505.12
ส 364 ก
ฉ.3

การศึกษาผลการจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และค่านิยมทางเทคโนโลยี

ปริญญานิพนธ์

ของ

สุรีย์ สุธาสิโนบล

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

ตุลาคม 2541

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

.....ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวธนไพบูลย์)

.....กรรมการ
(อาจารย์ระวีวรรณ พันธ์พานิช)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวธนไพบูลย์)

.....กรรมการ
(อาจารย์ระวีวรรณ พันธ์พานิช)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนะศิรี)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ตรูเนตร อัชชสวัสดิ์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

วันที่....เดือน.....พ.ศ. 2541

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุน

ของ

ศาสตราจารย์ ดร.สาโรช บัวศรี

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จากผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวธนไพบูลย์ อาจารย์ระวีวรรณ พันธ์พานิช รองศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนะดีรี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ตรูเนตร อัชชสวัสดิ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บังอร พานทอง ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำ ตลอดทั้งการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อย่างดียิ่ง อันเป็นผลก่อให้เกิดความสำเร็จในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้ช่วยเหลือ แนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขเครื่องมือในการวิจัย

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ อาจารย์ใหญ่และคณะครูอาจารย์โรงเรียนชุมชนวัดบำรุงธรรม โรงเรียนทับกวาง โรงเรียนชำผักแพว และขอขอบใจนักเรียนโรงเรียนชุมชนวัดบำรุงธรรม โรงเรียนทับกวาง โรงเรียนชำผักแพว ที่ได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลจนสำเร็จลงด้วยดี รวมทั้งเพื่อนนิสิตปริญญาโทวิชาเอกการมัธยมศึกษา รุ่นพี่ รุ่นน้อง และทุกท่านที่ให้คำแนะนำ และเป็นกำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา พี่ ๆ น้อง ๆ ที่ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจอย่างดียิ่งในการเรียนจนสำเร็จการศึกษา

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่อาจมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดา มารดา และครูอาจารย์ ผู้วางรากฐานทางการศึกษาให้กับผู้วิจัย

สุรีย์ สุธาสิโนบล

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	4
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ	5
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
	เอกสารเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	10
	เอกสารเกี่ยวกับพลังงานและพลังงานจากดวงอาทิตย์	26
	เอกสารเกี่ยวกับกิจกรรมเสริมหลักสูตร และค่ายวิทยาศาสตร์	30
	เอกสารเกี่ยวกับแบบฝึก	40
	เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	47
	เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	52
	เอกสารเกี่ยวกับค่านิยมและค่านิยมทางเทคโนโลยี	60
	งานวิจัยเกี่ยวกับพลังงานจากดวงอาทิตย์	67
	งานวิจัยเกี่ยวกับกิจกรรมเสริมหลักสูตรและค่ายวิทยาศาสตร์	73
	งานวิจัยเกี่ยวกับแบบฝึก	76
	งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	77
	งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	79
	งานวิจัยเกี่ยวกับค่านิยมและค่านิยมทางเทคโนโลยี	82
	สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	83

บทที่ หน้า

3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า 84

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 84

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า 84

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า 84

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า 85

แบบแผนการทดลอง 94

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า 95

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 96

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 101

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 101

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 101

5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 106

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า 106

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า 106

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า 106

การวิเคราะห์ข้อมูล 108

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า 109

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า 109

ข้อสังเกตจากการศึกษาค้นคว้า 112

ข้อเสนอแนะ 113

บรรณานุกรม 115

บทที่ หน้า

ภาคผนวก 129
ภาคผนวก ก 130
ภาคผนวก ข 134
ภาคผนวก ค 137
ภาคผนวก ง 140
ภาคผนวก จ 177

ประวัติย่อของผู้วิจัย 180

บัญชีตาราง

ตาราง หน้า

1 แบบแผนการทดลอง 95

2 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง กับกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก 102

3 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนค่านิยมทางเทคโนโลยีของกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริงกับกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก 103

4 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 104

5 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดค่านิยมทางเทคโนโลยี 105

6 ค่าความยากง่าย (p) ค่าความยากมาตรฐาน (Δ) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 131

7 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดค่านิยมทางเทคโนโลยีเป็นรายข้อ 133

8 คะแนนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง และกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก 138

9 คะแนนวัดค่านิยมทางเทคโนโลยีของกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง และกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก 139

