้นักเรียนทราบว่าผลงานของตนมีคุณภาพเพียงใด มีข้อบกพร่องหรือข้อดีเด่นอะไรบ้าง โดยเก็บคะแนนไว้เป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผลการเรียนตลอดภาคเรียนหรือตลอดปีการศึกษา

2. กรณีที่การทำโครงการวิทยาศาสตร์ไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติ แต่ส่งเสริมให้นักเรียนทำตามความสมัครใจ ครูควรทำการประเมินผลการทำงานโครงการวิทยาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์ 2 ประการคือ

2.1 เพื่อเป็นข้อมูลป้อนกลับให้กับนักเรียนในการปรับปรุงการทำงานของตนเองต่อไป

2.2 เพื่อคัดเลือกโครงการวิทยาศาสตร์ที่ดีไปแสดงหรือประกวด

ในการประเมินผลการทำงานโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีเกณฑ์ที่ควรพิจารณาให้คะแนนหรือประเมินคุณค่าของโครงการดังนี้

1. ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึงความแปลกใหม่ของเรื่องที่ทำ วิธีการศึกษาค้นคว้า เครื่องมือหรือวัสดุอุปกรณ์ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ความแปลกใหม่ดังกล่าวหมายถึงความแปลกใหม่สำหรับระดับของนักเรียนผู้ทำโครงการวิทยาศาสตร์เอง

2. ความถูกต้องและเหมาะสมของวิธีการศึกษาค้นคว้า หมายถึงได้มีการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องและเหมาะสม ทั้งในการกำหนดปัญหาและขอบเขตของปัญหา การตั้งสมมติฐาน (ถ้ามี) การรวบรวมข้อมูลหรือการทดลอง การจัดและการควบคุมตัวแปร การสรุปผลการศึกษาค้นคว้า

3. การเขียนรายงานของโครงการ/หรือการจัดแสดงโครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความถูกต้องและความชัดเจนของการสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจในโครงการ เช่น รายงานที่ได้เขียนขึ้นมีความถูกต้องครบถ้วนตามหลักการของการเขียนรายงานโครงการเพียงใด มีความชัดเจน สวยงามและดึงดูดความสนใจเพียงใด

4. การอธิบายโครงการด้วยวาจา หมายถึง ความสามารถในการพูดอธิบายและตอบข้อซักถามต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่วและเหมาะสม

เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินคุณค่าของโครงการวิทยาศาสตร์มีผู้ใช้แตกต่างกันบ้างในรายละเอียด แต่ประเด็นหลักๆแล้วคล้ายคลึงกันคือคะแนนความคิดสร้างสรรค์และความเหมาะสมของวิธีการศึกษาค้นคว้า

สิ่งที่นักเรียนจะได้เรียนรู้จากการทำโครงการวิทยาศาสตร์

ธีระชัย ปฐมโชติ (2531 : 30-31) ได้กล่าวถึงสิ่งที่นักเรียนจะได้เรียนรู้จากการทำโครงการวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. ความรู้ในเนื้อหาวิชา นักเรียนจะได้รับความรู้ซึ่งเป็นผลจากการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารต่างๆและจากผู้อื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งความรู้ที่ได้จากการค้นพบของการทำโครงการวิทยาศาสตร์
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในการแสวงหาความรู้ ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์นักเรียนจะได้มีโอกาสใช้ทักษะต่างๆ เช่น การสังเกต การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การควบคุมตัวแปร การวัด การรวบรวมข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล และการแปลความหมายของข้อมูล การใช้เครื่องมือต่างๆในการทดลอง การสื่อความหมายให้คนอื่นเข้าใจ ด้วยการเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในทักษะต่างๆเหล่านั้น
3. มีความสามารถในการโยนการเรียนรู้กับกระบวนการแก้ปัญหา การที่นักเรียนได้ลงมือศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองโดยตลอด มีครูเป็นเพียงผู้ให้คำปรึกษาและแนะนำ ถ้านักเรียนได้โอกาสกระทำเช่นนี้หลายๆครั้ง นักจิตวิทยาการศึกษาเชื่อว่า นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ในกระบวนการดังกล่าว ซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาหรือกระบวนการแสวงหาคำตอบที่สงสัย จนทำให้นักเรียนสามารถปรับใช้กระบวนการดังกล่าวนี้แก้ปัญหาอื่นๆได้ด้วย
4. เจตคติ การที่นักเรียนได้มีโอกาสเลือกเรียนสิ่งที่ตนสนใจจะศึกษาเอง ได้ลงมือศึกษาค้นคว้าเอง จะทำให้นักเรียนเกิดความชอบและสนใจในวิชานั้นๆ ทำให้นักเรียนมีเจตคติ

ที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และการที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติอย่างนักวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง จะค่อยๆ พัฒนาเจตคติและค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้น เจตคติและค่านิยมดังกล่าวได้แก่ ความสงสัย ไม่เชื่ออะอะไรโดยง่าย มีความใฝ่รู้อยู่เสมอ มีความเป็นเหตุเป็นผล มีใจกว้างรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีความซื่อสัตย์อดทน เป็นต้น

5. คุณสมบัติอื่นๆ การทำโครงการวิทยาศาสตร์จะช่วยพัฒนาคุณสมบัติอื่นๆให้นักเรียนอีก เช่น ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความรับผิดชอบ ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น

จะเห็นว่าในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์นอกจากต้องการให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระของวิชาแล้ว ยังต้องการปลูกฝังและพัฒนาทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เช่น ความมีเหตุผล ความอยากรู้อยากเห็น ความมีใจกว้าง ความเพียรพยายาม และความซื่อสัตย์ เป็นต้น ซึ่งนักเรียนจะสามารถนำไปประยุกต์ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน วิธีการหนึ่งที่มีประสิทธิภาพที่ทำให้เกิดการพัฒนาดังกล่าว คือการที่นักเรียนได้มีโอกาสฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำหลักการ ขั้นตอนและประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์มาจัดทำเป็นแบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ใช้ประกอบในกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

2. เอกสารเกี่ยวกับแบบฝึก

การฝึกเป็นกิจกรรมที่มีประโยชน์ในการเรียนการสอน ชาลูนชัย ลวิตรังสีมา และเชิดวิทย์ ฤทธิ์ประศาสน์ (2523 : 114) ได้ให้ความหมายของแบบฝึกว่า เป็นการจัดสภาพการณ์เพื่อให้ผู้ฝึกเปลี่ยนพฤติกรรมจนสามารถปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการสร้างแบบฝึกต้องคำนึงถึงหลักการสร้าง จิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก ลักษณะของแบบฝึกที่ดี ประโยชน์ของแบบฝึก หลักการนำไปใช้ ฯลฯ

หลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก

สจริต เพียรชอย และสายใจ อินทร์มพรรณ์ (2523 : 52-62) กล่าวถึงการสร้างแบบฝึกไว้ว่า ต้องยึดหลักทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยาดังนี้ จงอรวิณี ๒๐๑๓

1. กฎการเรียนรู้ของชอร์นไคด์ เกี่ยวกับกฎแห่งการฝึก (Law of Exercise) ซึ่งกล่าวว่า สิ่งใดที่มีการฝึก มีความคล่องตัวและสามารถทำได้ดี ในทางตรงกันข้ามสิ่งใดก็ตาม ที่ได้รับการฝึกหรือทอดทิ้งไปนานแล้ว ย่อมจะทำได้ไม่ดี

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล ควรคำนึงว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้ความถนัดและความสนใจแตกต่างกัน ฉะนั้นในการสร้างแบบฝึกจึงควรพิจารณาถึงความเหมาะสม คือ ไม่ยากหรือง่ายจนเกินไปและควรมีหลายๆแบบ

3. การจูงใจผู้เรียนโดยการจัดแบบฝึกจากง่ายไปหายาก เพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน ซึ่งจะทำให้เกิดผลสำเร็จในการฝึกแล้วช่วยยั่วยุให้อยากฝึกต่อไป

4. ใช้แบบฝึกสั้นๆ เพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อหน่าย

นิตยา ปานทิพย์ (2527 : 26-27) กล่าวว่าในการสร้างแบบฝึกต้องอาศัยหลักสำคัญตามทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยา ประกอบด้วย

1. ความใกล้ชิด (Contiguition) การใช้สิ่งเร้าและการตอบสนองที่เกิดขึ้นในเวลาใกล้เคียงกัน จะสร้างความพอใจให้กับผู้เรียน

2. แบบฝึกหัด (Practice) คือการให้ผู้เรียนได้กระทำกิจกรรมที่ซ้ำๆ เพื่อช่วยในการสร้างความแม่นยำชำนาญ

3. กฎแห่งผล (Law of Effect) คือการให้ผู้เรียนได้ทราบผลการทำงานของตนโดยรวดเร็ว ซึ่งนอกจากจะทำให้ผู้เรียนได้ทราบว่ากระทำของตนเป็นอย่างไรแล้ว ยังเป็นการสร้างความพอใจให้กับผู้เรียนอีกด้วย

4. แรงจูงใจ (Motivation) ได้แก่การเรียงแบบฝึกจากง่ายไปหายากและจากแบบฝึกที่สั้นไปสู่แบบฝึกที่ยาวขึ้น ทั้งนี้เนื้อเรื่องที่จะนำมาสร้างแบบฝึกหัดควรมีหลายรสหลายรูปแบบตลอดจนมีภาพประกอบเรื่อง เพื่อเร้าความสนใจของนักเรียนมากขึ้น

ฮาร์เรส (Haress. n.d. : 93-94) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกไว้ว่าจะต้องใช้ภาษาที่เหมาะสมกับนักเรียนและสร้างโดยใช้หลักจิตวิทยาในการแก้และตอบสนองดังนี้

1. ใช้แบบฝึกหลายๆชนิด เพื่อเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจ

2. แบบฝึกที่จัดขึ้นนั้นต้องให้นักเรียนสามารถแยกออกมาพิจารณาได้ว่าแต่ละแบบแต่ละ

ข้อต้องการให้ทำอะไร

3. ให้นักเรียนได้ฝึกการตอบแบบฝึกหัดแต่ละชนิด แต่ระบุรูปแบบว่ามีวิธีการตอบอย่างไร
 4. ให้นักเรียนได้มีโอกาสตอบสนองสิ่งเร้าดังกล่าวด้วยการแสดงออกทางความสามารถและความเข้าใจลงในแบบฝึก
 5. ให้นักเรียนได้นำสิ่งที่เรียนรู้จากการเรียนมาตอบในแบบฝึกให้ตรงเป้าหมายที่สุด หลักในการสร้างแบบฝึก
- นอกจากหลักจิตวิทยาที่ต้องคำนึงในการสร้างแบบฝึกแล้ว ได้มีการศึกษาเสนอหลักในการสร้างแบบฝึกเพิ่มเติมดังนี้

วรนาถ พวงสุวรรณ (2518 : 34-37) ได้กล่าวถึงหลักการสร้างแบบฝึกเพื่อให้ได้แบบฝึกที่ดีและสามารถนำไปใช้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. ตั้งวัตถุประสงค์
2. ศึกษาเกี่ยวกับเนื้อหา
3. ขั้นตอนในการสร้างแบบฝึก
 - 3.1 ศึกษาปัญหาในการสอน
 - 3.2 ศึกษาจิตวิทยาเกี่ยวกับการเรียนการสอนและจิตวิทยาพัฒนาการ
 - 3.3 ศึกษาเนื้อหาวิชา
 - 3.4 ศึกษาลักษณะของแบบฝึก
 - 3.5 วางโครงเรื่องและกำหนดรูปแบบของการฝึกให้สัมพันธ์กับโครงเรื่อง
 - 3.6 เลือกเนื้อหาต่างๆที่เหมาะสมมาบรรจุในแบบฝึกให้ครบตามที่กำหนดไว้

บาร์เน็ตและคนอื่นๆ (Barnett and others. 1969 : 11) ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการสร้างแบบฝึกว่า แบบฝึกที่ดีควรมีข้อเสนอแนะ การใช้ควรให้มีตัวเลือกทั้งแบบตอบจำกัด แบบเสรี คำสั่งหรือตัวอย่างที่ยกมาเป็นข้อความหรือเป็นแบบฝึกไม่ควรยาวเกินไปหรือยากแก่การเข้าใจ ถ้าต้องการให้ศึกษาด้วยตนเอง แบบฝึกนั้นควรมีหลายรูปแบบและให้ความหมายแก่ฝึกทำ

บัททส์ (Butts. 1974 : 85) เสนอหลักการสร้างแบบฝึกไว้ ดังนี้

1. ก่อนที่จะสร้างแบบฝึกจะต้องกำหนดโครงร่างไว้คร่าวๆก่อนว่าจะเขียนแบบฝึกเกี่ยวกับเรื่องอะไร มีวัตถุประสงค์อย่างไร
2. ศึกษางานด้านวิทยาศาสตร์และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำ
3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาให้สอดคล้องกัน
4. แจงวัตถุประสงค์พฤติกรรมออกเป็นกิจกรรมย่อยโดยคำนึงถึงความเหมาะสมของผู้เรียน
5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ในกิจกรรมแต่ตอนให้เหมาะสมกับแบบฝึก
6. กำหนดเวลาที่ใช้ในแบบฝึกแต่ละตอนให้เหมาะสม
7. ประเมินผลจะประเมินก่อนหรือหลังเรียน

หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา (2529 : 149-151) ได้เสนอหลักในการสร้างแบบฝึกหัดเรียนด้วยตนเอง ดังนี้

1. ให้บทเรียนมีหลัก คือ
 - 1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้แล้วจัดเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
 - 1.2 เนื้อหาต้องเหมาะสมกับวัยและความสามารถของเด็ก
2. ให้แบบฝึกมีหลัก คือ
 - 2.1 แบบฝึกนี้ต้องเกี่ยวกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว
 - 2.2 มีคำชี้แจงง่ายๆและสั้นๆเพื่อให้เด็กเข้าใจ
 - 2.3 เรียงให้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนของความยากง่ายเพื่อให้เด็กมีกำลังใจ
 - 2.4 แบบฝึกหัดน่าสนใจและท้าทายให้แสดงความสามารถ
 - 2.5 ต้องมีความถูกต้อง ครูจะต้องตรวจพิจารณาให้ดีด้วย อย่าให้มีข้อผิดพลาดได้
 - 2.6 เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกัน แบบฝึกหัดที่กำหนดให้นักเรียน เก่ง ปานกลาง อ่อน ควรยากง่ายต่างกัน นั่นคือ ควรมีแบบฝึกหัดให้หลายๆ เด็กที่มีความสามารถมากจะได้ทำมาก

ลักษณะแบบฝึกที่ดี

ในการสร้างแบบฝึกสำหรับเด็กมีองค์ประกอบหลายประการ ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแบบฝึกที่ดีไว้ดังนี้

ริเวอร์ (River . 1968 : 97-105) กล่าวถึง ลักษณะของแบบฝึกไว้ดังนี้

1. ต้องมีการฝึกนักเรียนมากพอควรในเรื่องหนึ่งๆก่อนที่จะมีการฝึกเรื่องอื่นๆต่อไป ทั้งนี้ทำขึ้นเพื่อการสอนมิใช่ทำขึ้นเพื่อทดสอบ

2. แต่ละบทฝึก ควรใช้แบบประโยชน์เพียงหนึ่งแบบ เท่านั้น
3. ฝึกโครงสร้างใหม่กับสิ่งที่ เรียนรู้แล้ว
4. ประโยคและคำศัพท์ควร เป็นแบบที่ใช้พูดกันในชีวิตประจำวันที่นักเรียนรู้จักดีแล้ว
5. เป็นแบบฝึกที่นักเรียนใช้ความคิดด้วย
6. แบบฝึกควรมีหลายๆแบบ เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย
7. ควรฝึกให้นักเรียนสามารถใช้สิ่งที่เรียนไปแล้วไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้

ไพรัตน์ สุวรรณแสน (2517: 189-190) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกที่ดีดังนี้

1. เกี่ยวกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว
2. เหมาะสมกับระดับ วัย และระดับความสามารถของเด็ก
3. มีการชี้แจงสั้นๆ ที่จะทำให้นักเรียนเข้าใจวิธีทำง่ายๆ คำชี้แจงหรือคำสั่งจะ

ต้องกระชับรัด

4. ใช้เวลาเหมาะสม คือ ไม่ใช่เวลานานหรือเร็วเกินไป
5. เป็นที่น่าสนใจและท้าทายความสามารถ

ศศิธร สทธิแพทย์ (2518 : 72) ได้ศึกษาพบว่า แบบฝึกที่นักเรียนสนใจและกระตือรือร้นที่จะทำ แบบฝึกนั้นต้องมีลักษณะดังนี้

1. ใช้หลักจิตวิทยา
2. สำนวนภาษาง่าย
3. ให้ความหมายต่อชีวิต
4. คิดได้เร็วและสนุก
5. ปลุกความสนใจ

6. เหมาะกับวัยและความสามารถ

7. อาจศึกษาด้วยตนเอง

นิตยา ฤทธิ์โยธี (2520 : 1) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกที่ดีไว้ดังนี้

1. เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว
2. เหมาะสมกับวัย ระดับ หรือความสามารถของเด็ก
3. มีคำชี้แจงสั้นๆ ที่ทำให้เด็กเข้าใจวิธีทำได้ง่าย
4. ใช้เวลาเหมาะสม คือ ไม่ใช่เวลายาวนานหรือเร็วเกินไป
5. เป็นสิ่งที่น่าสนใจและท้าทายให้แสดงความสามารถ

ประโยชน์ของแบบฝึก

แบบฝึกมีประโยชน์ต่อการเรียนวิชาทักษะมาก เพ็คตี (Petty. 1969 : 469-427) กล่าวไว้ดังนี้

1. เป็นส่วนเพิ่มหรือเสริมหนังสือเรียนในการเรียนทักษะ เป็นอุปกรณ์การสอนที่ช่วยลดภาระของครูได้มาก เพราะแบบฝึกเป็นส่วนที่จัดทำขึ้นอย่างเป็นระบบระเบียบ
2. ช่วยเสริมทักษะการใช้ภาษา แบบฝึกเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เด็กฝึกทักษะการใช้ภาษาดีขึ้นแต่ต้องอาศัยการส่งเสริมและเอาใจใส่แก่ผู้สอน
3. ช่วยในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล เนื่องจากเด็กมีความสามารถในการใช้ภาษาต่างกัน การให้เด็กทำแบบฝึกหัดที่เหมาะสมกับความสามารถของเขา จะช่วยให้เขาประสบความสำเร็จในด้านจิตใจมากขึ้น
4. แบบฝึกช่วยเสริมให้ทักษะทางภาษาคงทนโดยกระทำดังนี้
 - 4.1 ฝึกทันทีหลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้ในเรื่องนั้นๆแล้ว
 - 4.2 ฝึกซ้ำหลายๆครั้ง
 - 4.3 เน้นเฉพาะเรื่องที่ต้องการฝึก
5. แบบฝึกที่ใช่จะเป็นเครื่องมือวัดผลการเรียนหลังจากจบบทเรียนในแต่ละครั้ง
6. แบบฝึกที่จัดทำขึ้นเป็นรูปเล่มนักเรียนสามารถเก็บรักษาไว้ใช้เป็นแนวทางเพื่อทบทวนด้วยตนเองต่อไป
7. การให้นักเรียนทำแบบฝึกช่วยให้ครูมองเห็นจุดเด่นหรือปัญหาต่างๆของนักเรียน

ได้ชัดเจนซึ่งจะช่วยให้ครูดำเนินการปรับปรุงแก้ไขปัญหานี้ได้ทันที่

8. แบบฝึกที่จัดขึ้นนอกจากที่อยู่ในหนังสือเรียนจะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนเต็มที่
9. แบบฝึกที่จัดพิมพ์ไว้แล้วเรียบร้อย จะช่วยให้ครูประหยัดทั้งแรงงานและเวลาในการที่จะต้องเตรียมแบบฝึกอยู่เสมอในด้านผู้เรียนก็ไม่ต้องเสียเวลาลอกแบบฝึกจากตำราเรียน ทำให้มีโอกาสฝึกฝนทักษะต่างๆได้อย่างเต็มที่มากขึ้น
10. แบบฝึกช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย เพราะการจัดพิมพ์ขึ้นเป็นรูปเล่มที่แน่นอนลงทุนต่ำกว่าที่พิมพ์ในกระดาษใบทุกครั้งและผู้เรียนสามารถบันทึกและมองเห็นความก้าวหน้าของตนเองได้อย่างมีระบบและเป็นระเบียบ

หลักในการนำแบบฝึกไปใช้ในการเรียนการสอน

บัทส์ (Butts . 1974 : 2) ได้เสนอแนะหลักในการนำแบบฝึกไปใช้ในการเรียนการสอนดังนี้

1. อ่านและศึกษาวัตถุประสงค์ให้เข้าใจก่อน
2. ลองทำกิจกรรมในแบบฝึกดูว่าทำได้หรือไม่
3. พิจารณาเนื้อหาและกิจกรรมของแบบฝึกว่าสอดคล้องกันหรือไม่
4. พิจารณาวัตถุประสงค์ของแบบฝึกและกิจกรรมการเรียนการสอนว่าสอดคล้องกันหรือไม่
5. แบบฝึกนั้นเหมาะสมกับผู้เรียนหรือไม่
6. เตรียมอุปกรณ์ที่จะใช้ในแบบฝึกให้เหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรม
7. พิจารณาเวลาที่ใช้ในแบบฝึกว่าเหมาะสมหรือไม่
8. อภิปรายร่วมกันกับนักเรียนหลังจากที่นักเรียนได้ทำแบบฝึกแล้วเพื่อศึกษาถึงปฏิบัติการตอบสนองของนักเรียนว่าเข้าใจหรือไม่

นอกจากนี้ เอ็ดเวิร์ดและเบอร์ไนซ์ (Edward and Bernice . 1984 : 53) ได้เสนอการฝึกด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) โดยนำเอาส่วนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งสมมติฐานมาฝึกโดยเฉพาะ ซึ่งมีขั้นตอนพอสรุปได้ดังนี้

1. กำหนดสถานการณ์ที่ได้จากการสังเกต
2. ให้นักเรียนเขียนปัญหาโดยอยู่ในรูปของประโยคคำถาม

3. ให้นักเรียนหาเหตุที่เป็นไปได้จากปัญหาที่ตั้งไว้
4. นำเอาเหตุผลที่เป็นไปได้มาเขียนเป็นสมมติฐาน โดยให้อยู่ในรูปของข้อความ "ถ้า.....ดังนั้น....." และสมมติฐานที่ตั้งมานั้นต้องสามารถตรวจสอบได้โดยการวัด การสังเกต หรือการทดลองอย่างใดอย่างหนึ่ง

จากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึกสรุปได้ว่า แบบฝึกเป็นเครื่องมือที่ดีสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ แบบสืบเสาะหาความรู้เนื่องจากแบบฝึกที่สร้างตามหลักการจะช่วยให้นักเรียนได้รับทั้งเนื้อหาความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กันไปด้วย จากหลักการดังกล่าว ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบฝึกทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. เขียนโครงร่างของแบบฝึก
2. กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบฝึก
3. กำหนดกิจกรรมของแบบฝึก

ในแต่ละกิจกรรมของแบบฝึกจะประกอบด้วยส่วนที่ให้ความรู้ ส่วนที่เป็นคำถาม ส่วนที่เป็นสถานการณ์ และส่วนที่ฝึกทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

3. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
หลักการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของ สสวท.

สสวท. เป็นชื่อย่อของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีชื่อเรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า The Institute for the Promotion of Teaching Science & Technology สถาบันแห่งนี้สังกัดกระทรวงศึกษาธิการ ก่อตั้งเมื่อวันที่ 16 มกราคม 2515 โดยมีวัตถุประสงค์ 3 ประการ คือ

1. ปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในทุกระดับการศึกษา
2. ส่งเสริมวิธีการสอนและการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี

สำหรับสถานศึกษาในประเทศไทย

3. ส่งเสริมให้มีความสัมพันธ์อันจะก่อให้เกิดประโยชน์ร่วมกันระหว่างสถาบันต่างๆ ทั้งภายในและภายนอกประเทศเพื่อจะได้ผู้นำและผู้มีประสบการณ์มาช่วยในการปรับปรุงหลักสูตร

จากวัตถุประสงค์ดังกล่าว สสวท. ได้มีผลงานในส่วนที่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์

หลายอย่าง เช่น ได้สร้างหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ทวิภา ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลาย ฉบับที่กระทรวงศึกษาธิการประกาศใช้อยู่ในปัจจุบัน สร้างแบบเรียนวิทยาศาสตร์ และคู่มือครูดังกล่าว ผลิตอุปกรณ์ต้นแบบสำหรับการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์ จัดอบรมครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาทั่วประเทศ เพื่อให้เข้าใจการนำหลักสูตรใหม่ไปใช้ในโรงเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ นอกจากนี้ทางสถาบันยังได้ปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ตำราเรียน คู่มือครูและอุปกรณ์ต้นแบบสำหรับใช้ในการสอนในระดับอาชีวศึกษาด้วย

กล่าวโดยสรุป สสวท. คือสถาบันพัฒนาหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ของกระทรวงศึกษาธิการนั้นเองปรัชญาและแนวความคิดของสถาบันมีผลต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา และอาชีวศึกษาเป็นอย่างมาก ฉะนั้นจึงเป็นการสมควรที่ครูวิทยาศาสตร์จะได้ศึกษาหลักการของ สสวท. ซึ่งจะกล่าวต่อไป (สุวัฒน์ นิยมคำ. 2531 : 559-563)

หลักการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของ สสวท. จากหนังสือของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชื่อ เอกสารประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ฉบับ มกราคม 2520 สรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

กิจกรรมและลำดับขั้นของกิจกรรม

ในการสอนครั้งหนึ่งๆ สสวท. ได้แบ่งกิจกรรมออกเป็น 4 อย่าง ตามลำดับดังนี้

- การนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการตั้งคำถาม
- การอภิปรายก่อนการทดลอง
- การทดลอง
- การอภิปรายหลังการทดลอง

การนำเข้าสู่บทเรียน สสวท. กล่าวว่า การที่จะดึงความสนใจของนักเรียนให้มาต่อการเรียนนั้น ครูจำเป็นต้องใช้คำถามเพื่อกระตุ้นหรือเร่งให้นักเรียนคิดสงสัยและสนใจอยากรู้คำตอบ การที่นักเรียนไม่รู้คำตอบมาก่อนเป็นทางหนึ่งที่จะทำให้นักเรียนอยากสืบเสาะหาคำตอบ ดังนั้นในแบบเรียนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรใหม่ จึงเขียนอยู่ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน การตั้งปัญหา กิจกรรมขั้นนี้ครูเป็นผู้อภิปรายตั้งปัญหาเป็นอันดับแรก

การอภิปรายก่อนการทดลอง กิจกรรมขั้นนี้ สสวท. ไม่ได้อธิบายว่าจะทำอย่างไร หรือมีการแนะแนวทางมากนักเลย แค่ไหน เพียงใด

การทดลอง เป็นกิจกรรมหลักของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของ สสวท. นักเรียนจะต้องทำการทดลองภายหลังจากที่ได้มีการอภิปรายก่อนการทดลองแล้ว ในบางบทเรียนที่ไม่อาจจัดให้มีการทดลองได้ เพราะอุปสรรคในเรื่องนั้นๆหาได้ยากในประเทศ หรือมีราคาแพง หรือมีความปลอดภัยน้อย ครูก็อาจจะนำข้อมูลซึ่งเป็นผลการทดลองที่นักวิทยาศาสตร์อื่นๆ ทำไว้แล้วมาให้นักเรียนศึกษา โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เช่นเดิม นั่นคือนักเรียนจะต้องแปลความหมายข้อมูลนั้นเพื่อนำไปสรุปถึงแนวความคิดหรือหลักการสำคัญของเรื่องนั้นๆ

การอภิปรายหลังการทดลอง เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้ว ก็จะได้ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา งานขั้นต่อไปหรืองานขั้นสุดท้ายของบทเรียนคือ การอภิปรายหลังการทดลอง กิจกรรมขั้นนี้ สสวท. อธิบายว่าครูต้องนำอภิปรายโดยใช้คำถามนำนักเรียนไปสรุป เพื่อให้ได้แนวความคิดหรือหลักการที่สำคัญของบทเรียนนั้นๆ

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 116-120) กล่าวว่า วิธีสอนวิทยาศาสตร์มีหลายแบบ ทุกแบบมุ่งที่จะสอนให้นักเรียนได้รับความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีหนึ่งในหลายวิธี คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry method) ซึ่งมุ่งให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีนี้ มีกิจกรรมที่สำคัญคือ การอภิปรายและการทดลอง อาจแบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

- การอภิปรายนำเข้าสู่การทดลอง (โดยใช้สถานการณ์หรือปัญหาที่สร้างขึ้น)
- การทดลอง
- การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

การอภิปรายเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่ง ถ้าผู้สอนรู้จักแนะแนวทางจังหวะที่เหมาะสมแล้ว จะช่วยฝึกและปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็น ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นในแง่ของเหตุผล ไม่เชื่ออะไรง่ายๆ และมุ่งาย ส่วนการทดลองนั้น ถือว่าเป็นหัวใจของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ แต่อย่างไรก็ตามบางกรณีก็ไม่สามารถทำการทดลองในห้องเรียนได้ด้วยเหตุผลบางประการตามที่กล่าวมาแล้ว เราอาจใช้ข้อมูลของผู้อื่นที่ได้ทดลองมาแล้วมาใช้ประโยชน์ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการอภิปรายเพื่อนำเข้าสู่การสรุปผลดังกล่าวข้างต้น แต่อย่างไรก็ตามในฐานะผู้สอนอาจจะออกแบบหรือเสนอ

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่จะสอน

เนื้อหาและจุดประสงค์เป็นสิ่งที่ผู้สอนทราบได้จากหนังสือแบบเรียนและคู่มือครู ปัญหาอยู่ที่ผู้สอนจะสร้างสถานการณ์หรือปัญหาใดสอดคล้องกับสิ่งที่จะสอนอย่างไรจึงจะดึงดูดความสนใจ ความอยากร้อยากเห็นของนักเรียนที่จะศึกษาบทเรียน สถานการณ์ที่สร้างขึ้นสามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น การใช้วจา ได้แก่ การอภิปราย การสนทนา การซักถาม การเล่าเรื่อง หรือการใช้อุปกรณ์ประกอบวจา ได้แก่ การใช้รูปภาพ ภาพยนต์ ฟิล์มสไลด์ ภาพโปร่งใส สไลด์ ตัวอย่างของจริง ทุนจำลอง รายละเอียดของสถานการณ์ที่สร้างขึ้นควร เป็นการสถานการณ์ที่อยู่ใกล้ตัว ดึงดูดความสนใจของนักเรียน เป็นสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวันและสามารถโยงไปสู่การออกแบบที่ต้องการได้

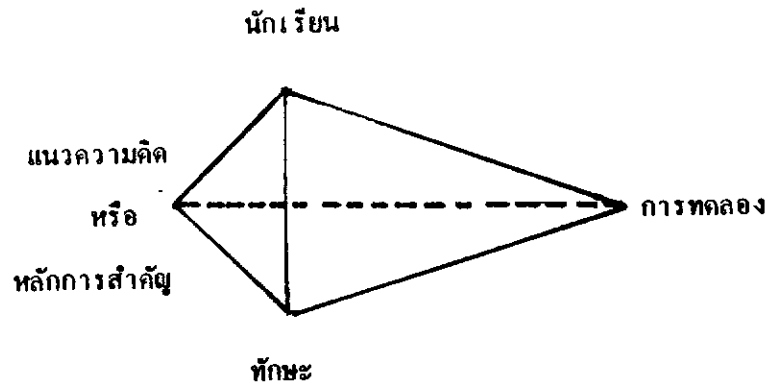
2. ตั้งคำถามที่ใช้ในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางหาคำตอบของปัญหาข้างต้น การตั้งคำถามต้องอาศัยสถานการณ์หรือปัญหาที่สร้างขึ้นเป็นหลัก โดยตั้งคำถามขึ้นเป็นชุดต่อเนื่องสัมพันธ์กัน คำถามต้องนำไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ (สมมติฐาน) โดยคำตอบที่ได้ควร เป็นแนวทางในการออกแบบการทดลองที่กำหนดไว้ในบทเรียน เนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องจัดหา

3. ตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบและดำเนินการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐาน สิ่งสำคัญในขั้นนี้คือ ให้นักเรียนเป็นผู้ระบ่วิธีและทำการทดลองตลอดจนบันทึกผลที่ได้จากการทดลองโดยมีผู้สอนเป็นผู้ให้คำแนะนำช่วยเหลือเฉพาะที่จำเป็นเท่านั้น

4. ตั้งคำถามที่จะใช้ในการอภิปรายสรุปผลการทดลอง การตั้งคำถามในขั้นนี้ต้องอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลองเป็นหลักเพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้สถานการณ์หรือปัญหาข้างต้น ควรมีคำถามที่ฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ที่นักเรียนจะพบเห็นในชีวิตประจำวันหรือในเรื่องที่จะเรียนต่อไป

นักเรียนคือผู้ค้นพบ

ในการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ ถือว่า นักเรียน คือ ผู้ค้นหาคำตอบ



ภาพประกอบ 2 แสดงความสำคัญของการทดลองที่มีต่อการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

โดย สสวท. ได้ยกตัวอย่างการทดลองเรื่อง เครื่องกำเนิดไฟฟ้าอย่างง่ายหรือ ไดนาโมในบทเรียน โดยครูจะไม่บอกให้นักเรียนทราบว่า หลักการของไดนาโมเป็นอย่างไร แต่ต้องการให้นักเรียนคิดด้วยตัวเองว่า กระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นได้อย่างไร เพื่อจะนำไปสู่ความเข้าใจถึงหลักการของไดนาโม

บทบาทของครู

ความแนวการสอนของ สสวท. ครูจะทำหน้าที่เป็นช่วยหรือผู้ให้คำแนะนำเท่านั้น แต่ไม่ใช่ให้คำตอบโดยสิ้นเชิง เมื่อนักเรียนมีข้อซักข้อของใคร ครูจะหาวิธีตอบคำถามนักเรียน ในแนวที่จะกระตุ้นให้นักเรียนคิดและพยายามแนะนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้อง

จุดหมายปลายทางของการสอน

สสวท. ชี้แจงว่า การเรียนการสอนแบบนี้จะไม่เน้นเนื้อหาวิชาแต่เพียงอย่างเดียว แต่มุ่งที่จะพัฒนาทักษะต่างๆ และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดในตัวนักเรียน

หลักการสอนวิทยาศาสตร์ของ สสวท. ที่กล่าวมานี้เน้นว่าสอดคล้องกับหลักการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้หรือการค้นพบ เน้นวิทยาศาสตร์เป็นทั้งความรู้และกระบวนการ

จากหลักการดังกล่าวจะทำให้เห็นว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของ สสวท. มีหลักการที่สอดคล้องกับแนวความคิดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้หรือแบบการค้นพบของ นักการศึกษาตะวันตกซึ่งเป็นต้นตำรับ แต่การถ่ายทอดมาสู่ภาคปฏิบัติที่ปรากฏในหนังสือแบบเรียนบางเรื่องบางตอนก็ยังไม่สอดคล้องเท่าใดนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการอภิปรายก่อนการ

ทดลองกับการอภิปรายหลังการทดลอง นักเรียนสามารถวิธีทดลองและรู้คำตอบของปัญหา
ล่วงหน้าโดยไม่ต้องใช้ทักษะการคิดหรือใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่อย่างใด ซึ่ง
หลักการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เน้นให้นักเรียนทำการอภิปราย เพื่อหาวิธีการทดลองและ
เน้นนักเรียนคือผู้ค้นพบคำตอบซึ่งไม่รู้อีกก่อน อย่างไรก็ตามทราบว่าขณะนี้ สสวท. กำลังคิด
ตามผลการใช้หลักสูตรและแบบเรียนอยู่เพื่อจะนำมาปรับปรุง จึงเชื่อว่าคงจะปรับกิจกรรม
การเรียนการสอนในหนังสือแบบเรียนบางส่วนบางตอนให้สอดคล้องกับหลักการที่ทิ้งไว้ต่อไป

4. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กำหนดความมุ่งหมาย
ของการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ (พสดี ตามไท. 2531 : 54)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีพื้นฐานของวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขตและวงจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะสำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และ

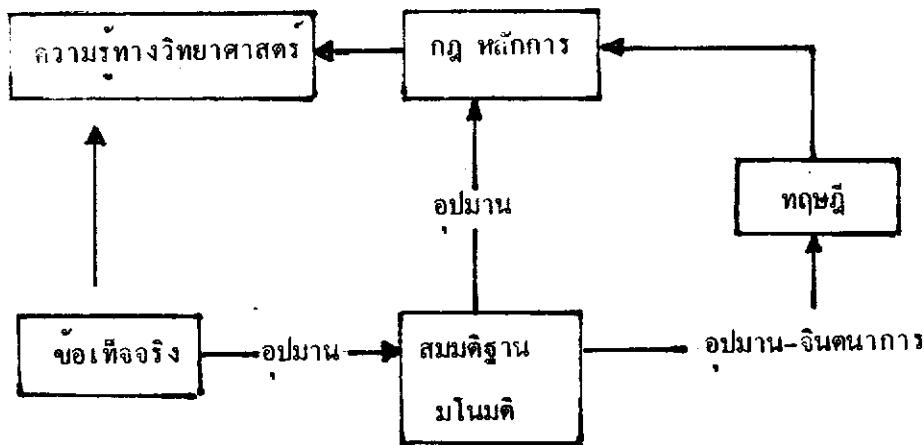
เทคโนโลยี

4. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

และอิทธิพลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อมวลมนุษยและสิ่งแวดล้อม

6. เพื่อให้สามารถนำความรู้ ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ไปใช้ประโยชน์ต่อสังคมและพัฒนาคุณภาพชีวิต

จากความหมายที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ทบวง
มหาวิทยาลัย. 2525 : 1-15) และสมจิต สวรรณไพบลย์ (2526 : 2-9) ได้กล่าว
ถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้อง คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นหลังจากที่ได้มี
การใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ ดำเนินการค้นคว้า สืบเสาะ ตรวจสอบจนเป็นที่เชื่อถือได้
ความรู้นั้นจะถูกรวบรวมไว้เป็นหมวดหมู่ซึ่งสรุปความสัมพันธ์ไว้ดังนี้



ภาพประกอบ 3 แสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิด การกระทำอย่างมีระบบในการค้นหาข้อเท็จจริงต่างๆ จากปรากฏการณ์ธรรมชาติและจากสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวเราโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ดังนี้ (สมจิต สวชนไพบูลย์. 2526 : 9-11)

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

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ผลของการศึกษาค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับคุณลักษณะนิสัยของบุคคลนั้นๆ เป็นส่วนประกอบอีกด้วย คุณลักษณะที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ในการแสวงหาความรู้นี้เรียกว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้รับทั้งเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะต้องวัดผล 2 ส่วน และเพื่อความสะดวกในการประเมินผลสามารถจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลออกเป็น 4 พฤติกรรมดังนี้ (ประวิตร ชุติลป์. 2524 : 21-23)

1. ความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้ไปแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความถี่รวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่และสามารถแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังอีกสัญลักษณ์หนึ่ง

3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการด้านการสังเกต การจำแนกประเภท การจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

4. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึงความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือจากที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้ไปแล้วโดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ดังนั้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อให้นักเรียนได้รับทั้งความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ควรวัดผลทั้งสองส่วน ผู้วิจัยจึงได้ทำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 พฤติกรรมไปสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งได้แก่ พฤติกรรมด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำความรู้ไปใช้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนวิทยาศาสตร์

5. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เนื่องจากวิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่ประกอบด้วยตัวความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือการค้นคว้าทดลองเพื่อหาข้อเท็จจริง มโนคติ หลักการ กฎ และทฤษฎี ในการค้นคว้าทดลองและส่งผลให้ทดลองสามารถฝึกฝนทั้งในด้านการปฏิบัติและพัฒนาความคิด เช่น การสังเกต บันทึกข้อมูล ตั้งสมมติฐาน และทำการทดลอง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบนี้เรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 58-59) และรายละเอียดของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะมีดังนี้ (สสวท. 2526 : 1-6)

1. การสังเกต (Observation) การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ โดยไม่ใช้ความคิดเห็นของผ้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้รับการสังเกต อาจแบ่งออกเป็น 3 อย่างคือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลง

2. การจำแนกประเภท (Classification) หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ เกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

3. การวัด (Measurment) การวัด หมายถึง การเลือกการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสและสเปสกับเวลา (Space / Space Relationship and Space / time Relationship) สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองอยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้ว สเปสของวัตถุมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติกับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

5. การคำนวณ (Using Number) การคำนวณหมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขของจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการ บวก ลบ คูณ หาร และหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication) การจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้รับการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆมาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปแบบของ ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ สมการ ไดอะแกรม วงจร กราฟ เขียนบรรยาย เป็นต้น

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Infering) การลงความคิดเห็นจากข้อมูล

หมายถึง การเพิ่มความชัดเจนให้กับข้อมูลที่ได้อาจการสังเกตอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ (Prediction) การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปค่าตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎี ที่มีอยู่ในเรื่องนั้นๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ กับพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

9. การตั้งสมมติฐาน (Formulating hypothesis) การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาค่าตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม

สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจจะถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้หลังจากการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุน หรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆ (ที่มีอยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling variables) การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องการควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่นๆ ที่นอกเหนือจากตัวแปรต้น ที่มีผลต่อการทดลองด้วย

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำมาใช้ในการค้นคว้าหาความรู้ ในการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพนั้น ควรจะให้โอกาสนักเรียนในการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบให้นักเรียน นำทักษะและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา กิจกรรมหนึ่งที่นักเรียนจะได้มีโอกาสฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ กิจกรรมทำโครงการวิทยาศาสตร์นั่นเอง

6. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหา

เปียเจต์ (Piaget. 1962 : 120) ได้อธิบายถึงความสามารถในการแก้ปัญหา ตามทฤษฎีทางด้านพัฒนาการว่า ความสามารถด้านนี้จะเริ่มพัฒนาการมาตั้งแต่ชั้นที่ 3 คือ Stage of Concrete Operation เด็กที่มีอายุ 7-10 ปีจะเริ่มมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบง่าย ๆ ภายในขอบเขตจำกัด ต่อมาในระดับพัฒนาการขั้นที่ 4 คือ Stage of Formal Operation เด็กที่มีอายุ 11-15 ปี เด็กจะมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลดีขึ้น และสามารถคิดแก้ปัญหาแบบซับซ้อนได้ สามารถเรียนรู้ในสิ่งที่เป็นนามธรรมชนิดซับซ้อนได้

กาเย่ (Gagne'. 1970 : 63) อธิบายถึงความสามารถในการคิดแก้ปัญหาว่าเป็นรูปแบบของการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกัน ตั้งแต่สองประเภทขึ้นไป และใช้หลักการนั้นผสมผสานจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ เรียกว่า ความสามารถทางด้านความคิดแก้ปัญหา การเรียนรู้ประเภทหลักการนี้ ต้องอาศัยหลักการเรียนรู้ประเภทสิ่งก้ำกึ่ง กาเย่ได้อธิบายว่า เป็นการเรียนรู้ประเภทหนึ่งที่ต้องอาศัยความสามารถในการมองเห็นลักษณะร่วมกันของสิ่งเร้าทั้งหลาย