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ หน้า

1 ความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม 15

2 แผนภูมิแสดงกิจกรรมขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 50

3 ขั้นตอนของการเกิดค่านิยมตามแนวทางของ แรธส์ ฮาร์มิน และไซมอน 65

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมาก ดังจะเห็นว่าเทคโนโลยีมีอิทธิพลต่อวิถีชีวิตของมนุษย์ในหลาย ๆ ด้าน เช่น สังคม วัฒนธรรม เศรษฐกิจ และอื่น ๆ แม้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะก่อให้เกิดความเจริญ แต่ในขณะเดียวกันก็ก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ที่ต้องแก้ไข ดังจะเห็นได้จากสภาพแวดล้อมในปัจจุบันที่เปลี่ยนแปลงไป จึงมีความจำเป็นต้องเตรียมคนให้พร้อมที่จะรับและเลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม สามารถพัฒนาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีเพื่อพึ่งพาตนเองได้ เนื่องจากเทคโนโลยีเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ดังนั้นคนที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีจึงต้องปรับปรุงและพัฒนาตนเองให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี (ชม ภูมิภาค. 2534 : 12 - 13)

เทคโนโลยีมีความสำคัญในการพัฒนาประเทศจึงจำเป็นต้องจัดการศึกษาของประเทศให้ทันต่อความก้าวหน้าและความเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ตลอดจนเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติได้กำหนดนโยบายระดับมัธยมศึกษา โดยมุ่งสนับสนุนและส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำหลักการทางวิทยาศาสตร์ และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีไปใช้ในชีวิตประจำวัน (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. 2536 : 5) จากการประเมินคุณภาพการศึกษา พบว่า นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้น้อยมาก มักจะเรียนเพื่อรู้ เพื่อเข้าใจ และทำงานตามที่ครูสั่ง การเรียนการสอนมุ่งที่จะทำให้นักเรียนได้คะแนนสูง (หน่วยศึกษานิเทศก์. 2535 : 1 - 3) ดังนั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้มีเป้าหมายในการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงในด้านความคิด การวางแผน การดำเนินงานตามแผนด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน เพราะว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ หรือใช้ในการแก้ปัญหา เป็นทักษะทางความคิดที่มีขั้นตอนเป็นเหตุเป็นผลที่นำไปสู่ความรู้ใหม่ ๆ (สสวท. 2537 : 28) แต่จากการสังเคราะห์งานวิจัย 67 เรื่องของ ประจักษ์ วิเชียรศรี (2535 : 113) พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 50 ซึ่งสอดคล้องกับ

การประเมินคุณภาพการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นทั่วประเทศพบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน อยู่ในเกณฑ์ต่ำ (35% - 62.50%) (กรมวิชาการ. ม.ป.ป. : คำชี้แจง)

จากที่กล่าวมา พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษายังมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ต่ำ ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลอง ค้นคว้าที่เหมาะสม เพื่อให้นักเรียนได้รู้จักตนเอง เห็นความสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้รู้สึกตระหนัก เห็นคุณค่า และสร้างระบบคุณค่าเพื่อเป็นพื้นฐานของการเลือกปฏิบัติ มีค่านิยมในการพึ่งพาตนเองด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สมจิต สวธนไพบูลย์. 2537 : 76 - 77) ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นและมีคุณค่าช่วยพัฒนานักเรียน ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ค่านิยมเป็นแรงจูงใจหรือสิ่งที่ช่วยกระตุ้นให้บุคคลสามารถตัดสินใจเลือกแนวทางการดำเนินชีวิต หรืออุดมการณ์ของบุคคลนั้น ดังนั้นการสร้างค่านิยมที่ดีและเหมาะสมให้กับบุคคลในสังคมจึงนับว่าเป็นสิ่งจำเป็น และมีความสำคัญอย่างยิ่ง และค่านิยมของแต่ละบุคคลนี้จะส่งผลสะท้อนถึงการพัฒนาประเทศได้ด้วย (กิติมา ปรีดีดิลก. 2521 : 94) จากงานวิจัยของเปรมวดี รักษวลี (2539 : 89 - 90) ซึ่งศึกษาค่านิยมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการทางเทคโนโลยีกับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ค่านิยมทางเทคโนโลยีโดยส่วนรวม และค่านิยมทางเทคโนโลยีรายด้าน ได้แก่ การทดลอง การปรับปรุง การเลียนแบบไม่แตกต่างกัน แต่ค่านิยมทางเทคโนโลยีด้านซ่อมแซมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากงานวิจัยจะเห็นได้ว่าค่านิยมทางเทคโนโลยีด้านการทดลอง การปรับปรุง และการเลียนแบบอยู่ในเกณฑ์ต่ำเมื่อเทียบกับค่านิยมทางเทคโนโลยีด้านซ่อมแซม อาจเป็นเพราะว่า เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการซ่อมแซมน่าสนใจ หาง่ายภายในครัวเรือน และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ดังนั้นครูควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนเห็นคุณค่า มีค่านิยมในการพึ่งพาตนเองทางเทคโนโลยี