กูด (Good. 1973 : 518) ได้ให้ความเห็นว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ก็คือ การแก้ปัญหานั้นเอง เขากล่าวว่า การแก้ปัญหาคือเป็นแบบแผนหรือวิธีการซึ่งอยู่ในสถานะที่มีความยุ่งยากลำบากหรืออยู่ในสถานะที่พยายามตรวจสอบผลที่หามาได้ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับปัญหา มีการตั้งสมมติฐาน และตรวจสอบสมมติฐานภายใต้การควบคุม มีการรวบรวมเก็บข้อมูลจากการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์นั้นว่าจริงหรือไม่

บุญเลี้ยง พลอาวูธ (2511 : 45) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหา คือ การเปลี่ยนแปลง

พฤติกรรมของตนให้หลุดพ้นจากอุปสรรคเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายปลายทางที่ต้องการและลักษณะของการแก้ปัญหา 5 ประการคือ

1. การแก้ปัญหา เป็นการกระทำที่มีจุดมุ่งหมาย การกระทำที่ขาดจุดมุ่งหมายไม่นับว่าเป็นการแก้ปัญหา
2. การแก้ปัญหา คือการเลือกวิธีที่เหมาะสมกับผู้แก้ ในแต่ละปัญหามีวิธีแก้ยู่หลายวิธี ผู้แก้จึงต้องเลือกเอาวิธีการที่เหมาะสมกับความสามารถและความต้องการของตน
3. การแก้ปัญหาคงอาศัยความร้แจ้งเห็นจริงหรือความหยั่งเห็น กล่าวคือ ในการแก้ปัญหาแต่ละครั้ง จะต้องศึกษาปัญหาให้เข้าใจถ่องแท้เสียก่อนจึงสามารถแก้ปัญหานั้นได้ การที่เราต้องเข้าใจปัญหาอย่างถ่องแท้และมองเห็นทางแก้ นี้ เรียกว่า เกิดความคิดภายในหรือความหยั่งเห็น
4. การแก้ปัญหาเป็นการสร้างสรรค์อย่างหนึ่ง เมื่อแก้ปัญหาได้สำเร็จ ผู้แก้ย่อมมีปัญญาออกงามขึ้น
5. การแก้ปัญหาย่อมประกอบด้วยการศึกษาพิจารณา จำเป็นต้องวัดดูว่า การแก้ปัญหานั้นได้ผลตามความมุ่งหมายอย่างเพียงพอหรือไม่

ชม ภมิลภาค (2516 : 56) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคือสิ่งที่มีความหมายกว้างขวางมาก รวมพฤติกรรมที่ซับซ้อนอยู่ในรูปต่างๆ มากมาย พฤติกรรมในการแก้ปัญหานี้เกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีงาน มีจุดมุ่งหมายที่ต้องการให้บรรลุผลเพื่องานนั้น

สวนา พรพัฒน์กล (2522 : 271-272) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคือเรื่องสำคัญมาก มนุษย์ทุกคนเคยเผชิญกับสภาพที่เป็นปัญหาและจะต้องพบกับปัญหาต่างๆอีกเป็นอันมากในชีวิต ปัญหาบางปัญหาก็ไม่ซับซ้อนมากมาย ไม่ยากแก่การที่จะแก้ปัญหานั้นให้สำเร็จไปได้ การคิดเป็นองค์ประกอบสำคัญต่อการแก้ปัญหา ยิ่งปัญหาสลับซับซ้อนมากก็ยิ่งอาศัยการคิดมาก

กมลรัตน์ หล้าสงฆ์ (2523 : 267) ได้ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหาคือ เป็นความสามารถในการใช้ประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ ทั้งทางตรงและทางอ้อมมาแก้ปัญหาที่ประสบใหม่

ประสาธ อิศรปริดา (2523 : 267) ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหาคือ เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยสติปัญญาและความคิด ทั้งรูปแบบพฤติกรรมที่แสดงออกมาอาจมีความ

ซับซ้อนต่างๆ อันเป็นผลมาจากการพัฒนาการทางสติปัญญา การคิดแก้ปัญหาจะต้องมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับสติปัญญา

จากแนวคิดของนักการศึกษาดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเป็นพฤติกรรมแบบแผนหรือวิธีการที่สลับซับซ้อน ต้องอาศัยความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การคิดแบบวิเคราะห์ วิธีการ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการแก้ปัญหา เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

ความสามารถในการแก้ปัญหาของบุคคล

สโตลเบิร์ก (Stollberg. 1956 : 225 - 228) ได้ให้ความเห็นว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นและวิธีแก้ปัญหานั้น ผู้แก้ปัญหานั้นแต่ละคนย่อมมีลักษณะเฉพาะเป็นเอกลักษณ์ การแก้ปัญหาจึงไม่เหมือนกัน การแก้ปัญหาไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนและไม่เป็นไปตามลำดับอาจสลับก่อนหลังหรือบางขั้นตอนไม่มี นอกจากนี้การแก้ปัญหายังขึ้นอยู่กับ

1. ประสบการณ์ของแต่ละบุคคล
2. วลีภาวะทางสมอง
3. สภาพการณ์ที่แตกต่างกัน
4. กิจกรรมและความสนใจของแต่ละบุคคลที่มีต่อปัญหานั้น

มอร์แกน (Morgan. 1978 : 154 - 155) สรุปว่า วิธีแก้ปัญหของแต่ละบุคคลนั้นแตกต่างกันทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหานั้นแตกต่างกันขึ้นอยู่กับ

1. สติปัญญา (Intelligence) ผู้ที่มีสติปัญญาดี จะแก้ปัญหาได้ดี
2. แรงจูงใจ (Motivation) ในการที่จะทำให้เกิดแนวทางในการแก้ปัญหา

ปัญหา

3. ความพร้อมในการที่จะแก้ปัญหาใหม่ๆโดยทันทีทันใดจากประสบการณ์ที่มีมาก่อน

ก่อน

4. การเลือกวิธีการแก้ปัญหอย่างเหมาะสม (Functional Fixedness)

ชม ภูมิภาค. (2516 : 59) ได้ให้ความหมายว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ การจูงใจ

จากการสังเกตทั่วไป จะเห็นว่าความสามารถในการแก้ปัญหา นั้นขึ้นอยู่กับประสบการณ์เป็นอันมาก และการที่นำเอาประสบการณ์มาใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาได้ เนื่องมาจากเหตุ 3 ประการ คือ

1. บุคคลมักจะมีพัฒนาการคิดรวบยอดและระบบของการเข้าหีสสิ่งต่างๆเอาไว้ เพื่อเอาไปใช้ในโอกาสข้างหน้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเข้าหีสปัญหาต่างๆที่ได้แก้มาแล้วนั้นจะช่วยในการแก้ปัญหาใหม่

2. การพัฒนาของแนวโน้มแห่งการตอบสนอง แนวการตอบสนองที่ได้รับการเสริมแรงจะก่อตัวเป็นนิสัย และมักจะเกิดขึ้นก่อนเมื่อพบปัญหาใหม่ โดยบุคคลจะแก้ปัญหาตามที่ได้ปฏิบัติมา จะพยายามแล้วพยายามอีก เมื่อแนวโน้มนั้นไม่สามารถแก้ได้จริงๆ บุคคลจะเริ่มคิด และเปลี่ยนแนวใหม่

3. การพัฒนาเทคนิคของการแก้ปัญหา เมื่อบุคคลได้แก้ปัญหามากๆ คนเราก็ย่อมจะมีความชำนาญในการแก้ปัญหาต่างๆมากขึ้น นอกจากนี้เทคนิคของการแก้ปัญหานั้นยังสอนกันได้

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่า ความสามารถในการแก้ปัญหของบุคคลนั้นแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวุฒิภาวะทางสมอง ประสบการณ์ ความสนใจ สติปัญญา ความพร้อม แรงจูงใจ อารมณ์ และสภาพแวดล้อม

ขั้นตอนการคิดแก้ปัญหา

บม (Bloom. 1956 : 122) ได้เสนอขั้นตอนของกระบวนการคิดแก้ปัญหา

ดังนี้

ขั้นที่ 1 เมื่อผู้เรียนได้พบปัญหา ผู้เรียนจะคิดค้นหาสิ่งที่เคยพบเห็นและเกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 2 ผู้เรียนจะใช้ผลจากขั้นที่หนึ่งมาสร้างรูปแบบของปัญหานั้นขึ้นมาใหม่

ขั้นที่ 3 จำแนกแยกแยะปัญหา

ขั้นที่ 4 การเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิด และวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา

ขั้นที่ 5 การใช้ข้อสรุปของวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

บมได้อธิบายเพิ่มเติมอีกว่า ความสามารถทางสมองที่นำมาใช้แก้ปัญหาในขั้นที่ 1-4

เป็นส่วนของการนำไปใช้ ขั้นที่ 5 และ 6 เป็นส่วนของความเข้าใจ สำหรับความรู้ความจำถือว่า เป็นพื้นฐานที่จำเป็นในการแก้ปัญหา ส่วนความสามารถในการวิเคราะห์เป็นความสามารถทางสมองอย่างหนึ่งที่น่ามาใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาในขั้นที่ 3

โพลยา (Polya. 1957 : 6-22) ได้เสนอขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาไว้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจในปัญหา พยายามเข้าใจในสัญลักษณ์ต่างๆในปัญหา สรุปวิเคราะห์ แปลความ ทำความเข้าใจให้ได้ว่า โจทย์ถามอะไร โจทย์ให้ข้อมูลอะไรบ้าง ข้อมูลมีเพียงพอหรือไม่

ขั้นตอนที่ 2 การแยกแยะปัญหาออกเป็นส่วนย่อยๆ เพื่อสะดวกในการลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาและวางแผนว่า จะใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา เช่น การลองทดลองผิด การหารูปแบบ การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ตลอดจนความคล้ายคลึงของปัญหาเดิมที่เคยทำมา

ขั้นตอนที่ 3 การลงมือทำตามแผนขั้นนี้จะรวมถึงวิธีการแก้ปัญหานั้นด้วย ถ้าขาดทักษะใดจะต้องเพิ่มเติมเพื่อให้การนำไปใช้เกิดผลดี

ขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบวิธีการและคำตอบ เพื่อให้แน่ใจว่าแก้ปัญหานั้นถูกต้อง

แอคคินสัน (Atkinson. 1961 : 624-625) กล่าวว่าวิธีการแก้ปัญหานั้นเป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 9 ขั้นดังนี้

1. ยอมรับปัญหาและกำหนดปัญหา
2. พิจารณาตรวจสอบประสบการณ์เดิม
3. ค้นหาข้อเท็จจริงมาสนับสนุนการแก้ปัญหา
4. ศึกษาและประเมินผลของการศึกษาค้นคว้า
5. ตัดสินใจเลือกวิธีการที่ดีที่สุดมาดำเนินการ
6. ทดลอง
7. สรุป
8. สรุปไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือการทดลองที่เหมือนเดิม
9. นำข้อสรุปไปใช้ในการแก้ปัญหาค้นคว้าที่คล้ายคลึงหรือเป็นปัญหาใหม่

บรูเนอร์ (Bruner. 1966 : 123 - 127) ได้ศึกษาวิธีการแก้ปัญหาและได้สรุปว่า การคิดแก้ปัญหาของบุคคลนั้นต้องการกลไกแห่งความสามารถในการอ้างอิงและจำแนกประเภทของสิ่งเร้า ประสบการณ์รับรู้อื่นๆ ก็เป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งของกระบวนการจัดประเภทอันที่จะนำไปสู่การตอบสนองในขั้นสุดท้าย ขั้นตอนต่างๆในการคิดแก้ปัญหามีดังนี้

1. รู้จักปัญหา เป็นขั้นที่บุคคลรับรู้สิ่งเร้าที่คนกำลังเผชิญอยู่ว่าเป็นปัญหา
2. แสวงหาเค้าเงื่อน เป็นขั้นตอนที่บุคคลใช้ความพยายามอย่างมากในการระลึกถึงประสบการณ์เดิม
3. ตรวจสอบความถูกต้อง เป็นขั้นที่จะตอบสนองในลักษณะของการจัดประเภทหรือแยกโครงสร้างของเนื้อหา

4. การตัดสินใจตอบสนองที่สอดคล้องกับปัญหา

ดิวอี้ (Dewey. 1976 : 130) ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาเป็นขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) หมายถึง การรับรู้และเข้าใจปัญหา เมื่อมีปัญหาก่อเกิดขึ้นคนส่วนใหญ่จะพบกับความตึงเครียด ความสงสัย และความยากลำบากที่จะต้องพยายามแก้ไขปัญหานั้นให้หมดไป ในขั้นต้นปัญหานั้นจะต้องรับรู้และเข้าใจในตัวปัญหานั้นก่อนว่า ปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้นๆคืออะไร

2. ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) หมายถึง การระบและแจกแจงลักษณะของปัญหา ปัญหาที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะแตกต่างกัน มีระดับความยากง่ายที่จะแก้ไขได้ต่างกัน จึงต้องพิจารณาสิ่งต่อไปนี้

- 2.1 มีตัวแปรต้น หรือองค์ประกอบอะไรบ้าง
- 2.2 มีอะไรบ้างที่จะต้องทำในการแก้ปัญหา .
- 2.3 ต้องขจัดการมองปัญหาในวงกว้างออกไป โดยให้มองเฉพาะสิ่งที่เกิดขึ้นเพื่อที่จะแก้ปัญหาไปที่ละตอน

- 2.4 ต้องรู้จักถามคำถามที่จะเป็นคุณแนะนำไปสู่การแก้ปัญหา

- 2.5 พยายามจดเฉพาะสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจริงๆ บางครั้งอาจมีสิ่งที่เรามองเห็นไม่ชัดเจนที่เป็นตัวก่อบริปัญหา ถ้าจัดสิ่งนั้นได้ ก็จะแก้ปัญหาได้

3. ขั้นในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Production) หมายถึงการหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหาแล้วออกมาในรูปของวิธีการ เป็นการรวบรวมข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหาเพื่อการตั้งสมมติฐาน

- 3.1 จะมีวิธีการหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหาอย่างไร ใครเป็นผู้ให้ข้อมูลนั้น
- 3.2 สร้างสมมติฐานหรือคำถามที่อาจเป็นไปได้เพื่อช่วยแก้ปัญหา

4. ขั้นตรวจสอบผล (Verification) หมายถึงขั้นในการเสนอเกณฑ์เพื่อการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีแก้ปัญหา ถ้าผลลัพธ์ไม่ได้ผลที่ถูกต้อง ต้องมีการเสนอวิธีแก้ปัญหาใหม่จนกว่าจะได้วิธีการที่ดีที่สุดหรือถูกต้องที่สุด

5. ขั้นในการนำไปประยุกต์ใหม่ (Reapplication) หมายถึงการนำวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้า เมื่อพบกับเหตุการณ์คล้ายกับปัญหาที่เคยพบมาแล้ว

เวียร์ (Weir. 1974 : 18) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหา 4 ขั้นคือ

- ขั้นที่ 1 การตั้งปัญหา
- ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา
- ขั้นที่ 3 การเสนอวิธีแก้ปัญหา
- ขั้นที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์

สาโรช บัวศรี (2505 : 5-10) กล่าวว่า การแก้ปัญหาที่ดีจำเป็นต้องอาศัยการตัดสินใจที่ดีด้วยโดยกล่าวถึงวิธีแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. พิจารณาปัญหาที่เกิดขึ้นให้แน่ใจว่าเป็นปัญหาที่แท้จริงหรือเป็นเพียงผลของปัญหา
2. พยายามแสวงหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหานั้น
3. ใช้ข้อเท็จจริงที่ได้พิจารณาตัวปัญหาอีกครั้งหนึ่ง จะทำให้มองเห็นเป็นปัญหาชัดเจนขึ้น

ชัดเจนขึ้น

4. กำหนดวิธีแก้ปัญหาทั้งในระยะสั้นและในระยะยาวตามสติปัญญาที่มีอยู่
5. เลือกวิธีแก้ปัญหาที่เห็นว่าเหมาะสมที่สุด
6. วางแผนปฏิบัติเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาที่ตกลงใจเลือกแล้วนั้น

พรณี ชูชัย (2522 : 188) กล่าวว่า นักจิตวิทยากลุ่ม S-R และกลุ่ม Gestal มีความเห็นพ้องกันว่า ในกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน ครูควรช่วยสนับสนุนให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ เพราะความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญสำหรับบุคคลเมื่อต้องประสบปัญหาต่างๆ แล้วถ้าบุคคลนั้นแก้ปัญหาไม่ได้ก็จะเป็นสิ่งกีดขวางการแสวงหาความรู้และการดำเนินงาน เช่นเดียวกับ มังกร ทองสดี (2522 : 63-65) ได้เน้นให้เห็นความสำคัญของการแก้ปัญหาว่า เป็นกรรมวิธีที่สำคัญของนักวิทยาศาสตร์ที่ใช้เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ที่ซ่อนเร้นอยู่ในธรรมชาติ กรรมวิธีจะประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆดังนี้

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

คณะอนกกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย . 2525 : 116-120) ได้แบ่งขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอนตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้คือ

1. ขั้นระบุปัญหา
2. ขั้นตั้งสมมติฐาน
3. ขั้นทดลองหรือตรวจสอบสมมติฐาน
4. ขั้นสรุปผลการทดลอง

จากขั้นตอนในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยสนใจขั้นตอนในการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่คณะอนกกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์สรุปไว้เป็น 4 ขั้นตอนดังกล่าวมาเป็นเกณฑ์ในการสร้างแบบทดสอบต่อไป

วิธีการในการแก้ปัญหา

กมลรัตน์ หล้าสงฆ์ (2523 : 268) ได้เสนอวิธีการในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. การแก้ปัญหาโดยใช้พฤติกรรมเพียงอย่างเดียว

เป็นการคิดแก้ปัญหาที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการแก้ปัญหา เมื่อประสบปัญหาจะไม่มีใครใคร่ตรวจหาเหตุผล ไม่มีการพิจารณาสิ่งแวดล้อมเป็นการจำและเลียนแบบพฤติกรรมเดิมที่เคยแก้ปัญหา

2. การแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก เป็นการแก้ปัญหาแบบเจาะสุมโดยการลองผิดลองถูก

3. การแก้ปัญหาโดยการเปลี่ยนแปลงทางความคิด เป็นพฤติกรรมที่สังเกตยากที่นิยมมากที่สุด คือ การหยั่งเห็น (Insight) การหยั่งเห็นนี้ขึ้นอยู่กับการรับรู้และประสบการณ์เดิม

4. การแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการแก้ปัญหาที่ถือว่า เป็นระดับสูงสุดและใช้ได้ผลมากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแก้ปัญหาที่มีความยากและสลับซับซ้อน ขั้นตอนของการคิดแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์โดยสังเขปมีดังนี้

4.1 การพิจารณาปัญหาโดยการสังเกต คิดและจำ

4.2 การตั้งสมมติฐานจากประสบการณ์เดิมต่างๆ

4.3 การทดสอบสมมติฐาน

4.4 คงสมมติฐานที่ถูกต้องไว้ แต่ถ้าผิดให้ตัดสมมติฐานเดิมทิ้งๆไป พิจารณาแล้วตั้งสมมติฐานใหม่ จากนั้นก็ดำเนินการทดสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้นใหม่

4.5 การนำสมมติฐานที่ดีที่สุดไปใช้ อาจเป็นการใช้ทั้งหมดหรือประยุกต์ไปใช้เฉพาะบางส่วนที่เหมาะสมกับปัญหา

การเรียนการสอนกับความสามารถในการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหของแต่ละบุคคลจะแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับบุคคลนั้นมีระดับสติปัญญา ความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ การตั้งใจ หรือไม่เพียงใด การแก้ปัญหาไม่มีขั้นตอนแน่นอนตายตัว การเรียนการสอนจะเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เด็กมีโอกาสฝึกอยู่เสมอ ย่อมเป็นประโยชน์ต่อเด็ก วิธีการต่างๆที่จะช่วยฝึกให้เด็กมีความสามารถในการแก้ปัญหา มังกร ทองสุคติ (2522 : 5-10) ได้กล่าวไว้ดังนี้

1. ฝึกให้นักเรียนทำงานอยู่เสมอ (The Persistency Process) วิธีการ

ที่ใช้มานานแล้ว และมีประโยชน์อยู่เสมอ การทำงานช่วยให้เรามีประสบการณ์เพิ่มขึ้น และจะช่วยให้เรามีหนทางในการแก้ปัญหา ในการสอนวิทยาศาสตร์นั้นครูและนักเรียนจะต้องเผชิญปัญหาอยู่ตลอดเวลา

2. ฝึกให้นักเรียนมีการทดสอบอยู่เสมอ (The Testimonial Process) บางครั้งครูอาจกำหนดปัญหาให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบ โดยแนะนำให้นักเรียนกระทำกิจกรรมบางอย่างหรือการแสดงการสาธิตเพื่อให้นักเรียนหาคำตอบให้ได้ นักเรียนที่มีโอกาสฝึกการแก้ปัญหาอยู่เสมอแน่นอนอาจจะหาแนวทางใหม่ๆช่วยได้เป็นอย่างดี การสอนเนื้อหาวิชาบางครั้งครูไม่อาจทำการทดลองได้ เช่น การวัดระยะทางจากโลกกับดวงดาวในท้องฟ้า ก็ให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยการทดสอบค้นคว้าจากแหล่งวิชาการต่างๆ

3. ฝึกให้นักเรียนเป็นผู้มีเหตุผลแก่ตนเอง (The Innate Process) การฝึกแบบนี้เป็นการฝึกให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง บางครั้งอาจจะเป็นการเชื่อแบบมีลางสังหรณ์ (Intuition) ซึ่งเป็นสัญชาตญาณของคน มีผลงานของนักวิทยาศาสตร์หลายอย่างที่เกิดจากลางสังหรณ์ เช่น Schwab ได้ค้นพบจุดดับในดวงอาทิตย์

4. ให้อรรถการวิจารณ์ (Critical Thinking) จอห์น ดิวอี้ นักการศึกษาผู้มีชื่อเสียงได้กำหนดวิธีการแก้ปัญหา โดยการวิเคราะห์วิจารณ์ปัญหานั้นออกเป็นขั้นๆดังนี้

- 4.1 การกำหนดปัญหา
- 4.2 การรวบรวมข้อเท็จจริง
- 4.3 การตั้งสมมติฐาน
- 4.4 การทดสอบสมมติฐาน
- 4.5 การประเมินผล

การแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ได้ได้รับความนิยมมาก เพราะช่วยให้เราแก้ปัญหาต่างๆได้อย่างกว้างขวาง สามารถนำไปใช้ได้กับทุกสาขาวิชา บางทีเรียกวิธีการนี้ว่า การแก้ปัญหาโดยวิธีการวิทยาศาสตร์ (The Scientific Method) หรือวิธีการใช้ปัญญา (The Method of Intelligence)

วิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ ครูควรฝึกให้นักเรียนใช้อยู่เสมอ เพราะจะสามารถนำไปใช้ในอนาคตได้ นอกจากนี้ครูควรแนะนำหรือหาทางช่วยให้นักเรียนรู้จักคิดหรือกระทำในเรื่องเหล่านี้

1. ฝึกให้รู้จักการวิเคราะห์-สังเคราะห์
2. ฝึกให้รู้จักออกความเห็น

การฝึกหรือกระตุ้นช่วยให้นักเรียนรู้จักแสดงความคิดเห็นอยู่เสมอ นั้น จะเป็นการช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ความคิดของตนเอง เพราะการคิดจะช่วยให้การเรียนของนักเรียนดีขึ้นกว่าการฝึกให้นักเรียนใช้แต่ความจำอย่างเดียว ครูจะต้องคอยช่วยเหลือนักเรียนอยู่เสมอ เพราะนักเรียนอาจจะออกความเห็นในสิ่งที่ไม่ถูกต้องก็ได้

โกลด์สไตน์ (Goldstein. 1949 : 233-239) ได้กล่าวว่า ครูควรสอนการแก้ปัญหาโดยตรงแก่นักเรียน ซึ่งควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะช่วยให้นักเรียนได้รู้จักคิด รู้จักพิสูจน์ เพื่อหาข้อสรุปและให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการแก้ปัญหา

บาร์ดเกอร์ (Baker. 1960 : 153-155) มีความเห็นสอดคล้องที่ว่า ครูควรสอนให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยการปรับปรุงเทคนิคในการสังเกต การอภิปราย การวางแผนงาน และพยายามส่งเสริมให้นักเรียนมีประสบการณ์เพื่อจะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

สายหยด สมประสงค์ (2523 : 69-90) กล่าวว่า การที่จะแก้ปัญหานั้นได้ ผู้สอนจะต้องจัดสถานการณ์ต่างๆ เพื่อช่วยให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการเหล่านี้ในการแก้ปัญหา เช่น

1. จัดสถานการณ์ที่เป็นสถานการณ์ใหม่ๆ และมีวิธีการแก้ปัญหามากมายวิธีมาให้นักเรียนฝึกฝนในการแก้ปัญหามากๆ
2. ปัญหาที่ได้หยิบยกมาให้ให้นักเรียนฝึกฝนนั้น นอกจากจะเป็นปัญหาใหม่ที่ผู้เรียนไม่เคยประสบมาก่อนแล้ว ก็ควรเป็นปัญหาที่ไม่พ้นวิสัยของนักเรียนหรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง ปัญหานั้นต้องอยู่ในกรอบของทักษะทางเชาว์ปัญญาของผู้เรียน
3. การฝึกแก้ปัญหานั้น ผู้สอนควรจะแนะนำให้นักเรียนได้ตีปัญหาให้แตกก่อนว่า เป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร และถ้าเป็นปัญหาใหญ่ก็แตกออกเป็นปัญหาย่อย แล้วคิดแก้ปัญหาย่อยแต่ละปัญหา และเมื่อแก้ปัญหาย่อยได้หมดทุกข้อก็เท่ากับแก้ปัญหาใหญ่ได้นั่นเอง
4. จัดบรรยากาศของการเรียนการสอนหรือสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นสภาพภายนอกของผู้เรียนให้เป็นไปในทางเปลี่ยนแปลงได้ ไม่ตายตัว ผู้เรียนก็จะเกิดความรู้สึกว่า เขาสามารถคิดค้นเปลี่ยนแปลงอะไรได้บ้างในบทบาทต่างๆ กับตัวอย่าง เช่น การจัดห้องเรียนให้มีสภาพที่

เปลี่ยนแปลงได้บ้าง

อนันต์ จันทร์ทวี (2523 : 6) กล่าวถึงการสอนที่ช่วยพัฒนาผู้เรียนให้รู้จักค้นคว้าหาเหตุผลและสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะทางปัญญาที่สามารถสอนกันได้

แก้วตา คณะวรรณ (2524 : 69) ได้อ้างถึงความสามารถที่สอนกันได้ของ Gagne และ Briggs ที่กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นทักษะทางปัญญาอย่างหนึ่งที่สามารถสอนกันได้และมุ่งหวังให้ความสามารถในด้านนี้ไปถ่ายโยงใช้ในสถานการณ์อื่นๆ

จากความคิดเห็นของบุคคลต่างๆข้างต้นสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหานั้น มีความสำคัญและจำเป็นสำหรับทุกคน เพราะจะต้องนำไปใช้ในชีวิตประจำวันที่เป็นประสบการณ์จริงๆ ดังนั้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาจึงเป็นสิ่งที่ช่วยส่งเสริมให้ทุกคนได้ใช้วิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม รวดเร็ว และชาญฉลาด การเรียนการสอนเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหานักเรียนให้ดีขึ้น ครูผู้สอนจึงควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนรู้จักคิด รู้จักพิสูจน์ข้อเท็จจริง รู้จักวางแผน โดยจัดสถานการณ์ช่วยให้นักเรียนได้ใช้ความคิดวิพากษ์วิจารณ์ จัดบรรยากาศของห้องเรียนให้เอื้อต่อการเรียนการสอน และฝึกให้คิดและทำงานอยู่เสมอ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีประสบการณ์เพื่อที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงการงานวิทยาศาสตร์

พรรณา หิมารัตน์ (2527 : 51-58) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมชุมนุมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม จำนวน 90 คน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คนให้นักเรียนทำกิจกรรมดังนี้

- กลุ่มที่ 1 ศึกษาชุดการเรียนเพื่อนำไปสู่การทำโครงการงานวิทยาศาสตร์
- กลุ่มที่ 2 ศึกษาชุดการเรียนเพื่อนำไปสู่การทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์
- กลุ่มที่ 3 ศึกษาชุดการเรียนของกลุ่ม 1 และ 2 แต่ไม่ต้องทำโครงการและอุปกรณ์

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน นักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์และทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามชุดการเรียน เมื่อแยกส่วนประกอบของความคิดสร้างสรรค์ด้านต่างๆพบว่า ด้านความคิดริเริ่มของนักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์และทำอุปกรณ์ไม่แตกต่างกัน แต่นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความคิดริเริ่มสูงกว่ากลุ่มที่เรียนชุดการเรียน ด้านความคล่องในการคิด พบว่า ทั้งสามกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ศิลป์ชัย บุณณพานิช (2528 : 103) ได้ทำการศึกษาความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์และนักเรียนเกี่ยวกับกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายของกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า โดยเฉลี่ยครูและนักเรียนมีความเห็นว่า กิจกรรมเสริมหลักสูตรที่น่าสนใจ คือ การทำโครงการวิทยาศาสตร์ แต่สำหรับนักเรียนมีความเห็นว่า กิจกรรมที่น่าสนใจคือ กิจกรรมทัศนศึกษานอกสถานที่

วารีย์ รุจิวิโรดม (2529 : 70-80) ได้ทำการศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับการดำเนินการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเขตกรุงเทพมหานคร โดยใช้ตัวอย่างประชากรเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการจำนวน 80 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษา 31 โรงเรียน ผลการวิจัยพบว่า

1. ในการคัดเลือกนักเรียนทำโครงการวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนจับกลุ่มกันเองตามความสนใจ แล้วแจ้งให้อาจารย์ที่ปรึกษาทราบภายหลัง
2. ในด้านการคิดหัวข้อโครงการวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนเป็นผู้คิดหัวข้อโครงการวิทยาศาสตร์เอง
3. ในด้านการวางแผนในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ พบว่า อาจารย์และนักเรียนจะร่วมกันปรึกษา
4. ในด้านการหาแหล่งวิทยากร พบว่า อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการเป็นผู้แนะนำนักเรียนให้ทราบถึงแหล่งวิทยากรต่างๆ
5. ในด้านอุปกรณ์และสถานที่ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ พบว่า ส่วนมากจะใช้ของโรงเรียน
6. ในด้านเงินทุนที่ใช้ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ พบว่า ทางโรงเรียนจะมี

พบไว้ให้

7. ในด้านเวลาในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ พบว่า ส่วนมากนักเรียนใช้เวลาหลังเลิกเรียนทำ

8. ในด้านการนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์ พบว่า อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการจะนำเสนอโครงการโดยจัดส่งเข้าประกวดในวันวิทยาศาสตร์แห่งชาติ

9. ในด้านปัญหาในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ พบว่า อาจารย์มีความเห็นว่าปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ส่วนมาก เป็นปัญหาที่อยู่ในระดับปานกลาง และมีปัญหาซึ่งจัดอยู่ในระดับมากเพียง 2 ข้อเท่านั้นคือ

9.1 จำนวนนักเรียนที่ทำโครงการมีจำนวนน้อย

9.2 เวลาที่ใช้ในการทำโครงการมีน้อย

10. ในด้านประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการวิทยาศาสตร์ พบว่า อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการให้ความเห็นว่า ได้รับประโยชน์ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์มาก

เนาวรัตน์ รุ่งเรืองบางชัน (2529 : 66-67) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่เคยทำและไม่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โปรแกรมวิทยาศาสตร์ในเขตกรุงเทพมหานครและเขตการศึกษา 1 จำนวน 358 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มนักเรียนที่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ไม่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ

สร่างค์ สากร (2531 : 82-89) ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์โครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในภาคกลาง ที่ส่งโครงการวิทยาศาสตร์เข้าประกวดในงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์ ของสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ตั้งแต่ พ.ศ. 2529 - 2531 จำนวน 224 โครงการ ผลการวิจัยพบว่า

1. โครงการส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มพูนความรู้ให้ลึกซึ้งมากขึ้น รองลงมาคือวัตถุประสงค์ที่เน้นถึงแนวทางการประยุกต์ใช้งาน ส่วนวัตถุประสงค์ที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์มีน้อยมาก

2. การดำเนินการโครงการวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มักจัดกระทำในห้องทดลอง

3. โครงการงานมักมีการอ้างอิงหลักการมากกว่ากฎหรือทฤษฎี และในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การทำโครงการวิทยาศาสตร์จะใช้ทักษะด้านการตีความหมาย ข้อมูลและลงข้อสรุป รองลงมาคือทักษะการสังเกต

4. การทำโครงส่วนใหญ่เป็นโครงการขนาดกลางและเป็นโครงการประเภททดลอง

5. การทำโครงการมักทำในสาขาฟิสิกส์และนักเรียนที่ส่วนใหญ่เป็นนักเรียนชายในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

6. โครงการวิทยาศาสตร์ส่วนมากเน้นประโยชน์ในด้านเศรษฐกิจ

บุญสม สติยฉัตร (2532 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาศมรรถภาพของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ 5 ด้านคือ ด้านมโนทัศน์ ด้านทักษะปฏิบัติ ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดสร้างสรรค์ และด้านมนุษยสัมพันธ์ โดยผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันว่า อาจารย์ที่ปรึกษามีสมรรถภาพใน 4 ด้านอยู่ในระดับมาก ยกเว้นด้านทักษะปฏิบัติเกี่ยวกับโครงการอยู่ในระดับกลาง จากการประเมินสมรรถภาพของกลุ่มตัวอย่างที่ปรึกษาโครงการซึ่งมีระดับวุฒิ ระยะเวลาในการปฏิบัติหน้าที่และมีหรือไม่มีโครงการวิทยาศาสตร์ส่งเข้าประกวด พบว่า กลุ่มที่มีวุฒิปริญญาโทมีสมรรถภาพด้านมโนทัศน์สูงกว่ากลุ่มวุฒิปริญญาตรีเพียงด้านเดียว ส่วนกลุ่มที่ปฏิบัติหน้าที่อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการเป็นเวลามากกว่า 1 ปีมีสมรรถภาพด้านมโนทัศน์ ทักษะปฏิบัติเกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์ และด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ปฏิบัติหน้าที่เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ 1 ปี ส่วนกลุ่มที่มีโครงการวิทยาศาสตร์ส่งเข้าประกวดมีสมรรถภาพในทุกด้านสูงกว่ากลุ่มที่ไม่มีโครงการวิทยาศาสตร์ส่งเข้าประกวด

ฉนิณ นาคะไพบลย์ (2532 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เคยทำและไม่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์มีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์โดยเฉลี่ยสูงกว่าก่อนทำโครงการวิทยาศาสตร์

จิรพรรณ แสงหล้า (2532 : 70-72) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์

ทางการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาวิจัยพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเข้าร่วมกิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปรีดา พิศโสระ (2532 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาสภาพปัจจุบันตลอดจนข้อคิดเห็นของครูและนักเรียนเกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนมัธยมศึกษา ในจังหวัดสุรินทร์ ผลการวิจัยพบว่า โดยส่วนรวมผู้บริหารทราบถึงนโยบายในการส่งเสริมการทำโครงการวิทยาศาสตร์ สำหรับอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ทราบถึงนโยบายในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยครุมีความเห็นว่า ควรมีการจัดงบประมาณ วัสดุ อุปกรณ์ ให้เพียงพอในการทำโครงการวิทยาศาสตร์และควรมีการกระตุ้นให้นักเรียนทำโครงการมากขึ้น สำหรับความคิดเห็นของนักเรียน คือ อาจารย์ที่ปรึกษาควรให้คำแนะนำเป็นที่ปรึกษาเมื่อนักเรียนมีปัญหาในการทำโครงการมากขึ้น

ประภาพร สุวรรณรัตน์ (2533 : 82) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างโครงการวิทยาศาสตร์และบุคลิกของนักวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์กับครูเป็นผู้สอนโครงการวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า

1. ความสามารถในการสร้างโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์กับครูเป็นผู้สอนโครงการวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. บุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์กับครูเป็นผู้สอนโครงการวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปรีชา กันตรง (2534 : 74-78) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัว เรื่องโครงการวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู

ผลการวิจัยพบว่า

1. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงการวิทยาศาสตร์กับของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบแต่ละด้านของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกหัวเรื่องโครงการวิทยาศาสตร์กับของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เพียงด้านเดียวคือ ด้านความคล่องในการคิด ส่วนอีกสองด้านคือ ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์และความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีความสำคัญทางสถิติ

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงการวิทยาศาสตร์กับของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กมล เพ็ญพงษ์ (2534 : 87) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์กับโดยครูเป็นผู้สอนโครงการวิทยาศาสตร์
ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์สูงกว่าครูเป็นผู้สอนโครงการวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์สูงกว่าครูเป็นผู้สอนโครงการวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิทยาศาสตร์ในต่างประเทศ พบว่ามีผู้ศึกษาไว้ 2 ท่านดังนี้

ซิดเดรส (Childress. - 1983 : 3280 - A) ได้ศึกษาถึงผลของการให้นักเรียนทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียร์เจย์

ของเด็กวัยรุ่น โดยตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เลือกเรียนวิชาเคมี จาก 12 เขตการศึกษา จำนวน 73 คน โดยแบ่งตัวอย่างประชากรออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้

1. กลุ่มนักเรียนที่ต้องทำโครงการวิทยาศาสตร์
2. กลุ่มนักเรียนที่เลือกทำหรือไม่เลือกทำโครงการวิทยาศาสตร์ก็ได้
3. กลุ่มนักเรียนที่ไม่ต้องทำโครงการวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ผ่านการทดลองเป็นเวลา 9 สัปดาห์ มีพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจต์ไม่แตกต่างกัน ส่วนนักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์มักจะเข้าร่วมกิจกรรมของส่วนรวมมากและเมื่อทดสอบความคิดเชิงตรรกศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์มีระดับพัฒนาการ เรียนรู้ตามทฤษฎีของเพียเจต์เพิ่มขึ้น

ชบอห์นิต (Subotnik. 1985 : 3317 - A) ได้ศึกษาถึงความสามารถทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบสอบถามซึ่งวัดพฤติกรรมการคิดค้นแก้ปัญหา 4 ด้าน คือ

1. กระบวนวิธีการ
2. การปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น
3. องค์ประกอบแบบจำลองที่เป็นโครงสร้างความคิด
4. เจตคติต่อผลกระทบทางวิทยาศาสตร์

ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนที่ชนะเลิศการประกวดการวิจัยผู้มีปรีชาญาณทางวิทยาศาสตร์ของเวสต์อิงเจอร์ จำนวน 146 คน ซึ่งแบ่งตามเพศ รูปแบบของโครงการวิทยาศาสตร์ และความเป็นอิสระในการเลือกทำโครงการวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า

1. ตัวอย่างประชากรที่เลือกทำโครงการวิทยาศาสตร์ไม่ปฏิเสธเรื่องที่จะทำโครงการหลายๆเรื่อง จนกว่าจะได้เรื่องที่ทำจริง
2. ตัวอย่างประชากรที่มีผู้ช่วยเลือกเรื่องที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์จะได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลภายนอกมากกว่า
3. ตัวอย่างประชากรมีความเห็นว่า องค์ประกอบของแบบจำลองที่เป็นโครงสร้างความคิดจะได้จากแหล่งอื่นเป็นส่วนมาก
4. ในเรื่องเพศ พบว่า ตัวอย่างประชากรที่เป็นเพศหญิงมีความสนใจที่จะศึกษา

เรื่องราวเกี่ยวกับปัญหาต่างๆที่กระทบกระเทือนต่อสังคมมากกว่ากลุ่มอื่นๆ

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิทยาศาสตร์พอสรุปได้ว่า โครงการวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่กำลังได้รับความสนใจจากครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เนื่องจากช่วยให้นักเรียน มีความคิดสร้างสรรค์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ มีบุคลิก ทางวิทยาศาสตร์ตลอดจนพัฒนาสติปัญญาด้านขั้นตอนของทฤษฎีของเพียเจต์ จึงนับว่าโครงการ วิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่ควรส่งเสริมให้นักเรียนฝึกปฏิบัติในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก

ชาอุชัย กิจสวัสดิ์ (2529 : 74) ได้ศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานในการ สอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะการตั้ง สมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึก โดยใช้อุปกรณ์ตามคู่มือครู ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกทักษะการ ตั้งสมมติฐานโดยใช้แผนภูมิหรือรูปภาพกับการสอนโดยใช้อุปกรณ์ตามคู่มือครูและโดยใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับโดยใช้อุปกรณ์หรือแผนภูมิมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

ปรีชา ธรรมฤทธิ์ (2529 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 ที่เรียนจากการสอนแบบสาธิตที่เสริมด้วยแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. โดยกลุ่มทดลองเรียนจากการสอนแบบสาธิตที่เสริมด้วยแบบฝึก กลุ่มควบคุมเรียนจากคู่มือการสอนของ สสวท. ผลการศึกษาพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลดังนี้
 - 2.1 การสังเกตไม่แตกต่างกัน
 - 2.2 การจำแนกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05
 - 2.3 การจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล ไม่แตกต่างกัน
 - 2.4 การพยากรณ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

2.5 การตั้งสมมติฐานไม่ต่างกัน

2.6 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รุ่งชีวา สขุดี (2531 : 68) ได้ศึกษาผลการออกแบบการทดลองในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกออกแบบการทดลองกับที่ได้รับการสอนโดยไม่มีการออกแบบการทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ละดา ดอนหงษา (2531 : 63) ได้ศึกษาผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนโดยเกมฝึกทักษะและโดยแบบฝึกทักษะ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

สมศรี เพชรขจร (2531 : 65-66) ได้ศึกษาผลการใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยโดยการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

กันยารัตน์ ฤทธิ์บำรุง (2531 : 83) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยการฝึกอภิปรายแก้ปัญหาพร้อมกันทั้งห้อง เป็นกลุ่มย่อย และเป็นรายบุคคล ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีการฝึกอภิปรายพร้อมกันทั้งห้อง กับฝึกอภิปรายแก้ปัญหาเป็นกลุ่มย่อยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นงนช มาบุตร (2532 : 88) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล กับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติและทักษะการตั้งสมมติฐานของ

นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เบญจมาศ สันประเสริฐ (2533 . 80) ได้ศึกษาผลการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. ความคิดวิจารณ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ความคิดวิจารณ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการทดลองหลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ไรเลย์ (Riley. 1975 : 5152 - A) ได้ศึกษาผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ และทัศนคติต่อการฝึกแบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มประชากรเป็นนักเรียนฝึกสอนโดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ

- กลุ่มแรก เป็นกลุ่มทดลองฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านปฏิบัติจริง
 กลุ่มที่สอง เป็นกลุ่มทดลองฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการเรียนรู้

เฉพาะทฤษฎี

กลุ่มที่สาม เป็นกลุ่มควบคุมโดยให้ทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทั่วไป

ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มมีคะแนนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก พอสรุปได้ว่าแบบฝึกเป็นสื่อการเรียนการสอนที่ประกอบด้วยกิจกรรมที่เป็นสถานการณ์ การทดลอง การฝึกทักษะและการใช้คำถาม ดังนั้นในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ให้มีประสิทธิภาพ ควรให้โอกาสแก่นักเรียนได้ปฏิบัติ ฝึกฝนความคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเองโดยใช้แบบฝึกประกอบการเรียนการสอน

3. งานวิจัยที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

รจี โรจนประศาสน์ (2523 : 47) ได้ทำการศึกษาวิจัยความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตการศึกษา 2 จำนวน 640 คน พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ในทางบวก และกลุ่มที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงด้วย