ค่ายวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมวิทยาศาสตร์เสริมหลักสูตรชนิดหนึ่ง ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์และเป็นการช่วยเพิ่มพูนความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ประมวล ศิริผันแก้ว และคณะ. 2528 : 11) และจากงานวิจัยของ นิเวศ ยิ้มขาว (2535 : 50) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยกิจกรรม

ค่ายวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังการเรียนปกติในชั้นสูงกว่านักเรียนนี้ไม่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เทคโนโลยีมีบทบาทและอิทธิพลต่อชีวิตประจำวัน การกำเนิดเทคโนโลยีแต่ละชนิดอาจทำให้เกิดปัญหาตามมา คือ ปัญหาการขาดแคลนน้ำมันเชื้อเพลิง ทำให้เกิดความตื่นตัวในการหาพลังงานชนิดอื่นมาทดแทน ได้แก่ พลังงานจากดวงอาทิตย์ ซึ่งเป็นพลังงานที่หาง่าย และไม่มีวันหมด (ดวงผา นิยมชัย. 2537 : 59) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุนันทา รามัญวงศ์ (2537 - 2538 : 55) ที่ว่า ในอนาคตจะมีปัญหาในเรื่องพลังงาน พลังงานที่จะนำมาใช้มากที่สุด คือ พลังงานจากดวงอาทิตย์ เนื่องจากมีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ และไม่ก่อให้เกิดมลพิษใด ๆ หากมีการใช้ที่ถูกต้อง การเรียนรู้เทคโนโลยีนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรูปของค่ายวิทยาศาสตร์น่าจะเป็นกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการผลิต เพื่อหาเทคนิคและวิธีการใหม่ ๆ เพื่อพัฒนาปรับปรุง ผลิตภัณฑ์ สิ่งประดิษฐ์ ระบบ และวิธีการต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น แต่การที่จะสามารถประดิษฐ์คิดค้นของใหม่ได้นั้นเราจะต้องมีความสามารถในการทำเลียนแบบสิ่งที่มีผู้อื่นคิดได้แล้วเสียก่อน (สมจิต สวธนไพบูลย์. 2537 : 18 - 19)

การจัดการเรียนการสอนที่นำของจริงมาให้นักเรียนศึกษาจะทำให้นักเรียนมองเห็นภาพพจน์ได้อย่างชัดเจน มองเห็นความสำคัญ และช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสนใจที่จะสร้างเทคโนโลยีจากของจริงขึ้นมาใช้ได้เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่น และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ เพียเจต์ (Piaget) ที่ว่า เด็กจะมีพัฒนาการอย่างสมบูรณ์ สอดคล้องกับวุฒิภาวะและสติปัญญาอันงอกงามของเด็ก ควรมีการจัดประสบการณ์ตรงโดยที่เด็กได้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งของ (วรรณทิพา รอดแรงค้า. 2540 : 5 - 6)

นอกจากนี้แบบฝึกเป็นแบบที่จะช่วยให้นักเรียนฝึกหัดด้วยตนเองตามอัตราความสามารถของแต่ละคน ส่งเสริมความรับผิดชอบของผู้เรียน (ชาญชัย ภวิตรังสิมา และเชิดวิทย์ ฤทธิ์ประศาสน์. 2523 : 114 ; สุมาลี ดำรงไชย. 2537 : 3) ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำแบบฝึกมาใช้ให้นักเรียนสร้างเทคโนโลยีตามขั้นตอนที่กำหนด

จากหลักการและเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลการจัดกิจกรรมค่าย เทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ โดยการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง กับการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึกที่มีต่อทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์และค่านิยมทางเทคโนโลยี

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยการจัด กิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ด้วยการเลียนแบบของจริง กับการเลียนแบบ โดยใช้แบบฝึก

2. เพื่อเปรียบเทียบค่านิยมทางเทคโนโลยีของนักเรียนโดยการจัดกิจกรรมค่าย เทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ด้วยการเลียนแบบของจริง กับการเลียนแบบโดยใช้ แบบฝึก

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ทำให้ทราบว่าผลของการจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยี ด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางเทคโนโลยี

2. ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ทำให้ได้แนวในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์เสริมหลักสูตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาต่อไป

3. ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ทำให้ได้ตัวอย่างแบบฝึกเพื่อนำไปใช้ในการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนต่อไป

4. ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ทำให้ได้ตัวอย่างเตาหุงต้มพลังงานจากดวงอาทิตย์ ตู้ฟักไข่พลังงานจากดวงอาทิตย์ และตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชุมชนวัดบำรุงธรรม อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 51 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชุมชนวัดบำรุงธรรม อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 จำนวน 48 คน โดยใช้จำนวนนักเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มจากประชากรนักเรียนโดยสุ่มอย่างง่าย และสุ่มแยกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 24 คน แล้วจับฉลากแบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

กลุ่มทดลองที่ 1 การสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง

กลุ่มทดลองที่ 2 การสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 ใช้เวลาในการทดลอง 3 วัน วันละ 6 คาบ คาบละ 50 นาที รวม 18 คาบ

4. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกเนื้อหาเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ เรื่อง เตาหุงต้มพลังงานจากดวงอาทิตย์ ตู้ฟักไข่พลังงานจากดวงอาทิตย์ และตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์

5. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

5.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การสอนการจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ จำแนกการสอนจัดกิจกรรมเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

5.1.1 การสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง

5.1.2 การสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก

5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

5.2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5.2.2 ค่านิยมทางเทคโนโลยี

<u>คำนิยามศัพท์เฉพาะ</u>

1. เทคโนโลยี หมายถึง การประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการผลิต เพื่อหาเทคนิคและวิธีการใหม่ ๆ เพื่อพัฒนาปรับปรุงผลิตภัณฑ์ สิ่งประดิษฐ์ ระบบและวิธีการต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น เพื่ออำนวยความสะดวก หรือแก้ปัญหาต่าง ๆ ให้กับมนุษย์และสังคม

2. พลังงานจากดวงอาทิตย์ หมายถึง ดวงอาทิตย์แผ่รังสีมายังพื้นโลกในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดที่เป็นคลื่นวิทยุ รังสีความร้อนหรืออินฟาเรด แสงสว่างธรรมดา และรังสีอัลตราไวโอเลต

3. ค่ายเทคโนโลยี หมายถึง กิจกรรมการศึกษาวิทยาศาสตร์โดยนำนักเรียนมาอยู่ร่วมกัน ณ สถานที่ และเวลาที่กำหนด มีการปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่ม นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างเทคโนโลยีร่วมกัน

4. ค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ หมายถึง กิจกรรมการศึกษาวิทยาศาสตร์โดยนำนักเรียนมาอยู่ร่วมกัน ณ สถานที่และเวลาที่กำหนด มีการปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มเกี่ยวกับเรื่องพลังงานจากดวงอาทิตย์ โดยมีการสร้างเทคโนโลยี คือ เตาหุงต้มพลังงานจากดวงอาทิตย์ ตู้ฟักไข่พลังงานจากดวงอาทิตย์ และตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์

5. การจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ หมายถึง การจัดกิจกรรมเกี่ยวกับเรื่องพลังงานจากดวงอาทิตย์ โดยมีการสร้างเทคโนโลยี คือ เตาหุงต้มพลังงานจากดวงอาทิตย์ ตู้ฟักไข่พลังงานจากดวงอาทิตย์ และตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ จำแนกการจัดกิจกรรมเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

5.1 กิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง

5.2 กิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก

6. การสอนกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่มีการจัดกิจกรรมเกี่ยวกับเรื่องพลังงานจากดวงอาทิตย์ โดยมีการสร้างเทคโนโลยี คือ เตาหุงต้มพลังงานจากดวงอาทิตย์ ตู้ฟักไข่พลังงานจากดวงอาทิตย์ และตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ จำแนกการสอนกิจกรรมออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