ถนอมจิต เสนมา (2525 : 61) ได้ทำการสอนเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการสอน ผลการสอนสรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเรียนด้วยการสอนแบบจัดกิจกรรมอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และระหว่างครูกับนักเรียนไม่แตกต่างกัน ส่วนความคิดเห็นของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบจัดกิจกรรมระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ส่วนใหญ่เห็นด้วยกับการเรียนแบบนี้ในระดับกลาง มีบางข้อที่เห็นด้วยในระดับมาก คือ การรู้จักช่วยเหลือตนเอง กระตุ้นให้ใช้ความคิดขณะเรียน ฝึกการทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะ

ยงยุทธ สายคง (2527 : 68) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เสงี่ยม วิไลลักษณ์ (2527 : 73) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ปราโมทย์ แก้วสุข (2528 : 86) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการพยากรณ์ กับการสอนตามคู่มือครู ผลการทดลองพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหา

ความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการพยากรณ์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตาม
คู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สัมพันธ์ อินทรวง (2529 : 57) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการสอน
โดยสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

วินัย เทียมเมือง (2529 : 86) ได้ศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้น
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาที่มีต่อความคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 60 คน
แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง สอนโดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษา จำนวน
30 คน และกลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่ม
ทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นิตยา กิจโร (2530 : 87) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามกับการสอนตามคู่มือครู
พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถาม กับของ
นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

มะลิวรรณ วีระจิตต์ (2533 : 86) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และการสอนตามคู่มือครู
ของ สสวท. พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียน
กับนักเรียน และการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

โคลีเบส (Kolebas. 1972 : 4443 - A) ได้ทำการทดลองกับนักเรียน
เกรด 3 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น มีระดับผลสัมฤทธิ์และความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียน
ที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

โอลารินอย (Olarinoye. 1978 : 4848 - A) ได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบ
เทียบการสอน 3 แบบคือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนะทาง (Guided
Inquiry) การสอนปกติ (Traditional) และแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้
ผู้ดำเนินการเอง (Inquiry Role Approach) ในวิชาฟิสิกส์ โดยกลุ่มควบคุมได้รับการ
การสอนปกติเป็นกลุ่มที่ 1 ส่วนกลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนะ
กลุ่มที่ 3 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง ผลการวิจัยพบว่า
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

เดวิส (Davis. 1976 : 4164 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบ
สืบเสาะค้นพบที่ใช้การชี้แนะแนวทาง (Guided - Inquiry Discovery Approach)
กับการสอนแบบครุบอกความรู้ตามตำรา (Expository - Text Approach) ที่ส่ง
ผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมปลายจำนวน 103 คน แบ่ง
เป็นกลุ่มทดลอง 51 คนซึ่งได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้การชี้แนะแนวทาง กลุ่ม
ควบคุม 52 คน ได้รับการสอนแบบครุบอกความรู้ตามตำรา ผลการทดลองปรากฏว่า นักเรียน
กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยดังกล่าวสรุปได้ว่าแม้การสอนจะเป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เหมือน
กันแต่การจัดกิจกรรมและอุปกรณ์ที่ต่างกัน อาจส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันและ
ไม่แตกต่างกัน และจากการศึกษาพบว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะทำให้เด็กนักเรียนมีพัฒนา
การทางด้านความรู้ ความสามารถที่จะคิดแก้ปัญหาต่างๆ ดังนั้นควรใช้วิธีการที่เหมาะสม ใน
การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ให้ดียิ่งขึ้น จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการ
วิทยาศาสตร์

4. งานวิจัยที่เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

นางนช วรรณวณะ (2514 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประกาศนียบัตร วิชาการศึกษาระดับสูง โดยใช้แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหา ซึ่งแยกพฤติกรรมออกเป็น 2 ด้านคือ การแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักการ และการแก้ปัญหาโดยอาศัยข้อเท็จจริง ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์อย่างมีนัยสำคัญ

จิตนา ราชรองเมือง (2616 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวนสอบสวน วิธีแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหา (โดยไม่คำนึงถึงวิธีการ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้หลักการมากกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

น้อยทิพย์ ศัสตราศาสตร์ (2521 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐานกับความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนชั้นประถมปีที่ 4 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วรรณดี วรรณศิลป์ (2522 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 3 โรงเรียนคือ วัดสทิวราราม สายน้ำผึ้ง และหอวัง จำนวนทั้งหมด 310 คน ผลการศึกษาพบว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยตลอดทั้งภาคเรียนสูงและต่ำมีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

โยธิน ศรีโสภา (2524 : 71-72) ได้ศึกษาการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2521 ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและต่ำ เลือกใช้แนวทางการคิดแก้ปัญหาแตกต่างกัน
2. การเลือกแนวทางการคิดแก้ปัญหาด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้และด้านการคิดค้นหาคำตอบ ไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

หอมวล ใจชื่อ (2529 : 63-64) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และระหว่างครูกับนักเรียน พบว่า กลุ่มทดลองที่สอนโดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิทยา ทวีทรัพย์ (2532 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนครพิทยานุกูล จังหวัดอุดรธานี พบว่า

1. การแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. การแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ไม่มีความสัมพันธ์กัน

กาญจนา ลาภรวย (2532 : 76) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่างกัน โดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางและการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง มีความสามารถในการแก้ปัญหามากกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบชี้แนวทางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นันทเดช โชคถาวร (2532 : 56) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นกับไม่เน้นการระบบแนวทางการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบบแนวทางการแก้ปัญหานั้นสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้นการระบบแนวทางการแก้ปัญหามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กิตติ กล่อมเกลี้ยง (2532 : 70) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้สถานการณ์ฝึกการกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน กับไม่มีการใช้สถานการณ์ฝึกการกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐานพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการใช้สถานการณ์ฝึกการกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐานกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่มีการใช้สถานการณ์ฝึกการกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กานถิลาลิ (Gabrielli. 1972 : 5650) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหานักศึกษาคณะในมหาวิทยาลัยซิวราคิวส์ (Suracuse) จำนวน 50 คน โดยแบ่งนักศึกษออกเป็น 3 กลุ่ม ตามความสามารถในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความรู้ ประสบการณ์ การฝึกหัดระดับการศึกษาและประสิทธิภาพในการติดต่อสื่อสารกับผู้อื่น แต่ความสามารถในการแก้ปัญหาไม่มีความสัมพันธ์กับทัศนคติต่อการศึกษาทั่วไป

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

ฮอลโลเวลล์ (Hollowell. 1977 : 8015 - A) ได้ศึกษาถึงกระบวนการแก้ปัญหา 7 ขั้นตอน คือ

1. ความเข้าใจในปัญหา
2. การระลึกถึงข้อเท็จจริง
3. การรวบรวมข้อเท็จจริงเพื่อแก้ปัญหา
4. การวางแผนวิธีการแก้ปัญหา
5. การตรวจผลที่เป็นคำตอบ
6. การทดสอบว่าวิธีแก้ปัญหานั้นถูกต้องหรือไม่
7. การคิดค้นหรือยอมรับวิธีการแก้ปัญหา

ผลการศึกษาพบว่า ในขั้นที่ 1 มีความสอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาลงถึงร้อยละ 85 และพบว่ากลุ่มนักเรียนที่แก้ปัญหาสำเร็จทำคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่คิดแก้ปัญหาไม่สำเร็จ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เซอร์ลิน (Serlin. 1977 : 5729 A - 5730 A) ได้ศึกษาผลการของการเรียนด้วยการปฏิบัติการค้นพบต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ โดยการจัดกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาเทอมที่ 3 ซึ่งเรียนวิชาแคลคูลัส ที่จะใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนฟิสิกส์ เมื่อทำการทดสอบทักษะทางด้าน ผลปรากฏว่าแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกันหลังจากการสอนจึงทำการทดสอบอีกครั้ง ผลการวิจัยพบว่า เพศชายมีทักษะในการแก้ปัญหาสูงกว่าเพศหญิง

ชอร์ (Shaw. 1978 : 5227 - A) ได้ศึกษาวิธีการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใช้ในการแก้ปัญหาสามารถส่งผลมาถึงทักษะการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษา ในการศึกษารั้งนี้ เขาได้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะในการแก้ปัญหา โดยใช้กลุ่มทดลองฝึกกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 24 สัปดาห์ แล้วนำเครื่องมือวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษามาใช้ทดสอบ ปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนด้านทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคมสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เป็นการแสดงว่า ทักษะการแก้ปัญหามีความสามารถสอนโดยใช้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการเหล่านั้นจะถ่ายทอดไปยังเนื้อหาวิชาสังคมได้

จากผลงานวิจัยจะเห็นว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความคิดอย่างวิจารณ์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ ประสบการณ์ การฝึกทักษะระดับการศึกษา ประสิทธิภาพในการติดต่อสื่อสารและความรู้เดิมของนักเรียน นอกจากนี้ยังสามารถฝึกนักเรียนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาได้โดยใช้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาได้โดยใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ในการฝึกซึ่งเป็นกิจกรรมหนึ่งในแบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษา คิดแก้ปัญหา ค้นพบและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
 - 1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง
 - 1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
 - 2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง
 - 2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 โรงเรียนบางแก้วประชาสรรค์ อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 12 ห้องเรียนเป็นนักเรียน 480 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 โรงเรียนบางแก้วประชาสรรค์ อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งได้มาจากการสุ่มจำนวนห้องเรียนมา 2 ห้องเรียนจากห้องเรียนทั้งหมด 12 ห้องเรียน จากนั้นสุ่มอีกครั้งด้วยวิธีการจับสลากเพื่อแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน โดย

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามคู่มือครู

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วย

1. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ แบ่งเป็น
 - 1.1 แผนการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์
 - 1.2 แผนการสอนตามคู่มือครู
2. แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชาและขอบข่ายของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์จากหนังสือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น (กรมวิชาการ. 2533)
2. ศึกษารายละเอียดเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแผนการสอนจากคู่มือครูและแบบเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ระบบนิเวศ
3. วิเคราะห์จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนการสอน ความคิดต่อเนื้อหา และความคิดรวบยอดจากเนื้อหาวิชา เรื่อง ระบบนิเวศ
4. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละเนื้อหา
5. สร้างแผนการสอนจำนวน 12 คาบ (อยู่ในภาคผนวก ข) ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

5.1 ความคิดรวบยอด

5.2 จุดประสงค์ ได้แก่

5.2.1 จุดประสงค์การเรียนรู้

5.2.2 จุดประสงค์ของกิจกรรม

5.3 กิจกรรมการเรียนการสอน ดำเนินการดังนี้

5.3.1 แผนการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ มี 4 แบบ

ดังนี้

- แผนการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภท

การสำรวจ

- แผนการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภท

การทดลอง

- แผนการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภท

การสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย

- แผนการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภท

การประดิษฐ์หรือการพัฒนา

แผนการสอนโดยใช้แบบฝึกทำ ครงงานวิทยาศาสตร์ แต่ละแบบมีขั้นตอนการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนดังนี้

5.3.1.1 แผนการสอนโดยใช้แบบฝึกทำ ครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทการสำรวจ มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมดังนี้

ขั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม

นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อระบปัญหาและตั้งสมมติฐานจาก สถานการณ์ในแบบฝึกทำ ครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ

ขั้นปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนสำรวจและรวบรวมข้อมูล ปฏิบัติกิจกรรมตามแบบฝึกทำ ครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ

ขั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม

- นักเรียนรายงานผลที่ได้จากการสำรวจและรวบรวมข้อมูล โดยเขียนเป็น ครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปผลการทำกิจกรรมเพื่อ สรุปเป็นความรู้

5.3.1.2 แผนการสอนโดยใช้แบบฝึกทำ ครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทการทดลอง มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมดังนี้

ขั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม

นักเรียนร่วมกันเพื่อระบปัญหา ตั้งสมมติฐาน กำหนดและควบคุม ตัวแปร เลือกวัสดุอุปกรณ์และออกแบบการทดลอง จากสถานการณ์ในแบบฝึกทำ ครงงาน วิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองโดยเขียนเป็นเค้า ครงของ ครงงานให้ครพิจารณา ก่อน

ขั้นปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนดำเนินการทดลองตามที่ได้วางแผนและออกแบบการ ทดลองตามเค้า ครงของ ครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง

ชั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม

- นักเรียนรายงานผลที่ได้จากการทดลองโดยเขียนเป็น

โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปผลการทำกิจกรรมเพื่อ

สรุปเป็นความรู้

5.3.1.3 แผนการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์

ประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมดังนี้

ชั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม

นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อระบุปัญหาและตั้งสมมติฐานจาก

สถานการณ์ในแบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย

ชั้นปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนค้นคว้าเอกสารและตำราต่างๆ เพื่ออธิบายข้อสรุปของ

ปัญหาและตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้จากสถานการณ์

ชั้นปฏิบัติหลังทำกิจกรรม

- นักเรียนรายงานผลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า เขียนเป็น

โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปผลการทำกิจกรรมเพื่อ

สรุปเป็นความรู้

5.3.1.4 แผนการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์

ประเภทการประดิษฐ์หรือการพัฒนา

ชั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม

นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อระบุปัญหาและตั้งสมมติฐานจาก

สถานการณ์พร้อมทั้งออกแบบสร้างหรือประดิษฐ์อุปกรณ์เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในแบบฝึกทำ

โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการประดิษฐ์หรือการพัฒนา

ขั้นปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนสร้างหรือประดิษฐ์อุปกรณ์เครื่องใช้ตามที่วางแผนไว้ใน
แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการประดิษฐ์หรือการพัฒนา

ขั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม

- นักเรียนเสนอสิ่งประดิษฐ์พร้อมทั้งเขียนเป็นรายงานแสดง
ขั้นตอนการทำอุปกรณ์เครื่องใช้เป็นโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการประดิษฐ์หรือการพัฒนา

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการทำกิจกรรมเพื่อ
สรุปเป็นความรู้

5.3.2 แผนการสอนตามคู่มือครู มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมดังนี้

ขั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหา
- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสมมติฐานของกิจกรรมและวิธี

ปฏิบัติกิจกรรม

ขั้นปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามวิธีการในแบบเรียน

ขั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลของการทำกิจกรรมเพื่อ
สรุปเป็นความรู้ใหม่

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ที่จะ

นำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

5.4 สื่อการเรียนการสอน

5.5 การวัดและประเมินผล

6. นำแผนการสอนทั้งสองแบบไปให้ผู้เชี่ยวชาญการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 5 ท่าน

ตรวจสอบความถูกต้อง ความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความเหมาะสมทางด้านภาษาแล้วนำมา
ปรับปรุงแก้ไข

7. นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบางแก้วประชาสรรค์ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างโดยดำเนินการดังนี้

7.1 ทดลองสอนกับนักเรียนกลุ่มเล็ก 5 คน พบว่ามีเวลาเหลือจากการปฏิบัติกิจกรรมตามแผนการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย ผู้วิจัยจึงเพิ่มกิจกรรมการรายงานผลการศึกษาค้นคว้าด้วยปากเปล่าลงไปในช่วงอภิปรายหลังทำกิจกรรม

7.2 ทดลองภาคสนามกับนักเรียน 40 คน เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ ความถูกต้องเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนไม่เคยชินกับวิธีการเรียนการสอนโดยใช้แบบฝึกที่มีการอภิปรายร่วมกันเพื่อวางแผนการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง ผู้วิจัยได้ดำเนินการแก้ไขโดยแนะนำและทำความเข้าใจกับนักเรียนเกี่ยวกับวิธีการเรียนการสอน ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นโดยไม่คำนึงว่าความคิดเห็นนั้นมีเหตุผลหรือถูกต้องหรือไม่ ซึ่งพบว่า นักเรียนในกลุ่มกล้าจะแสดงความคิดเห็นและสามารถช่วยแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มีประสิทธิภาพขึ้น

แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชาและขอบเขตเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์จากหนังสือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดขั้นตอนในการสร้างแบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์
2. ศึกษาเนื้อหา เรื่อง ระบบนิเวศ จากหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ ว 102 และคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 2 เพื่อกำหนดความคิดรวบยอด จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ของกิจกรรม เนื้อหา ลงในชุดแบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์
3. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการลำดับขั้นตอนของกิจกรรมของแบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์แต่ละชุด
4. ศึกษาขอบข่ายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมในแบบฝึก

5. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับแบบฝึกจากเอกสารและตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดโครงสร้างของแบบฝึกทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบบฝึกแต่ละชุดจะมีลักษณะของกิจกรรมดังนี้

- แบบฝึกชุดที่ 1 และ 2 เป็นแบบฝึกทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ
- แบบฝึกชุดที่ 3 และ 4 เป็นแบบฝึกทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง
- แบบฝึกชุดที่ 5 และ 6 เป็นแบบฝึกทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย
- แบบฝึกชุดที่ 7 และ 8 เป็นแบบฝึกทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภทการประดิษฐ์หรือการพัฒนา

ลักษณะของกิจกรรมในแบบฝึกทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

แบบฝึกทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ เป็นกิจกรรมการศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมต่างๆ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาหาความรู้ที่มีอยู่ในธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยใช้วิธีการสำรวจและรวบรวมข้อมูลแล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาจัดกระทำ เช่น จำแนกเป็นหมวดหมู่ นำเสนอในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้เห็นลักษณะหรือความสัมพันธ์ในเรื่องที่ศึกษา โดยไม่มีการกำหนดหรือควบคุมตัวแปร

แบบฝึกทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง เป็นกิจกรรมการศึกษาหาความรู้หาคำตอบของปัญหาใดปัญหาหนึ่งจากสถานการณ์ที่กำหนด เพื่อฝึกให้นักเรียนออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลองเพื่อหาคำตอบที่ต้องการหรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ขั้นตอนในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภทนี้ประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง ซึ่งจะต้องมีการควบคุมตัวแปรต่างๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาแล้วดำเนินการทดลองรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม มีการแปลผลและสรุปผลการทดลอง

แบบฝึกทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย เป็นกิจกรรม

ที่ฝึกให้นักเรียนเสนอแนวคิดในการอธิบายเรื่องใดเรื่องหนึ่งจากสถานการณ์ที่กำหนดอย่างมีเหตุผล มีหลักการทางวิทยาศาสตร์โดยมีข้อมูลหรือทฤษฎีอื่นๆ สนับสนุนอ้างอิง เป็นการฝึกให้นักเรียนได้มีโอกาสศึกษาค้นคว้าเรื่องราวจนมีความรู้กว้างขวางลึกซึ้งในเรื่องที่เกี่ยวข้อง

แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการประดิษฐ์หรือการพัฒนา เป็นกิจกรรมที่ฝึกให้นักเรียนได้พัฒนาหรือประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้หรืออุปกรณ์ต่างๆ เพื่อใช้งานได้ตามประสงค์ อาจเสนอหรือสร้างเป็นแบบจำลองทางความคิดเพื่อแก้ปัญหา โดยอาศัยความรู้หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์

6. สร้างแบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์จำนวน 8 ชุด (อยู่ในภาคผนวก ค)
7. นำแบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านตรวจสอบเกี่ยวกับความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษา และกิจกรรมในแบบฝึก
8. นำแบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบางแก้วประชาสรรค์ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและไม่เคยเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 102 เรื่อง ระบบนิเวศ มาก่อนโดยดำเนินการดังนี้

8.1 ทดลองกับนักเรียนกลุ่มเล็ก จำนวน 5 คน พบว่าภาษาที่ใช้เพื่อสื่อความหมายเดียวกันในแต่ละชุดของแบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ไม่ตรงกันคือ ที่มาของโครงการ , ความสำคัญของเรื่องที่ศึกษา, คำนำ ทำให้นักเรียนเกิดความสับสนในการปฏิบัติกิจกรรม ผู้วิจัยได้แก้ไขโดยปรับภาษาที่ใช้สื่อความหมายในแบบฝึกทุกชุดให้ตรงกันเป็น " ที่มาและความสำคัญของโครงการ "

8.2 ทดลองภาคสนามกับนักเรียน จำนวน 40 คน พบว่านักเรียนมีความสามารถเกี่ยวกับการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ปฏิบัติในกิจกรรมของแบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองน้อยมาก ผู้วิจัยจึงทำเอกสารอ่านประกอบเกี่ยวกับทักษะการตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร และการทดลองให้นักเรียนศึกษาในแบบฝึกทำกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง

ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู ดังแสดงในตาราง 1, 2 , 3 และ 4

ตาราง 1 เปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบฝึกทำ
โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ กับการสอนตามคู่มือครู

การสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ ประเภทการสำรวจ	การสอนตามคู่มือครู
<p>1. ชั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อระบุปัญหาและ ตั้งสมมติฐานจากสถานการณ์ในแบบฝึก</p> <p>2. ชั้นปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนสำรวจและรวบรวมข้อมูล ปฏิบัติ กิจกรรมตามแบบฝึก</p> <p>3. ชั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม</p> <p>3.1 นักเรียนรายงานผลที่ได้จากการสำรวจ และรวบรวมข้อมูล เขียนเป็นรายงาน โครงการการสำรวจ</p> <p>3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผล การทำกิจกรรมสรุปเป็นความรู้</p>	<p>1. ชั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม</p> <p>1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหา</p> <p>1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสมมติฐาน ของกิจกรรมและวิธีปฏิบัติกิจกรรมตาม แบบเรียน</p> <p>2. ชั้นปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามวิธีการในแบบเรียน</p> <p>3. ชั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม</p> <p>3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลของ การทำกิจกรรมเพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่</p> <p>3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึง ประโยชน์ของความรู้ในการนำไปใช้</p>

ตาราง 2 เปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบฝึกทำ
โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง กับการสอนตามคู่มือครู

การสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ ประเภทการทดลอง	การสอนตามคู่มือครู
<p>1. ชั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อระบุปัญหาและ ตั้งสมมติฐาน กำหนดและควบคุมตัวแปร วางแผนและออกแบบการทดลองจาก สถานการณ์ เขียนเป็นเค้าโครงให้ครู พิจารณา</p> <p>2. ชั้นปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนดำเนินการทดลองตามที่วางแผน ในเค้าโครงของโครงการทดลอง</p> <p>3. ชั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม</p> <p>3.1 นักเรียนรายงานผลที่ได้จากการ ทดลอง เขียนเป็นรายงานโครงการ ทดลอง</p> <p>3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผล การทำกิจกรรมสรุปเป็นความรู้</p>	<p>1. ชั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม</p> <p>1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหา</p> <p>1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสมมติฐาน ของกิจกรรมและวิธีปฏิบัติกิจกรรมตาม แบบเรียน</p> <p>2. ชั้นปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามวิธีการในแบบเรียน</p> <p>3. ชั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม</p> <p>3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลของ การทำกิจกรรมเพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่</p> <p>3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึง ประโยชน์ของความรู้ในการนำไปใช้</p>

ตาราง 3 เปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบฝึกทำ
โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย กับการสอนตามคู่มือครู

การสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ ประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย	การสอนตามคู่มือครู
<p>1. ขั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อระบุปัญหาและ ตั้งสมมติฐานจากสถานการณ์ในแบบฝึก พร้อมทั้งวางแผนการตรวจสอบสมมติฐาน</p> <p>2. ขั้นปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนศึกษาค้นคว้าเอกสารตำราต่างๆ เพื่ออธิบายข้อสรุปของปัญหา</p> <p>3. ขั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม</p> <p>3.1 นักเรียนรายงานผลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า เขียนเป็นรายงานโครงการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย</p> <p>3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผล การทำกิจกรรมสรุปเป็นความรู้</p>	<p>1. ขั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม</p> <p>1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหา</p> <p>1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสมมติฐาน ของกิจกรรมและวิธีปฏิบัติกิจกรรมตาม แบบเรียน</p> <p>2. ขั้นปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามวิธีการในแบบเรียน</p> <p>3. ขั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม</p> <p>3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลของ การทำกิจกรรมเพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่</p> <p>3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึง ประโยชน์ของความรู้ในการนำไปใช้</p>

ตาราง 4 เปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบฝึกทำ
โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการประดิษฐ์หรือการพัฒนา กับการสอนตามคู่มือครู

การสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ ประเภทการประดิษฐ์หรือการพัฒนา	การสอนตามคู่มือครู
<p>1. ชั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อระบุปัญหาและ ตั้งสมมติฐานจากสถานการณ์ในแบบฝึก พร้อมทั้งออกแบบและเขียนขั้นตอนการ ประดิษฐ์</p> <p>2. ชั้นปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนสร้างหรือประดิษฐ์อุปกรณ์ตามแผน</p> <p>3. ชั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม</p> <p>3.1 นักเรียนเสนอสิ่งประดิษฐ์พร้อมทั้ง เขียนรายงานแสดงขั้นตอนการทำ อุปกรณ์เป็นโครงการการประดิษฐ์</p> <p>3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผล การทำกิจกรรมสรุปเป็นความรู้</p>	<p>1. ชั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม</p> <p>1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหา</p> <p>1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสมมติฐาน ของกิจกรรมและวิธีปฏิบัติกิจกรรมตาม แบบเรียน</p> <p>2. ชั้นปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามวิธีการในแบบเรียน</p> <p>3. ชั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม</p> <p>3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผล ของการทำกิจกรรมเพื่อสรุปเป็นความรู้ ใหม่</p> <p>3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึง ประโยชน์ของความรู้ในการนำไปใช้</p>

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน

ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผล ประเมินผล และการสร้างข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์
2. ศึกษาจุดประสงค์และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ จากหนังสือแบบเรียนและคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 2 เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ แบ่งพฤติกรรมออกเป็น 4 ด้านคือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. วิเคราะห์อัตราส่วนในการออกแบบทดสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาวิทยาศาสตร์จำนวน 5 ท่าน
4. สร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก โดยสร้างให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมด้านความรู้ความคิดทางวิทยาศาสตร์จำนวน 99 ข้อ
5. นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับพฤติกรรม เลือกข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปไว้ (บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. 2526 : 89-91) จำนวน 77 ข้อ
6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกไว้มาปรับปรุงด้านภาษา แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบางแก้วประชาสรรค์ที่ได้เรียนเรื่องนี้แล้วจำนวน 100 คน
7. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิด ไม่ตอบหรือตอบเกิน 1 ตัวเลือกให้ 0 คะแนนเมื่อตรวจรวมคะแนนเรียบร้อยแล้วนำวิเคราะห์ดังต่อไปนี้
 - 7.1 หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเป็นรายข้อโดยใช้เทคนิค 27 % ของจง เทห์ ฟาน (CHUNG TEH FAN)
 - 7.2 คัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง .20-.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไปไว้ จำนวน 50 ข้อ

7.3 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้แล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบางแก้วประชาสรรค์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 จำนวน 50 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 168) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.85

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

- ข้อ. กลมสิ่งมีชีวิตหมายถึงอะไร (จุดประสงค์ที่ 1 ความรู้-ความจำ)
- สิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ
 - สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน
 - สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันที่อาศัยอยู่ร่วมกัน
 - สิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆที่อาศัยอยู่ในที่เดียวกัน
 - สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันที่อาศัยอยู่ในที่ต่างๆกัน
- ข้อ. ระบบนิเวศแบบใดที่มีลักษณะสมบูรณ์แบบ (จุดประสงค์ที่ 1 ความเข้าใจ)
- ค่างคาวเป็นพันๆตัวอยู่ในถ้ำ
 - มีลูกนกหลายตัวอยู่ในรังบนต้นไม้
 - ไต่ขอนไม้มีปลวกและมดอาศัยอยู่
 - บริเวณสระน้ำมีทั้งพืชและสัตว์อาศัยอยู่
 - ในสวนสัตว์มีการเลี้ยงสัตว์ป่าหลายชนิด
- ข้อ. ถ้ำในระบบนิเวศแห่งหนึ่งประกอบด้วย เสือ กวาง ไก่ กอนหิน ดิน และต้นไม้แล้วเกณฑ์ใดที่เหมาะสมที่สุดในการแบ่งสิ่งเหล่านี้ออกเป็น 2 กลม
- พืชและสัตว์ (จุดประสงค์ที่ 1 ทักษะการจำแนกประเภท)
 - ผู้ผลิตและผู้บริโภค
 - สิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต
 - สัตว์สี่เท้าและสัตว์สองเท้า
 - ผู้บริโภคพืชและผู้บริโภคสัตว์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดำเนินการสร้างตาม
ขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับทฤษฎี ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหา
2. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) ซึ่งคณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย สรุปเป็น 4 ขั้นตอนคือ

1. ขั้นระบุปัญหา
2. ขั้นตั้งสมมติฐาน
3. ขั้นทดลองหรือตรวจสอบสมมติฐาน
4. ขั้นสรุปผลการทดลองและนำไปใช้

ลักษณะของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบ
สถานการณ์ประเภทปลายเปิด (Open form) โดยมีรายละเอียดการสร้างแบบทดสอบดังนี้

- 2.1 แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวน 15 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน
- 2.2 ในแต่ละข้อจะกำหนดสถานการณ์มาให้ ซึ่งมีลักษณะเป็น เรื่องใกล้ตัว พบเห็นในชีวิตประจำวัน และมีข้อย่อยจำนวน 4 ข้อเหมือนกันคือ
 - ข้อย่อยที่ 1 ให้นักเรียนระบุปัญหา
 - ข้อย่อยที่ 2 ให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน
 - ข้อย่อยที่ 3 ให้นักเรียนออกแบบการทดลองหรือตรวจสอบสมมติฐาน
 - ข้อย่อยที่ 4 ให้นักเรียนสรุปผลการทดลองหรือนำผลที่ตรวจสอบไปใช้แก้ปัญหาต่อไป

2.3 เกณฑ์ในการตรวจให้คะแนน ให้ข้อย่อยละ 1 คะแนนสำหรับคำตอบที่เป็นไปตามเงื่อนไขหรือแนว โนม์เป็นไปได้ทางวิทยาศาสตร์และตรงประเด็นคำถาม ให้ 0 คะแนนสำหรับคำตอบที่ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขและแนว โนม์ทางวิทยาศาสตร์และไม่ตรงประเด็นคำถาม

3. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของสถานการณ์ และภาษาที่ใช้ จากคลิฟนิจของผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่าแบบทดสอบ

แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีข้อสถานการณ์ที่เหมาะสมจำนวน 8 ข้อ

4. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จำนวน 8 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบางแก้วประชาสรรค์ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คน

5. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบมาตรวจให้คะแนน เมื่อรวมคะแนนเรียบร้อยแล้วนำมาวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

5.1 ทำอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis) โดยแบ่งกลุ่มที่ได้ให้นักคะแนนสูงออกมา 25 % เป็นกลุ่มสูง และกลุ่มที่ได้ให้นักคะแนนต่ำออกมา 25 % เป็นกลุ่มต่ำ แล้วใช้สถิติ t-test คัดเลือกข้อคำถามที่มีอำนาจจำแนก (ค่า t ตั้งแต่ 1.75 ขึ้นไป) ผ่านเกณฑ์ไว้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 185-186) ได้ 7 ข้อ จากนั้นใช้เวลา 1 คาบ (50 นาที) เป็นเกณฑ์ในการกำหนดจำนวนข้อสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้จำนวน 5 ข้อ

5.2 นำข้อสอบที่คัดเลือกมาหาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficeint) ของครอนบาค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 170-171) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.73

6. นำแบบทดสอบไปใช้จริงต่อไป

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ข้อ 0

ทุกวันนี้มีคนมากขึ้น ผู้คนเหล่านี้ต้องการที่อยู่อาศัยดังนั้นพวกเขาจึงเคลื่อนย้ายไปในที่ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของพืชและสัตว์ ป่าไม้ถูกโค่นลงและบริเวณป่าถูกทดแทนด้วยบ้านและร้านค้า เมื่อมีผู้อพยพเข้ามาอยู่ในดินแดนใหม่ พืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในบริเวณดังกล่าวจะเป็นอันตราย พวกมันเริ่มสูญหาย บางชนิดถึงกับสูญพันธุ์

0.1 จากข้อความดังกล่าว นักเรียนคิดว่าปัญหาของเรื่องนี้คืออะไร

0.2 นักเรียนจะคาดคะเนสาเหตุ (สมมติฐาน) ที่ทำให้เกิดปัญหาตามที่ระบุไว้ในข้อ 0.1 ว่าจะอย่างไร

0.3 นักเรียนมีวิธีการตรวจสอบการคาดคะเนสาเหตุ (สมมติฐาน) หรือออกแบบการทดลองที่ระบุไว้ในข้อ 0.2 อย่างไร

0.4 ถ้าผลการตรวจสอบในข้อ 0.3 เป็นไปตามที่นักเรียนคาดคะเนสาเหตุ (ตั้งสมมติฐาน) ไว้ นักเรียนจะทำอะไรต่อไปเพื่อเป็นการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

แบบแผนการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยดำเนินการวิจัยแบบ ^{Non} Randomized Control-Group Pretest- Posttest Design (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 216) ซึ่งมีรูปแบบการวิจัยดังนี้

ตาราง 5 แสดงแบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
ER	T ₁	X	T ₂
CR	T ₁	—	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

R	แทน	การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม
C	แทน	กลุ่มควบคุม
E	แทน	กลุ่มทดลอง
T ₁	แทน	การทดสอบก่อนทดลอง
T ₂	แทน	การทดสอบหลังทดลอง
X	แทน	การสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์
—	แทน	การสอนตามคู่มือครู

วิธีดำเนินการทดลอง

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังได้กล่าวมาแล้วในเรื่องกลุ่มตัวอย่าง
2. แนะนำและทำความเข้าใจกับนักเรียนเกี่ยวกับวิธีการเรียนการสอน
3. ทดสอบกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลองด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นนำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน
4. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลอง (Pretest) มาทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่ม โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Independent เพื่อพิจารณาการใช้สถิติในการตรวจสอบสมมติฐาน
กรณีที่จะแนบเฉลี่ยก่อนการทดลอง (Pretest) ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไรไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1 และข้อ 2 ด้วยการทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเฉพาะหลังการทดลอง (Posttest) โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Independent
5. ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยสอนเองทั้งสองกลุ่มในเนื้อหาเดียวกัน เรื่อง ระบบนิเวศ

ระยะเวลาในการสอนเท่ากัน คือ 12 คาบ คาบละ 50 นาที โดย

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามคู่มือครู

6. เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทดสอบกลุ่มตัวอย่าง (Posttest) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

7. ตรวจสอบผลการทดสอบ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test แบบ Independent โดยใช้ค่า Separate variance เนื่องจากค่าความแปรปรวนไม่เท่ากัน ($\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$)

1.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยใช้ t-test แบบ Dependent

1.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้ t-test แบบ Dependent

2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test แบบ Independent โดยใช้ค่า Pooled variance เนื่องจากค่าความแปรปรวนเท่ากัน ($\sigma_1^2 = \sigma_2^2$)

2.1 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยใช้ t-test แบบ Dependent

2.2 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้ t-test แบบ Dependent

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ย \bar{X} จำนวนจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.

2528 : 59)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ \bar{X} แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

1.2 หาค่าความแปรปรวนของคะแนน S^2 จำนวนจากสูตร (ล้วน สายยศ

และอังคณา สายยศ. 2528 : 62)

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

เมื่อ S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

X แทน คะแนนแต่ละตัว

2. สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าความเที่ยงตรงของเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 วิชาวิทยาศาสตร์ ใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์มีสูตรดังนี้
 (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2526 : 89-91)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชา

2.2 หาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (Item
 Analysis) ใช้เทคนิค 27 % ของจุง เทห์ ฟาน (CHUNG TEH FAN)

2.3 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
 วิทยาศาสตร์โดยวิธีการแจกแจงที (t-distribution) จากสูตร (ล้วน สายยศ และ
 อังคณา สายยศ. 2528 : 185-186)

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_L}{\sqrt{\frac{s_H^2}{n_H} + \frac{s_L^2}{n_L}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
 \bar{X}_H แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง
 \bar{X}_L แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ

S_H^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของกลมสูง
S_L^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของกลมต่ำ
n_H	แทน	จำนวนกลมตัวอย่างในกลมสูง
n_L	แทน	จำนวนกลมตัวอย่างในกลมต่ำ

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

โดยคำนวณจากสูตร KR - 20 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 168)

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

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่ง
			$= \frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่งๆหรือคือ $1 - p$
	S_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งหมด

2.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง

วิทยาศาสตร์ โดยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบัก (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 170-171)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือที่วัด
	S_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
	S_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งหมด

3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

3.1 ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1 และ 2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดย

3.1.1 ทดสอบความแปรปรวนของทั้งสองกลุ่ม โดยใช้ค่าเอฟ

(F-test) (บุญเรียง ขจรศิลป์. 2533 : 15)

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \sim F_{n_1 - 1, n_2 - 1}$$

เมื่อ F แทน ค่าที่ใช้ในการพิจารณาใน F - distribution

S_1^2 แทน ค่าของความแปรปรวนที่มีขนาดใหญ่กว่า

S_2^2 แทน ค่าของความแปรปรวนที่มีขนาดเล็กกว่า

3.1.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยวิธีการทางสถิติ t-test แบบ Independent

(บุญเรียง ขจรศิลป์. 2533 : 15-18)

3.1.2.1 กรณีที่ความแปรปรวน (variance) ของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มเท่ากัน ($\sigma_1^2 = \sigma_2^2$) ใช้ t-test แบบ Independent โดยใช้ค่า Pooled variance

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1) S_1^2 + (n_2 - 1) S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาใน t - distribution
	\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม
	S^2_P	แทน	ค่า Pooled variance
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

3.1-2.2 กรณีที่ความแปรปรวน (variance) ของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มไม่เท่ากัน ($\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$) ใช้ t-test แบบ Independent โดยใช้ค่า Separate variance

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$df = \frac{[(S_1^2 / n_1) + (S_2^2 / n_2)]^2}{\frac{(S_1^2 / n_1)^2}{n_1 - 1} + \frac{(S_2^2 / n_2)^2}{n_2 - 1}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาใน t - distribution
	\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม
	S^2	แทน	ค่าความแปรปรวนในแต่ละกลุ่ม
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

3.2. ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1.1 , 1.2 , 2.1 และ 2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Dependent (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 87)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N - 1}}}$$

- เมื่อ
- t แทน ค่าที่ใช้ในพิจารณา t - distribution
 - D แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
 - N แทน จำนวนคู่

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อสะดวกในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
N	แทน	จำนวนคน
\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนน
D	แทน	ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-distribution

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู

เนื่องจากผู้วิจัยได้ตรวจสอบนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ได้ผลดังตาราง

ตาราง 6 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม จากผลการทดสอบก่อนการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{X}	S^2	t
กลุ่มทดลอง	30	25.76	26.92	1.89
กลุ่มควบคุม	30	22.67	48.16	

$$t (.05, 58) = 2.00$$

จากตารางแสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนการทดลองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ก่อนการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เฉพาะหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาตรวจสอบสมมติฐานโดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Independent ได้ผลดังแสดงในตาราง

ตาราง 7 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมจากผลการทดสอบหลังการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{X}	S^2	t
กลุ่มทดลอง	30	33.73	18.69	2.56*
กลุ่มควบคุม	30	29.57	60.87	

$$t (.05, 47) = 2.01$$

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางแสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กล่าวคือ นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

1.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองมาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Dependent ได้ผลดังแสดงในตาราง

ตาราง 8 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์

กลุ่มทดลอง	\bar{X}	N	ΣD	ΣD^2	t
ก่อนการทดลอง	25.76	30	239	2444	10.50**
หลังการทดลอง	33.73				

$$t (.01, 29) = 2.46$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางแสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1.1

1.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการสอนตามคู่มือครู

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Dependent

ได้ผลดังแสดงในตาราง

ตาราง 9 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการสอนตามคู่มือครู

กลุ่มควบคุม	\bar{X}	N	ΣD	ΣD^2	t
ก่อนการทดลอง	22.67				
หลังการทดลอง	29.57	30	207	2211	7.29**

$$t (.01, 29) = 2.46$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางแสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1.2

2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู

ผู้วิจัยได้ตรวจสอบนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ได้ผลดังตาราง

ตาราง 10 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองกับ
กลุ่มควบคุมจากผลการทดสอบก่อนการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{X}	S^2	t
กลุ่มทดลอง	30	3.53	3.09	1.77
กลุ่มควบคุม	30	2.70	3.39	

$$t (.01, 58) = 2.66$$

จากตารางแสดงว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง
และกลุ่มควบคุมก่อนการทดลองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ก่อนการทดลอง
นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
เฉพาะหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาตรวจสอบสมมติฐาน โดยใช้วิธีการทาง
สถิติ t-test แบบ Independent ได้ผลดังแสดงในตาราง

ตาราง 11 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองกับกลุ่ม
ควบคุมจากผลการทดสอบหลังการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{X}	S^2	t
กลุ่มทดลอง	30	7.43	10.32	3.09**
กลุ่มควบคุม	30	5.00	8.28	

$$t (.01, 58) = 2.66$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางแสดงว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือ นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

2.1 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยนำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนและ หลังการทดลองของกลุ่มทดลองมาเปรียบเทียบโดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Dependent ได้ผลดังแสดงในตาราง

ตาราง 12 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและ หลังได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์

กลุ่มทดลอง	\bar{X}	N	$\sum D$	$\sum D^2$	t
ก่อนการทดลอง	3.53				
หลังการทดลอง	7.43	30	117	611	9.25**

$$t (.01, 29) = 2.46$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางแสดงว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2.1

2.2 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการสอนตามคู่มือครู
 ผู้วิจัยได้นำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนและ หลังการทดลองของกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบ โดยใช้วิธีการทางสถิติ t- test แบบ Dependent ได้ผลดังแสดงในตาราง

ตาราง 13 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและ หลังได้รับการสอนตามคู่มือครู

กลุ่มควบคุม	\bar{X}	N	ΣD	ΣD^2	t
ก่อนการทดลอง	2.70				
หลังการทดลอง	5.00	30	69	265	6.58**

$$t (.01 , 29) = 2.46$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางแสดงว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของ กลุ่มควบคุมหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการ ทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2.2

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู โดยมีสาระสำคัญดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

- 1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู
- 2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

- 1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
 - 1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง
 - 1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง
- 2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
 - 2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 โรงเรียนบางแก้วประชาสรรค์ อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งได้มาจากการสุ่มจำนวนห้องเรียนมา 2 ห้องเรียน จากห้องเรียนทั้งหมด 12 ห้องเรียน จากนั้นสุ่มอีกครั้งด้วยวิธีการจับสลากเพื่อแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน โดย

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามคู่มือครู

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ได้แก่

2.1 แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ แบ่งเป็น

2.1.1 แผนการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์

2.1.2 แผนการสอนตามคู่มือครู

2.2 แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ จำนวน 8 ชุด แบ่งเป็น

2.2.1 แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ

2.2.2 แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง

2.2.3 แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการ

อธิบาย

2.2.4 แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการประดิษฐ์หรือการ

พัฒนา

2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ

เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือกจำนวน 50 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.85

2.4 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งตาม

ขั้นตอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบปลายเปิด จำนวน 5 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.73