6.1 การสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนสร้างเทคโนโลยีโดยใช้เทคโนโลยีที่เป็นของจริงเป็นต้นแบบในการสร้าง มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

6.1.1 ขั้นอภิปรายก่อนปฏิบัติกิจกรรม

- ครูอธิบายขั้นตอนในการปฏิบัติกิจกรรมพร้อมทั้งแจกใบงานและอุปกรณ์

6.1.2 ขั้นปฏิบัติกิจกรรม

- ให้นักเรียนศึกษาใบงาน และเทคโนโลยีของจริงที่เป็นต้นแบบในการสร้างเทคโนโลยีตามขั้นตอนในใบงาน

- ให้นักเรียนทดสอบเทคโนโลยีที่สร้างขึ้น พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไข

6.1.3 ขั้นอภิปรายหลังปฏิบัติกิจกรรม

- ให้นักเรียนอภิปรายถึงปัญหาในการสร้างเทคโนโลยีและแนวทางแก้ไข

- ให้นักเรียนอภิปรายถึงประโยชน์และความสำคัญของเทคโนโลยีที่สร้างขึ้น สามารถนำไปปรับปรุงแก้ไข และใช้ในชีวิตประจำวัน

6.2 การสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนสร้างเทคโนโลยีโดยปฏิบัติตามขั้นตอนในแบบฝึก มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

6.2.1 ขั้นอภิปรายก่อนปฏิบัติกิจกรรม

- ครูอธิบายขั้นตอนในการปฏิบัติกิจกรรม พร้อมทั้งแจกแบบฝึกและอุปกรณ์

6.2.2 ขั้นปฏิบัติกิจกรรม

- ให้นักเรียนศึกษาแบบฝึก และปฏิบัติกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีตามขั้นตอนในแบบฝึก

- ให้นักเรียนทดสอบเทคโนโลยีที่สร้างขึ้น พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไข

6.2.3 ขั้นอภิปรายหลังปฏิบัติกิจกรรม

- ให้นักเรียนอภิปรายถึงปัญหาในการสร้างเทคโนโลยีและแนวทางแก้ไข

- ให้นักเรียนอภิปรายถึงประโยชน์ และความสำคัญของเทคโนโลยีที่สร้างขึ้น สามารถนำไปปรับปรุงแก้ไขและใช้ในชีวิตประจำวัน

7. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมความสามารถของนักเรียนในการสืบเสาะหาความรู้โดยผ่านการปฏิบัติตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์อย่างคล่องแคล่ว

และชำนาญซึ่งในงานวิจัยนี้ได้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 4 ทักษะ ดังนี้ การสังเกต การวัด การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส สเปสกับเวลา และการทดลอง

7.1 ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และกายสัมผัสเข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใช้ความคิดเห็นของผู้สังเกต

7.2 ทักษะการวัด หมายถึง การใช้เครื่องมือหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ และรวมไปถึงการใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้องเหมาะสมในการวัด

7.3 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส สเปสกับเวลา หมายถึง การหาความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ 2 มิติ กับ 3 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่อยู่หน้ากระจกกับเงา และการหาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา

7.4 ทักษะการทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบ หรือทดลองสมมติฐานที่ตั้งไว้ในการทดลอง ซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง การบันทึกผลการทดลองได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง

ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

8. ค่านิยมทางเทคโนโลยี หมายถึง ความรู้สึกพึงพอใจ การเห็นคุณค่าและการมีอุดมการณ์ต่อการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการทดลอง การปรับปรุง และการเลียนแบบ เพื่อการสร้างและการพัฒนาเครื่องมือ เครื่องใช้ และอุปกรณ์

ค่านิยมทางเทคโนโลยีด้านเลียนแบบ หมายถึง ความรู้สึกพึงพอใจ การเห็นคุณค่าและการมีอุดมการณ์ต่อการคิดสร้างเทคโนโลยี ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดค่านิยมทางเทคโนโลยีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

9. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง อาจารย์ผู้มีประสบการณ์ทางการสอนวิชาวิทยาศาสตร์มาแล้วอย่างน้อย 5 ปี

10. ชิ้นงาน หมายถึง ผลผลิตที่เกิดจากการสร้างเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ คุณภาพและประสิทธิภาพของชิ้นงานได้จากการตรวจสอบด้านความสมบูรณ์ ความปราณีต ความเรียบร้อย ความแข็งแรงคงทน ความถูกต้องตามแบบ และประสิทธิภาพในการทำงานของชิ้นงาน