3. วิธีดำเนินการทดลอง

- 3.1 สุ่มนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน
- 3.2 แนะนำและทำความเข้าใจกับนักเรียนเกี่ยวกับวิธีการเรียนการสอน
- 3.3 ทดสอบกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลองด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
- 3.4 ตรวจสอบนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
- 3.5 ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยสอนเองทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้เนื้อหาเดียวกัน เรื่อง ระบบนิเวศ ระยะเวลาในการสอนเท่ากันคือ 12 คาบ คาบละ 50 นาทีโดย
 - กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการงานวิทยาศาสตร์
 - กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามคู่มือคร
- 3.6 เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทดสอบกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
- 3.7 ตรวจสอบผลการทดสอบ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
2. หาค่าสถิติที่ใช้ตรวจสอบสมมติฐาน คือ
 - 2.1 ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1 , 2 โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Independent (บุญเรียง จจรศิลป์. 2533 : 15-18)
 - 2.2 ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1.1 , 1.2 , 2.1 และ 2.2 โดยใช้วิธีการ

ทางสถิติ t-test แบบ Dependent (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 87)

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การอภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู ได้ผลการวิจัยและการอภิปรายผลดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ได้ผลดังต่อไปนี้

สมมติฐานข้อที่ 1 " ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครุแตกต่างกัน " ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครุแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

จากการหาค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้ว ปรากฏว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครุสอดคล้องกับงานวิจัยของปรีชา กันตรง (2534 : 75) ที่ได้ศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิชาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงการวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครุแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงการวิทยาศาสตร์สูงกว่าการสอนตามคู่มือครุ

การที่ผลการศึกษาค้นคว้าเป็นดังนี้ อาจเนื่องมาจากสาเหตุต่างๆ ดังต่อไปนี้

ประการแรก การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ถูกออกแบบให้นักเรียนได้มีโอกาสใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองภายใต้ขั้นตอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนได้ฝึกระดมปัญหา กำหนดตัวแปร ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง ทำการทดลอง บันทึกและสรุปผลการทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของนักการศึกษาหลายท่าน (ปรีชา วงศ์ศิริ. 2528 : 140 ; อัญชลี ศิริเชียวสกล. 2529 : 6 ; สมหมาย วัฒนศิริ. 2530 : คำนำ และผลดี ตามไท. 2531 : 55) ที่ว่า โครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมประเภทหนึ่งที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการสืบเสาะแสวงหาความรู้ แก้ปัญหาหรือประดิษฐ์คิดค้นด้วยตนเอง ในเรื่องความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น เบอร์น (Burn. 1985 : 169) ได้กล่าวไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะเป็นส่วนช่วยให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผลและสามารถใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตประจำวัน เราจึงควร

หาทางพัฒนาหรือกระตุ้นให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากงานวิจัยของ เนาวรัตน์ รุ่งเรืองบางชั้น (2529 : 78) ได้ศึกษาพบว่า นักเรียนที่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์จะมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์จึง เป็นกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทุกประการ โดยอิสระในการสืบเสาะแสวงหาความรู้ และจากงานวิจัยของโยริน ศรีโสภา (2524 : 72) ที่ศึกษาพบว่า การฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเองเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากที่สุด และงานวิจัยของนางนงนุช วรรณนวะ (2514 : บทคัดย่อ) จิตนา ราชรองเมือง (2516 : บทคัดย่อ) วรรณดี วรรณศิลป์ (2522 : บทคัดย่อ) และวิทยา ทวีทรัพย์ (2532 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาพบว่า การฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหาส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในทางบวก สอดคล้องกับงานวิจัยของรจี โรจน์ประศาสน์ (2523 : 47-48) เสงี่ยม วิไลลักษณ์ (2527 : 73) ที่ได้ศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กันทางบวก นั่นคือนักเรียนที่มีโอกาสได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนรู้น่าจะทำได้ดีย่อมทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นตามไปด้วย การสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์จึงเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง สอดคล้องกับหลักจิตวิทยาที่ว่า " ถ้าเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกิจกรรมมาก เขาก็จะเรียนรู้น่าขึ้น " (กิ่งฟ้า สันธวงศ์และคนอื่นๆ. 2525 : 113) สำหรับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มันทนา จงสุขสันติกุล (2524 : 98) ได้ศึกษาพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นที่มุ่งให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ยังมีอยู่น้อย เนื่องจากต้องทำการทดลองหรือศึกษาดูตามวิธีการที่แบบเรียนกำหนดไว้

ประการที่สอง การสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์เป็นการจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน พร้อมกับแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ทั้งความรู้พื้นฐานและฝึกการทำงานร่วมกันอย่างอิสระจากสถานการณ์ต่างๆ อย่างมีจุดประสงค์ นักเรียนสามารถถนัดจำแนกประเภทความรู้ไป

ขยายต่อได้ด้วยตนเอง สำหรับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ถึงนักเรียนจะได้ฝึกคิดแก้ปัญหาในชั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรมและชั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม ก็เป็นการอภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน ทำให้นักเรียนขาดความมีอิสระในการคิด ต้องปฏิบัติกิจกรรมตามแบบเรียน จึงทำให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของหอมนวล ใจชื่อ (2529 : 59) ที่ศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับทฤษฎีการสอนของกาเย่ (ดุษฎี สีสถาวรพงศ์. 2531 : 51 อ้างอิงมาจาก Gagne' : 1970) ที่ว่า " การสอนที่ต่างกันให้ผลผลิตแห่งการเรียนรู้ต่างกัน " ซึ่งบลูม (Bloom. 1976 : 13) ได้กล่าวไว้ว่า นอกจากวิธีการสอนและความรู้พื้นฐานแล้วองค์ประกอบด้านจิตใจก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและอัตราการเรียนรู้

จากสาเหตุที่กล่าวมาทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

สมมติฐานข้อที่ 1.1 " ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง " ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

ผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของจิรพรรณ แสงหล้า (2532 : 70-72) ที่ศึกษาพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเข้าร่วมกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญกล่าวคือนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์จะมีผลสัมฤทธิ์ทาง

การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ การที่ผลการศึกษาค้นคว้าเป็นดังนี้ เป็นผลมาจากกิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดให้นักเรียนมีบทบาทในการเรียนรู้ด้วยตนเอง กล่าวคือ นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์จะปฏิบัติกิจกรรมที่กำหนดโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ ซึ่งมีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้ มีการระบุปัญหา ตั้งสมมติฐานจากสถานการณ์ในแบบฝึก ในการตรวจสอบสมมติฐานนักเรียนจะได้รับการฝึกให้รู้จักศึกษารวบรวมข้อมูลจากเอกสารมาประกอบการพิจารณา รู้จักวางแผนออกแบบการทดลองและบันทึกผล รู้จักสำรวจข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมแล้วนำมาจัดจำแนกประเภท รู้จักประดิษฐ์จินตนาการออกแบบจำลองทางความคิดเพื่อสรุปและนำไปใช้ต่อไป จะเห็นว่านักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมทุกขั้นตอน ทำให้นักเรียนนักเรียนเกิดการเรียนรู้ เกิดความเข้าใจ และช่วยในเรื่องของความแตกต่างระหว่างบุคคล จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น ดังคำกล่าวของฉวีวรรณ กิณางษ์ (2527 : 85) ที่ว่าการสอนวิทยาศาสตร์แต่ละครั้งถ้าครูวางโครงการสอนหรือเตรียมการสอนไว้อย่างดี แล้วพยายามดำเนินการสอนให้สอดคล้องกันอย่างเหมาะสม จะทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น จากเหตุผลที่กล่าวมาทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

สมมติฐานข้อที่ 1.2 " ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง " ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

การที่ผลการศึกษาค้นคว้าเป็นดังนี้ เนื่องจากการสอนวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครูเป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ระบุปัญหา หาสาเหตุของปัญหา ประกอบการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการตอบปัญหา ทำให้นักเรียนได้รับทั้งตัวความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งคณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 58-84) ได้กล่าวว่า วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ ถ้า

นักเรียนได้รับการพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาแล้ว ในส่วนที่เป็นตัวความรู้ก็จะพัฒนาตามไปด้วย นอกจากนี้การใช้คำถามของคุณเพื่อให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่สังเกต ตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลอง เป็นสิ่งเร้าให้นักเรียนฝึกการคิด การปฏิบัติจนเกิดทักษะ ทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถนำความรู้ไปใช้ และเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สิ่งเหล่านี้วัดในรูปของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Young. 1970 : 53) จากผลการสอบก่อนการทดลองนักเรียนยังไม่มีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหา เมื่อได้รับการสอนจึงเกิดการเรียนรู้ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และจากรายงานฉบับที่ 20 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2519) ได้สรุปไว้ว่า การสอนตามคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ส่งเสริมการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

จากเหตุผลที่กล่าวมา ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

ตอนที่ 2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ได้ผลดังต่อไปนี้

สมมติฐานข้อที่ 2 " ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน " ผลการศึกษพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

จากการหาค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ปรับแล้วของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

การที่ผลการศึกษาค้นคว้าเป็นดังนี้ อาจเนื่องมาจากสาเหตุต่างๆ ดังต่อไปนี้

ประการแรก เนื่องจากการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์เป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ระบุแนวทางการแก้ปัญหาแล้วให้นักเรียนหาทางเลือกในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปลายเปิด โดยให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ซึ่งเป็นลักษณะรวมของสิ่งเร้าทั้งหลาย ทำให้นักเรียนอยู่ในสภาวะที่มีความลำบาก (Gagne'. 1970 : 63) นักเรียนจะพยายามตรวจสอบผลในสถานการณ์ที่ครูให้มาว่า อะไรคือปัญหา มีการตั้งสมมติฐานเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และตรวจสอบสมมติฐานนั้นว่าเป็นจริงหรือไม่ และจากทฤษฎีพัฒนาการของเพียเจต์ (Piaget. 1962 : 63) ที่ว่า นักเรียนที่มีอายุ 11-15 ปีจะมีระดับพัฒนาการทางสติปัญญาอยู่ในขั้นคิดใช้นามธรรม (Stage of Formal Operation) คือนักเรียนจะสามารถเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาและคิดแก้ปัญหาแบบซับซ้อน รวมถึงการเรียนรู้ในสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ การที่นักเรียนได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์จึงเป็นการฝึกการค้นคว้าเพื่อตอบปัญหาหรือคำถามที่สงสัย มีการจัดทำเค้าโครงของโครงการ วางแผนการศึกษาค้นคว้า มีการตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบ ดำเนินการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล ประดิษฐ์คิดค้น รวมทั้งมีการแปลผล สรุปผลการทดลอง และเสนอผลการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองตามกิจกรรมในแบบฝึกที่จัดขึ้นตามหลักการ ขั้นตอน และประเภทของกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ โดยนักการศึกษาและสถาบันการศึกษาที่เกี่ยวข้อง (Seymour. 1964 : 91-95 ; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2530 : 4 และธีระชัย ปุณฺโฑ. 2531 : 1-2) ได้กล่าวถึงลักษณะของโครงการวิทยาศาสตร์ว่า เป็นการเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และจากงานวิจัยของนันทเดช โชคถาวร (2532 : 58) ที่ศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยให้นักเรียนหาทางเลือกในการแก้ปัญหาค้นคว้าด้วยตนเองจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการบอกวิธีแก้ปัญหาค้นคว้าให้

ประการที่สอง นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์มีโอกาสศึกษาสถานการณ์ที่จัดไว้ ซึ่งมีทั้งรูปภาพและข้อความ เป็นการดึงดูดและเร้าความสนใจ

จงใจให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น นักเรียนได้รับการสอนอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอตลอดระยะเวลา 12 คาบ โดยในแต่ละคาบนักเรียนได้รับสถานการณ์ใหม่ๆไม่ซ้ำกันและมีแนวทางในการแก้ปัญหาเพื่อให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองอย่างมีหลักการซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ เกี่ยวกับกฎแห่งการฝึก (Law of Exercise) (สจวิต เพียรชอบ และสายใจ อินทร์พรหม. 2523 : 52-62 อ้างอิงมาจาก Thorndike. n.d.) ที่กล่าวว่า สิ่งใดก็ตามที่มีการฝึกหัดหรือกระทำบ่อยๆย่อมทำให้ผู้ฝึกมีความคล่องและสามารถทำได้ดีกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการฝึก สอดคล้องกับงานวิจัยของกิตติ กล่อมเกลี้ยง (2532 : 70) ที่ศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้สถานการณ์ฝึกกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐานกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่มีการใช้สถานการณ์ฝึกกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐานจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาต่างกัน

ประการที่สาม การสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์เป็นการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนศึกษาเป็นรายบุคคลและเป็นรายกลุ่ม ในขณะที่นักเรียนศึกษาเป็นรายบุคคลจะช่วยให้นักเรียนได้เรียนตามความสามารถของตน โดยมีครูเป็นผู้คอยให้คำปรึกษา (วาสนา ชาวหา. 2522 : 139-140) ทำให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ รู้จักคิดวิเคราะห์ ตัดสินใจ รู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และในขณะที่นักเรียนเรียนเป็นกลุ่มนักเรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน มีการสื่อความหมายด้วยประโยคที่เข้าใจง่ายในระดับเดียวกัน นักเรียนได้มีการอภิปรายเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาร่วมกัน ทำให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของแอลเลน (Allen. 1976 : 371) ที่ศึกษาพบว่า การพูดคุยระหว่างเพื่อนด้วยกันสามารถทำความเข้าใจและสื่อความหมายมากขึ้น และจากงานวิจัยของกาบลิลาตี (Gabrielli. 1972 : 5650-A) ที่ศึกษาพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความรู้ ประสบการณ์ การฝึกหัด ระดับสติปัญญา และประสิทธิภาพในการติดต่อสื่อสารกับผู้อื่น สำหรับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูมีการอภิปรายแก้ปัญหาร่วมกันทั้งห้องซึ่งเป็นกลุ่มใหญ่เกินไป ทำให้นักเรียนมีการปฏิสัมพันธ์กันน้อย ครูไม่สามารถซักถามให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นได้ทุกคนเพราะต้องใช้เวลานานักเรียนบางคนไม่กล้าแสดงความคิดเห็นเพราะอายครู อายเพื่อนๆ จึงเป็นสาเหตุ

หนึ่งที่ทำให้นักเรียนไม่ได้ฝึกคิด ฝึกแสดงความคิดเห็นอย่างทั่วถึง และจากงานวิจัยของสมศรี เพชรขจร (2531 : 37) ที่ศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและระหว่างครูกับนักเรียน มีความสามารถในการแก้ปัญหาต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับงานวิจัยของหอมนวล ใจชื่อ (2529 : 63-64) ที่ศึกษาพบว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน

จากสาเหตุที่กล่าวมาทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

สมมติฐานข้อที่ 2.1 " ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง " ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

การที่ผลการศึกษาค้นคว้าเป็นดังนี้ เนื่องจากการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์เป็นการสอนที่ฝึกให้นักเรียนได้คิด และทำงานด้วยตนเอง จากการกำหนดกิจกรรมในแบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์เป็นการใช้สื่อประกอบการสอนอย่างมีระบบ จึงทำให้นักเรียนมีประสบการณ์การคิดเพิ่มขึ้น เมื่อนักเรียนเข้าใจสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้จึงช่วยให้มีแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่ง สอดคล้องกับหลักการเรียนรู้ของดิวอี้ (Dewey. 1976 : 130) ที่ว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น โดยนักเรียนจะนำเอากระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหา ซึ่งทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงในการคิดที่เป็นไปตามลำดับขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับแนวคิดของมังกร ทองสดี (2522 : 4) และอนันต์ จันทร์ทวี (2523 : 6) ที่ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นทักษะอย่างหนึ่งที่สามารถ

ฝึกหัดได้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ การที่นักเรียนได้รับการฝึกให้ระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบสมมติฐาน และสรุปผลการศึกษิตตามกิจกรรมในแบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์จึงเป็นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

จากเหตุผลที่กล่าวมาทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

สมมติฐานข้อที่ 2.2 " ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง " ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

การที่ผลการศึกษาค้นคว้าเป็นดังนี้ เนื่องจากการสอนวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครูเป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาโดยกรอภิปรายปัญหาตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในคู่มือครู ครูได้กำหนดปัญหาให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น มีการอภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียนในทบทวนขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนจึงได้ถูกเกณฑ์และแนวคิดจากการอภิปรายไปใช้แก้ปัญหา โดยมีครูแนะแนวทางและส่งเสริมการทำกิจกรรม ทำให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในตนเอง ซึ่งอำนาจ รุ่งรัศมี (2525 : 145) ได้กล่าวว่า การจัดกิจกรรมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ เกิดปัญหา โดยใช้การอภิปรายซักถามนั้นสามารถทำได้ เนื่องจากนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเป็นผู้มีความอยากรู้อยากเห็น อยากรู้ เข้าใจ อยากรู้อคิดค้นในสิ่งต่างๆ การที่ครูและนักเรียนร่วมกันคิด อภิปรายทบทวนขั้นตอนจึงเป็นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนวิธีหนึ่ง

จากเหตุผลที่กล่าวมาทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

ข้อสังเกตจากการใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ในการทดลองครั้งนี้

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้ข้อสังเกตเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของแบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ เป็นแบบฝึกที่สร้างขึ้นเพื่อให้ให้นักเรียนศึกษาหาคำตอบของปัญหาโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ได้แก่ การสังเกต การจำแนกประเภท การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็น ข้อมูล จะเห็นว่าแบบฝึกโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทนี้ นักเรียนได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่ถึงขั้นบูรณาการ แต่นักเรียนก็สามารถประสบความสำเร็จในการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ทำให้มีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์และความเข้าใจที่ถูกต้องว่า การทำโครงการวิทยาศาสตร์ไม่ใช่เรื่องยากเกินไป
2. แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง เป็นแบบฝึกที่สร้างขึ้นเพื่อให้ให้นักเรียนศึกษาหาคำตอบของปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ครบทุกขั้นตอน ตั้งแต่การระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบหรือทดลองสมมติฐาน สรุปและนำไปใช้ ซึ่งถือว่าเป็นการฝึกวิธีการศึกษาหาความรู้ที่มีหลักการและขั้นตอน เป็นการปลูกฝังคลิกภาพทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ นักเรียนวิธีหนึ่ง แต่ก่อนที่จะใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทนี้ นักเรียนจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเพื่อให้กิจกรรมการเรียนการสอนหรือการศึกษาค้นคว้าดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ
3. แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย หากกล่าวถึงลักษณะของโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทนี้ จะเป็นโครงการที่อธิบายทฤษฎีเก่าในแนวใหม่ หรือสร้างทฤษฎีใหม่เพื่อล้มล้างทฤษฎีเก่า ผู้ทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทนี้จึงต้องเป็นผู้มีความรู้เรื่องนั้นๆ อย่างลึกซึ้งจึงมีผู้ทำโครงการประเภทนี้น้อยมาก แต่ในการศึกษาทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทนี้ขึ้นมาเพื่อฝึกให้นักเรียนศึกษาหาคำตอบของปัญหา โดยให้นักเรียนเสนอแนวคิดของตนเองในการสรุปประเด็นหรือเรื่องราวเพื่ออธิบายสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นอย่างมีเหตุผล กิจกรรมในแบบฝึกนี้จะสมบูรณ์ก็ต่อเมื่อนักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากเอกสารหรือตำราต่างๆ เพื่อนำผลมาศึกษาสรุปวิเคราะห์ เป็นความรู้หรือคำตอบของปัญหา ซึ่งนักเรียนจะได้ค่านิยมเกี่ยวกับการศึกษาหาความรู้ว่า " คำตอบไม่ได้มาจากการถามเท่านั้น และไม่มีคำถามของปัญหาใดที่สามารถตั้งขึ้นภายนอกตัวความรู้ "

4. แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการประดิษฐ์หรือการพัฒนา เป็นแบบฝึกที่สร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนศึกษาหาคำตอบของปัญหาโดยการสร้าง ประดิษฐ์คิดค้นหรือดัดแปลงเครื่องมือเครื่องใช้อุปกรณ์ ตลอดจนสร้างแบบจำลองทางความคิดขึ้นมาอธิบายการแก้ปัญหา ลักษณะเด่นของแบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทนี้ คือนอกจากจะได้ชิ้นงานอันเป็นผลของการทำงานหรือแก้ปัญหาซึ่งสามารถมองเห็นประโยชน์ของการนำไปใช้ได้อย่างชัดเจนแล้วแบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทนี้ยังเป็นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์อีกด้วย

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและต่อการศึกษาต่อไปดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ครู-อาจารย์ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาควรนำการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

1.2 ก่อนที่ครูวิทยาศาสตร์จะนำแบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเรียนการสอน ควรได้ศึกษาหลักการใช้คำถามที่จะนำไปสู่การสังเกต การอธิบาย การทำนาย และการสร้างสมมติฐาน การออกแบบการทดลองและการควบคุมตัวแปร และคำถามที่จะนำไปสู่การนำไปใช้ เพื่อให้การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 การปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ มุ่งให้นักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนควรมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นก่อนดำเนินการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาสมรรถภาพด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน เพื่อให้กิจกรรมการเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

1.4 ครูควรแนะนำให้นักเรียนรู้จักใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับกระบวนการกลุ่มในการศึกษาหาความรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกทำ

โครงการวิทยาศาสตร์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาผลการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกับตัวแปรอื่นๆ เช่น เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความคงทนในการเรียนรู้ ความสามารถในการคิดแบบต่างๆ เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดตัดสินใจ หรือการคิดอย่างสร้างสรรค์ เป็นต้น

2.2 ควรมีการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์แบบสื่อประสม เช่น ใช้แผ่นใส สไลด์ เพ็ วีดีโอ หรือคอมพิวเตอร์

2.3 ควรมีการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการเรียนต่างกัน เช่น เก่ง ปานกลาง อ่อน หรือศึกษากับนักเรียนในระดับชั้นอื่นๆ เป็นต้น

บรรณานุกรม

- กมล เพ็ญพ้ง. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการทำ
โครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโครงการวิทยาศาสตร์
โดยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์กับที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอนโครงการ
วิทยาศาสตร์. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2534. ถ่ายเอกสาร.
- กมลรัตน์ หล้าสงฆ์. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : มกุฎราชวิทยาลัย, 2523.
- กันยารัตน์ ฤทธิบำรุง. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยการฝึกอภิปรายแก้ปัญหาร่วมกันทั้งห้อง เป็นกลุ่มย่อยและ
แก้ปัญหาเป็นรายบุคคล. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. ถ่ายเอกสาร.
- กาญจนา ภากรวย. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน
โดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางและการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. ถ่ายเอกสาร.
- กิ่งฟ้า สิ้นรวงษ์ และคนอื่นๆ. รายงานการวิจัยเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนระดับมัธยมศึกษา. ขอนแก่น : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น,
2525.
- กิตติ กล่อมเกลี้ยง. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยมีการใช้
สถานการณ์ฝึกกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน กับไม่มีการใช้สถานการณ์ฝึกกำหนดปัญหา
และตั้งสมมติฐาน. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2532. ถ่ายเอกสาร.
- แก้วตา คณะวรรณ. พัฒนาการสอน. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น,
2524.

- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. แนวคิดการจัดการศึกษาในอนาคต. กรุงเทพฯ : กองการสารสนเทศ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2532.
- คณิน นาคะไพบูลย์. การเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เคยทำและไม่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532. อัดสำเนา.
- จันทร์ชัย หลงประยูร. "โครงการวิทยาศาสตร์," ใน คู่มือครูกิจกรรมวิทยาศาสตร์นอกห้อง. หน้า 131-147. กรุงเทพฯ : ดาวศิลป์การพิมพ์ 2524.
- จิรพรรณ แสงหล้า. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมการฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านกาดวิทยาคม อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน, 2532.
- จิตนา ราชรองเมือง. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวนสอบสวนวิธีการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2516. อัดสำเนา.
- จวีรรณ กินาวงษ์. "หลักการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างประสบการณ์," ใน เอกสารประกอบคำบรรยายวิทยาศาสตร์สำหรับครูประถมศึกษา. หน้า 85. พิษณุโลก : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก, 2527.
- ชม ภูมิภาค. จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2516.
- ชาญชัย กิจสวัสดิ์. การศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529.
- ชาญชัย ลิวดิรังสีมา และเชิดวิทย์ ฤทธิ์ประศาสน์. การพัฒนาบุคคล. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2523.
- ชญ์ สีสถาวรศักดิ์. "แนวคิดของ Gagne' เกี่ยวกับการเรียนการสอน," สารพัฒนาหลักสูตร. (78) : 50-58 ; กันยายน 2531.

- ณอมจิตต์ เสนมา. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเรียนด้วยเทคนิคการสอนแบบสืบสวนแบบการจัดกิจกรรมอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียนและระหว่างนักเรียนด้วยกัน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525. อัดสำเนา.
- ธีระชัย ปุณโชนิต. การสอนกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ (คู่มือสำหรับครู). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.
- นงนุช มาบุตร. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. ภายเอกสาร.
- นงนุช วรรณวหะ. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวิธีแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตร วิชาการศึกษาชั้นสูง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2514. อัดสำเนา.
- น้อยทิพย์ ศัสตราศาสตร์. การศึกษาความสัมพันธ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐานความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม กรุงเทพฯ : จฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2521. อัดสำเนา.
- นันทเดช ไชคदार. การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นกับไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. ภายเอกสาร.
- นันทิยา บุญเคลือบ. " โครงการวิทยาศาสตร์," ข่าวสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (13) : 46-50 ; กรกฎาคม-กันยายน 2528.
- นิตยา กิจโร. การศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทร์วิโรฒ ประสานมิตร, 2530. ภายเอกสาร.

นิตยา ปานทิพย์. การทดลองสอนภาษาไทยโดยใช้แบบฝึกเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มของ
นักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 วิทยาลัยเทคโนโลยีอาชีวศึกษา วิทยาเขต
บพิตรพิมุข ทงมหาเมฆ กรุงเทพฯ. ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทร์วิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.

นิตยา ฤทธิ์โยธี. " การทำและการใช้แบบฝึกหัดเสริมทักษะ," ใน เอกสารเผยแพร่ความรู้
ทางการสอนภาษาไทย. หน้า 1. กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา,
2520.

เนาวรัตน์ รุ่งเรืองบางชัน. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่าง
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เคยทำและไม่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์.
วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2529. อัดสำเนา.

บุญเชิด ภัฏญโณนันทพงษ์. การทดสอบแบบอิงเกณฑ์ : แนวคิดและวิธีการ. กรุงเทพฯ :
ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ ประสานมิตร,
2526.

บุญเรียง ขจรศิลป์. สถิติวิจัย 2. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์การพิมพ์, 2533.

บุญเลี้ยง พลอาวุธ. " การเรียนรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหา," มิตรครู. (10) : 45-46 ;
พฤษภาคม-มิถุนายน 2511.

บุญสม สถิตยถาวร. สมรรถภาพของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์
ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2532. อัดสำเนา.

เบญจพร ศรีสุวรรณาศ. " โครงการวิทยาศาสตร์กิจกรรมที่ควรส่งเสริม." ข่าวสารสถาบัน
ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (15) : 24-27 ; เมษายน-มิถุนายน
2531.

เบญจมาศ สันประเสริฐ. การศึกษาผลการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์และความคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.
ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ ประสานมิตร, 2533.
ภายเอกสาร.

- ปัญญา อภัยพัฒน์ และอรรถศิษฏ์ สมรรถการอักษรกิจ. " การจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา," ใน เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หน่วยที่ 8-15 หน้า 333-403 กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสโงทัยธรรมาราช, 2527.
- ประภาพร สวรรณ์รัตน์. การเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างโครงงานวิทยาศาสตร์และ
บุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรม
โครงงานวิทยาศาสตร์กับโดยครู เป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์. ปรินิพนธ์ กศ.ม
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. ถ่ายเอกสาร.
- ประวิตร ชูศิลป์. หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่. กรุงเทพฯ : ศึกษานิเทศก์
กรมการฝึกหัดครู, 2524.
- ประสาธ อิศรปริดา. จิตวิทยาการเรียนรู้กับการสอน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์กราฟิค-อาร์ต,
2523.
- ปราโมทย์ แก้วสุข. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดย
การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินิพนธ์ กศ.ม กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2528. ถ่ายเอกสาร.
- ปรีชา กันตรง. ผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหิวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อ
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินิพนธ์ กศ.ม กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534. ถ่ายเอกสาร.
- ปรีชา ทรฤทธิ์. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนการสอนแบบสาธิตที่เสริม
ด้วยแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.
ปรินิพนธ์ กศ.ม กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529.
อัดสำเนา.
- ปรีชา วงศ์ศิริ. " การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้รูปแบบที่เหมาะสม," วิทยาศาสตร์.
(39) : 134-140 ; เมษายน 2528.

- ปรีดา พิศโสระ. การศึกษาสภาพปัจจุบันและปัญหา ข้อคิดเห็นของครูและนักเรียนเกี่ยวกับโครงการ
วิทยาศาสตร์ของโรงเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดสุรินทร์. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม เชียงใหม่ :
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ , 2532. อัดสำเนา.
- ผสดี ตามไท. " โฉมใหม่ของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น, " ข่าวสารสถาบัน
ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (16) : 6-9 ; มกราคม-มีนาคม 2531.
- พยอม ดันมณี. การเปรียบเทียบความแตกต่างของผลการสอนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาในรูปแบบ
เชิงปัญหา กับรูปแบบที่ใช้กันทั่วไป. วิทยานิพนธ์ กศ.ม กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร , 2524. อัดสำเนา.
- พรณา หิมารัตน์. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมชุมนุม
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ อปกรณ
วิทยาศาสตร์ และที่เรียนตามชุดการสอน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2527. อัดสำเนา.
- พรณี ชุทัย. จิตวิทยาการเรียนการสอนสำหรับครูในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2522.
- ไพรัตน์ สวรรณแสน. " การทำและการใช้แบบฝึกเสริมทักษะ, " ใน คู่มือครูแนวคิดและทฤษฎี
บางประการเกี่ยวกับกลไกการสอนเด็กเริ่มเรียนที่พูดสองภาษา. หน้า 198-190
กรุงเทพฯ : สำนักงานศึกษาธิการเขต 11, 2517.
- มังกร ทองสขดี. การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ :
โรงพิมพ์บัวหลวงการพิมพ์, 2522.
- มันทนา จงสนสันติกล. ปัญหาของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ ระดับ
มัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา.

- มหาวิทยาลัย, ทบวง. การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ :
 คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, 2525.
- _____ . ชุดการเรียนรู้การสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. กรุงเทพฯ : คณะ
 กรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, 2525.
- มะลิวรรณ วีระจิตต์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เคยเรียนโดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้
 สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครูของ
 สสวท. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
 2533. ทยเอกสาร.
- ยงยุทธ สายคง. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิด
 สร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมกำหนดแนวทางและแบบไม่
 กำหนดแนวทาง. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ประสานมิตร, 2527. อดสำเนา.
- โยชิน ศรีโสภณ. การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
 ที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
 ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อดสำเนา.
- รจี ไรจน์ประศาสน์. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ค้นคิดทาง
 วิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่
 3 เขตการศึกษา 2. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
 2523. อดสำเนา.
- รุ่งชิวา สุขดี. การศึกษาผลการฝึกออกแบบการทดลองในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์
 ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถม
 ปีที่ 6. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
 2531. ทยเอกสาร.

- ละดา ดอนหงษา. ผลของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนโดยใช้เกมฝึกทักษะและโดยการฝึกทักษะ. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : บริษัทศึกษาพร จำกัด, 2528.
- วรรณาด พวงสุวรรณ. การสร้างแบบฝึกการผันวรรณยุกต์สำหรับมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518. อัดสำเนา.
- วรรณดี วรรณศิลป์. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. อัดสำเนา.
- วาสนา ซาวหา. เทคโนโลยีทางการศึกษา. ชลบุรี : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน, 2522.
- วารีย์ รจิวโรดม. การศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529. ถ่ายเอกสาร.
- วิชากร, กรม. คู่มือการใช้หลักสูตร. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ, 2523.
- _____ . การวิจัยสังเคราะห์กระบวนการหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521
กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ, 2532.
- _____ . นโยบายการใช้และการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนและแนวการใช้สื่อการเรียนการสอนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 และหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) ฉบับใช้ในโรงเรียนร่วมพัฒนาการใช้หลักสูตร. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ, 2533.
- ✓ _____ . หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2533)
กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ, 2533.

- วินัย เทียมเมือง. ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการที่มีต่อความคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- วิทยา ทวีทรัพย์. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับการแก้ปัญหาเชิง
วิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โรงเรียนอุดรพิทยานุกูล จ.อุดรธานี. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, 2532. ทยเอกสาร.
- วิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย, สมาคม. การประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ประจำปี 2528.
กรุงเทพฯ : พิมพ์บลิซซิ่ง, 2529.
- ศศิธร สหิแพทย์. แบบฝึกหัดสำหรับสอนเรื่องวลีในภาษาไทยระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา
วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518. อัดสำเนา.
- ศิลปชัย บุรณพานิช. ความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์และนักเรียนเกี่ยวกับกิจกรรมเสริมหลักสูตร
วิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายของกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์
ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528. อัดสำเนา.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. ปรัชญาและการสอนวิทยาศาสตร์และ
ทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี, 2519.
- _____ . ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2526.
- _____ . แนวทางในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในโครงการพัฒนาผู้
ความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2529.
- _____ . การพัฒนาแบบวัดความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ : แบบวัดบุคลิกภาพของนัก
วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สาขาวิจัยและประเมินผล ฝ่ายประสานงานโครงการ
พสวท. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2530.

- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. คู่มือการจัดกิจกรรมโครงการ
วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,
2531.
- สมจิต สวชนไพบูลย์. การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตร
และการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.
- ✓ สมจิต สวชนไพบูลย์ และสมจิต สมัตถพันธ์. ทิศทางการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยีของประเทศไทยในช่วงศตวรรษที่ 21 : การศึกษาสำหรับปวงชน.
กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533.
- สมศรี เพชรขจร. การศึกษาผลการใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถ
ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. ภายเอกสาร.
- สมหมาย วัฒนะคีรี. การประกวดโครงการวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สมาคมวิทยาศาสตร์
แห่งประเทศไทย, 2530.
- สัมพันธ์ อินทรวง. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบ
จำลองทฤษฎีกับโดยการสอนตามคู่มือครูของสสวท. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. ภายเอกสาร.
- สวนา พรพัฒน์กุล. จิตวิทยาทั่วไป กรุงเทพฯ : ภาควิชาจิตวิทยา มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522.
- สามัญศึกษา, กรม. คู่มือการจัดกิจกรรมนักเรียนชมรมวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : หน่วย
ศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา สำนักงานศึกษาธิการเขต 1, 2529.
- _____ . " การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียน
มัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา, " วารสารการวิจัยทางการศึกษา. หน้า 21-27.
กรุงเทพฯ : หน่วยงานศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา, 2526.

สายหยุด สมประสงค์. ยุทธศาสตร์การคิด. กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา, 2523.

สาโรช บัวศรี. " การรับผิดชอบในการตัดสินใจ," ศูนย์ศึกษา. (9) : 6-10 ; เมษายน 2505.

สงรัต เพียรชอบ และสายใจ อินทร์พรหม. วิธีสอนภาษาไทยในระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2523.

สร้าง สากร. การศึกษาวิเคราะห์โครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา
พุทธศักราช 2529-2531. วิทยานิพนธ์ ค.ม กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531. อัดสำเนา.

สวัฒน์ นิยมคำ. ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนของครูวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ (เล่ม 2).
กรุงเทพฯ : เจเนอรัลบลคส์เซนเตอร์จำกัด, 2531.

เสงี่ยม วิไลลักษณ์. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา.
ปริญญาโท กศ.ม กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527.
อัดสำเนา.

หอมฉนวน ใจชื้อ. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและระหว่างครูกับนักเรียน. ปริญญาโท กศ.ม กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

อัญชลี ศิริเชียวสกุล. " สัมภาษณ์นายกสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย," ใน การประกอบโครงการและกิจกรรมวิทยาศาสตร์ประจำปี 2529. หน้า 6-8 กรุงเทพฯ : พันธุ์พิบูลย์ช่าง, 2529.

อนันต์ จันทร์ทวี. ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติของนักเรียนชั้น ม.ศ 2 และ ม. 2. ปริญญาโท กศ.ด
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523. อัดสำเนา.

- อำนาจ รุ่งรัศมี. การสอนวิทยาศาสตร์แบบก้าวหน้า. มหาสารคาม : คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2525.
- เอกวิทย์ ณ ถลาง. " หลักสูตรมัธยมศึกษา," ใน รายงานการสัมมนาระดับชาติ. หน้า
20-22. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ, 2530.
- Allen, James crow Ford. Infection and the compromised host.
Baltimore : The Williams & Wilkihs, 1976.
- 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.
- Barnet J.A. Geoffery Broughton and Thomas Greenwood. Teacher's
Hand Book 2 Sucess with English the Penguin Course. Middless,
penquin Book Company, 1969.
- Bloom, B.S. Taxanomy of Educational Objective Hand Book I : Cognitive
Domain. New York : David Mac Kay Company, Inc., 1956.
- _____. Human Characteristics and School Learning. New York :
Mc Grew Hill Book Company, 1976.
- Bruner, J.S. Studies in Cognitive Growth : A Collaboration at the
Center for Cognitive Studies. New York : John Willy and Son,
1966.
- Burn, J.C , J.R. Okey and K.c. Wise. " Development of an Intergrated
Process Skill Test : Tips II," Journal of Research in Science
Teaching. (22) : 169-177 ; February, 1985.
- Butt, David. The Teaching of Science A Self Directed Planning Guide.
New York : Harper & Row Publisher, 1974.
- Childress, Phillp Norvin. " The Effect of Science Project
Production on Cognitive Level Transition in Adolescents,"
Dissertation Abstracts International. (43) : 3280 - A ;
April, 1983.
- Davis, Maynard. " The Effectiveness of a Guided - Inquiry Discovery
Approach in an Elementary School Science Currinculum,"
Dissertation Abstracts International. 39(7) : 4164 - A ;
January, 1976.

- Dewey, John. Moral Principle in Education. Boston : Houghton Miff in Co., 1976.
- Edward J. Kormondy and Bernice E. Essential Biology. Addison Wesley Publishing Company, Inc., 1984.
- Fan, Chung - Teh. Item Analysis Table. Princeton, New Jersey : Educational Service, 1952.
- Gabrielli, Ralph B. " A Study of the Characteristics of Pre - Service Teachers Indentified on an Experimental Instrument as High or Low in Problem - Solving Ability," Dissertation Abstracts International. (32) : 5650 - A ; April, 1972.
- Gagne, Robert M. The Conditions of Learning. 2nd ed, New York : Holt Rinchert and Winstin, Inc., 1970.
- Gauld, Colin. " The Scientific Attitude and Science Education : A Critical Reappraisal," Science Education. (66) : 109-121 ; January, 1982.
- Goldstein, J.J. " Thinking Can be learned," Educational Leadership. (6) : 235-239 ; January, 1949.
- Good, Carter V. Dictionary of Education. Carter, New York : McGraw - Hill Company, 1973.
- Gupta, S.K. Teaching Physical Sciences in Secondary School. New Delhi : Sterling Publishers Private Limited, 1981.
- Haress, J.H. " The Two meaning of Mathematice." A hand of Pro - Programed Learning. India : Anand Press no date, p. 93-94.
- Hollowell, K.Am. " A Flow Chart Model of Cognitive Process in Mathematics Problem Solving," Dissertation Abstracts International. (37) : 8015 -A ; June, 1977.
- Kalar, R.M. Innovation in Science Teaching. New Delhi : Oxford & I.B.H. Publishing, Co., 1976.
- Kolebas, Particia. " The Effect on the Intelligence, Reading, Mathemtics and Interest in Science A Process Approach Since First Entering School," Dissertation Abstracts International. (32) : 4443 - A ; February,1972.
- 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 Pupils at The Intermediate Level in Computer Supported Instruction and Self - Contained Instructional Process," Dissertation Abstracts International. (36) : 4352 - A ; December, 1975.
- Olarinoye, R.D. " A Comparative Study of Effectiveness of Three Method of Teaching A Secondary School Physic Course in a Nigerian Secondary School," Dissertation Abstracts International. 8 (39) : 484 - A ; February, 1978.
- Petty, Allen and Bacon. Developing Language Skill in the Elementary School. New York : Green - Language Workbook and Practice Materials, 1968.
- Piaget, Jean. " The Stage of the Intellectual Development of the Child." Thinking and Resoning. Penquin Book. Ltd., 1962.
- Polya, Geored. How to Solve It. New York : Double day & Company, 1957.
- Riley, Joseph Phillip. " The Effect of Science Process Training on Preservice Elementary teacher's Process Skill Abilities Understanding of Science , Attitudes Toward Science and Science Teaching," Dissertation Abstracts International. (35) : 5152 - A ; February, 1975.
- River, Willga M. Teaching Foreign Language Skills. Chicago : The University of Chicago Press, 1968.
- Serlin, Ronald Charles. " The Effect of Discovery Laboratory on the Science Process , Problem - Solving and Creative Thinking Abilities of Undergraduate," Dissertation Abstracts international. (37) : 5729A - 5730A ; March, 1977.
- Seymour, Fower H. Secondary School Science Teaching Lractice. New York : The Renter for Applied Research in Education, Inc., 1964.
- Shaw, Terry J. " The Effect of Problem Solving Training in Science Upon Utisation of Problem Solving Skills in Science and Social Studies," 9 (38) : 5227 - A ; march, 1978.
- Sherburen, E.D. Jr. How to Organize and Conduct : a Science and Engineering Fair. Washington D.C., 1985. (Draft Verion)
- Stollburg, R.J. " Problem Solving , The Process Game in Science Teaching," Science Teacher. (23) : 225-228 ; September, 1956.

- Subutnik, Lena Faye. " Scientific Creativity : 1985 Westinghouse Science Talent Search Winner' Problem Finding Behavior," Dissertation Abstracts International. (45) : 3317 - A ; May, 1985.
- Vandermann, B.A. and P.C. Parfitt. " The Nute and Bolts of Science Fairs," Science and Children. (2) : 14 ; October, 1985.
- Weir, John Joseph. " Problem Solving is Everybody's Problem," Science Teacher. (4) : 16-18 ; April, 1974.
- Young, Richard C. " The Nuturance of Independence and Learning Development , Final Reoort," Research in Educational. 5(2) : 53 ; February, 1970..

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการแนะนำ ตรวจสอบและแก้ไขเครื่องมือเพื่อทำปริญญานิพนธ์

1. พศ. สมจิต สวชนไพบลย์
ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
2. อาจารย์นันทิยา บุญเคลือบ
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. อาจารย์ศรีลักษณ์ มาโกมล
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. อาจารย์สขวิญญ์ พริงลำภู
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
5. อาจารย์โชคดี ศักดิ์สวัสดิ์
หน่วยศึกษานิเทศก์ เขตการศึกษา 1
6. อาจารย์อรุณี ลีถนนช
โรงเรียนนางบัววิทยาคม จังหวัดสมุทรปราการ
7. อาจารย์อำนาจ นิลกลัด
โรงเรียนนางแก้วประชาสรรค์ จังหวัดสมุทรปราการ
8. อาจารย์ไพบลย์ ทักษิณะมณี
โรงเรียนนางแก้วประชาสรรค์ จังหวัดสมุทรปราการ
9. อาจารย์สมาลีรัตน์ การดี
โรงเรียนนางแก้วประชาสรรค์ จังหวัดสมุทรปราการ
10. อาจารย์รชนี บุญเรือง
วิทยาลัยนาฏศิลป์ กรุงเทพฯ



ที่ ทม 1007/ 0840

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

14 กุมภาพันธ์ 2535

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบางแก้วประชาสรรค์

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นางสาวลัดดา สายพานทอง เป็นนิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอน โดยใช้แบบฝึกหัดโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู

ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมดูแลของ

ดร. พุติมา วัฒนะศิริ

ประธาน

ผศ.ดร. วิรัช วรรณรัตน์

กรรมการ

สิ่งที่นิสิตใคร่ขอความอนุเคราะห์ คือ ขออนุญาตทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 80 คน ในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ - มีนาคม 2535 เพื่อเป็นข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดให้แก่นิสิตผู้นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.สมพร บัวทอง)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 2584119



ที่ ทม 1007/1556

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

10 เมษายน 2535

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นางสาวลัดดา สายพานทอง เป็นนิสิตระดับปริญญาโท
วิชาเอกการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอน โดยใช้แบบฝึกทำโครงการงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู

ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมดูแลของ

ดร. ชุติมา วัฒนาศรี

ประธาน

ผศ.ดร. วิรัช วรรณรัตน์

กรรมการ

สิ่งที่นิตินิโครขอความอนุเคราะห์ คือ ขอเชิญ อาจารย์นันทิยา บุญเคลือบ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ
เครื่องมือการวิจัย

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความ
ช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดให้แก่นิสิตผู้นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.สมพร บัวทอง)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 2584119

ภาคผนวก ข

แผนการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์

แผนการสอนตามคู่มือครู

แผนการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์

ประเภทการสำรวจ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง รอบๆตัวเรา

คาบที่ 1 - 2

ความคิดรวบยอด

1. สิ่งที่อยู่รอบตัวเราทั้งที่เป็นสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต เรียกว่า สิ่งแวดล้อม
2. สิ่งแวดล้อมต่างกันอาจมีสิ่งมีชีวิตต่างกันหรือชนิดเดียวกันอาศัยอยู่ในบริเวณต่างๆกัน
3. สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในบริเวณเดียวกันหรือแหล่งที่อยู่เดียวกัน เรียกว่า

กลุ่มสิ่งมีชีวิต

4. ระบบสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งที่อยู่เดียวกัน มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และมีความสัมพันธ์กับแหล่งที่อยู่ด้วย เรียกว่า ระบบนิเวศ

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนจะสามารถ

1. อธิบายความหมายและยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิต แหล่งที่อยู่และระบบนิเวศได้
2. อธิบายความแตกต่างระหว่างระบบนิเวศได้
3. สังเกต จดบันทึก จัดกระทำข้อมูล ตลอดจนแปลความหมายข้อมูลได้

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. นักเรียนสามารถให้คำจำกัดความของ กลุ่มสิ่งมีชีวิต แหล่งที่อยู่ ระบบนิเวศ และความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศได้
2. เมื่อกำหนดสถานการณ์เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมให้นักเรียนศึกษา นักเรียนสามารถระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน และทำโครงการวิทยาศาสตร์ ประเภทการสำรวจได้
3. นักเรียนสามารถนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้

เนื้อหา

1. สิ่งที่อยู่รอบตัวเรามีทั้งสิ่งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต
2. การสำรวจสิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน
3. ความหมายของกลุ่มสิ่งมีชีวิต แหล่งที่อยู่ ระบบนิเวศ ประเภทของระบบนิเวศ

กิจกรรมการเรียนการสอน

อภิปรายก่อนทำกิจกรรม

1. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อระบปัญหาและตั้งสมมติฐานจากสถานการณ์ เรื่อง สิ่งแวดล้อม ในแบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทการสำรวจ

ปฏิบัติกิจกรรม

2. นักเรียนสำรวจบริเวณโรงเรียนและรวบรวมข้อมูล และปฏิบัติตามกิจกรรมตามแบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทการสำรวจ

อภิปรายหลังทำกิจกรรม

3. นักเรียนรายงานผลที่ได้จากการสำรวจและรวบรวมข้อมูลโดยเขียนเป็นโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทการสำรวจ

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลของการทำกิจกรรม เพื่อสรุปเป็นความรู้ ถึง ความหมายของสิ่งแวดล้อม กลมสิ่งมีชีวิต แหล่งที่อยู่ และระบบนิเวศ

สื่อการเรียนการสอน

แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทการสำรวจ เรื่อง สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน

การประเมินผล

1. สังเกตการร่วมกันอภิปรายระหว่างนักเรียน-นักเรียน และ ครู-นักเรียน
2. สังเกตการปฏิบัติตามกิจกรรมตามแบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์
3. ตรวจสอบผลงานการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทการสำรวจของนักเรียน

แผนการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์

ประเภทการสำรวจ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง บทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

คาบที่ 3 - 4

ความคิดรวบยอด

1. ห่วงโซ่อาหาร เป็นความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่กินต่อกันเป็นทอดๆ
2. สายใยอาหาร เป็นความสัมพันธ์ของห่วงโซ่อาหารหลายๆห่วงโซ่
3. การกินต่อกันเป็นทอดๆในห่วงโซ่อาหาร เป็นการถ่ายทอดพลังงานของสิ่งมีชีวิต
4. พืชสีเขียวสามารถสร้างอาหารเองโดยการสังเคราะห์แสงเรียกว่า ผู้ผลิต
5. สัตว์ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ ต้องกินพืชหรือสัตว์อื่นเป็นอาหาร เรียกว่าผู้บริโภค
6. สิ่งมีชีวิตที่ทำหน้าที่ย่อยซากสิ่งมีชีวิต เรียกว่า ผู้ย่อยอินทรีย์สาร
7. จลินทรีย์ เป็นผู้ย่อยอินทรีย์สารที่สำคัญ

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. อธิบายความหมายของคำต่อไปนี้ได้ ห่วงโซ่อาหาร สายใยอาหาร ผู้ผลิต ผู้บริโภค ผู้ย่อยอินทรีย์สาร พืชและเหี่ยว
2. ชี้บ่งพืชและเหี่ยวในห่วงโซ่อาหารได้
3. เขียนแผนผังแสดงห่วงโซ่อาหารและสายใยอาหารในระบบนิเวศได้
4. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างผู้ผลิต ผู้บริโภค ผู้ย่อยอินทรีย์สารในระบบนิเวศได้

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. เมื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตแล้ว นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของผู้ผลิต ผู้บริโภค ผู้ย่อยอินทรีย์สาร พืช เหี่ยว ห่วงโซ่อาหารและสายใยอาหารได้ถูกต้อง
2. เมื่ออธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศแล้ว นักเรียนสามารถเขียนแผนผังแสดงห่วงโซ่อาหารและสายใยอาหารได้อย่างถูกต้อง
3. เมื่อให้ตัวอย่างสัตว์แล้ว นักเรียนสามารถจำแนกประเภทของสัตว์ตามชนิดของอาหารที่กินได้
5. นักเรียนสามารถนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้

เนื้อหา

บทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตทั้งหลายที่อยู่ในระบบนิเวศในแง่ของห่วงโซ่อาหารซึ่งประกอบด้วยผู้ผลิต และผู้บริโภค ซึ่งมีผู้ล่าและเหยื่อและผู้ย่อยอินทรีย์สาร รวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างห่วงโซ่อาหารหลายๆห่วงโซ่ คือ สายใยอาหาร

กิจกรรมการเรียนรู้

อภิปรายก่อนทำกิจกรรม

1. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อระบุปัญหาและตั้งสมมติฐานจากสถานการณ์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ จากแบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทการสำรวจ

ปฏิบัติกิจกรรม

2. นักเรียนสำรวจอาหารของสัตว์จากชุดตัวอย่างสัตว์ แล้วบันทึกข้อมูลตามกิจกรรม ในแบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทการสำรวจ

อภิปรายหลังทำกิจกรรม

3. นักเรียนรายงานผลที่ได้จากการสำรวจอาหารสัตว์ โดยเขียนเป็นโครงงาน วิทยาศาสตร์ ประเภทการสำรวจ

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลของการทำกิจกรรม เพื่อสรุปเป็นความรู้ ถึงบทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศในเรื่องของห่วงโซ่อาหารและสายใยอาหาร

สื่อการเรียนรู้

1. แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทการสำรวจ เรื่อง การสำรวจอาหารสัตว์ ในระบบนิเวศ

2. บัตรตัวอย่างสัตว์จำนวน 14 บัตร/ชุด ได้แก่ แพะ ม้า หมา หมู สิงโต คน หนู กบ แกะ วัว กระต่าย ลิง ช้าง แมว

การประเมินผล

1. สังเกตการร่วมกันอภิปรายถาม - ตอบของนักเรียน
2. สังเกตการปฏิบัติกิจกรรมตามแบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์
3. ตรวจสอบผลงานการทำแบบฝึกของนักเรียน

แผนการสอนโดยใจแบบฝึกทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

ประเภทการทดลอง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต

คาบที่ 4 - 5

ความคิดรวบยอด

1. น้ำเป็นสิ่งจำเป็นต่อการงอกของเมล็ดพืช
2. แสง น้ำ และปริมาณพื้นที่ มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตของ

พืช

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. ทดลองและสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตในระบบนิเวศ
2. สรุปความสำคัญของสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศได้
3. ควบคุมตัวแปร บันทึกข้อมูล จัดกระทำกับข้อมูล ตีความหมายและสรุปข้อมูลได้

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. เมื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต นักเรียนสามารถทดลองและสรุปถึงความสัมพันธ์ของสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชได้
2. เมื่อกำหนดสถานการณ์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตในระบบนิเวศ นักเรียนสามารถกำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน กำหนดและควบคุมตัวแปร ตลอดจนทำการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน แปลความหมายข้อมูลและสรุปผลได้
3. นักเรียนสามารถระบุปัญหาที่สนใจศึกษาโดยเขียนเป็นเค้าโครงโครงการงานวิทยาศาสตร์

ประเภทการทดลองได้

เนื้อหา

แสง น้ำ อากาศ อดภูมิ ดิน แร่ธาตุในดิน และพื้นที่ เป็นสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

กิจกรรมการเรียนการสอน

อภิปรายก่อนทำกิจกรรม

1. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน กำหนดและควบคุมตัวแปร เลือก

วัตถุประสงค์และ ออกแบบการทดลอง จากสถานการณ์ในแบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งแวดล้อมมีผลต่อพืชอย่างไร โดยให้นักเรียนเขียนเป็นเค้าโครงให้ครูตรวจพิจารณา

ปฏิบัติกิจกรรม

2. นักเรียนดำเนินการทดลองตามที่ได้วางแผนและออกแบบการทดลองตามเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์

อภิปรายหลังทำกิจกรรม

3. นักเรียนรายงานผลที่ได้จากการทดลอง โดยเขียนเป็นโครงการวิทยาศาสตร์ ประเภทการทดลอง

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปผลการทำกิจกรรมเพื่อสรุปเป็นความรู้ว่า แสง น้ำ อากาศ อุณหภูมิ ดิน แร่ธาตุในดินและพื้นที่ เป็นสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ ประเภทการทดลอง เรื่อง สิ่งแวดล้อมมีผลต่อพืชอย่างไร

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำการทดลองในแบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์

การประเมินผล

1. สังเกตการร่วมกันอภิปรายตาม - ตอบของนักเรียน
2. สังเกตการปฏิบัติกิจกรรมตามแบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์
3. ตรวจสอบผลงานการทำแบบฝึกของนักเรียน

แผนการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์

ประเภทการทดลอง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง ก๊าซที่ได้จากการหายใจของคนและพืช

คาบที่ 6

ความคิดรวบยอด

1. ในบรรยากาศมีการหมุนเวียนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเกิดจากการหายใจออกของพืชและสัตว์ รวมทั้งการเน่าเปื่อยพังของพืชและสัตว์และการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง
2. พืชนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้ในการสังเคราะห์แสงแล้วให้ก๊าซออกซิเจนแก่คน สัตว์ พืช เพื่อนำไปใช้ในการหายใจ
3. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีประโยชน์และอาจให้โทษต่อสิ่งแวดล้อม

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

ทดลองและสรุปความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในระบบนิเวศได้

จุดประสงค์ของกิจกรรม เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. ทดสอบก๊าซที่ออกมาจากลมหายใจได้โดยใช้สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์
2. บอกชื่อก๊าซบางชนิดที่เป็นส่วนประกอบของลมหายใจออกของคนได้
3. เขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ ประเภททดลองได้

เนื้อหา

ในบรรยากาศมีการหมุนเวียนก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยที่พืชใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และให้ก๊าซออกซิเจนออกมาในกระบวนการสังเคราะห์แสง แต่อย่างไรก็ตามในกระบวนการหายใจ ทั้งพืชและสัตว์จะหายใจเอาก๊าซออกซิเจนเข้าไปแล้วปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

อภิปรายก่อนทำกิจกรรม

1. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน กำหนดและควบคุมตัวแปร เลือกวัสดุอุปกรณ์และออกแบบการทดลอง จากการสาธิตของครูตามแบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์

เรื่องการทดสอบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยให้นักเรียนเขียนเป็นเค้าโครงโครงการงานวิทยาศาสตร์

ปฏิบัติกิจกรรม

2. นักเรียนดำเนินการทดลองตามที่วางแผนและออกแบบการทดลองตามเค้าโครงของโครงการงานวิทยาศาสตร์

อภิปรายหลังทำกิจกรรม

3. นักเรียนรายงานผลที่ได้จากการทดลอง โดยเขียนเป็นโครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปผลการทำกิจกรรมเพื่อสรุปเป็นความรู้ว่าลมหายใจออกของคนมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศส่วนหนึ่งมาจากลมหายใจออกของคน

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. แบบฝึกทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง เรื่อง ก๊าซที่ได้จากการหายใจของคน

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตการทดสอบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

3. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลองในแบบฝึกทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

การประเมินผล

1. สังเกตการร่วมกันอภิปรายตาม - ตอบของนักเรียน

2. สังเกตการปฏิบัติกิจกรรมตามแบบฝึกทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

3. ตรวจสอบผลงานการทำแบบฝึกของนักเรียน

แผนการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์

ประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย

ซึ่งมีระดับศึกษาปีที่ 1

ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต

คาบที่ 7 - 8

ความคิดรวบยอด

1. กลุ่มสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่เดียวกัน อาจมีความสัมพันธ์กันในลักษณะที่ต่างฝ่ายต่างได้ประโยชน์ซึ่งกันและกัน หรือฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์อีกฝ่ายหนึ่งไม่ได้ประโยชน์แต่ก็ไม่เสียประโยชน์ หรือฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์แต่อีกฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์
2. การที่สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือมีการเปลี่ยนแปลงอย่างค่อยเป็นค่อยไป เรียกว่าระบบนิเวศอยู่ในภาวะสมดุล
3. ภาวะสมดุลอาจถูกทำลายได้โดยภัยธรรมชาติ โรคระบาด และมนุษย์
4. การกระทำของมนุษย์สามารถทำให้สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป อาจทำให้ระบบนิเวศเสียสมดุล ก่อให้เกิดผลเสียต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนจะสามารถ

1. อธิบายและยกตัวอย่างความสัมพันธ์ของกลุ่มสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่เดียวกัน แบบต่างฝ่ายต่างได้ประโยชน์ซึ่งกันและกัน หรือฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์อีกฝ่ายหนึ่งไม่ได้ไม่เสียประโยชน์ หรือฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์อีกฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์
2. อธิบายความหมายของภาวะสมดุลในระบบนิเวศได้
3. อธิบายสาเหตุที่ทำให้เกิดภาวะเสียสมดุลได้

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. เมื่ออธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศแล้ว นักเรียนสามารถยกตัวอย่างการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตแบบต่างๆได้ถูกต้อง
2. เมื่อได้ศึกษาเรื่องการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศแล้ว นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของคำว่า สมดุลของระบบนิเวศ และบอกสาเหตุของการเสียสมดุลของระบบนิเวศได้
3. เมื่อกำหนดสถานการณ์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต นักเรียนสามารถเขียนโครงการวิทยาศาสตร์ ประเภททฤษฎีหรืออธิบายได้

เนื้อหา

ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตแบ่งออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

1. ต่างฝ่ายต่างได้ประโยชน์ร่วมกัน
2. ฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์แต่อีกฝ่ายหนึ่งไม่ได้ไม่เสียประโยชน์
3. ฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์แต่อีกฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์

สิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตที่อยู่ในระบบนิเวศมีความสัมพันธ์กัน ทั้งในด้านการเป็นอาหาร การใช้เป็นที่อยู่อาศัย การแลกเปลี่ยนก๊าซ ถ้าความสัมพันธ์ดำเนินไปโดยไม่มีสิ่งใดมาทำให้กระทบกระเทือนหรือมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ระบบนิเวศก็จะอยู่ในภาวะสมดุล

การเกิดอุทกภัย วาตภัย แผ่นดินไหว ความแห้งแล้ง เกิดโรคระบาด การกระทำของมนุษย์เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดภาวะเสียสมดุลในธรรมชาติ

กิจกรรมการเรียนรู้

อภิปรายก่อนทำกิจกรรม

1. นักเรียนร่วมกันอภิปรายระบอบปัญหาและตั้งสมมติฐาน จากสถานการณ์ที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในแบบฝึกทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย

ปฏิบัติกิจกรรม

2. นักเรียนค้นคว้าเอกสารต่างๆ เพื่ออธิบายข้อสรุปของปัญหาและตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้จากสถานการณ์

อภิปรายหลังทำกิจกรรม

3. นักเรียนรายงานผลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า โดยเขียนเป็นโครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปการทำกิจกรรมเพื่อสรุปเป็นความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

สื่อการเรียนรู้

แบบฝึกทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภททฤษฎีหรืออธิบาย เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต

การประเมินผล

1. สังเกตการร่วมกันอภิปรายถาม - ตอบของนักเรียน
2. สังเกตการปฏิบัติกิจกรรมตามแบบฝึกทำ โครงการงานวิทยาศาสตร์
3. ตรวจสอบผลงานการทำแบบฝึกของนักเรียน

แผนการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์

ประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต

คาบที่ 9

ความคิดรวบยอด

1. สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์มีการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมเพื่อการอยู่รอดและการดำรงพันธุ์ในลักษณะต่างๆกัน

2. การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของสิ่งแวดล้อมเกินกว่าที่สิ่งมีชีวิตจะปรับตัวได้อาจเป็นสาเหตุให้สิ่งมีชีวิตล้มตายเป็นจำนวนมากหรือสูญพันธุ์ได้

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. อธิบายความหมายและลักษณะของการปรับตัวแบบชั่วคราวและแบบถาวรของพืชและสัตว์ได้

2. บอกสาเหตุที่ทำให้สิ่งมีชีวิตต้องมีการปรับตัวได้

3. อธิบายสาเหตุที่ทำให้สัตว์ป่าบางชนิดสูญพันธุ์หรือลดจำนวนลงมากได้

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. หลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาเรื่องการปรับตัวของพืชให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมแล้ว นักเรียนสามารถยกตัวอย่างและอธิบายถึงสาเหตุของการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตทั้งแบบถาวรและแบบชั่วคราวได้อย่างถูกต้อง

2. เมื่อกำหนดสถานการณ์เกี่ยวกับการปรับตัวของพืช นักเรียนสามารถระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน และเขียนเป็นโครงการวิทยาศาสตร์อธิบายการปรับตัวของพืชได้

เนื้อหา

สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศหนึ่งๆ สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้ เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอย่างเป็นปกติสุข การปรับตัวของสิ่งมีชีวิตมี 2 ประเภท คือ

การปรับตัวแบบชั่วคราวและการปรับตัวแบบถาวร

สาเหตุที่ทำให้สัตว์ป่าบางชนิดสูญพันธุ์หรือลดจำนวนลงมากได้แก่ ภัยธรรมชาติ ขนาดรูปร่าง ลักษณะของสัตว์ สภาพที่อยู่อาศัย การใช้เวลาในการตั้งท้องนาน รวมทั้งการกระทำของมนุษย์

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

อภิปรายก่อนทำกิจกรรม

1. นักเรียนร่วมกันอภิปรายระบุนิยามและตั้งสมมติฐานจากสถานการณ์ที่แสดงถึงการปรับตัวของพืช ในแบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย

ปฏิบัติกิจกรรม

2. นักเรียนศึกษาค้นคว้าเอกสารและตำราต่างๆ เพื่ออธิบายข้อสรุปของปัญหาและตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้จากสถานการณ์

อภิปรายหลังทำกิจกรรม

3. นักเรียนรายงานผลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า โดยเขียนเป็นโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลของการทำกิจกรรม เพื่อสรุปเป็นความรู้เกี่ยวกับการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต

สื่อการเรียนรู้การสอน

แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภททฤษฎีหรืออธิบาย เรื่อง การปรับตัวของพืช

การประเมินผล

1. สังเกตการร่วมกันอภิปรายตาม - ตอบของนักเรียน
2. สังเกตการปฏิบัติกิจกรรมตามแบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์
3. ตรวจสอบผลงานการทำแบบฝึกของนักเรียน

แผนการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์

ประเภทการประดิษฐ์หรือการพัฒนา

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง การพัฒนาและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

คาบที่ 10 - 11

ความคิดรวบยอด

1. การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์คุ้มค่าและประหยัดมากที่สุดรวมทั้งการใช้ทรัพยากรอย่างฉลาด
2. การนำทรัพยากรธรรมชาติสิ่งแวดล้อมมาใช้ประโยชน์ต้องทำให้คุ้มค่าและต้องมีการพัฒนาสิ่งแวดล้อมควบคู่กันไปเพื่อให้สิ่งแวดล้อมคงสภาพที่ดี

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. อธิบายความหมายของการพัฒนาและการอนุรักษ์ได้
2. อธิบายความจำเป็นที่ต้องพัฒนาและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมให้คงอยู่และมีสภาพที่ดีขึ้นได้
3. บอกปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่พบในชุมชนที่นักเรียนอยู่ อธิบายถึงสาเหตุของปัญหา และเสนอแนวทางในการพัฒนาและอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นได้

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. เมื่อได้ศึกษาการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมแล้ว นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของการพัฒนาและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมได้ สามารถบอกถึงปัญหาของสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในชุมชนที่อาศัยอยู่ พร้อมทั้งบอกสาเหตุและเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาได้
2. เมื่อกำหนดสถานการณ์เกี่ยวกับปัญหาของสิ่งแวดล้อมให้นักเรียนศึกษา นักเรียนสามารถระบุปัญหา บอกสาเหตุ และวิธีแก้ปัญหาโดยการทำเป็นโครงการวิทยาศาสตร์ ประเภทการประดิษฐ์หรือการพัฒนาได้

เนื้อหา

ในการนำทรัพยากรธรรมชาติสิ่งแวดล้อมมาใช้ให้คุ้มค่า ต้องมีการพัฒนาและอนุรักษ์ควบคู่กันไปเพื่อให้สิ่งแวดล้อมคงสภาพดีอยู่เสมอ

การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ หมายถึงการรู้จักใช้ทรัพยากรที่ได้จากธรรมชาติอย่างประหยัดและใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อมวลชนมากที่สุด ให้เกิดการสูญเปล่าน้อยที่สุด

การพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติ หมายถึง การสร้างหรือทำให้ทรัพยากรมีมากขึ้น

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

อภิปรายก่อนทำกิจกรรม

1. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อระบุปัญหา และตั้งสมมติฐานจากสถานการณ์ พร้อมทั้ง ออกแบบสร้างหรือประดิษฐ์อุปกรณ์ เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในแบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ ประเภทการประดิษฐ์หรือการพัฒนา

ปฏิบัติกิจกรรม

2. นักเรียนสร้างหรือประดิษฐ์อุปกรณ์ เครื่องใช้ตามที่วางแผนไว้ในแบบฝึกทำโครงการ วิทยาศาสตร์ ประเภทการประดิษฐ์หรือการพัฒนา

อภิปรายหลังทำกิจกรรม

3. นักเรียนเสนอสิ่งประดิษฐ์พร้อมทั้งเขียนเป็นรายงานแสดงขั้นตอนการทำอุปกรณ์หรือ เครื่องใช้เป็นโครงการวิทยาศาสตร์ ประเภทการประดิษฐ์หรือการพัฒนา

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลของการทำกิจกรรมเพื่อสรุปเป็นความรู้ถึงการ อนุรักษ์และพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ ประเภทการประดิษฐ์หรือการพัฒนา
2. เศษวัสดุอุปกรณ์ที่ใช่แล้ว ได้แก่ กระป๋องน้ำอัดลม ขวดน้ำพลาสติก ถ้วยกระดาษ
3. อุปกรณ์เครื่องใช้ ได้แก่ กรรไกร กาวหรือแป้งเปียก มีดหรือคัตเตอร์ เป็นต้น

การประเมินผล

1. สังเกตการร่วมอภิปรายถาม -ตอบของนักเรียน
2. สังเกตการปฏิบัติกิจกรรมตามแบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์
3. ตรวจสอบผลงานการทำสิ่งประดิษฐ์และแบบรายงานการทำโครงการวิทยาศาสตร์

แผนการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์

ประเภทการประดิษฐ์หรือการพัฒนา

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง ป่าไม้กับความสมดุลในระบบนิเวศ

คาบที่ 12

ความคิดรวบยอด

1. ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำให้ประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

2. ประชากรเพิ่มมีผลทำให้ระบบนิเวศเปลี่ยนแปลง ขาดที่อยู่ ขาดอาหาร เกิดมลพิษ

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. บอกปัญหาที่เกิดจากการเพิ่มประชากรอย่างรวดเร็วได้
2. บอกประโยชน์ของป่าไม้ที่มีต่อความสมดุลของระบบนิเวศได้

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. บอกสาเหตุที่ทำให้ประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วได้
2. บอกปัญหาที่เกิดจากการเพิ่มประชากรอย่างรวดเร็วได้
3. บอกประโยชน์ของป่าไม้ที่มีต่อความสมดุลของระบบนิเวศ
4. เมื่อกำหนดสถานการณ์เกี่ยวกับปัญหาของสิ่งแวดล้อมให้นักเรียนศึกษา นักเรียนสามารถระบุปัญหา บอกสาเหตุ และวิธีแก้ปัญหาโดยการทำเป็นโครงการวิทยาศาสตร์ ประเภทการประดิษฐ์หรือการพัฒนาได้

เนื้อหา

ป่าไม้เป็นแหล่งให้ความชุ่มชื้น เป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร ป้องกันการพังทลายของหน้าดิน ลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ ช่วยลดความรุนแรงของลมพายุ ชลอการเกิดน้ำท่วมอย่างฉับพลัน เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าและให้ผลผลิตซึ่งทำรายได้ให้กับประเทศ

สาเหตุของการทำลายสิ่งแวดล้อม สืบเนื่องมาจากการเพิ่มประชากร และมนุษย์ใช้ทรัพยากรธรรมชาติโดยไม่คำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น

กิจกรรมการเรียนการสอน

อภิปรายก่อนทำกิจกรรม

1. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อระบุปัญหาและตั้งสมมติฐานจากสถานการณ์ พร้อมทั้งออกแบบจำลองทางความคิดเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในแบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์

ปฏิบัติกิจกรรม

2. นักเรียนร่วมกันสร้างแบบจำลองทางความคิดเพื่อแก้ปัญหาตามที่วางแผนในแบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการประดิษฐ์หรือพัฒนา

อภิปรายหลังทำกิจกรรม

3. นักเรียนเสนอแบบจำลองทางความคิดที่แสดงการแก้ปัญหาสภาพแวดล้อมของเมืองที่เขียนเป็นรายงานแสดงขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการประดิษฐ์หรือพัฒนา

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลของการทำกิจกรรมเพื่อสรุปเป็นความรู้ถึงสาเหตุและผลของการเพิ่มจำนวนประชากรที่มีต่อสมดุลในระบบนิเวศ

สื่อการเรียนการสอน

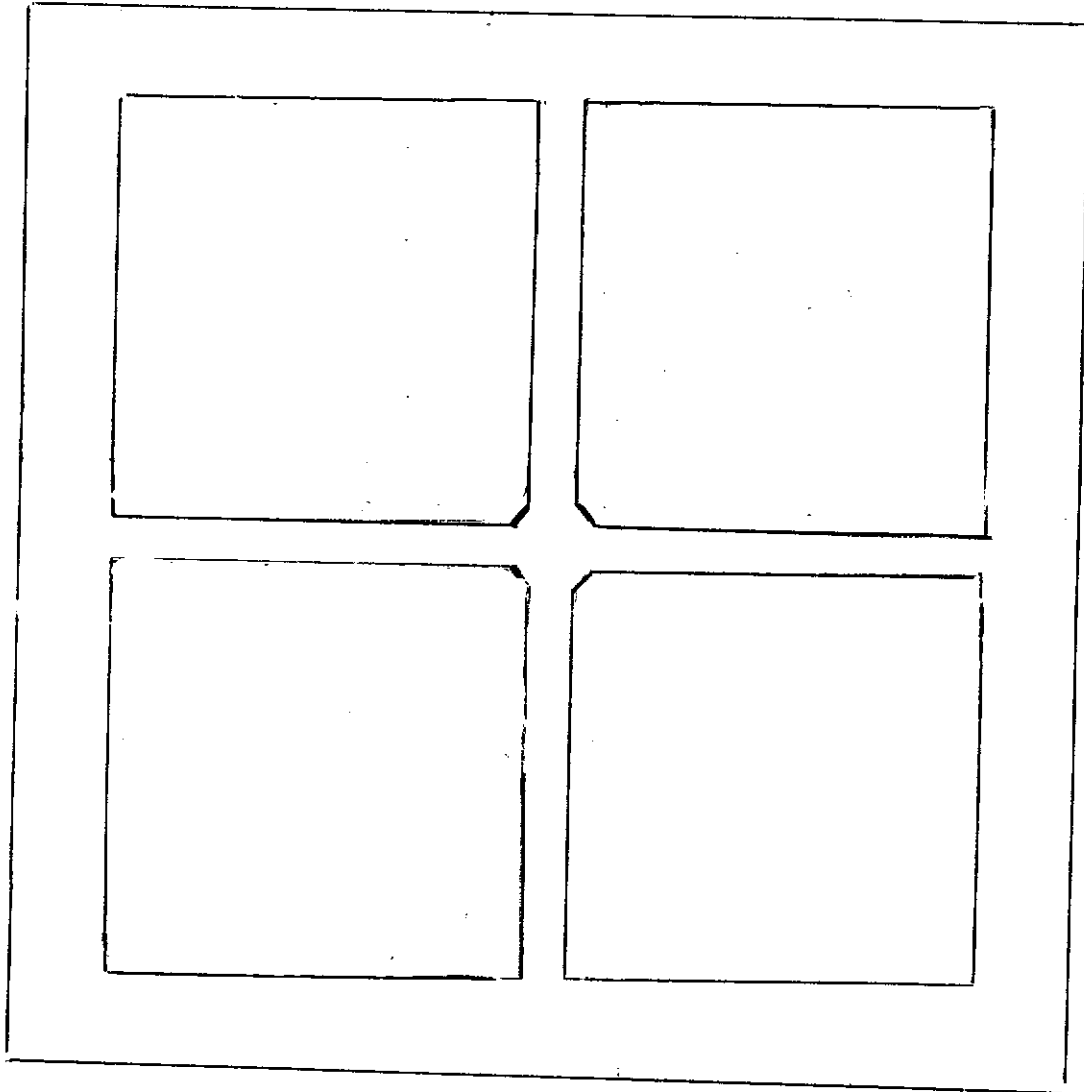
1. แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการประดิษฐ์หรือพัฒนา
2. ชุดประกอบการสร้างแบบจำลองทางความคิด 1 ชุด/กลุ่ม ประกอบด้วย แบบจำลองผังเมือง กระดาษลูกฟูก กระดาษย่นสีเขียว เข็มหมุด ไม้ขีดไฟ ไม้จิ้มฟัน ดินน้ำมัน สำลี กาว กรรไกร มีดโกน

การประเมินผล

1. สังเกตการรวมอภิปรายถาม-ตอบของนักเรียน
2. สังเกตการปฏิบัติกิจกรรมตามแบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์
3. ตรวจสอบผลงานการสร้างแบบจำลองทางความคิดและแบบรายงานการทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการประดิษฐ์หรือพัฒนา

หมายเหตุ แบบจำลองทางความคิด หมายถึง แผนภูมิหรือหุ่นจำลองที่สร้างขึ้นตามจินตนาการเพื่อแก้ปัญหา จากสถานการณ์ในแผนการสอนนี้ต้องการให้นักเรียนร่วมกันระดมความคิดเพื่อสร้างเมืองจำลองเพื่อแก้ปัญหาส่งแวดล้อม

โครงสร้างแบบจำลองแผนผังเมืองใหญ่ (ซึ่งทำด้วยกระดาษลูกฟูก)



แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครู

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คาบที่ 1 - 2

เรื่อง รอบๆตัวเรา

ความคิดรวบยอด

1. สิ่งที่อยู่รอบตัวเราทั้งที่เป็นสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต เรียกว่า สิ่งแวดล้อม
2. สิ่งแวดล้อมต่างกันอาจมีสิ่งมีชีวิตต่างกันหรือชนิดเดียวกันอาศัยอยู่ในบริเวณต่างๆกัน
3. สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในบริเวณเดียวกันหรือแหล่งที่อยู่เดียวกัน เรียกว่า กลุ่มสิ่งมีชีวิต
4. ระบบกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งที่อยู่เดียวกัน มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และมีความสัมพันธ์กับแหล่งที่อยู่อาศัยด้วย เรียกว่า ระบบนิเวศ

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. อธิบายความหมายและยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิต แหล่งที่อยู่และระบบนิเวศ ได้
2. อธิบายความแตกต่างระหว่างระบบนิเวศได้
3. สังเกต จัดบันทึก จัดกระทำข้อมูล ตลอดจนแปลความหมายข้อมูลได้

จุดประสงค์ของกิจกรรม เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. บอกลักษณะสิ่งแวดล้อมในบริเวณต่างๆกันได้
2. บอกความหมายของกลุ่มสิ่งมีชีวิตและแหล่งที่อยู่ได้
3. บอกความหมายของระบบนิเวศและความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศได้
4. เขียนแผนผังแสดงบริเวณที่สำรวจพร้อมทั้งแสดงตำแหน่งสิ่งต่างๆในการสำรวจได้

เนื้อหา

1. สิ่งที่อยู่รอบตัวเรามีทั้งสิ่งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต
2. การสำรวจสิ่งแวดล้อมในโรงเรียน
3. ความหมายของกลุ่มสิ่งมีชีวิต แหล่งที่อยู่ ระบบนิเวศ
4. ประเภทของระบบนิเวศ

กิจกรรมการเรียนการสอน

อภิปรายก่อนทำกิจกรรม

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความหมายของสภาพแวดล้อม พร้อมทั้งยกตัวอย่าง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสมมติฐานของกิจกรรม และวิธีปฏิบัติกิจกรรม 6.1 การสำรวจสิ่งแวดล้อม
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึง ข้อควรระวังและข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการทำกิจกรรม เช่น ระวังสัตว์มีพิษ เช่น งู ตะขาบ หรือผึ้ง และถ้าบริเวณที่สำรวจเป็นสระน้ำให้ระมัดระวังอาจตกลงไป

ปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 6.1 การสำรวจสิ่งแวดล้อม ตามวิธีการในแบบเรียน

อภิปรายหลังทำกิจกรรม

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม เพื่อนำไปสู่การสรุปว่า
 - กลุ่มสิ่งมีชีวิตหมายถึง สิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆที่อาศัยอยู่ร่วมกันตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป
 - แหล่งที่อยู่หมายถึง ลักษณะบริเวณที่กลุ่มสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่
 ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันถึงความสัมพันธ์ในระบบนิเวศ
2. นักเรียนทำคำถามท้ายบทเรียน ส่งครูตรวจ

สื่อการเรียนการสอน

1. รูปภาพ แสดงแหล่งที่อยู่ของสิ่งมีชีวิต
2. อุปกรณ์ในการทำกิจกรรมที่ 6.1 ตามคู่มือครู

การประเมินผล

1. สังเกตการร่วมอภิปรายถาม - ตอบของนักเรียน
2. สังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนตามที่ได้รับมอบหมาย
3. ตรวจสอบผลงานการทำกิจกรรมของนักเรียน

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ความคมชัด

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คาบที่ 3

เรื่อง บทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

ความคิดรวบยอด

1. ห่วงโซ่อาหาร เป็นความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่กินต่อกันเป็นทอดๆ
2. สายใยอาหาร เป็นความสัมพันธ์ของห่วงโซ่อาหารหลายๆห่วงโซ่
3. การกินต่อกันเป็นทอดๆในห่วงโซ่อาหาร เป็นการถ่ายทอดพลังงานของสิ่งมีชีวิต
4. พืชสีเขียวสามารถสร้างอาหารเองได้โดยการสังเคราะห์แสง เรียกว่า **ผู้ผลิต**
5. สัตว์ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ ต้องกินพืชหรือสัตว์อื่นเป็นอาหาร เรียกว่า **ผู้บริโภค**
6. สิ่งมีชีวิตที่ทำหน้าที่ย่อยซากสิ่งมีชีวิต เรียกว่า **ผู้ย่อยอินทรีย์สาร**
7. **จุลินทรีย์** เป็นผู้ย่อยอินทรีย์สารที่สำคัญ

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. อธิบายความหมายของคำต่อไปนี้ได้ ห่วงโซ่อาหาร สายใยอาหาร **ผู้ผลิต** **ผู้บริโภค** **ผู้ย่อยอินทรีย์สาร** **ปลา** และ **เหี่ยว**
2. ชี้บ่งปลาและเหี่ยวในห่วงโซ่อาหารได้
3. เขียนแผนผังแสดงห่วงโซ่อาหารและสายใยอาหารในระบบนิเวศได้
4. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างผู้ผลิต ผู้บริโภค ผู้ย่อยอินทรีย์สารในระบบนิเวศได้

จุดประสงค์ของกิจกรรม เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนจะสามารถ

1. บอกอาหารของสัตว์ที่กำหนดได้ว่า เป็นอาหารประเภทพืชหรือสัตว์
2. จำแนกประเภทของสัตว์โดยใช้อาหารเป็นเกณฑ์ได้
3. บอกความหมายของผู้ผลิต ผู้บริโภค ผู้ย่อยอินทรีย์สาร ห่วงโซ่อาหารและสายใยอาหารได้
4. เขียนแผนผังแสดง ห่วงโซ่อาหาร และสายใยอาหารในระบบนิเวศได้

เนื้อหา

บทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย ที่อยู่ใน

ระบบนิเวศในแง่ของห่วงโซ่อาหาร ซึ่งประกอบด้วย ผู้ผลิต และผู้บริโภค ซึ่งมีผู้ล่าและเหยื่อและ
ผู้ย่อยอินทรีย์สาร รวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างห่วงโซ่อาหารหลายๆห่วงโซ่ คือ สายใยอาหาร

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

อภิปรายก่อนทำกิจกรรม

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงอาหารของสัตว์ โดยให้นักเรียนพิจารณาว่า
อาหารแต่ละชนิดมาจากพืชหรือสัตว์

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสมมติฐานของกิจกรรม และวิธีปฏิบัติกิจกรรม

6.2 สํารวจอาหารสัตว์

3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงข้อผิดพลาดที่อาจเกิดจากการทำกิจกรรม เช่น
สัตว์บางชนิดเป็นสัตว์เลี้ยงจึงกินอาหารที่คนเลี้ยงให้ ให้นักเรียนคิดถึงอาหารที่สัตว์นั้นกินตาม
ธรรมชาติ และบันทึกเป็นหมายเหตุไว้ด้วย

ปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 6.2 สํารวจอาหารสัตว์ ตามวิธีการในแบบเรียน

อภิปรายหลังทำกิจกรรม

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม เพื่อนำไปสู่การสรุป ว่า
- สัตว์แต่ละชนิดจะกินอาหารต่างๆกัน บางชนิดกินพืช บางชนิดกินสัตว์ บางชนิด
กินทั้งพืชและสัตว์

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆใน

ลักษณะการกินกันเป็นทอดๆ

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. รูปภาพแสดงการกินต่อกันเป็นทอด ๆของ ห่วงโซ่อาหาร และสายใยอาหาร
2. อุปกรณ์ของกิจกรรม 6.2 สํารวจอาหารสัตว์

การประเมินผล

1. สังเกตการร่วมอภิปรายถาม - ตอบของนักเรียน
2. สังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนตามที่ได้รับมอบหมาย

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครู

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คาบที่ 4 - 5

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต

ความคิดรวบยอด

1. น้ำเป็นสิ่งจำเป็นต่อการงอกของเมล็ดพืช
2. แสง น้ำ และปริมาณพื้นที่ มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตของพืช

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. ทดลองและสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตในระบบนิเวศได้
2. สรุปความสำคัญของสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศได้
3. ควบคุมตัวแปร บันทึกข้อมูล จดกระทำกับข้อมูล ตีความหมายและสรุปข้อมูลได้

จุดประสงค์ของกิจกรรม เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. สรุปเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นผักบงได้
2. อธิบายสาเหตุที่ต้องมีการควบคุมตัวแปรต่างๆ ในการทดลองได้
3. จดกระทำกับข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณของต้นผักบงที่งอกได้

เนื้อหา

แสง น้ำ อากาศ อนุภาคในดิน แร่ธาตุในดิน และพื้นที่ เป็นสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

กิจกรรมการเรียนการสอน

อภิปรายก่อนทำกิจกรรม

1. ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายถึงสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
2. ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายถึงสมมติฐานของกิจกรรม และวิธีปฏิบัติกิจกรรม 6.3

สิ่งแวดล้อมมีผลต่อพืชอย่างไร

3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงข้อควรระวังและข้อผิดพลาดที่อาจเกิดจากการทำกิจกรรม ซึ่งได้แก่การกำหนดและควบคุมตัวแปรในการทดลอง

ปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 6.3 สิ่งแวดล้อมมีผลต่อพืชอย่างไร ตามวิธีการใน
แบบเรียน

อภิปรายหลังทำกิจกรรม

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม เพื่อนำไปสู่การสรุปว่า
 - น้ำหรือความชื้นเป็นสิ่งจำเป็นต่อการงอกของเมล็ดผักกาด
 - แสงและน้ำเป็นสิ่งจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตของต้นผักกาด
 - เนื้อที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นผักกาด ในที่ที่ต้นผักกาดมีการขึ้นเบียดกันแน่น จะเจริญเติบโตไม่ดีเท่าที่ควร เพราะต้องแย่งอาหารอาหารและน้ำ นอกจากนี้ ลำต้นยังพอมสูง เพราะต้องแย่งกันรับแสงด้วย
2. นักเรียนหาคำถามท้ายบทส่งครูตรวจ

สื่อการเรียนรู้การสอน

อุปกรณ์ในการทำกิจกรรม 6.3 สิ่งแวดล้อมมีผลต่อพืชอย่างไร

การประเมินผล

1. สังเกตการรวมอภิปรายตาม - ตอบ ของนักเรียน
2. สังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนตามที่ได้รับมอบหมาย
3. ตรวจสอบผลงานการทำกิจกรรมของนักเรียน

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครู

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คาบที่ 6

เรื่อง ก๊าซที่ได้จากการหายใจของคนและพืช

ความคิดรวบยอด

1. ในบรรยากาศมีการหมุนเวียนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเกิดจากการหายใจออกของพืชและสัตว์ รวมทั้งการเน่าเปื่อยผุพังของพืชและสัตว์และการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง
2. พืชนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้ในการสังเคราะห์แสงแล้วให้ก๊าซออกซิเจนแก่คน สัตว์ พืช เพื่อนำไปใช้ในการหายใจ
3. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีประโยชน์และอาจให้โทษต่อสิ่งแวดล้อม

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

ทดลองและสรุปความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในระบบนิเวศได้

จุดประสงค์ของกิจกรรม เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. ทดสอบก๊าซที่ออกมาจากลมหายใจได้โดยใช้สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์
2. บอกชื่อก๊าซบางชนิดที่เป็นส่วนประกอบของลมหายใจออกของคนได้
3. ทดสอบก๊าซที่เกิดจากการหายใจของพืช พร้อมทั้งบอกชื่อก๊าซนั้นได้

เนื้อหา

ในบรรยากาศมีการหมุนเวียนของก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยที่พืชใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และให้ก๊าซออกซิเจนออกมาในกระบวนการสังเคราะห์แสง แต่อย่างไรก็ตามในกระบวนการหายใจ ทั้งพืชและสัตว์จะหายใจเอาก๊าซออกซิเจนเข้าไปแล้วปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา

กิจกรรมการเรียนรู้

อภิปรายก่อนทำกิจกรรม

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในระบบนิเวศ
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสมมติฐานของกิจกรรม และวิธีปฏิบัติกิจกรรม

6.4 ก๊าซที่ได้จากการหายใจของคนและพืช

3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงข้อควรระวังอย่าดูดสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์เข้าไป และให้สังเกตการเปลี่ยนแปลงสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ทันทีที่เทใส่หลอดทดลอง

ปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 6.4 ก๊าซที่ได้จากการหายใจของคนและพืช

อภิปรายหลังทำกิจกรรม

1. ครูและนักเรียนอภิปรายถึงผลการทำกิจกรรม เพื่อนำไปสู่การสรุปว่า
 - ลมหายใจของคนมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
 - พืชหายใจให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายต่อไปโดยใช้รูปแสดงการหมุนเวียนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซออกซิเจนในอากาศ

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. อุปกรณ์ในการทำกิจกรรม 6.4 ก๊าซที่ได้จากการหายใจของคนและพืช
2. รูปภาพแสดงการหมุนเวียนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซออกซิเจนในอากาศ

การประเมินผล

1. สังเกตการร่วมอภิปรายตาม - ตอบ ของนักเรียน
2. สังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนที่ได้รับมอบหมาย

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครู

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คาบที่ 7 - 8

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต

ความคิดรวบยอด

1. กลุ่มสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่เดียวกัน อาจมีความสัมพันธ์กันในลักษณะที่ต่างฝ่ายต่างได้ประโยชน์ซึ่งกันและกัน หรือฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์อีกฝ่ายหนึ่งไม่ได้ประโยชน์แต่ก็ไม่เสียประโยชน์ หรือฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์แต่อีกฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์
2. การที่สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือมีการเปลี่ยนแปลงอย่างค่อยเป็นค่อยไป เรียกว่าระบบนิเวศอยู่ในภาวะสมดุล
3. ภาวะสมดุลอาจถูกทำลายได้โดยภัยธรรมชาติ โรคระบาดและมนุษย์
4. การกระทำของมนุษย์สามารถทำให้สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป อาจทำให้ระบบนิเวศเสียสมดุลก่อให้เกิดผลเสียต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนจะสามารถ

1. อธิบายและยกตัวอย่างความสัมพันธ์ของกลุ่มสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่เดียวกัน แบบต่างฝ่ายต่างได้ประโยชน์ซึ่งกันและกัน หรือฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์อีกฝ่ายหนึ่งไม่ได้ไม่เสียประโยชน์ หรือฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์แต่อีกฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์
2. อธิบายความหมายของภาวะสมดุลในระบบนิเวศได้
3. บอกสาเหตุที่ทำให้เกิดภาวะเสียสมดุลได้

จุดประสงค์ของกิจกรรม เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนจะสามารถ

1. ยกตัวอย่างการอยู่ร่วมกันของกลุ่มสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศแบบต่างๆ ได้
2. อธิบายความหมายของภาวะสมดุลในระบบนิเวศได้
3. บอกสาเหตุของการเสียสมดุลในระบบนิเวศได้

เนื้อหา

ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต แบ่งเป็น 3 ประเภทคือ

1. ต่างฝ่ายต่างได้ประโยชน์ร่วมกัน
2. ฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์แต่อีกฝ่ายหนึ่งไม่ได้ไม่เสียประโยชน์

3. ฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์แต่อีกฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์

สิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตที่อยู่ในระบบนิเวศมีความสัมพันธ์กันทั้งในด้านการเป็นอาหาร การใช้เป็นที่อยู่อาศัย การแลกเปลี่ยนก๊าซ ถ้าความสัมพันธ์นี้ดำเนินไปอย่างดี ไม่มีสิ่งใดมากระทบ กระเทือนหรือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ระบบนิเวศก็จะอยู่ในภาวะสมดุล

การเกิดอุทกภัย วาตภัย แผ่นดินไหว ความแห้งแล้ง การเกิดโรคระบาด การกระทำของมนุษย์ เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดภาวะเสียสมดุลธรรมชาติ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

อภิปรายก่อนทำกิจกรรม

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่เดียวกัน
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสมมติฐานของกิจกรรมลองทำดู

ปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมลองทำดูตามแบบเรียน

อภิปรายหลังทำกิจกรรม

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการทำกิจกรรมเพื่อสรุปถึงความสัมพันธ์ของกล่มสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่เดียวกัน
2. ครูและนักเรียนชี้แนวคำถามและรายละเอียดในแบบเรียนร่วมกันอภิปรายถึงภาวะสมดุลและการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศว่าจะมีผลกระทบต่อความสมดุลของภาวะแวดล้อมหรือไม่อย่างไร
3. นักเรียนทำคำถามท้ายบท ส่งครูตรวจ

สื่อการเรียนรู้การสอน

อุปกรณ์ในการทำกิจกรรมลองทำดู

การประเมินผล

1. สังเกตการร่วมอภิปรายซักถาม-ตอบของนักเรียน
2. สังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนตามที่ได้รับมอบหมาย
3. ตรวจสอบผลงานของการทำกิจกรรมของนักเรียน

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครู

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คาบที่ 9

เรื่อง การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต

ความคิดรวบยอด

1. สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ มีการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมเพื่อการอยู่รอดและการดำรงพันธุ์ในลักษณะต่างๆกัน
2. การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของสิ่งแวดล้อมเกินกว่าที่สิ่งมีชีวิตจะปรับตัวได้อาจเป็นสาเหตุให้สิ่งมีชีวิตล้มตายเป็นจำนวนมากหรือสูญพันธุ์ได้

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. อธิบายความหมายและลักษณะของการปรับตัวแบบชั่วคราวและแบบถาวรของพืชและสัตว์ได้
2. บอกสาเหตุที่ทำให้สิ่งมีชีวิตมีการปรับตัวได้
3. อธิบายถึงสาเหตุที่ทำให้สัตว์ป่าบางชนิดสูญพันธุ์หรือลดจำนวนลงมากได้

จุดประสงค์ของกิจกรรม เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. อธิบายการปรับตัวของผักกิ้งได้
2. บอกสาเหตุที่ทำให้ต้นผักกิ้งมีการปรับตัวได้
3. สรุปสาเหตุที่ทำให้สัตว์ป่าบางชนิดสูญพันธุ์หรือลดจำนวนลงมากได้

เนื้อหา

สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศหนึ่งๆสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอย่างเป็นปกติสุข การปรับตัวของสิ่งมีชีวิตมี 2 ประเภทคือ การปรับตัวแบบชั่วคราวและการปรับตัวแบบถาวร

สาเหตุที่ทำให้สัตว์ป่าบางชนิดสูญพันธุ์หรือลดจำนวนลงได้แก่ ภัยธรรมชาติ ฆาตกรรูปร่างลักษณะ สภาพที่อยู่อาศัย การใช้เวลาในการตั้งท้องนาน รวมทั้งการกระทำของมนุษย์

กิจกรรมการเรียนการสอน

อภิปรายก่อนทำกิจกรรม

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสมมติฐานของกิจกรรมและวิธีปฏิบัติกิจกรรม
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงข้อปฏิบัติในการทดลอง คือนักเรียนจะต้องรดน้ำต้นผักกั๋งทั้งสองกระป๋องทุกวัน โดยสังเกตลักษณะต้นผักกั๋งเมื่อเริ่มปฏิบัติกิจกรรมและหลังจากที่ตั้งไว้ในกล่อง 3 วัน

ปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 6.5 การปรับตัวของพืชให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม

อภิปรายหลังทำกิจกรรม

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม เพื่อนำไปสู่การสรุปที่ว่า
 - การที่ลำต้นผักกั๋งที่อยู่ในกล่องเบนมาทางช่องที่เจาะไว้ เนื่องจากลำต้นผักกั๋งต้องการแสงในการสร้างอาหาร
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายตอบไปถึงการปรับตัวของพืชและสัตว์ว่ามีสาเหตุมาจากอะไร และมีลักษณะการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตที่ประเภท อะไรบ้าง พร้อมทั้งอภิปรายถึงสาเหตุที่ทำให้สัตว์ป่าบางชนิดสูญพันธุ์หรือลดจำนวนลงมากได้โดยใช้รายละเอียดและแนวคำถามจากแบบเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. อุปกรณ์ในการทำกิจกรรม 6.5 การปรับตัวของพืชให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม
2. หนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์

การประเมินผล

1. สังเกตการร่วมอภิปราย ถาม - ตอบของนักเรียน
2. สังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนที่ได้รับมอบหมาย

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครู

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คาบที่ 10 - 11

เรื่อง การพัฒนาและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

ความคิดรวบยอด

1. การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์คุ้มค่าและประหยัดมากที่สุดรวมทั้งการใช้ทรัพยากรอย่างฉลาด
2. การนำทรัพยากรธรรมชาติสิ่งแวดล้อมมาใช้ประโยชน์ต้องใช้ให้คุ้มค่าและต้องมีการพัฒนาสิ่งแวดล้อมควบคู่กันไปเพื่อให้สิ่งแวดล้อมคงสภาพที่ดี

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. อธิบายความหมายของการพัฒนาและการอนุรักษ์ได้
2. อธิบายความจำเป็นที่ต้องพัฒนาและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมให้คงอยู่และมีสภาพที่ดีขึ้นได้
3. บอกปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่พบในชุมชนที่นักเรียนอยู่ อธิบายถึงสาเหตุของปัญหา และเสนอแนวทางในการพัฒนาและอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นได้

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. บอกความหมายของการอนุรักษ์และการพัฒนาสิ่งแวดล้อมได้
2. ระบุปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่พบในชุมชนที่นักเรียนอยู่ได้อย่างน้อย 1 ปัญหา
3. อธิบายถึงสาเหตุของปัญหาที่พบได้
4. วางแผนและแก้ปัญหาบางอย่างที่เกิดขึ้นกับระบบนิเวศที่นักเรียนอาศัยอยู่ได้

เนื้อหา

ในการนำทรัพยากรธรรมชาติสิ่งแวดล้อมมาใช้ให้คุ้มค่า ต้องมีการพัฒนาและอนุรักษ์ควบคู่กันไปเพื่อให้สิ่งแวดล้อมคงสภาพดีอยู่เสมอ

การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ หมายถึงการรู้จักใช้ทรัพยากรที่ได้จากธรรมชาติอย่างประหยัดและใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อมวลชนมากที่สุด ให้เกิดการสูญเปล่าน้อยที่สุด

การพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติ หมายถึง การสร้างหรือการทำให้ทรัพยากรมีมากขึ้น

กิจกรรมการเรียนการสอน

อภิปรายก่อนทำกิจกรรม

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในชุมชนของนักเรียน
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสมมติฐานของกิจกรรมและวิธีปฏิบัติกิจกรรม

ปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม 6.6 พัฒนากร - พัฒนาการ

อภิปรายหลังทำกิจกรรม

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม เพื่อนำไปสู่การสรุปว่า
 - ในการนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ต้องใช้อย่างคุ้มค่า ทั้งต้องมีการพัฒนาและอนุรักษ์ควบคู่กันไป เพื่อให้สิ่งแวดล้อมคงสภาพที่ดีอยู่เสมอ
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้รายละเอียดและแนวคำถามในบทเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจความหมายของการอนุรักษ์และพัฒนาทรัพยากรในสิ่งแวดล้อมได้
3. นักเรียนทำคำถามท้ายบทส่งครู

สื่อการเรียนการสอน

หนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ ว 102

การประเมินผล

1. สังเกตการรวมอภิปรายถาม - ตอบ ของนักเรียน
2. สังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนที่ได้รับมอบหมาย
3. ตรวจสอบผลงานจากการทำกิจกรรมของนักเรียน

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครู

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คาบที่ 12

ป่าไม้กับความสมดุลในระบบนิเวศ

ความคิดรวบยอด

1. ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำให้ประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว
2. ประชากรเพิ่มมีผลทำให้ระบบนิเวศเปลี่ยนแปลง ขาดที่อยู่ ขาดอาหาร เกิดมลพิษ

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. บอกปัญหาที่เกิดจากการเพิ่มประชากรอย่างรวดเร็วได้
2. บอกประโยชน์ของป่าไม้ที่มีต่อความสมดุลของระบบนิเวศได้

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. บอกสาเหตุที่ทำให้ประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วได้
2. บอกปัญหาที่เกิดจากการเพิ่มประชากรอย่างรวดเร็วได้
3. บอกประโยชน์ของป่าไม้ที่มีต่อความสมดุลของระบบนิเวศได้

เนื้อหา

ป่าไม้เป็นแหล่งให้ความชุ่มชื้น เป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร ป้องกันการพังทลายของหน้าดิน ลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ ช่วยลดความรุนแรงของลมพายุ ชลอการเกิดน้ำท่วมอย่างฉับพลัน เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าและให้ผลผลิตซึ่งทำรายได้ให้กับประเทศ

สาเหตุของการทำลายสิ่งแวดล้อม สืบเนื่องมาจากการเพิ่มจำนวนประชากร และมนุษย์ใช้ทรัพยากรธรรมชาติโดยไม่คำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

อภิปรายก่อนทำกิจกรรม

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความเจริญก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำให้ประชากรเพิ่มอย่างรวดเร็วซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสมมติฐานของกิจกรรมลองทำดู (การชลอการไหลของน้ำโดยการปลูกพืชคลุมดิน)

ปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมลองทำดู ตามแบบเรียนวิทยาศาสตร์

อภิปรายหลังทำกิจกรรม

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม เพื่อนำไปสู่การสรุปถึงประโยชน์ของป่าไม้ที่มีต่อสมดุลของระบบนิเวศ

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสาเหตุที่ทำให้ระบบนิเวศเปลี่ยนแปลงพร้อมทั้งเสนอแนวทางแก้ไข

สื่อการเรียนการสอน

1. อุปกรณ์ที่ใช้กิจกรรมลองทำดู เรื่อง การชลอการไหลของน้ำ
2. แบบเรียนวิทยาศาสตร์ ว 102

การประเมินผล

1. สังเกตการร่วมอภิปรายถาม - ตอบของนักเรียน
2. สังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนที่ได้รับมอบหมาย

ภาคผนวก ค

แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์

แบบฝึกทำโครงงาน

วิทยาศาสตร์



ชุดที่ 1

1

ประเภทการสำรวจ

กลุ่ม _____

แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ

นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ พร้อมทั้งร่วมกันพิจารณาตอบคำถามในตอนท้ายของข้อความ

สิ่งแวดล้อม

โดยทั่วไปเมื่อก้าวถึงคำว่า " สิ่งแวดล้อม " ก็มักมีผู้เข้าใจไปถึงเรื่องของน้ำเน่า ควัน และไอเสียจากรถยนต์หรือขยะมูลฝอย ฯลฯ แต่โดยความจริงแล้ว สิ่งแวดล้อมเป็นเรื่องที่มีความ และขอบเขตกว้างกว่านี้มาก เนื่องจากสิ่งแวดล้อมเป็นปัญหาในเรื่องของความสมดุลของธรรมชาติ ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากการใช้ทรัพยากรที่ไม่ถูกต้องนั่นเอง

นักวิชาการสิ่งแวดล้อมหลายท่าน ได้พยายามให้คำจำกัดความของคำว่า สิ่งแวดล้อม ว่า หมายถึง... ทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่รอบตัวเรา แบ่งออกเป็น 2 อย่างคือ สิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิต ได้แก่ น้ำ อากาศ แสงสว่าง และอื่นๆ กับสิ่งแวดล้อมที่มีชีวิต ได้แก่พืชและสัตว์ต่างๆ

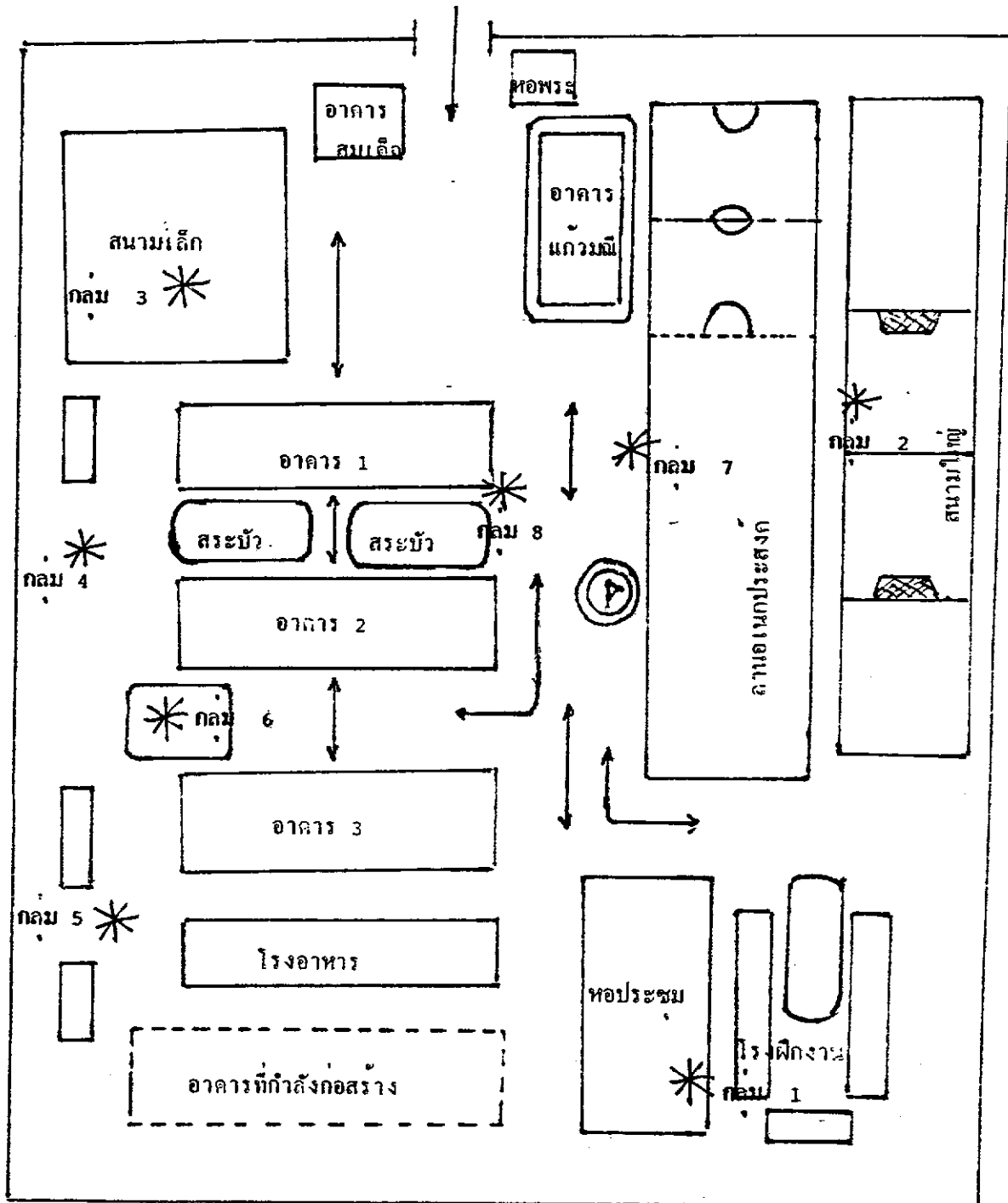
เมื่อนักเรียนมองไปรอบตัว สิ่งที่นักเรียนพบเห็นก็เป็นสิ่งแวดล้อมของนักเรียน ในขณะที่เดียวกันนักเรียนก็เป็นสิ่งแวดล้อมของสิ่งต่างๆเหล่านั้น

คำถาม

ถ้านักเรียนไปอยู่ในบริเวณที่แตกต่างกัน นักเรียนคิดว่าสิ่งแวดล้อมของนักเรียน จะแตกต่างกันไปจากเดิมหรือไม่ อย่างไร



แผนผังโรงเรียนบางแก้วประชาสรรค์



ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ภายในเวลา 15 นาที

- สำรวจสิ่งต่างๆจากบริเวณที่ได้รับมอบหมายจากแผนผังของโรงเรียนว่า มีสิ่งใดอยู่บ้างและมีปริมาณมากน้อยเพียงใด
- บันทึกชื่อ สิ่งของและปริมาณของสิ่งที่พบ พร้อมทั้งระบบแหล่งที่พบลงในตารางที่กำหนด

บริเวณที่สำรวจ	สิ่งมีชีวิต			สิ่งไม่มีชีวิต		
	ชื่อ	ปริมาณ	ที่อยู่	ชื่อ	ปริมาณ	ที่อยู่

ให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามต่อไปนี้

- นักเรียนได้พบสิ่งมีชีวิตในบริเวณที่สำรวจหรือไม่ ถ้าพบ เป็นพืชหรือสัตว์

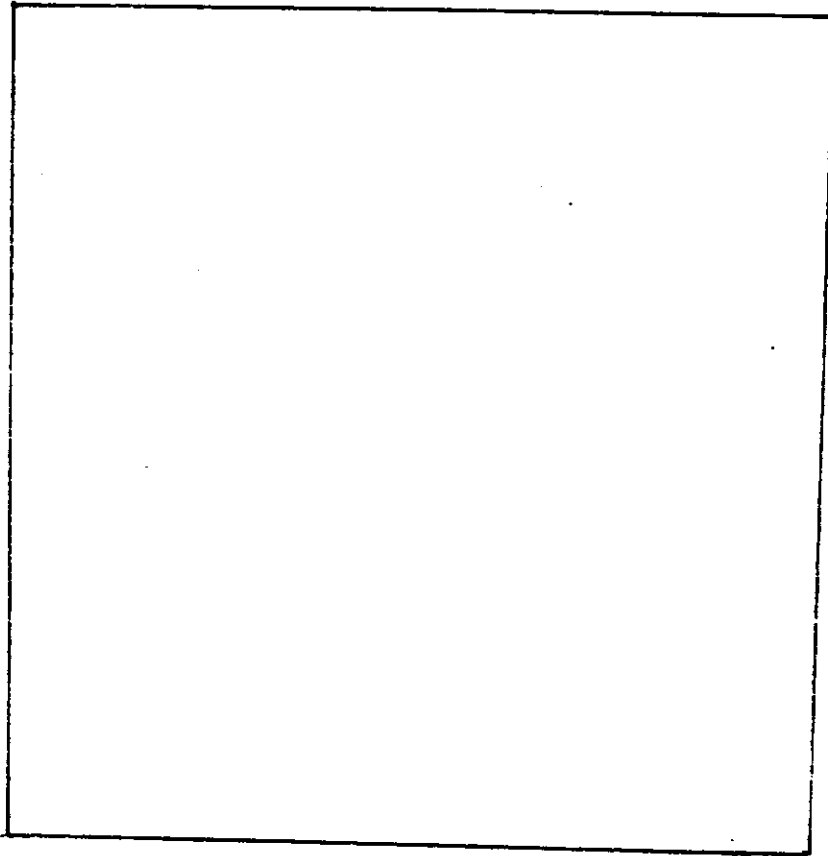
- หลังจากที่นักเรียนได้ออกสำรวจบริเวณโรงเรียน นักเรียนพบว่าในบริเวณที่ต่างกันนั้น สิ่งแวดล้อมของนักเรียนได้แตกต่างกันไปจากเดิมหรือไม่ อย่างไร

- จากการที่นักเรียนออกไปสำรวจสิ่งแวดล้อม นักเรียนได้พบอะไรมากที่สุดที่สุดในบริเวณที่สำรวจ นักเรียนคิดว่าอะไร เป็นสาเหตุที่ทำให้พบสิ่งนั้นเป็นจำนวนมาก

- ถ้าเกิดฝนตกในบริเวณที่นักเรียนสำรวจ นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นในบริเวณที่สำรวจ

5. ให้นักเรียนเขียนแผนผังแสดงตำแหน่งสิ่งต่างๆที่อยู่ในบริเวณที่นักเรียนสำรวจโดยใช้สัญลักษณ์ต่อไปนี้แทนสิ่งมีชีวิต

● แทน □ แทน ๕ แทน
 △ แทน × แทน Y แทน
 ○ แทน ☼ แทน * แทน



ให้นักเรียนรายงานผลจากการสำรวจโดยเขียนเป็นโครงการวิทยาศาสตร์ ตามรายการต่อไปนี้

ชื่อโครงการ _____

ชื่อผู้ทำโครงการ _____

ชื่อที่ปรึกษาโครงการ _____

ที่มาและความสำคัญของโครงการ _____

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า _____

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า _____

วิธีดำเนินการ

1. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ _____

2. แนวทางการศึกษาค้นคว้า _____

สรุปผลการสำรวจ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ข้อเสนอแนะ

แบบฝึกทำโครงการ วิทยาศาสตร์

ชุดที่
2



ประเภทการสำรวจ

กลุ่ม _____

แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ ประเภทการสำรวจ

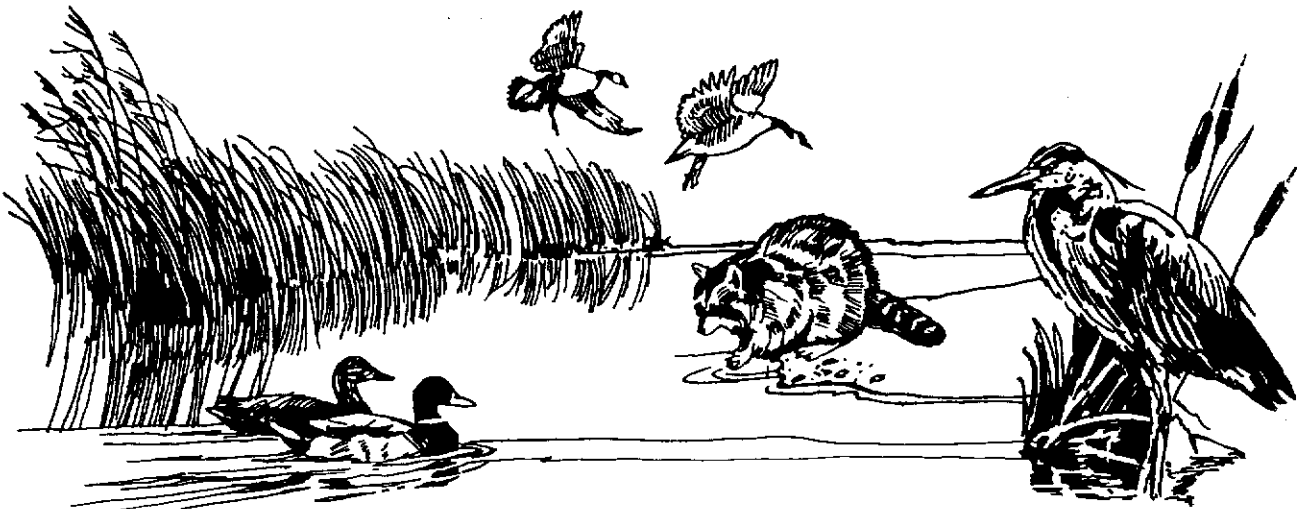
ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ พร้อมทั้งร่วมกันพิจารณาตอบคำถามในตอนท้ายของข้อความ

สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

พืชสีเขียวสามารถสร้างอาหารได้เองจากน้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยใช้พลังงานจากแสงแดด นอกจากพืชจะสร้างอาหารได้เองแล้ว พืชยังเป็นอาหารให้แก่สิ่งมีชีวิตอื่นๆทั้งในทางตรงและทางอ้อม ดังนั้นพืชสีเขียวจึงได้ชื่อว่าเป็น**ผู้ผลิตอาหารของโลก** ในขณะที่สัตว์ทุกชนิดไม่สามารถสร้างอาหารได้เอง ต้องอาศัยอาหารจากแหล่งอื่นๆ จึงถือว่าเป็น**ผู้บริโภค**

คำถาม

ถ้าเราจะแบ่งสัตว์โดยใช้อาหารที่สัตว์กินเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง เราจะสามารถแบ่งสัตว์ได้กี่ประเภท อะไรบ้าง



ให้นักเรียนรายงานผลการสำรวจโดยเขียนเป็นโครงการวิทยาศาสตร์ ตามรายการต่อไปนี้

ชื่อโครงการ _____

ชื่อผู้ทำโครงการ _____

ชื่อที่ปรึกษาโครงการ _____

ที่มาและความสำคัญของโครงการ _____

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า _____

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า _____

วิธีดำเนินการ

1. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ _____

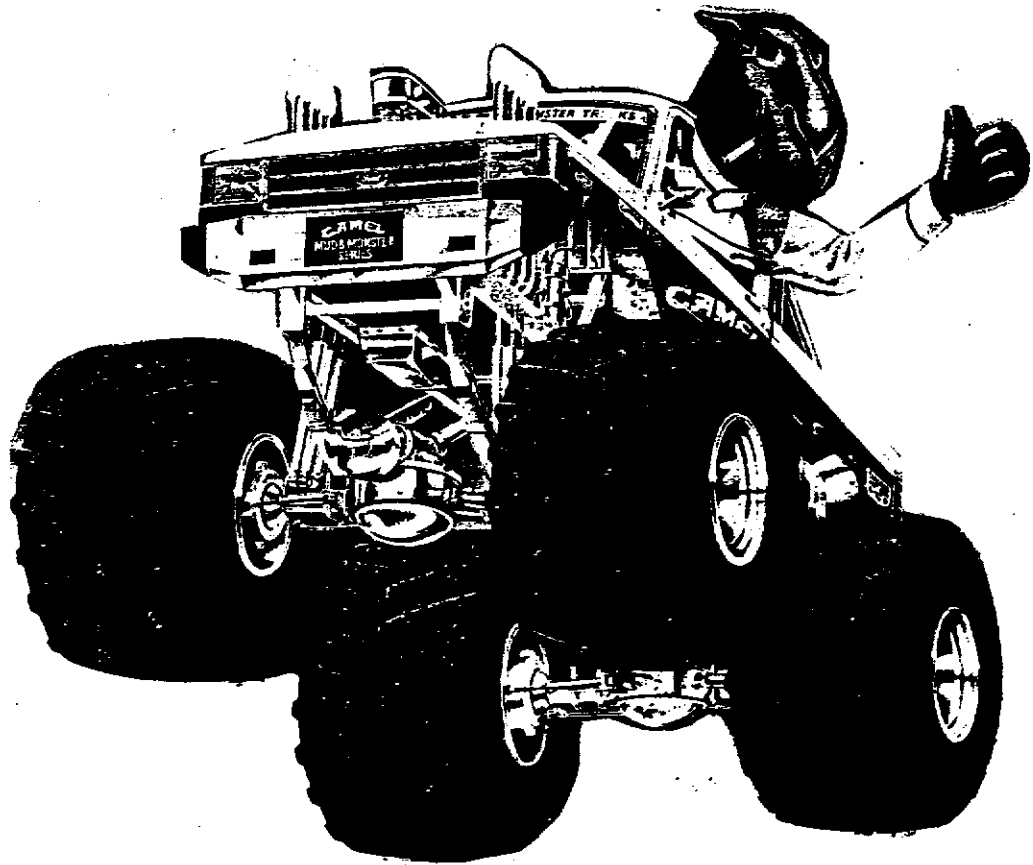
2. แนวการศึกษาค้นคว้า _____

สรุปผลการสำรวจ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ข้อเสนอแนะ

แบบฝึกทำโครงการ วิทยาศาสตร์



ชุดที่ 3

ประเภทการทดลอง

กลุ่ม _____

แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ ประเภทการทดลอง

คำสั่ง

ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วร่วมกันพิจารณาเลือกปัญหาหรือข้อสงสัยที่คิดว่า เป็นสาเหตุที่ทำให้เมล็ดพืชงอก โดยเขียนเครื่องหมายกากบาท (X) หน้าข้อที่เลือก

สิ่งแวดล้อมมีผลต่อพืชอย่างไร

ในระบบนิเวศหนึ่งๆจะประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตอยู่ร่วมกันเสมอ สิ่งไม่มีชีวิตในระบบนิเวศโดยทั่วไปประกอบด้วยอากาศ น้ำ ดิน ความร้อน แสงสว่าง เป็นต้น สิ่งมีชีวิตและและสิ่งไม่มีชีวิตทั้งหลายที่อยู่ในระบบนิเวศเดียวกันย่อมจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

เด็กหญิงสมศรีเคยสังเกตเห็นว่า เมล็ดพืชชนิดเดียวกันเมื่ออยู่ในที่บางแห่งจะมีรากและลำต้นงอกออกมาแต่เมื่ออยู่ในที่อีกแห่งหนึ่งกลับไม่มีรากหรือลำต้นงอก สมศรีสงสัยว่าอะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้เมล็ดพืชงอก

จากข้อความดังกล่าว เด็กหญิงสมศรีได้ตั้งปัญหาไว้ดังนี้

- 1. ดินมีผลต่อการงอกของเมล็ดพืชหรือไม่
- 2. น้ำมีผลต่อการงอกของเมล็ดพืชหรือไม่
- 3. แสงมีผลต่อการงอกของเมล็ดพืชหรือไม่
- 4. สถานที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดพืชหรือไม่
- 5. จำนวนเมล็ดพืชมีผลต่อการงอกของเมล็ดพืชหรือไม่

คำชี้แจง

1. เมื่อนักเรียนเลือกปัญหาหรือข้อสงสัยที่สมศรีตั้งไว้แล้วให้นักเรียนศึกษาเอกสารอ่านประกอบเกี่ยวกับ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง เพื่อเขียนเค้าโครงโครงการวิทยาศาสตร์ตามแบบฝึก
2. เมื่อนักเรียนเขียนเค้าโครงโครงการเสร็จแล้วให้ส่งให้ครูตรวจพิจารณา

การตั้งสมมติฐาน - การกำหนดและควบคุมตัวแปร

การตั้งสมมติฐาน

สมมติฐาน คือแนวทางหรือคำตอบที่อาจเป็นไปได้ของปัญหา

การตั้งสมมติฐาน หมายถึงการคาดคะเนหรือเดาคำตอบของปัญหาอย่างมีหลักการและเหตุผล หรือข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ

ในการเขียนสมมติฐาน นิยมใช้คำว่า ถ้า.....ดังนั้น.....

ตัวอย่างการฝึกตั้งสมมติฐาน

ปัญหา " ปุ่มมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่ "

สมมติฐาน " ถ้าปุ่มมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นพืชที่ได้รับปุ่มจะเจริญเติบโตได้ดีกว่าพืชที่ไม่ได้รับปุ่ม "

การกำหนดและควบคุมตัวแปร

การทดลองเพื่อแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ซึ่งมี

3 ประเภทคือ ตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม

ตัวแปรต้น หมายถึง สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆหรือสิ่งที่เราต้องการทดลองว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม หมายถึง สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรควบคุม หมายถึง สิ่งอื่นๆนอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่มีการควบคุมให้เหมือนกัน

ตัวอย่างการฝึกการกำหนดตัวแปร (จากปัญหาและสมมติฐานข้างต้น)

ตัวแปรต้น ได้แก่ พืชที่ใส่ปุ๋ย กับ พืชที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย

ตัวแปรตาม ได้แก่ การเจริญเติบโตของพืช

ตัวแปรควบคุม ได้แก่ ชนิดของดิน ปริมาณดิน ขนาดของกระถาง ขนาดของพืช ชนิดของพืช

ปริมาณแสง ปริมาณน้ำ และจำนวนพืชที่ปลูก

การทดลอง

การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอนคือ

1. **การออกแบบการทดลอง** หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนการปฏิบัติจริงๆ
2. **การปฏิบัติการทดลอง** หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ใช้อุปกรณ์ได้เหมาะสม ถูกต้อง
3. **การบันทึกผลการทดลอง** หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลซึ่งอาจจะเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่นๆ ได้อย่างคล่องแคล่ว ชำนาญและถูกต้อง

จากปัญหา	-	ปฏิกิริยาของการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่	-
สมมติฐาน	คือ	ถ้าปฏิกิริยาของการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นพืชที่ได้รับปุ๋ยจะเจริญเติบโตได้ดีกว่าพืชที่ไม่ได้รับปุ๋ย	
ตัวแปรต้น	ได้แก่	การปลูกพืชโดยใส่ปุ๋ย กับไม่ใส่ปุ๋ย	
ตัวแปรตาม	ได้แก่	การเจริญเติบโตของพืช	
ตัวแปรที่ต้องควบคุม	ได้แก่	ชนิด ขนาด ความแข็งแรงของพืช 2 ต้นที่จะนำมาปลูก , ชนิดและ ปริมาณของดิน , ชนิด ขนาดและรูปร่างของภาชนะที่ใส่ , ปริมาณ น้ำและเวลาที่ให้น้ำ , สิ่งแวดล้อมที่วางพืชทั้ง 2 ต้น	
นิยามเชิงปฏิบัติการ	ของ	การเจริญเติบโตของพืช คือ การที่พืชมีจำนวนใบเพิ่มขึ้น มีความสูงเพิ่มขึ้น โดยการวัดมีหน่วยเป็น เซนติเมตร	

ในการออกแบบการทดลองจะต้องให้สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ดังนี้

ในการทดลองสิ่งที่ต้องจัดให้แตกต่างกัน (ตัวแปรต้น) คือ ปลูกพืชโดยใส่ปุ๋ยกับปลูกโดยไม่ใส่ปุ๋ย ส่วนสิ่งแวดล้อมอื่นๆ คือ ชนิดของดิน ปริมาณดิน ขนาดของกระป๋อง ปริมาณน้ำที่รดและจำนวนพืชที่ปลูก เป็นสิ่งที่ต้องจัดหรือควบคุมให้เหมือนกัน (ตัวแปรที่ต้องควบคุม) จากนั้นนักเรียนจะต้องสังเกตการเจริญเติบโตของพืช (ตัวแปรตาม) โดยเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย

ให้นักเรียนเขียนเค้าโครงโครงการต่อไปนี้ ภายในเวลา 15 นาที

จากปัญหา ... _____

สมมติฐาน คือ _____

ตัวแปรต้น ได้แก่ _____

ตัวแปรตาม ได้แก่ _____

ตัวแปรที่ต้องควบคุม ได้แก่ _____

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือก วัสดุอุปกรณ์จากรายการต่อไปนี้ เพื่อทดสอบสมมติฐานตามที่กลุ่ม
ตั้งไว้ โดยเขียนเครื่องหมาย () หน้ารายการอุปกรณ์ที่ต้องการ

รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
กระป๋องนม	2 ใบ
กล่องทึบ	1 กล่อง
ไม้บรรทัด	1 อัน
หลอดฉีดยา	1 อัน
บีคเกอร์	1 ใบ
ตาชั่ง	1 อัน
เชือกยาว 1 เมตร	1 เส้น
เมล็ดถั่วเขียว	ตามที่กลุ่มกำหนด
น้ำ	"
ดินแห้ง	"
สำลี	"

2. ให้นักเรียนเขียนวิธีดำเนินการทดลองเป็นข้อๆ แล้วส่งให้ครูตรวจพิจารณา

3. นักเรียนดำเนินการทดลองตามที่วางแผน ติดตามและบันทึกผลการทดลอง 7 วัน

4. ถ้าภายหลังจากที่ทำการทดลองครบ 7 วันแล้ว ได้ผลการทดลองดังนี้

กระป๋องที่	จำนวนเมล็ด	สิ่งแวดล้อม	จำนวนต้นที่งอก
1	20	น้ำ แสง ดิน	18
2	20	น้ำ - ดิน	12
3	20	- แสง ดิน	-
4	80	น้ำ แสง ดิน	50

- ถ้ากระป๋องหมายเลข 1 ทำหน้าที่เปรียบเทียบกับนักเรียนคิดว่ากระป๋องหมายเลข 2, 3 และ 4 ต้องการศึกษาเรื่องอะไร

กระป๋องหมายเลข 2 ศึกษาเรื่อง _____

กระป๋องหมายเลข 3 ศึกษาเรื่อง _____

กระป๋องหมายเลข 4 ศึกษาเรื่อง _____

จากปัญหาและสมมติฐานที่นักเรียนนำมาทำการทดลองนักเรียนคิดว่าจะตรงกับกระป๋องหมายเลข _____

5. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองนี้อย่างไร

ชื่อโครงการ _____

ชื่อผู้ทำโครงการ _____

ชื่อที่ปรึกษาโครงการ _____

ที่มาและความสำคัญของโครงการ _____

จุดมุ่งหมายของการศึกษา _____

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ _____

ตัวแปรตาม ได้แก่ _____

ตัวแปรควบคุม ได้แก่ _____

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า _____

อุปกรณ์ที่ใช้ _____

วิธีทดลอง

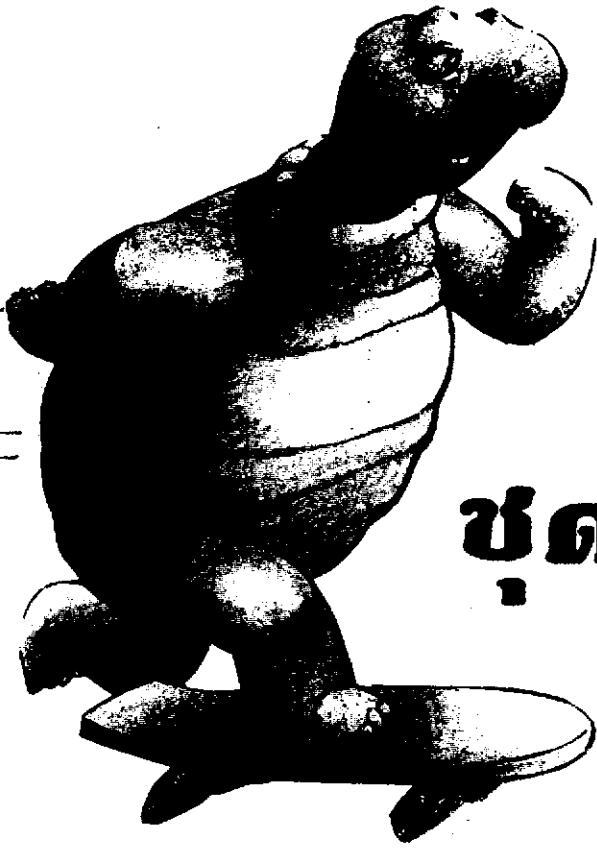
ผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

ข้อเสนอแนะ

แบบฝึกทำโครงการ

วิทยาศาสตร์



ชุดที่

4

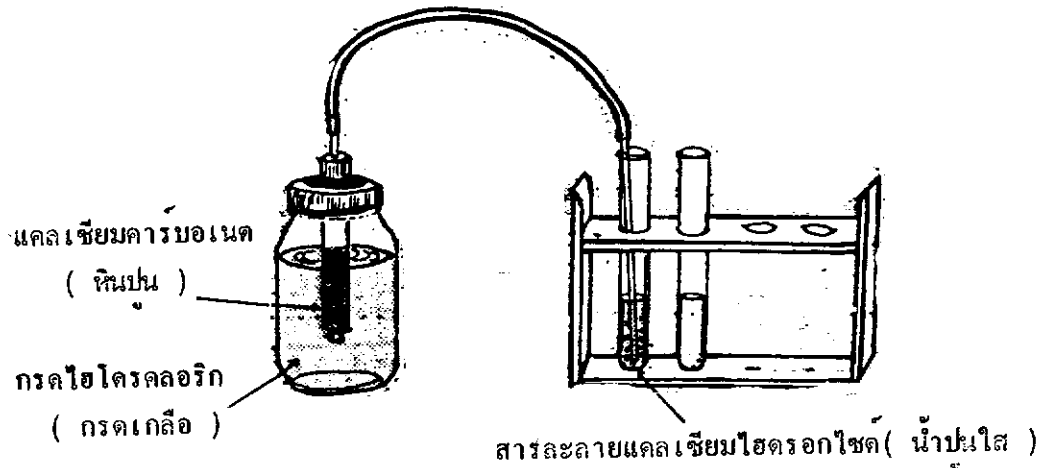
ประเภทการทดลอง

กลุ่ม_____

แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ ประเภทการทดลอง

การทดสอบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

จากที่คร่ำสาริตผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงในสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์
ให้นักเรียนสังเกตุการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์



คำถาม

ถ้านักเรียนต้องการทดสอบว่า... ก๊าซที่ได้จากการหายใจของคนเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือไม่ นักเรียนจะอย่างไร



การตั้งสมมติฐาน - การกำหนดและความคมตัวแปร

การตั้งสมมติฐาน

สมมติฐาน คือแนวทางหรือคำตอบที่อาจเป็นไปได้ของปัญหา

การตั้งสมมติฐาน หมายถึงการคาดคะเนหรือเดาคำตอบของปัญหาอย่างมีหลักการและเหตุผล หรือข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ

ในการเขียนสมมติฐาน นิยมใช้คำว่า ถ้า.....ดังนั้น.....

ตัวอย่างการฝึกตั้งสมมติฐาน

ปัญหา " ป๋ยมมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่ "

สมมติฐาน " ถ้าป๋ยมมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นพืชที่ได้รับป๋ยมจะเจริญเติบโตได้ดีกว่าพืชที่ไม่ได้รับป๋ยม "

การกำหนดและความคมตัวแปร

การทดลองเพื่อแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นการศึกษาค้นคว้าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ซึ่งมี 3 ประเภทคือ ตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม

ตัวแปรต้น หมายถึง สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆหรือสิ่งที่เราต้องการทดลองว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผล เช่นนี้จริงหรือไม่

ตัวแปรตาม หมายถึง สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนแปลงไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนแปลงไปด้วย

ตัวแปรควบคุม หมายถึง สิ่งอื่นๆนอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่มีการควบคุมให้เหมือนกัน

ตัวอย่างการฝึกการกำหนดตัวแปร (จากปัญหาและสมมติฐานข้างต้น)

ตัวแปรต้น ได้แก่ พืชที่ใส่ป๋ยม กับ พืชที่ไม่ได้ใส่ป๋ยม

ตัวแปรตาม ได้แก่ การเจริญเติบโตของพืช

ตัวแปรควบคุม ได้แก่ ชนิดของดิน ปริมาณดิน ขนาดของกระถาง ขนาดของพืช ชนิดของพืช

ปริมาณแสง ปริมาณน้ำ และจำนวนพืชที่ปลูก

การทดลอง

การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอนคือ

1. **การออกแบบการทดลอง** หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนการปฏิบัติจริงๆ
2. **การปฏิบัติการทดลอง** หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ให้อุปกรณ์ได้เหมาะสม ถูกต้อง
3. **การบันทึกผลการทดลอง** หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลซึ่งอาจจะเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่นๆ ได้อย่างคล่องแคล่ว ชำนาญและถูกต้อง

ในการออกแบบการทดลองจะต้องให้สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ดังนี้

ในการทดลองสิ่งที่ต้องจัดให้แตกต่างกัน (ตัวแปรต้น) คือ ปลุกพืชโดยใส่ปุ๋ยกับปลูกโดยไม่ใส่ปุ๋ย ส่วนสิ่งแวดล้อมอื่นๆ คือ ชนิดของดิน ปริมาณดิน ขนาดของกระป๋อง ปริมาณน้ำที่รดและจำนวนพืชที่ปลูกเป็นสิ่งที่ต้องจัดหรือควบคุมให้เหมือนกัน (ตัวแปรที่ต้องควบคุม) จากนั้นนักเรียนจะต้องสังเกตการเจริญเติบโตของพืช (ตัวแปรตาม) โดยเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย

คำสั่ง

ให้นักเรียนช่วยกันทำกิจกรรมต่อไปนี้ ภายในเวลา 15 นาที

จากปัญหา... " ก๊าซที่ได้จากการหายใจออกของคนเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือไม่ " สมมติฐาน คือ _____

ตัวแปรต้น ได้แก่ _____

ตัวแปรตาม ได้แก่ _____

ตัวแปรที่ต้องควบคุม ได้แก่ _____

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกอุปกรณ์และสารเคมีจากรายการต่อไปนี้ ไม่เกิน 5 รายการ เพื่อทำการทดลองทดสอบสมมติฐานที่กลุ่มกำหนด

รายการอุปกรณ์และสารเคมี	จำนวนต่อกลุ่ม
หลอดทดลองขนาดกลาง	2 หลอด
สายยาง	1 เส้น
หลอดกาแผล	1 หลอด
ที่วางหลอดทดลอง	1 อัน
บีคเกอร์	1 ใบ
หลอดฉีดยา	1 อัน
น้ำ	10 ลูกบาศก์เซนติเมตร
สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์	10 ลูกบาศก์เซนติเมตร

2. เมื่อนักเรียนทำการทดลองตามที่กลุ่มวางแผนเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนบันทึกผลการทดลองที่ได้ (จะเขียนหรือบันทึกเป็นตารางก็ได้)

3. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองนี้ว่าอย่างไร

ให้นักเรียนรายงานผลการทดลอง โดยเขียนเป็นโครงการวิทยาศาสตร์ ตามรายการต่อไปนี้

ชื่อโครงการ _____

ชื่อผู้ทำโครงการ _____

ชื่อที่ปรึกษาโครงการ _____

ที่มาและความสำคัญของโครงการ _____

จุดมุ่งหมายของการศึกษา _____

ตัวแปรที่ศึกษา _____

ตัวแปรต้น ได้แก่ _____

ตัวแปรตาม ได้แก่ _____

ตัวแปรควบคุม ได้แก่ _____

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า _____

อุปกรณ์ที่ใช้ _____

วิธีทดลอง

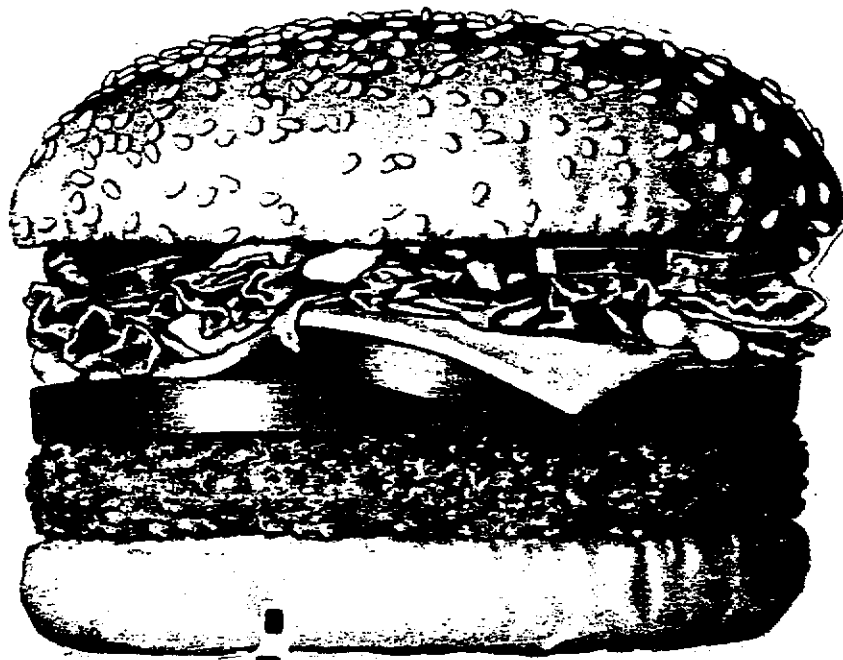
ผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

ข้อเสนอแนะ

แบบฝึกทำโครงการ

วิทยาศาสตร์



ชุดที่ 5

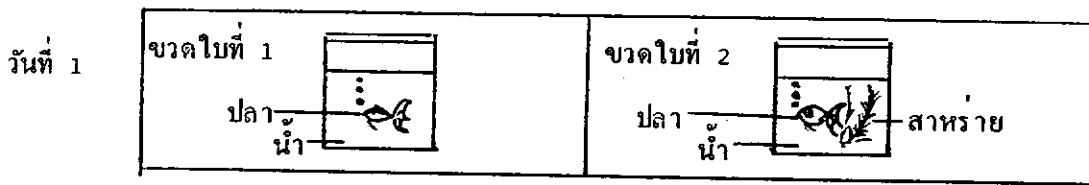
ประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย

กลุ่ม.....

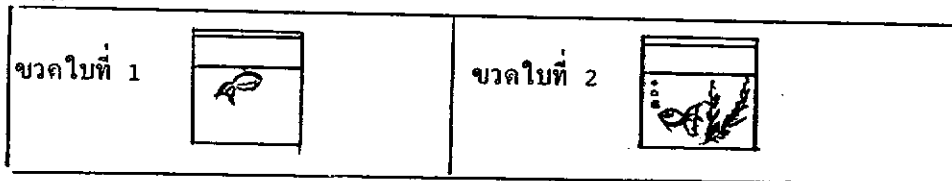
แบบฝึกทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ ประเภทการสร้างทฤษฎี/การอธิบาย

ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต

สมศรีได้เลี้ยงปลาไว้ในขวดที่มีฟ้ามืดสนิทซึ่งมีขนาดเท่ากัน 2 ขวด ขวดละ 1 ตัว เมื่อเวลาผ่านไป 7 วัน ปรากฏว่า ปลาในขวดที่ไม่มีสาหร่ายตายในขณะที่ปลาในขวดที่มีสาหร่ายยังมีชีวิตอยู่



ทิ้งไว้ 1 สัปดาห์



จากข้อความและรูปภาพให้นักเรียนระบุปัญหาที่สงสัยพร้อมทั้งตั้งสมมติฐานเพื่อใช้ในการศึกษาค้นคว้าหาคำตอบ

จากปัญหา... _____

สมมติฐาน คือ _____

นักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้าได้จากเอกสารและคำราชาต่างๆ แล้วเขียนเป็นโครงการงานวิทยาศาสตร์ อธิบายสาเหตุที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ดังกล่าว ความหัวข้อคือไปนี้



คำสั่ง ให้นักเรียนช่วยกันค้นคว้าเอกสารหรือคำราคาต่างๆ เพื่อตอบข้อสงสัยภายในเวลา
50 นาที

ชื่อโครงการ _____

ชื่อผู้ทำโครงการ

ชื่อที่ปรึกษาโครงการ

ที่มาและความสำคัญของโครงการ

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

แนวการศึกษาค้นคว้า

ผลการศึกษาค้นคว้า

สรุปผลการศึกษาค้นคว้าและข้อเสนอแนะ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษาเรื่องนี้

เอกสารอ้างอิง

นักเรียนคิดว่าสามารถศึกษาค้นคว้าได้อีกบ้างจากเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต

แบบฝึกทำโครงการงาน

วิทยาศาสตร์

การสร้างทฤษฎี

หรือการอธิบาย



ชุดที่

6

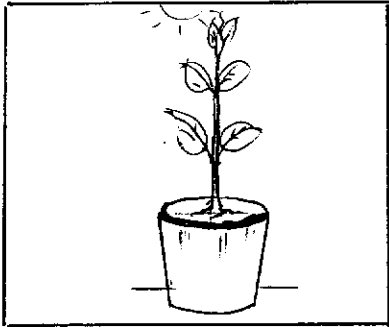
เล่ม

แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ ประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย

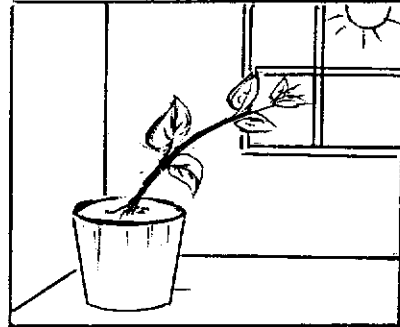
การปรับตัวของพืช

คำชี้แจง

ให้นักเรียนพิจารณาภาพ ก. และภาพ ข. จากนั้นให้ช่วยกันตอบคำถาม



ภาพ ก. (อยู่กลางแจ้ง)



ภาพ ข. (อยู่ในห้อง)

1. นักเรียนคิดว่าเกิดอะไรขึ้นกับต้นไม้ในภาพ ข.

2. นักเรียนคิดว่าอะไร เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ในภาพ ข.

3. ทำไมต้นไม้ในภาพ ข. จึงมีลักษณะเช่นนั้น

4. จากปัญหาในข้อ 3 นักเรียนจะตั้งสมมติฐานได้อย่างไร

นักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้าได้จากเอกสารและคำร่าต่างๆแล้วเขียนเป็นโครงการอธิบายสาเหตุที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ดังกล่าว ตามหัวข้อต่อไปนี้

ทำโครงหัวข้อหัวข้อ
จึงเสนอเอกสารและคำร่าต่างๆ



ชื่อโครงการ

ชื่อทำโครงการ

ชื่อที่ปรึกษาโครงการ

ที่มาและความสำคัญของโครงการ

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

แนวการศึกษาค้นคว้า

ผลการศึกษาค้นคว้า

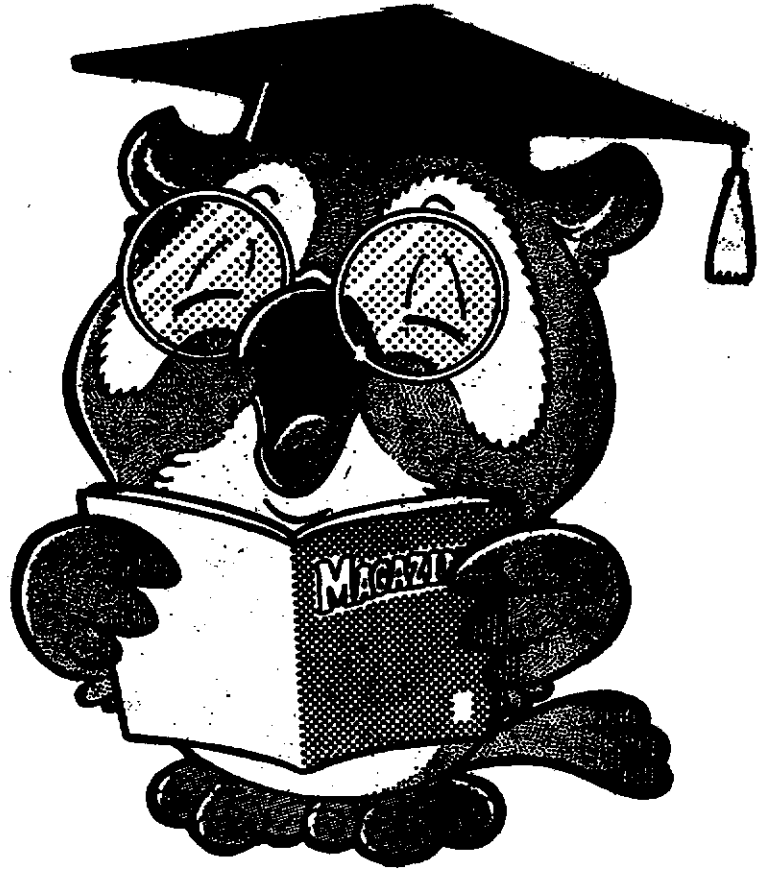
สรุปผลการศึกษาค้นคว้าและข้อเสนอแนะ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษาเรื่องนี้

เอกสารอ้างอิง

นักเรียนคิดว่า เราจะสามารถศึกษาด้านใดได้อีกบ้าง จากเรื่อง การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต

แบบฝึกทำโครงการ วิทยาศาสตร์



ชุดที่ 7

ประเภทการประดิษฐ์/การพัฒนา

กลุ่ม.....

แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการประดิษฐ์หรือพัฒนา

ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วร่วมกันพิจารณาปัญหาและสาเหตุ ตลอดจนช่วยกัน

หาแนวทางแก้ไข

" ขยะมากเกินไป "

ทุกสิ่งทุกอย่างรอบตัวเราได้ตกอยู่ในสภาพของความเสื่อมโทรมจนเห็นชัด ซึ่งตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดความเสื่อมโทรมกับธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมคือ มนุษย์ สาเหตุประการสำคัญคือการเพิ่มของประชากรซึ่งนำไปสู่การขยายตัวของเมืองและเศรษฐกิจทางด้านอุตสาหกรรม ตลอดจนการคิดค้นนำเอาเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาใช้โดยขาดการศึกษาถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ผลที่เกิดขึ้น ทำให้ทรัพยากรธรรมชาติที่เกิดใหม่ไม่ได้ เช่น แร่ธาตุ น้ำมัน และที่เกิดใหม่ได้ เช่น ต้นไม้ และสัตว์ เกิดไม่ทันกับการบริโภคของคนและโรงงานอุตสาหกรรม ขณะเดียวกันทั้งคนและโรงงานอุตสาหกรรมได้บริโภคทรัพยากรธรรมชาติมากขึ้น ทำให้ปล่อยทิ้งของเสียออกมาสู่สภาพแวดล้อมกลายเป็นขยะ ในปีพ.ศ 2533 มีขยะในจังหวัดสมุทรปราการประมาณวันละ 12000 ลูกบาศก์เมตร ในขณะที่เก็บขยะได้เพียงวันละ 9000 ลูกบาศก์เมตร จึงเหลือขยะตกค้างอยู่เป็นจำนวนมาก ส่วนขยะที่เก็บไปเทในที่ห่างจากชุมชน ก็เป็นปัญหาต่อภาวะแวดล้อมเช่นกัน ขยะเหล่านี้มีทั้งขยะสดขยะแห้ง ฯลฯ ก่อนที่เราจะหาวิธีกำจัดขยะ เราควรจะต้องคิดว่า " เราได้ใช้

ประโยชน์จากสิ่งที่เรากำลังทิ้งอย่างคุ้มค่าหรือยัง "

คำสั่ง

ให้นักเรียนเลือกปัญหาที่สนใจและคิดว่าเมื่อได้ประดิษฐ์อุปกรณ์เครื่องใช้จากวัสดุดังกล่าวแล้ว จะเป็นการใช้ประโยชน์จากสิ่งที่เรากำลังจะทิ้งอย่างคุ้มค่า โดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) หน้าข้อที่นักเรียนเลือก

- 1. เราได้ประดิษฐ์อะไรจากกระป๋องน้ำอัดลม
- 2. เราได้ประดิษฐ์อะไรจากถ้วยกระดาษ
- 3. เราได้ประดิษฐ์อะไรจากขวดน้ำพลาสติก
- 4. เราได้ประดิษฐ์อะไรจากเศษริบบิ้น
- 5. เราได้ประดิษฐ์อะไรจากเศษกระดาษ

ให้นักเรียนร่วมกันวางแผนเขียนเค้าโครงโครงการตามขั้นตอนต่อไปนี้ ภายในเวลา 15 นาที

1. จากปัญหาที่เลือก คือ _____
 สมมติฐาน คือ _____

2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกวัสดุอุปกรณ์จากรายการต่อไปนี้ เพื่อทดสอบสมมติฐานตามที่กลุ่มตั้งไว้ โดยเขียนเครื่องหมาย (✓) หน้ารายการที่ต้องการ

รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
1. กระบองน้ำอัดลม	1 ใบ
2. ถ้วยกระดาษ	1 ใบ
3. ขวดน้ำพลาสติก	1 ใบ
4. เศษริบบิ้นสีต่างๆ	ตามที่กลุ่มกำหนด
5. เศษกระดาษ	"
6. กรรไกร	1 อัน
7. คัตเตอร์ / มีดโกน	1 อัน
8. กาวหรือแป้งเปียก	ตามที่กลุ่มกำหนด
9. อุปกรณ์อื่นๆที่กลุ่มสามารถหาได้เอง	"

3. ให้นักเรียนเขียนขั้นตอนการประดิษฐ์.....
 มาเป็นข้อๆ

4. ให้นักเรียนช่วยกันประดิษฐ์อุปกรณ์หรือเครื่องใช้ที่ได้วางแผนไว้ให้เสร็จภายในเวลา 20 นาที จากนั้นให้เขียนเป็นรายงาน โครงการวิทยาศาสตร์ ประเภทการประดิษฐ์หรือการพัฒนา

ชื่อโครงการ _____

ชื่อผู้ทำโครงการ _____

ชื่อที่ปรึกษาโครงการ _____

ที่มาและความสำคัญของโครงการ

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ _____

ตัวแปรตาม ได้แก่ _____

วิธีดำเนินการ

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้

ขั้นตอนการทำสิ่งประดิษฐ์

สรุปผลที่ได้จากการประดิษฐ์

แบบฝึกทำโครงการ วิทยาศาสตร์



ชุดที่ 8

การประดิษฐ์ / การพัฒนา

แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ ประเภทการประดิษฐ์หรือการพัฒนา

ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วร่วมกันพิจารณาปัญหาและสาเหตุ ตลอดจนเสนอแบบจำลองความคิดเพื่อเป็นแนวทางแก้ไข

- เมืองใหญ่ -

เมืองหนึ่งมีอาณาเขตคล้ายรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีถนนใหญ่รอบเมืองเพียงสายเดียว แต่มีถนนเล็กๆเข้าสู่ใจกลางเมืองหลายสาย มีประชากร 4 ล้านคน ประมาณ 70%ของประชากรทั้งหมดต้องเดินทางเข้าไปทำงานในสถานที่ราชการ ร้านค้า และบริษัทธุรกิจ ซึ่งรวมแออัดกันอยู่ในบริเวณกลางเมือง ยานพาหนะต่างๆที่ต้องผ่านเข้าออกบริเวณกลางเมืองนี้ ได้แก่รถยนต์ มอเตอร์ไซด์ และรถประจำทาง ตลอดจนรถบรรทุกอีกเป็นจำนวนมาก รวมความยาวของรถทุกคันจะมากกว่าความยาวของถนนประมาณ 2 เท่า

1. นักเรียนคิดว่าในเมืองแห่งนี้จะเกิดปัญหาที่เกี่ยวกับภาวะแวดล้อมอะไรบ้าง

2. จากข้อ 1 ให้นักเรียนเลือกปัญหาที่สนใจที่สุดเพียงปัญหาเดียวแล้วช่วยกันออกแบบวิธีการปรับปรุงแก้ไขสิ่งแวดล้อมของเมืองเพื่อลดปัญหาดังกล่าว โดยใช้ชุดอุปกรณ์ที่จัดให้ภายในเวลา 20 นาที จากนั้นให้เขียนเป็นรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการประดิษฐ์หรือการพัฒนา

ชื่อโครงการ _____

ชื่อผู้ทำโครงการ _____

ชื่อที่ปรึกษาโครงการ _____

ที่มาและความสำคัญของโครงการ _____

ความหมายของการศึกษาค้นคว้า _____

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า _____

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ _____

ตัวแปรตาม ได้แก่ _____

วิธีดำเนินการ

วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ _____

ขั้นตอนการทำสิ่งประดิษฐ์

สรุปผลที่ได้จากการประดิษฐ์

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์แบบทดสอบ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

เรื่อง ระบบนิเวศ

จุดประสงค์ทั่วไป

1. ให้รู้จักสิ่งแวดล้อมว่าประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต
2. เข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตและสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต
3. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต
4. ให้มีความตระหนักถึงความสำคัญของการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เมื่อให้นักเรียนสำรวจสิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน และศึกษาบทเรียนแล้ว นักเรียนสามารถอธิบายความหมาย และยกตัวอย่างคำว่า สิ่งแวดล้อม กลุ่มสิ่งมีชีวิต และไม่มีสิ่งมีชีวิต แหล่งที่อยู่ และระบบนิเวศได้อย่างถูกต้อง
2. เมื่อให้ตัวอย่างสัตว์แล้ว นักเรียนสามารถจำแนกประเภทของสัตว์ตามชนิดของอาหารที่กินได้
3. เมื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของ ผู้ผลิต ผู้บริโภค ผู้ย่อยสลาย พืช เหี่ยว หวงโซ่อาหาร และสายใยอาหารได้อย่างถูกต้อง
4. อธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศแล้ว นักเรียนสามารถเขียนแผนผังแสดงห่วงโซ่อาหารและสายใยอาหารได้อย่างถูกต้อง
5. เมื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต นักเรียนสามารถทดลองและสรุปถึงความสัมพันธ์ของสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชได้
6. เมื่ออธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศแล้ว นักเรียนสามารถยกตัวอย่างการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตแบบต่างๆได้ถูกต้อง
7. หลังจากที่นักเรียนได้ทำการทดลองเรื่องการปรับตัวของพืชให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมแล้ว นักเรียนสามารถยกตัวอย่างและอธิบายถึงสาเหตุของการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตทั้งแบบถาวรและแบบชั่วคราวได้อย่างถูกต้อง
8. เมื่อได้เรียนเรื่องการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศแล้ว นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของคำว่า สมดุลของระบบนิเวศ และบอกสาเหตุของการเสียสมดุลของระบบนิเวศได้

อย่างถูกต้อง

9. เมื่อเรียนจบเรื่องการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมแล้ว นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของการพัฒนาและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมได้ และอภิปรายถึงปัญหาของสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในชุมชนของตนเอง พร้อมทั้งบอกปัญหาและวิธีแก้ปัญหานั้นได้

ตาราง 14 วิเคราะห์ข้อสอบ วิชาวิทยาศาสตร์ ว 102 เรื่อง ระบบนิเวศ

เนื้อหา	พฤติกรรม	ความรู้ ความจำ	ความ เข้าใจ	ทักษะ กระบวนการ	การนำ ไปใช้	รวม	ลำดับ ความ สำคัญ
1. รอบๆตัวเรา		1	3	2	-	6	5
2. บทบาทของสิ่งมีชีวิต ในระบบนิเวศ		3	5	3	-	11	2
3. ความสัมพันธ์ระหว่าง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม		1	3	4	2	10	3
4. การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต		3	6	3	1	13	1
5. การพัฒนาและการอนุรักษ์ สิ่งแวดล้อม		2	4	2	2	10	3
รวม		10	21	14	5	50	

ตาราง 15 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	.31	.21	21	.38	.42
2	.25	.28	22	.65	.29
3	.84	.48	23	.28	.57
4	.52	.30	24	.74	.64
5	.69	.58	25	.41	.56
6	.62	.36	26	.38	.50
7	.80	.28	27	.37	.24
8	.33	.53	28	.43	.59
9	.76	.47	29	.48	.52
10	.68	.41	30	.67	.60
11	.50	.26	31	.46	.27
12	.44	.38	32	.46	.27
13	.52	.44	33	.44	.30
14	.76	.62	34	.25	.28
15	.32	.41	35	.61	.43
16	.37	.32	36	.68	.41
17	.48	.58	37	.37	.24
18	.71	.34	38	.46	.27
19	.42	.42	39	.71	.56
20	.50	.48	40	.60	.39

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
41	.54	.34	46	.52	.30
42	.70	.48	47	.59	.80
43	.60	.39	48	.40	.53
44	.47	.65	49	.70	.48
45	.54	.62	50	.42	.34

ตาราง 16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ

คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²
1	41	1681	21	27	729
2	40	1600	22	27	729
3	40	1600	23	26	676
4	39	1521	24	26	676
5	38	1444	25	25	625
6	37	1369	26	25	625
7	36	1296	27	25	625
8	35	1225	28	25	625
9	34	1156	29	24	576
10	34	1156	30	24	576
11	33	1089	31	24	576
12	33	1089	32	23	529
13	32	1024	33	23	529
14	32	1024	34	22	484
15	31	961	35	22	484
16	31	961	36	22	484
17	30	900	37	22	484
18	30	900	38	20	400
19	29	841	39	20	400
20	28	784	40	20	400

ตาราง 16 (ต่อ)

คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²
41	19	361	46	15	225
42	18	324	47	15	225
43	18	324	48	14	196
44	15	225	49	13	169
45	15	225	50	7	49

ตาราง 17 ค่า p และ q ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
เรื่อง ระบบนิเวศ

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	.62	.38	.23	21	.28	.72	.20
2	.30	.70	.21	22	.60	.40	.24
3	.72	.28	.20	23	.46	.54	.25
4	.48	.52	.25	24	.80	.20	.16
5	.56	.44	.25	25	.54	.46	.25
6	.82	.18	.15	26	.44	.56	.25
7	.80	.20	.16	27	.40	.60	.24
8	.50	.50	.25	28	.54	.48	.25
9	.72	.28	.20	29	.34	.66	.22
10	.56	.44	.25	30	.80	.20	.16
11	.64	.36	.23	31	.56	.44	.25
12	.54	.46	.25	32	.34	.66	.22
13	.34	.66	.22	33	.60	.40	.24
14	.58	.42	.24	34	.16	.84	.13
15	.44	.56	.25	35	.62	.38	.24
16	.58	.42	.24	36	.80	.20	.16
17	.68	.32	.22	37	.40	.60	.24
18	.58	.42	.24	38	.22	.78	.17
19	.48	.52	.25	39	.76	.24	.18
20	.38	.62	.23	40	.50	.50	.25

ตาราง 17 (ต่อ)

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
41	.26	.74	.19	46	.32	.68	.22
42	.68	.32	.22	47	.56	.44	.25
43	.64	.36	.23	48	.36	.64	.23
44	.5	.50	.25	49	.70	.30	.21
45	.22	.78	.17	50	.36	.64	.23

การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง
ระบบนิเวศ โดยใช้สูตร KR - 20 ของคูเดอร์-ริชาร์จสัน (Kuder - Richardson)

เมื่อ $\sum pq = 11.02$, $\sum X = 1304$, $\sum X^2 = 37176$

จากสูตร $S_t^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$

$$= \frac{50 \times 37176 - (1304)^2}{50(50-1)}$$

$$= \frac{1858800 - 1700416}{2450}$$

$$= 64.65$$

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

$$= \frac{50}{50-1} \left\{ 1 - \frac{11.02}{64.65} \right\}$$

$$= 1.0204 \times (1 - 0.1705)$$

$$= 1.0204 \times 0.8295$$

$$= 0.8486$$

ตาราง 18 แสดงค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์

ข้อที่	กลมคะแนนสูง		กลมคะแนนต่ำ		t
	\bar{X}_H	S_H^2	\bar{X}_L	S_L^2	
1	2.23	1.36	1.08	0.74	2.88
2	2.38	1.76	0.23	0.19	5.51
3	2.77	1.86	0.46	0.60	5.25
4	3.15	1.64	0.23	0.19	7.89
5	2.61	0.92	0.54	0.77	5.85

ตาราง 19 แสดงความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
เป็นรายข้อ

ข้อที่	$\sum x_i$	$\sum x_i^2$	s_i^2
1	74	180	1.44
2	63	149	1.43
3	76	216	2.05
4	77	225	2.17
5	61	159	1.73

ตาราง 20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์

คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²
1	18	324	21	7	49
2	17	289	22	6	36
3	15	225	23	6	36
4	15	225	24	6	36
5	15	225	25	6	36
6	15	225	26	6	36
7	14	196	27	6	36
8	13	169	28	5	25
9	12	144	29	5	25
10	12	144	30	5	25
11	11	121	31	5	25
12	10	100	32	5	25
13	10	100	33	4	16
14	10	100	34	4	16
15	8	64	35	4	16
16	8	64	36	4	16
17	8	64	37	4	16
18	8	64	38	4	16
19	7	49	39	3	9
20	7	49	40	3	9

ตาราง 20 (ต่อ)

คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²
41	3	9	46	2	4
42	3	9	47	2	4
43	2	4	48	2	4
44	2	4	49	1	1
45	2	4	50	0	0

การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
โดยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach)

$$\text{จากสูตร} \quad S_i^2 = \frac{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{N(N-1)}$$

$$\begin{aligned} \sum S_i^2 &= 1.44 + 1.45 + 2.05 + 2.17 + 1.73 \\ &= 8.82 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad S_t^2 &= \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)} \\ &= \frac{50 \times 3488 - (350)^2}{50 \times 49} \end{aligned}$$

$$= \frac{174400 - 122500}{2450}$$

$$= \frac{51900}{2450}$$

$$= 21.18$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad \alpha &= \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{S_i^2}{S_t^2} \right] \\ &= \frac{5}{5-1} \left[1 - \frac{8.82}{21.18} \right] \end{aligned}$$

$$= 1.25 \times 0.58$$

$$= 0.725$$

ภาคผนวก จ

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง ระบบนิเวศ

- คำชี้แจง
1. แบบทดสอบมีจำนวนทั้งหมด 50 ข้อ
 2. เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที

- คำสั่ง
1. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวในแบบทดสอบแต่ละข้อ แล้วเขียนเครื่องหมาย \times ทับบนตัวอักษรที่เลือกให้ตรงกันในกระดาษคำตอบ ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ~~✗~~ ทับตัวเลือกเดิมก่อนแล้วจึงเลือกคำตอบใหม่
 2. ห้ามขีดเขียนเครื่องหมายหรือข้อความใดๆ ลงในแบบทดสอบ
 3. เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนคืนแบบทดสอบกับกรรมการคุมสอบ

1. กล่มสิ่งมีชีวิต หมายถึงอะไร (จุดประสงค์ที่ 1 ความรู้-ความจำ)

- ก. สิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ
- ข. สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน
- ค. สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันที่อาศัยอยู่ร่วมกัน
- ง. สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันที่อาศัยอยู่ในที่ต่างกัน
- จ. สิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ ที่อาศัยอยู่ในที่เดียวกัน

2. ข้อใดหมายถึง " กล่มสิ่งมีชีวิต " (จุดประสงค์ที่ 1 ความเข้าใจ)

- ก. ต้นมะขามที่ทองสนามหลวง
- ข. ในโรงเรียนมีครูและนักเรียน
- ค. มีมดจำนวนมากในขวดน้ำตาล
- ง. ในสวนมะพร้าวมีแค่ต้นมะพร้าว
- จ. ในป่ามีต้นไม้และสัตว์อยู่น้อยมาก

3. ระบบนิเวศแบบใดที่มีลักษณะสมบรูณ์แบบ (จุดประสงค์ที่ 1 ความเข้าใจ)
- ค่างคาวเป็นพันๆตัวอยู่ในถ้ำ
 - มีนกหลายตัวอยู่ในรังบนต้นไม้
 - ไต้ขอนไม้มีปลวกและมดอาศัยอยู่
 - บริเวณสระน้ำมีทั้งพืชและสัตว์อาศัยอยู่
 - ในสวนสัตว์มีการเลี้ยงสัตว์ป่าหลายชนิด
4. ลักษณะใดไม่ เป็นสิ่งแวดล้อมของคน (จุดประสงค์ที่ 1 ความเข้าใจ)
- ฉันมีเพื่อนหลายคน
 - อากาศวันนี้ร้อนอบอ้าว
 - วันนี้ฉันรู้สึกไม่ค่อยสบาย
 - บ้านเรามีสัตว์เลี้ยงหลายตัว
 - พื้นที่ห้องมีกระดาษเกลื่อนกลาด
5. เมื่อสมศรีสำรวจสิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน ได้แบ่งสิ่งที่พบเป็น 2 พวก พวกที่ 1 มีแมลงปอ ผีเสื้อ มด พวกที่ 2 มีมะม่วง ไข่ หนู ชน กล้วย นักเรียนคิดว่าสมศรีจะอะไรเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง (จุดประสงค์ที่ 1 ทักษะการจำแนกประเภท)
- พืชและสัตว์
 - สิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต
 - พวกที่เคลื่อนที่ได้และพวกที่เคลื่อนที่ไม่ได้
 - พวกที่อาศัยอยู่บนดินและพวกที่อาศัยอยู่ในอากาศ
 - พวกที่เป็นอาหารคนและพวกที่ไม่เป็นอาหารของคน
6. ถ้าในระบบนิเวศแห่งหนึ่งประกอบด้วยเสือ กวาง ไก่ ก้อนหิน ดินและต้นไม้แล้ว เกณฑ์ใดที่เหมาะสมที่สุดในการแบ่งสิ่งเหล่านี้ออกเป็น 2 กลุ่ม (จุดประสงค์ที่ 1 ทักษะการจำแนกประเภท)
- พืชและสัตว์
 - ผู้ผลิตและผู้บริโภค
 - สิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต
 - สัตว์สี่เท้าและสัตว์สองเท้า
 - ผู้บริโภคพืชและผู้บริโภคสัตว์

7. " ลิง " ควรจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับสิ่งมีชีวิตชนิดใด (จุดประสงค์ที่ 2 ความเข้าใจ)
- คน
 - ม้า
 - ช้าง
 - สิงโต
 - ผีเสื้อ
8. สัตว์ในระบบนิเวศหนึ่งประกอบด้วย เสือ กวาง เขี้ยว นอน วัว ถ้าใช้ลักษณะสัตว์ที่กินสัตว์และสัตว์ที่กินพืชเป็นเกณฑ์ ในการแบ่งสัตว์เหล่านี้เป็น 2 กลุ่ม แต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยสัตว์ชนิดใด (จุดประสงค์ที่ 2 ทักษะการจำแนกประเภท)
- เสือ กวาง วัว และ เขี้ยว นอน
 - เสือ เขี้ยว และ กวาง นอน วัว
 - เสือ กวาง และ เขี้ยว นอน วัว
 - เสือ กวาง เขี้ยว และ นอน วัว
 - เสือ เขี้ยว นอน และ กวาง วัว
9. นักเรียนคนหนึ่งต้องการศึกษาว่า สัตว์ชนิดต่างๆจะกินอาหารชนิดใดบ้าง เขาจึงทดลองนำอาหารชนิดต่างๆให้สัตว์กิน สังเกตและบันทึกข้อมูลได้ผลตามตาราง

ชนิดของสัตว์	อาหารที่กิน
กระต่าย	พืช
ไก่	พืชและสัตว์
แมว	สัตว์
ปลา	พืชและสัตว์

- จากข้อมูลในตาราง ข้อสรุปใดถูกต้อง (จุดประสงค์ที่ 2 ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป)
- ไก่และแมวกินสัตว์เป็นอาหาร
 - แมวเป็นสัตว์ที่กินสัตว์เป็นอาหาร
 - กระต่ายเป็นสัตว์ที่กินพืชเป็นอาหาร
 - ปลาและไก่เป็นสัตว์ที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร
 - สัตว์มีทั้งประเภทกินสัตว์ กินพืช และกินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร

10. การถ่ายทอดอาหารจากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปยังสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง เรียกว่าอะไร
 ก. ผลิต (จุดประสงค์ที่ 3 ความรู้-ความจำ)
 ข. พหุวิภาค
 ค. ระบบนิเวศ
 ง. สายใยอาหาร
 จ. ห่วงโซ่อาหาร
11. ห่วงโซ่อาหาร หมายถึงอะไร (จุดประสงค์ที่ 3 ความรู้-ความจำ)
 ก. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต
 ข. การกินอาหารต่อกันเป็นทอดๆของสิ่งมีชีวิต
 ค. การสร้างอาหารของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในธรรมชาติ
 ง. การถ่ายทอดพลังงานของสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปสู่สิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง
 จ. การพึ่งพาอาศัยกันระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตในธรรมชาติ
12. ผลิตหมายถึงอะไร (จุดประสงค์ที่ 3 ความรู้-ความจำ)
 ก. สิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารขึ้นเองได้
 ข. สิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีวิตโดยไม่กินสิ่งมีชีวิตเป็นอาหาร
 ค. สิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีวิตโดยกินสิ่งมีชีวิตอื่นๆ เป็นอาหาร
 ง. สิ่งมีชีวิตที่ต้องการอาหารแต่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้
 จ. สิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารเองได้และกินสิ่งอื่นเป็นอาหาร
13. จากแผนภาพ ขั้วใดเป็นพหุวิภาคอันดับ 2 (จุดประสงค์ที่ 3 ความเข้าใจ)
 ผักกาด → หนอน → แมลง → กบ → คน
 ก. กบ
 ข. คน
 ค. หนอน
 ง. แมลง
 จ. ผักกาด

- 14/ จากแผนภาพข้อ 13 อะไรคือผลผลิต (จุดประสงค์ที่ 3 ความเข้าใจ)
- ก. กบ
 - ข. คน
 - ค. หนอน
 - ง. แมลง
 - จ. ผักกาด
15. ข้อใดเป็นผู้บริโภคอันดับ 1 (จุดประสงค์ที่ 3 ความเข้าใจ)
- ก. คนกินไก่
 - ข. เสือกินวัว
 - ค. แมวกินปลา
 - ง. นกกินหนอน
 - จ. กระจ่างกินผัก
- 16/ ไก่กินผักกาด กระจ่างกินผักกาด หนอนกินผักกาด แล้วนกกินหนอน การกินกันเป็นทอดๆ ลักษณะนี้ข้อมูลใดสนับสนุนความคิดดังกล่าว (จุดประสงค์ที่ 3 ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป)
- ก. อาหารของนก
 - ข. อาหารของไก่
 - ค. อาหารของหนอน
 - ง. อาหารของกระจ่าง
 - จ. อาหารของไก่ หนอน กระจ่าง
- 17/ ในระบบนิเวศหนึ่งประกอบด้วย คน แมลง นก และพืช ถ้าจะเขียนเป็นแผนภาพแสดงห่วงโซ่อาหาร ข้อใดเขียนได้ถูกต้อง (จุดประสงค์ที่ 4 ความเข้าใจ)
- ก. แมลง → พืช → นก → คน
 - ข. พืช → แมลง → นก → คน
 - ค. นก → แมลง → พืช → คน
 - ง. คน → นก → แมลง → พืช
 - จ. คน → แมลง → นก → พืช

18. ปฏิกริยาข้อใดไม่เกิดขึ้นในดินถั่วขณะที่อยู่ในตู้มืด (จุดประสงค์ที่ 5 ความเข้าใจ)

- ก. การหายใจ
- ข. การใช้พลังงาน
- ค. การสังเคราะห์แสง
- ง. การเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแป้ง
- จ. การเปลี่ยนน้ำตาลเป็นไขมัน

ไขข้อมัลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 19 - 20

ในช่วงโมเมนต์ สมศรีเกิดความสงสัยว่า... ถ้าใช้ดินต่างชนิดกันปลูกต้นไม้ จะทำให้ต้นไม้เจริญเติบโตได้ดีเหมือนกันหรือไม่... ครูจึงให้นักเรียนออกแบบการทดลองและร่วมกันอภิปรายดังต่อไปนี้

1. ชนิดของดินที่นำมาปลูก
2. ชนิดและขนาดของพืชที่นำมาปลูก
3. สิ่งแวดล้อมที่วางภาชนะที่ปลูกพืช
4. ขนาดและชนิดของภาชนะที่นำมาใช้
5. การรดน้ำและตำแหน่งการปลูกพืชลงในภาชนะที่ปลูก

19. ถ้าสมศรีต้องการศึกษาว่า "ดินต่างชนิดกันมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่" สมศรีควรจัดสิ่งใดให้ต่างกัน (จุดประสงค์ที่ 5 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

- ก. ข้อ 1
- ข. ข้อ 2
- ค. ข้อ 3
- ง. ข้อ 4
- จ. ข้อ 5

20. ในการทดลองนี้ สิ่งที่สมศรีต้องจัดให้เหมือนกันคือข้อใด

- ก. 1 2 3 4 (จุดประสงค์ที่ 5 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)
- ข. 2 3 4 5
- ค. 3 4 5 1
- ง. 4 5 1 2
- จ. 5 1 2 3

21. สมศรีทดลองเพาะเมล็ดถั่ว 800 เมล็ดโดยแช่น้ำไว้ 1 คืนแล้วแบ่งออกเป็น 8 กอง กองละ 100 เมล็ด นำไปปลูกในกระถางที่มีดินชนิดเดียวกัน ปริมาณเท่ากัน บันทึกจำนวน เมล็ดที่งอกดังตาราง

(จุดประสงค์ที่ 4 ทักษะการตั้งสมมติฐาน)

กระถางเพาะเมล็ดถั่ว	จำนวนเมล็ดที่งอก			
	อุณหภูมิสูง		อุณหภูมิต่ำ	
	สว่าง	มืด	สว่าง	มืด
รดน้ำวันละ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร				
รดน้ำวันละ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร				

นักเรียนคิดว่า สมศรีตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร จึงทำการทดลองเช่นนี้

- แสงสว่าง อุณหภูมิ และปริมาณน้ำ มีผลต่อการงอกของเมล็ด
- แสงสว่าง อุณหภูมิ และชนิดของดิน มีผลต่อการงอกของเมล็ด
- แสงสว่าง อุณหภูมิ และชนิดของเมล็ด มีผลต่อการงอกของเมล็ด
- ชนิดของเมล็ด อุณหภูมิ และปริมาณน้ำ มีผลต่อการงอกของเมล็ด
- ชนิดของเมล็ด แสงสว่าง และปริมาณน้ำ มีผลต่อการงอกของเมล็ด

ให้นักเรียนใช้ข้อมูลจากตารางตอบคำถามข้อ 22

กระป๋องที่	จำนวนเมล็ดที่เพาะ	สิ่งแวดล้อม	จำนวนต้นที่งอก	การเจริญเติบโต
1	50	มีน้ำ . มีแสง	40	เจริญไม่เท่ากัน ใบเขียว ลำต้นสูง
2	15	มีน้ำ . มีแสง	14	ลำต้นและใบใหญ่ ใบเขียว
3	15	มีน้ำ . ไม่มีแสง	10	ลำต้นขาว สูง ใบเหลือง
4	15	ไม่มีน้ำ . มีแสง	8	เติบโตระยะแรก ค่อมมา เห็น

22. นักเรียนคิดว่าเราสามารถนำความรู้จากการทดลองนี้ ไปใช้ประโยชน์ในเรื่องใด
- การปลูกต้นไม้ต้องใช้ดิน (จุดประสงค์ที่ 5 นำไปใช้)
 - การปลูกต้นไม้ต้องใช้น้ำ
 - การปลูกต้นไม้ต้องใช้แสง
 - การปลูกต้นไม้ต้องใช้พื้นที่
 - การปลูกต้นไม้ต้องใช้ ดิน แสง น้ำ และพื้นที่
23. การบอกการเจริญเติบโตของพืช ควรระบุดตามข้อใดจึงเหมาะสม
- จำนวนใบ (จุดประสงค์ที่ 5 ทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการ)
 - ขนาดของผล
 - สีเขียวของใบ
 - ความยาวของราก
 - ปริมาณแป้งที่สะสมอยู่ในใบ
24. ในเมืองที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่มากๆ นักเรียนจะมีวิธีการลดปริมาณก๊าซดังกล่าวนี้
อย่างไร (จุดประสงค์ที่ 5 นำไปใช้)
- ปลูกต้นไม้หลายๆ
 - ใช้จักรยานแทนรถยนต์
 - ออกกฎหมายห้ามสูบบุหรี่
 - ติดตั้งเครื่องเพิ่มออกซิเจน
 - สร้างสวนสัตว์ในเมืองให้มากขึ้น
25. ถ้าเราเลี้ยงปลาและพืชน้ำร่วมกันในภาชนะที่ปิดฝาปิดชิด ทั้งปลาและพืชน้ำจะมีชีวิตอยู่ได้นานกว่าเลี้ยงปลาหรือเลี้ยงพืชน้ำอย่างเดียว ทั้งนี้เป็นเพราะเหตุใด
- ปลาคงอาศัยพืชน้ำ (จุดประสงค์ที่ 6 ความรู้-ความจำ)
 - พืชน้ำคงพึ่งพาอาศัยปลา
 - ปลาและพืชน้ำต่างพึ่งพาอาศัยกัน
 - ปลาคงอาศัยพืชน้ำ แต่พืชน้ำไม่คงอาศัยปลา
 - ปลาไม่คงอาศัยพืชน้ำ แต่พืชน้ำคงพึ่งพาอาศัยปลา

26. การเปลี่ยนแปลงกับสหายในกระป๋องที่ปิด เมื่อเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สิ่งที่จะทำให้
ก๊าซนี้ลดลงคืออะไร (จุดประสงค์ที่ 6 ความเข้าใจ)
- น้ำ
 - ปลา
 - กระป๋อง
 - สหาย
 - ปลาและสหาย
27. จากบทร้อยกรอง " เสือพี่เพราะป่าปก หมูารกเพราะเสื่อยัง " ตรงกับความสัมพันธ์
ข้อใด (จุดประสงค์ที่ 6 ความเข้าใจ)
- ต่างฝ่ายต่างเสียประโยชน์
 - ผลัดกันได้และเสียประโยชน์
 - ต่างได้ประโยชน์ร่วมกันทั้งสองฝ่าย
 - ฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์อีกฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์
 - ฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์อีกฝ่ายหนึ่งไม่ได้ไม่เสียประโยชน์
28. การที่หักกระเจดมีนวมสีขาวย้อมดำคัน เพื่อประโยชน์อะไร
- เพื่อให้ลอยน้ำได้ดี (จุดประสงค์ที่ 7 ความรู้-ความจำ)
 - เพื่อให้ต้นคุดน้ำได้ดี
 - เพื่อป้องกันสัตว์มากินลำต้น
 - เพื่อช่วยให้น้ำจากลำต้นระเหย
 - เพื่อป้องกันของเสียในน้ำไม่ให้เข้าสู่ลำต้น
29. การปรับรูปแบบชั่วคราวของสิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากอะไร
- เพื่อหาเหยื่อ (จุดประสงค์ที่ 7 ความรู้-ความจำ)
 - เพื่อผสมพันธุ์
 - เพื่อสะสมอาหาร
 - เพื่อความอยู่รอด
 - เพื่อพึ่งพาอาศัยกัน

30. เหตุใดต้นไม้ที่ขึ้นอยู่ใกล้อาคาร จึงมีลำต้นเอนออกจากอาคาร
- ก. ลำต้นสูงชันไม่ได้ (จุดประสงค์ที่ 7 ความเข้าใจ)
- ข. แผ่กิ่งก้านได้ไม่เต็มที่
- ค. ต้องการ ได้รับแสงแดด
- ง. ได้รับอาหาร ไม่เพียงพอ
- จ. ได้รับอากาศไม่เพียงพอ
31. ปลาหมึกมีสีด้านหลัง เข้มกว่าด้านท้อง ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อปลาอย่างไร
- ก. หาอาหารได้ดี (จุดประสงค์ที่ 7 ความเข้าใจ)
- ข. ป้องกันแสงแดด
- ค. เคลื่อนไหวได้ดีขึ้น
- ง. กลมกลืนธรรมชาติ
- จ. ลุกอ้อนที่เกิดจะคายน้อยลง
32. สิ่งมีชีวิตข้อใดมีการปรับตัวในลักษณะเดียวกับพืชที่เบนเข้าหาแสง
- ก. ผีเสื้อมีสีนสวยงาม (จุดประสงค์ที่ 7 ความเข้าใจ)
- ข. จิ้งจกเปลี่ยนสีผิวหนัง
- ค. ต้นกระบองเพชร ไม่มีใบ
- ง. ปลาน้ำลึกมีแสงสว่างในตัว
- จ. เมล็ดยางมีลักษณะ เป็นปีกเพื่อให้อ่อนไปตกไกล
33. ข้อใดแสดงถึงความสำคัญของการปรับตัวที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
- ก. เพื่อหาอาหาร (จุดประสงค์ที่ 7 ความเข้าใจ)
- ข. เพื่อความสวยงาม
- ค. เพื่อความปลอดภัย
- ง. เพื่อการดำรงชีวิต
- จ. เพื่อการเจริญเติบโต

34. สิ่งต่อไปนี้คือ " กิ่งกาเปลี่ยนสีผิวตามสิ่งแวดล้อม . เปิดมีขนเป็นมัน . ผักกระเจตมีนมสีขาว . พืชเบนเข้าหาแสง " ถ้าแบ่งเป็น 2 กลุ่มโดยการใช้การปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมแบบชั่วคราวและแบบถาวรเป็นเกณฑ์ (แบบพันธุกรรม) แต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยอะไรบ้าง (จุดประสงค์ที่ 7 ทักษะการจำแนกประเภท)
- ก. กิ่งกาเปลี่ยนสีผิวตามสิ่งแวดล้อม เปิดมีขนเป็นมัน และ ผักกระเจตมีนมสีขาว พืชเบนเข้าหาแสง
 - ข. กิ่งกาเปลี่ยนสีผิวตามสิ่งแวดล้อม ผักกระเจตมีนมสีขาว และ เปิดมีขนเป็นมัน พืชเบนเข้าหาแสง
 - ค. กิ่งกาเปลี่ยนสีผิวตามสิ่งแวดล้อม พืชเบนเข้าหาแสง และ เปิดมีขนเป็นมัน ผักกระเจตมีนมสีขาว
 - ง. กิ่งกาเปลี่ยนสีผิวตามสิ่งแวดล้อม เปิดมีขนเป็นมัน ผักกระเจตมีนมสีขาว และ พืชเบนเข้าหาแสง
 - จ. กิ่งกาเปลี่ยนสีผิวตามสิ่งแวดล้อม และ เปิดมีขนเป็นมัน ผักกระเจตมีนมสีขาว พืชเบนเข้าหาแสง
35. ในสมัยโบราณเรามีสัตว์หลายชนิด เช่น ไคโนเสาร์ แต่ปัจจุบันไม่มีแล้ว นักเรียนคิดว่า เป็นเพราะเหตุใด (จุดประสงค์ที่ 8 ความรู้-ความจำ)
- ก. มันไม่มีอาหารกิน
 - ข. เป็นโรคระบาดตายหมด
 - ค. สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม
 - ง. ไคโนเสาร์มีขนาดใหญ่เกินไป
 - จ. ไคโนเสาร์ไม่สามารถปรับตัวได้
36. สภาพดินฟ้า อากาศ สมัยก่อนไม่แปรปรวนมากเท่าปัจจุบัน นักเรียนคิดว่ามีสาเหตุมาจากอะไร (จุดประสงค์ที่ 8 ความเข้าใจ)
- ก. สงคราม
 - ข. การทำฝนเทียม
 - ค. การตัดไม้ทำลายป่า
 - ง. การหมุนพิภพของโลก
 - จ. การทดลองระเบิดปรมาณู

37. การเคลื่อนย้ายที่อยู่อาศัยของสัตว์ นักเรียนคิดว่าน่าจะมาจากสาเหตุใดมากที่สุด
- มีผู้ผลิตเพิ่มขึ้น (จุดประสงค์ที่ 8 ความเข้าใจ)
 - การแย่งที่อยู่อาศัย
 - ระบบนิเวศไม่สมดุล
 - มีผู้บริโภคมากเกินไป
 - ที่อยู่ใหม่มีสภาพที่ดีกว่า
38. ต่อไปนี้ ต้นน้ำ น้ำท่วม ก๊าซออกซิเจน ผ่นแล้ง ทะเลทราย ถ้าแบ่งเป็นกลุ่มที่เกิดขึ้นเมื่อมีป่าไม้ และ กลุ่มที่เกิดขึ้นเมื่อไม่มีป่าไม้ แต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยอะไรบ้าง
- ต้นน้ำ น้ำท่วม และ ก๊าซออกซิเจน ผ่นแล้ง ทะเลทราย
 - ต้นน้ำ และ น้ำท่วม ก๊าซออกซิเจน ผ่นแล้ง ทะเลทราย
 - ต้นน้ำ ก๊าซออกซิเจน และ น้ำท่วม ผ่นแล้ง ทะเลทราย
 - ต้นน้ำ ก๊าซออกซิเจน น้ำท่วม และ ผ่นแล้ง ทะเลทราย
 - ต้นน้ำ ผ่นแล้ง ทะเลทราย น้ำท่วม และ ก๊าซออกซิเจน
- (จุดประสงค์ที่ 8 ทักษะการจำแนกประเภท)
39. วันหนึ่งสมศรีพบว่า ปลาทองที่เลี้ยงไว้ในตู้กระจกว่ายน้ำผุดขึ้นผุดลงตลอดเวลา ถ้านักเรียนเป็นสมศรี นักเรียนคิดว่ามีสาเหตุมาจากอะไร
- ปลากำลังขาดอาหาร (จุดประสงค์ที่ 8 ทักษะการตั้งสมมติฐาน)
 - ปลากำลังขาดอากาศ
 - เป็นธรรมชาติของปลา
 - ปลาขึ้นมาว่ายน้ำเล่นที่ผิวน้ำ
 - ปลาเกิดความกลัวอะไรบางอย่าง
40. จากสาเหตุข้อ 39 ถ้านักเรียนเป็นสมศรีนักเรียนจะทำอย่างไร
- เพิ่มอาหารให้ปลา (จุดประสงค์ที่ 8 นำไปใช้)
 - เปลี่ยนน้ำในตู้ใหม่
 - เพิ่มก๊าซออกซิเจน
 - เปลี่ยนภาชนะใหม่
 - ปล่อยให้หอยอยู่ในสภาพเดิม

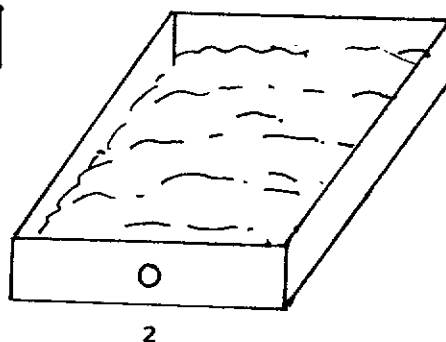
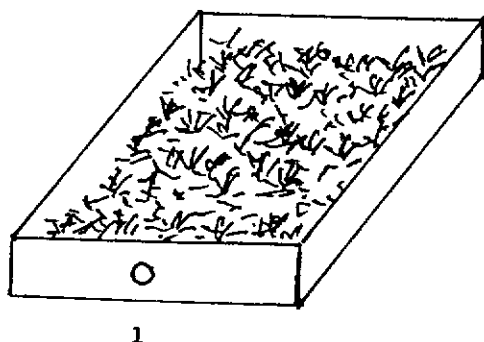
41. ข้อใดคือความหมายของการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ (จุดประสงค์ที่ 9 ความรู้-จำ)
- การใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้น้อยที่สุด
 - การรักษาทรัพยากรธรรมชาติให้คงสภาพเดิม
 - การรักษาและสร้างทรัพยากรธรรมชาติให้เพิ่มมากขึ้น
 - การใช้ทรัพยากรธรรมชาติหมุนเวียนเพื่อให้ใช้ได้ยาวนานและสูญเปล่าน้อยที่สุด
 - การใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์มากที่สุดและเกิดความสูญเปล่าน้อยที่สุด
42. ในจังหวัดสมุทรปราการ มลภาวะทางอากาศมีสาเหตุมาจากข้อใดมากที่สุด (จุดประสงค์ที่ 9 ความรู้-ความจำ)
- เรือประมง
 - บ่อเลี้ยงปลา
 - การคมนาคมขนส่ง
 - โรงงานอุตสาหกรรม
 - การขยายปราบศัตรูพืช
43. ปัจจุบันมีการออกข่าวชักชวนให้ประชาชนช่วยกันปลูกต้นไม้เพื่ออะไร (จุดประสงค์ที่ 9 ความเข้าใจ)
- เพื่อให้ฝนตก
 - เพื่อป้องกันน้ำท่วม
 - เพื่อความสวยงาม
 - เพื่อรักษาสมดุลธรรมชาติ
 - เพื่อให้มีแหล่งอาหารเพิ่มขึ้น
44. ถ้าป่าไม้และต้นไม้ถูกทำลายหมดไปจากโลก ผลกระทบที่เกิดขึ้นในข้อใดที่มีผลต่อมนุษย์มากที่สุด (จุดประสงค์ที่ 9 ความเข้าใจ)
- เกิดภาวะแห้งแล้ง
 - แม่น้ำลำธารตื้นเขิน
 - เกิดน้ำท่วมอย่างฉับพลัน
 - เกิดภาวะขาดแคลนอาหาร
 - ก๊าซออกซิเจนในอากาศมีปริมาณน้อยลง

45. การที่ประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว นักเรียนคิดว่ามีสาเหตุมาจากข้อใด
 ก. ความเจริญทางจริยธรรม (จดประสงค์ที่ 9 ความเข้าใจ)
 ข. ความเจริญทางวัฒนธรรม
 ค. ความเจริญทางการศึกษา
 ง. ความเจริญทางการแพทย์
 จ. ความเจริญทางเทคโนโลยี
46. การที่ตึกแดงเป็นจำนวนมากได้เข้ามาขนาดกีดกันพืชผลของเกษตรกร นักเรียนคิดว่ามีสาเหตุมาจากอะไร (จดประสงค์ที่ 9 ความเข้าใจ)
 ก. การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต
 ข. การเสียสมดุลในธรรมชาติ
 ค. การคัดเลือกพันธุ์ตามธรรมชาติ
 ง. การแปรผันทางกรรมพันธุ์ในรุ่นลูก
 จ. การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษฐกิจ

ไขข้อล่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 47 - 48

จากการทดลองเพื่อแสดงว่า พืชช่วยยึดหน้าดินดังนี้

1. จัดดินร่วน 2 กระบะให้เท่ากันและปลูกหญ้าในกระบะที่ 1
2. จัดกระบะทั้งสอง ให้เอียงประมาณ 15 องศา
3. เทน้ำปริมาณเท่ากันลงในกระบะทั้งสองในเวลาเดียวกันและความเร็วเท่ากัน



47. นักเรียนคิดว่าการไหลของน้ำในกระบอกที่ 1 กับกระบอกที่ 2 จะเป็นอย่างไร
- การไหลของน้ำในกระบอกทั้งสองจะพร้อมกันเนื่องจากรดน้ำในระดัยเดียวกัน
 - การไหลของน้ำในกระบอกที่ 1 จะไหลช้ากว่ากระบอกที่ 2 เพราะมีหย้าอยู่เต็มกระบอก
 - การไหลของน้ำในกระบอกที่ 2 จะไหลช้ากว่ากระบอกที่ 1 เพราะน้ำไหลซึมผ่านดินร่วน
 - การไหลของน้ำในกระบอกทั้งสองจะพร้อมกัน เพราะเอียงกระบอกเท่ากันคือ 15 องศา
 - การไหลของน้ำในกระบอกทั้งสองจะพร้อมกันเพราะน้ำที่ใช้รดในกระบอกเป็นชนิดเดียวกัน

(จุดประสงค์ที่ 9 ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป)

48. ตัวแปรที่ไม่ต้องควบคุมในการทดลองนี้คือข้อใด
- ชนิดของดิน (จุดประสงค์ที่ 9 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)
 - ขนาดของกระบอก
 - ปริมาณของน้ำที่รด
 - หย้าที่ปลูกในกระบอก
 - เวลาที่รดน้ำลงในกระบอก

49. นักเรียนคิดว่า การชักชวนกันปลูกต้นไม้ ปลูกป่าในโครงการอีสานเขียว มีจุดประสงค์เพื่ออะไร
- (จุดประสงค์ที่ 9 นำไปใช้)

- เพื่อให้เศรษฐกิจดีขึ้น
 - เพื่อให้มีที่อยู่อาศัยเพิ่มขึ้น
 - เพื่อให้เกิดความสวยงาม
 - เพื่อให้มีพันธุ์ไม้ไว้ให้ลูกหลาน
 - เพื่อรักษาสภาพสมดุลธรรมชาติ
50. นักเรียนจะปฏิบัติตนอย่างไร จึงจะได้ชื่อว่า " ผู้นุรักษ์สิ่งแวดล้อม "
- ไม่ตัดต้นไม้โดยเด็ดขาด (จุดประสงค์ที่ 9 นำไปใช้)
 - ไม่ทิ้งขยะมูลฝอยในที่สาธารณะ
 - เข้าไปอยู่อาศัยในป่าเพื่อชื่นชมธรรมชาติ
 - ใช้สารเคมีที่มีประสิทธิภาพสูงกำจัดศัตรูพืช
 - ใช้แรงงานคนและสัตว์ในการประกอบการเกษตรและอุตสาหกรรม

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

- คำชี้แจง
1. ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม โดยในแต่ละสถานการณ์มีคำถาม 4 ข้อ
 2. ข้อสอบฉบับนี้มี 5 สถานการณ์รวมเป็นข้อสอบทั้งสิ้น 20 ข้อให้เวลาทำ 50 นาที

สถานการณ์ที่ 1

ทุกวันนี้มีคนมากขึ้น ผู้คนเหล่านี้ต้องการที่อยู่อาศัย ดังนั้นพวกเขาจึงเคลื่อนย้ายไปในสถานที่ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของพืชและสัตว์ ป่าไม้ถูกโค่นลงและบริเวณป่าถูกทดแทนด้วยบ้านและร้านค้า เมื่อมีผู้อพยพเข้ามาอยู่ในดินแดนใหม่ พืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ดังกล่าวจะเป็นอันตราย พวกมันเริ่มสูญหาย บางชนิดถึงกับสูญพันธุ์

1. จากข้อความดังกล่าว นักเรียนคิดว่าปัญหาของเรื่องนี่คืออะไร
2. นักเรียนจะคาดคะเนสาเหตุ (สมมติฐาน) ที่ทำให้เกิดปัญหาตามที่ระบุไว้ในข้อ 1 ว่าอย่างไร
3. นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบการคาดคะเนสาเหตุ (สมมติฐาน) หรือออกแบบการทดลองที่ระบุไว้ในข้อ 2 อย่างไร
4. ถ้าผลการตรวจสอบข้อ 3 เป็นไปตามที่นักเรียนคาดคะเนสาเหตุ (ตั้งสมมติฐาน) ไว้ นักเรียนจะทำอย่างไรต่อไปเพื่อเป็นการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

สถานการณ์ที่ 2

ดาวเคราะห์โลกเกือบเป็นน้ำทั้งหมด มหาสมุทรครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ทั้งหมด สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องพึ่งพาอาศัยน้ำ แต่เราได้ละเลยไม่ช่วยกันดูแลรักษาน้ำให้สะอาด ทั้งเศษอาหาร ซากพืช ซากสัตว์และสิ่งปฏิกูลต่างๆ ทำให้สัตว์น้ำบริเวณนั้นตายหรือมีปริมาณน้อยลง

5. จากข้อความดังกล่าว นักเรียนคิดว่าปัญหาของเรื่องนี้คืออะไร

6. นักเรียนจะคาดคะเนสาเหตุ (สมมติฐาน) ที่ทำให้เกิดปัญหาตามที่ระบุไว้ในข้อ 5 ว่าอย่างไร

7. นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบการคาดคะเนสาเหตุ (ตรวจสอบสมมติฐาน) หรือออกแบบการทดลองตามที่ระบุไว้ในข้อ 6 อย่างไร

8. ถ้าผลการตรวจสอบพบว่า... การทิ้งขยะลงในแม่น้ำลำคลองทำให้ปริมาณก๊าซออกซิเจนในน้ำลดลง นักเรียนจะทำอย่างไรต่อไป

สถานการณ์ที่ 3

ทองดีเป็นชาวไร่ ก่อนปลูกพืชแต่ละครั้งเขาจะทำการไถที่ดินโดยใช้รถไถขนาดใหญ่ ซึ่งสะดวกและรวดเร็ว เมื่อปลูกพืชแล้วเขาจะบำรุงดูแลพืชไร่โดยใช้รถไถและอุปกรณ์ที่ทันสมัยเมื่อเข้าไปฉีดพ่นสารฆ่าแมลง รมน้ำและพรวนดิน นอกจากนี้ยังใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์เพื่อเพิ่มผลผลิตทำให้ได้ผลผลิตจำนวนมากและมีคุณภาพดีเป็นที่ต้องการของตลาด ต่อมาปรากฏว่า คุณภาพดินในพื้นที่นั้นเสื่อมลง โดยดินมีลักษณะแข็งและแน่น เขาทดลองไถพรวนให้ลึกกว่าเดิม แต่เมื่อปลูกพืชรดน้ำและใส่ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ตามปกติแล้วประมาณ 1 - 2 เดือนต่อมาดินก็จะแข็งและแน่นเช่นเดิม เขาได้สังเกตเห็นว่า ปัญหาเช่นนี้จะไม่เกิดกับชาวไร่ที่ใช้รถไถขนาดเล็กและใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการบำรุงดินเลย

9. จากข้อความดังกล่าวให้นักเรียนคิดว่าปัญหาคืออะไร

10. นักเรียนจะคาดคะเนสาเหตุ (ตั้งสมมติฐาน) ที่ทำให้เกิดปัญหาตามที่ระบุไว้ในข้อ 9 ว่าอย่างไร

11. นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบการคาดคะเนสาเหตุ (ตรวจสอบสมมติฐาน) หรือออกแบบการทดลองตามที่ระบุไว้ในข้อ 10 อย่างไร

12. ถ้าผลการตรวจสอบในข้อ 11 เป็นไปตามที่นักเรียนคาดคะเนสาเหตุไว้ (ตั้งสมมติฐาน) นักเรียนจะอย่างไรต่อไป เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

สถานการณ์ที่ 4

ขณะนี้บรรยากาศชั้นไอโซนกำลังถูกทำลายโดยก๊าซที่มนุษย์สร้างขึ้นที่มีชื่อว่า ซีเอฟซี และฮาโลน ก๊าซเหล่านี้ใช้สำหรับระบบทำความเย็นในตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ เครื่องมือดับเพลิง โฟม พลาสติก เป็นต้น เมื่อก๊าซซีเอฟซี ลอยขึ้นสู่บรรยากาศซึ่งเป็นชั้นที่มีไอโซนขวางอยู่และจะทำลายไอโซนไปเรื่อยๆ

13. จากข้อความดังกล่าว นักเรียนคิดว่าปัญหาของเรื่องนี้คืออะไร

14. นักเรียนจะคาดคะเนสาเหตุ (ตั้งสมมติฐาน) ที่ทำให้เกิดปัญหาตามที่ระบุไว้ในข้อ 13 อย่างไร

15. นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบการคาดคะเนสาเหตุ (ตรวจสอบสมมติฐาน) หรือ ออกแบบการทดลองตามที่ระบุไว้ในข้อ 14 อย่างไร

16. ถ้าผลการตรวจสอบในข้อ 15 เป็นไปตามที่นักเรียนคาดคะเนสาเหตุไว้ (ตั้งสมมติฐาน) นักเรียนจะทำอย่างไรต่อไปเพื่อเป็นการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

สถานการณ์ที่ 5

สภาพการทำงานของแผนกทอผ้า เป็นแผนกที่มีเสียงดังมาก มีพนักงานไม่น้อยที่เป็นโรคประสาท โรคหัวใจ การคุยระหว่างทำงานก็ต้องคุยเสียงดัง มักพบว่า ผู้หญิงที่ทำงานในแผนกนี้เมื่อมีอายุมากขึ้นจะหูตึงและคุยเสียงดัง

17. จากข้อความดังกล่าว นักเรียนคิดว่าปัญหาของเรื่องนี้คืออะไร

18. นักเรียนจะคาดคะเนสาเหตุ (ตั้งสมมติฐาน) ที่ทำให้เกิดปัญหาตามที่ระบุไว้ในข้อ 17 ว่าอย่างไร

19. นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบการคาดคะเนสาเหตุ (ตรวจสอบสมมติฐาน) หรือออกแบบการทดลองตามที่ระบุไว้ในข้อ 18 อย่างไร

20. ถ้าผลการตรวจสอบในข้อ 19 เป็นไปตามที่นักเรียนคาดคะเนสาเหตุไว้ (ตั้งสมมติฐาน) นักเรียนจะทำอย่างไรต่อไป

ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบ

ตาราง 21 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ การทดสอบก่อน
ทดลองและหลังทดลองของกลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	31	34	16	19	29
2	18	26	17	24	35
3	28	37	18	30	38
4	21	30	19	27	34
5	18	38	20	26	34
6	23	27	21	25	28
7	24	26	22	30	40
8	27	38	23	31	36
9	14	31	24	33	42
10	18	30	25	30	38
11	26	34	26	33	39
12	26	32	27	20	34
13	24	30	28	34	37
14	27	37	29	28	32
15	23	30	30	32	36

ตาราง 22 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ การทดสอบก่อน
ทดลองและหลังทดลองของกลุ่มควบคุม

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	15	25	16	14	18
2	36	41	17	31	37
3	31	37	18	28	32
4	30	32	19	15	15
5	21	24	20	31	40
6	20	30	21	17	23
7	17	32	22	28	32
8	20	37	23	19	35
9	25	33	24	30	35
10	16	32	25	8	8
11	20	35	26	15	25
12	25	34	27	31	35
13	20	31	28	14	14
14	22	28	29	28	28
15	24	31	30	28	28

จากสูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{n} + \frac{1}{n} \right)}}$$

$$\bar{X}_1 = 25.76 \qquad \bar{X}_2 = 22.67$$

$$S_1^2 = 26.92 \qquad S_2^2 = 48.16$$

$$n_1 = 30 \qquad n_2 = 30$$

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$= \frac{(30-1)26.92 + (30-1)48.16}{30 + 30 - 2}$$

$$= 37.54$$

ดังนั้น

$$t = \frac{25.76 - 22.67}{\sqrt{37.54 \left(\frac{1}{30} + \frac{1}{30} \right)}}$$

$$= 1.89$$

เปิดตารางแจกแจงที่ ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ในการทดสอบแบบสองทาง ได้ค่า t (.05 , 58) = 2.00 ดังนั้นค่า t ที่คำนวณได้น้อยกว่า 2.00 จึงยอมรับค่า H_0 ปฏิเสธ H_1

2. ตรวจสอบค่าเฉลี่ยของ Posttest ว่าแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Independent เนื่องจากตรวจสอบค่าเฉลี่ยของ Pretest พบว่าไม่แตกต่างกัน

2.1 ทดสอบค่าความแปรปรวนของประชากรทั้งสองกลุ่มว่าเท่ากันหรือไม่ด้วยการทดสอบค่าเอฟ (F-test)

การทดสอบค่าเอฟ

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

$$\begin{array}{l} \text{จากสูตร} \\ \text{เมื่อ} \end{array} \quad F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

$$S_1^2 = 60.87 \qquad S_2^2 = 18.67$$

$$\begin{array}{l} \text{ดังนั้น} \\ \text{ดังนั้น} \end{array} \quad F = \frac{60.87}{18.67}$$

$$= 3.26$$

เปิดตารางแจกแจงเอฟ ที่ระดับนัยสำคัญ .05 จะได้ค่า $F(.05; 29, 29)$
 $= 1.85$ ค่า F ที่คำนวณได้มากกว่า 1.85 จึงปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1

2.2 ทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง โดยวิธีการทางสถิติ t-test แบบ Independent โดยใช้ค่า Separate variance เนื่องจากความแปรปรวนไม่เท่ากัน ($\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$)

การทดสอบค่าที่

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

$$\begin{array}{l} \text{จากสูตร} \\ \text{เมื่อ} \end{array} \quad t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$\begin{array}{l} \text{เมื่อ} \\ \text{เมื่อ} \end{array} \quad \begin{array}{l} \bar{X}_1 = 33.73 \\ S_1^2 = 18.69 \\ n_1 = 30 \end{array} \qquad \begin{array}{l} \bar{X}_2 = 29.57 \\ S_2^2 = 60.87 \\ n_2 = 30 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{ดังนั้น} \\ \text{ดังนั้น} \end{array} \quad t = \frac{33.73 - 29.57}{\sqrt{\frac{18.69}{30} + \frac{60.87}{30}}}$$

$$= 2.56$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ} \quad df &= \frac{[(S_1^2/n_1) + (S_2^2/n_2)]^2}{\frac{(S_1^2/n_1)}{n_1-1} + \frac{(S_2^2/n_1)}{n_2-1}} \\ &= 46.52 \end{aligned}$$

เปิดตารางแจกแจงที ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ในการทดสอบแบบสองทาง ได้ค่า t (.05 . 47) = 2.01 ดังนั้นค่า t ที่คำนวณได้มากกว่า 2.01 จึงปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1

นั่นคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ตรวจสอบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมโดยใช้วิธีการทางสถิติ t -test แบบ Dependent

การทดสอบค่าที

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

$$\text{จากสูตร} \quad t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

3.1 การวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ} \quad \sum D &= 239 & \sum D^2 &= 2444 \\ N &= 30 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น} \quad t &= \frac{239}{\sqrt{\frac{30 \times 2444 - (239)^2}{30-1}}} \\ &= 10.50 \end{aligned}$$

เปิดตารางแจกแจงที่ ที่ระดับนัยสำคัญ .01 ได้ค่า $t (.01, 29) = 2.46$ ดังนั้น
ค่า t ที่คำนวณมากกว่า 2.46 จึงปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1

3.2 การวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลัง
การทดลองของกลุ่มควบคุม

$$\begin{array}{l} \text{เมื่อ} \quad \Sigma D = 207 \quad \Sigma D^2 = 2211 \\ \quad \quad N = 30 \end{array}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น} \quad t &= \frac{207}{\sqrt{\frac{30 \times 2211 - (207)^2}{30 - 1}}} \\ &= 7.29 \end{aligned}$$

เปิดตารางแจกแจงที่ ที่ระดับนัยสำคัญ .01 ได้ค่า $t (.01, 29) = 2.46$
ดังนั้นค่า t ที่คำนวณมากกว่า 2.46 จึงปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1

ตาราง 23 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การทดสอบก่อนทดลองและหลังทดลองของกลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	2	5	16	2	12
2	3	10	17	4	5
3	4	8	18	7	14
4	5	12	19	6	11
5	3	8	20	0	1
6	3	7	21	1	3
7	2	4	22	3	6
8	3	8	23	3	7
9	4	7	24	2	6
10	3	5	25	6	11
11	4	5	26	6	7
12	3	5	27	5	10
13	2	4	28	5	13
14	1	3	29	4	8
15	3	9	30	7	9

ตาราง 24 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การทดสอบก่อนทดลองและหลัง
ทดลองของกลุ่มควบคุม

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	2	8	16	2	3
2	4	8	17	3	5
3	6	11	18	5	6
4	2	4	19	1	4
5	2	3	20	4	5
6	7	9	21	2	2
7	2	5	22	4	5
8	1	5	23	3	4
9	1	3	24	6	8
10	6	9	25	1	1
11	2	3	26	1	1
12	1	2	27	3	9
13	0	2	28	0	1
14	3	4	29	3	10
15	2	3	30	2	7

การทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม มีวิธีการดังนี้

1. ตรวจสอบค่าเฉลี่ยของ Pretest ว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Independent

1.1 ทดสอบค่าความแปรปรวนของประชากรทั้งสองกลุ่มว่าเท่ากันหรือไม่ด้วยการทดสอบค่าเอฟ (F-test)

การทดสอบค่าเอฟ

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

$$\text{จากสูตร} \quad F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

$$\text{เมื่อ} \quad S_1^2 = 3.39 \quad ; \quad S_2^2 = 3.09$$

$$\text{ดังนั้น} \quad F = \frac{3.39}{3.09} = 1.099$$

เปิดตารางแจกแจงเอฟ ที่ระดับนัยสำคัญ .01 จะได้อ่านค่า F (.01 , 29 , 29) = 2.41 ดังนั้นค่า F ที่คำนวณได้น้อยกว่า 2.41 จึงยอมรับ H_0 ปฏิเสธ H_1

1.2 ทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมก่อนการทดลอง โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Independent โดยใช้ค่า Pooled variance เนื่องจากความแปรปรวนเท่ากัน ($\sigma_1^2 = \sigma_2^2$)

การทดสอบค่าที

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

จากสูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

เมื่อ

$$\begin{aligned} \bar{X}_1 &= 3.53 & \bar{X}_2 &= 2.70 \\ S_1^2 &= 3.09 & S_2^2 &= 3.39 \\ n_1 &= 30 & n_2 &= 30 \end{aligned}$$

$$S_p^2 = \frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$= \frac{(30-1)3.09 + (30-1)3.39}{30+30-2}$$

$$= 3.24$$

ดังนั้น

$$t = \frac{3.53 - 2.73}{\sqrt{3.24 \left(\frac{1}{30} + \frac{1}{30} \right)}}$$

$$= 1.77$$

เปิดตารางแจกแจงที ที่ระดับนัยสำคัญ .01 ในการทดสอบสองทางได้ค่า t (.01.58)
 = 2.66 ดังนั้นค่า t ที่คำนวณได้น้อยกว่า 2.66 จึงยอมรับ H_0 ปฏิเสธ H_1

2. ตรวจสอบค่าเฉลี่ย Posttest ว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยใช้วิธีการทางสถิติ t -test แบบ Independent เนื่องจากตรวจสอบค่าเฉลี่ยของ Pretest พบว่าไม่แตกต่างกัน

2.1 ทดสอบค่าความแปรปรวนของประชากรทั้งสองกลุ่มว่าเท่ากันหรือไม่ ด้วยการทดสอบค่าเอฟ (F-test)

การทดสอบค่าเอฟ

$$\begin{aligned} H_0 &: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \\ H_1 &: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \end{aligned}$$

$$\text{จากสูตร} \quad F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

$$\text{เมื่อ} \quad S_1^2 = 10.32 \quad S_2^2 = 8.28$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น} \quad F &= \frac{10.32}{8.28} \\ &= 1.25 \end{aligned}$$

เปิดตารางแจกแจงเอฟ ที่ระดับนัยสำคัญ .01 จะได้ค่า F (.01, 29, 29)
= 2.41 ดังนั้นค่า F ที่คำนวณได้ น้อยกว่า 2.41 จึงยอมรับ H_0 ปฏิเสธ H_1

2.2 ทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถ
ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมหลังการทดลองโดยวิธีการทาง
สถิติ t-test แบบ Independent โดยใช้ค่า Pooled variance เนื่องจากความ
แปรปรวนเท่ากัน ($\sigma_1^2 = \sigma_2^2$)

การทดสอบค่าที

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{n} + \frac{1}{n} \right)}}$$

$$\bar{X}_1 = 7.43$$

$$\bar{X}_2 = 5.00$$

$$S_1^2 = 10.32$$

$$S_2^2 = 8.28$$

$$n_1 = 30$$

$$n_2 = 30$$

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$= \frac{(30 - 1)10.32 + (30 - 1)8.28}{30 + 30 - 2}$$

$$= 9.30$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น} \quad t &= \frac{7.43 - 5.00}{\sqrt{9.30 \left(\frac{1}{30} + \frac{1}{30} \right)}} \\ &= 3.09 \end{aligned}$$

เปิดตารางแจกแจงที่ ที่ระดับนัยสำคัญ .01 ในการทดสอบแบบสองทางได้ค่า t (.01, 45) = 2.66 ดังนั้นค่า t ที่คำนวณได้มากกว่า 2.66 จึงปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1

นั่นคือ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ตรวจสอบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมโดยใช้วิธีการทางสถิติ t -test แบบ Dependent

การทดสอบค่าที่

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

$$\text{จากสูตร} \quad t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N - 1}}}$$

3.1 การวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง

$$\text{เมื่อ} \quad \sum D = 117 \quad \sum D^2 = 611$$

$$N = 30$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น} \quad t &= \frac{117}{\sqrt{\frac{30 \times 611 - (117)^2}{30 - 1}}} \\ &= 9.25 \end{aligned}$$

เปิดตารางแจกแจงที่ ที่ระดับนัยสำคัญ .01 ได้ค่า t (.01, 29) = 2.46 ดังนั้นค่า t ที่คำนวณมากกว่า 2.46 จึงปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1

3.2 การวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อน
และหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ} \quad \Sigma D &= 69 & \Sigma D^2 &= 265 \\ N &= 30 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น} \quad t &= \frac{69}{\sqrt{\frac{30 \times 265 - (69)^2}{30 - 1}}} \\ &= 6.58 \end{aligned}$$

เปิดตารางแจกแจงที่ ที่ระดับนัยสำคัญ .01 ได้ค่า $t (.01, 29) = 2.46$
ดังนั้นค่า t ที่คำนวณมากกว่า 2.46 จึงปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1

ประวัติย่อของผุ้วิจัย

ชื่อ นางสาวลัดดา ชื่อสกุล สายพานทอง
เกิด วันที่ 26 เดือน มิถุนายน พุทธศักราช 2502
สถานที่เกิด อำเภอพระโขนง กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 201/164 เมืองใหม่บางพลี ซอย 1 หมู่ 1
ถนนเทพารักษ์ ก.ม 23 ตำบลบางเสาธง อำเภอบางพลี
จังหวัดสมุทรปราการ 10540
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน อาจารย์ 1 ระดับ 4
สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนบางแก้วประชาสรรค์
ตำบลบางแก้ว อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2521 เตรียมอุดมศึกษา (แผนกศิลป์-ภาษา) จากโรงเรียนสาธิตน้ำผึ้ง
พ.ศ. 2523 ป.กศ. สูง (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) จากวิทยาลัยครูจันทระเกษม
พ.ศ. 2525 กศ.บ. (วิทยาศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปทุมวัน
พ.ศ. 2535 กศ.ม. (การมัธยมศึกษา สาขาการสอนวิทยาศาสตร์) จาก
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำ
โครงการงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู

บทคัดย่อ

ของ

ลัดดา สายพานทอง

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชา เอกการมัธยมศึกษา

กรกฎาคม 2535

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 ของโรงเรียนบางแก้วประชาสรรค์ อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ ที่เลือกมาอย่างสุ่ม 2 ห้องเรียน ห้องละ 30 คนเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ใช้เวลาในการทดลอง 12 คาบ คาบละ 50 นาที ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control-Group Pretest - Posttest Design การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการทางสถิติ t-test

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

The purpose of this study was compare the science achievement and scientific problem solving ability of Mathayom Suksa 1 students taught by using the science project training package and the Teacher's Manual.

The subject were randomly 2 classrooms, 30 students for experimental group and 30 students for control group, of Mathayom Suksa 1 students at Bangkaewprachasun School, Bang Plee District, Samutprakan Province, during the Second Semester of the 1991 acadamic year. The experimental group was taught dy using the science project training package. The control group was taught dy the Teacher's Manual. Randomized Control Group Pretest - Posttest Design was used in the study. The t-test was statistically used for data analysis.

The results of this study indicate that :

1. The science achievement of the experimental and control groups were significantly different at the .05 level.

- 1.1 Posttest scores on the science achievement of experimental group was significantly higher than pretest scores at the .01 level.

- 1.2 Posttest scores on the science achievement of control group was significantly higher than pretest scores at the .01 level.

2. The scientific problem solving ability of the experimental and control group were significantly different at the .01 level.

- 2.1 Posttest scores on scientific problem solving ability of the experimental group was significantly higher than pretest scores at the .01 level.

A COMPARISON OF MATHAYOM SUKSA I STUDENTS' SCIENCE ACHIEVEMENT AND SCIENTIFIC
PROBLEM SOLVING ABILITY THROUGH THE SCIENCE PROJECT
TRAINING PACKAGE AND THROUGH THE METHODS
IN THE TEACHER' MANUAL

AN ABSTRACT

BY

LADDA SAIPANTONG

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

July 1992

2.2 Posttest scores on scientific problem solving ability of the control group was significantly higher than pretest scores at the .01 level.