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้า

เอกสารที่เกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้า มีดังนี้

1. เอกสารเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. เอกสารเกี่ยวกับพลังงาน และพลังงานจากดวงอาทิตย์
3. เอกสารเกี่ยวกับกิจกรรมเสริมหลักสูตรและค่ายวิทยาศาสตร์
4. เอกสารเกี่ยวกับแบบฝึก
5. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
6. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
7. เอกสารเกี่ยวกับค่านิยมและค่านิยมทางเทคโนโลยี

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้า มีดังนี้

1. งานวิจัยเกี่ยวกับพลังงาน และพลังงานจากดวงอาทิตย์
2. งานวิจัยเกี่ยวกับกิจกรรมเสริมหลักสูตรและค่ายวิทยาศาสตร์
3. งานวิจัยเกี่ยวกับแบบฝึก
4. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
5. งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
6. งานวิจัยเกี่ยวกับค่านิยมและค่านิยมทางเทคโนโลยี

เอกสารที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ความหมายของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ความหมายของวิทยาศาสตร์

คำว่า "วิทยาศาสตร์" ได้มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของคำนี้ไว้หลายท่าน ผู้วิจัยขอนำมากล่าวดังต่อไปนี้

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2535 : 94) ได้กล่าวว่า วิทยาศาสตร์ หมายถึง ส่วนที่เป็นตัวความรู้ (Body of Knowledge) ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการตรวจสอบอย่างเป็นระบบที่เชื่อถือได้และส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ (Process of Scientific Inquiry)

เพียร ช้ายขวัญ (2536 : 12) ได้ให้ความหมายของ วิทยาศาสตร์ไว้ว่า วิทยาศาสตร์เน้นความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติ และกระบวนการค้นคว้าหาความรู้ที่มีขั้นตอนมีระเบียบแบบแผน

ภพ เลาหไพบูลย์ (2537 : 2) ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ค้นหาความจริงกับธรรมชาติโดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป

สิปปนนท์ เกตุทัต (2537 : 58) ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ว่า วิทยาศาสตร์คือการบรรยายความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่าง ๆ ในธรรมชาติ ทั้งในสภาพนิ่งและสภาพพลวัตหรือมีการเปลี่ยนแปลงตามกาลเวลาและตามสภาพการกระตุ้นทั้งจากภายในหรือจากสภาพภายนอก ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากการสังเกตธรรมชาติและการวิเคราะห์วิจัย วิทยาศาสตร์จึงมีความเป็นสากลเพราะปรากฏการณ์ธรรมชาติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เกิดขึ้นด้วยหลักเดียวกัน วิทยาศาสตร์จึงไม่ถูกจำกัดด้วยเวลา สถานที่ และวัฒนธรรม

จากที่กล่าวมาแล้วพอสรุปได้ว่าวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้และกระบวนการที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าซึ่งเกี่ยวข้องกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อม และผ่านการพิสูจน์ข้อเท็จจริงโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้วรวบรวมและจัดไว้อย่างมีระบบ

<u>ความหมายของเทคโนโลยี</u>

คำว่า "เทคโนโลยี" ได้มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของคำนี้ไว้หลายท่าน ผู้วิจัยขอยกมากล่าวดังต่อไปนี้

กู๊ด (Good. 1973 : 592) ได้ให้ความหมายเทคโนโลยีไว้ 5 ความหมาย ดังนี้

1. ระบบวิทยาศาสตร์ศึกษาเกี่ยวกับเทคนิค

2. การนำวิทยาศาสตร์มาแก้ไขปัญหาในทางปฏิบัติ

3. การจัดระบบของข้อเท็จจริงและหลักการจนเป็นที่ยอมรับ เพื่อจุดมุ่งหมายไปปฏิบัติและอาจรวมถึงหลักการต่าง ๆ

4. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และระบบที่ใช้ในด้านอุตสาหกรรมศิลป์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำมาประยุกต์ใช้ในโรงงานต่าง ๆ

5. การนำความรู้ทางตรรกศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ มาทำให้เกิดความเจริญก้าวหน้าทางวัตถุ

ฮัลเซ (Halsay. 1974 : 935) ได้ให้ความหมายของเทคโนโลยีไว้ 3 ความหมาย ดังนี้

1. การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ เพื่อให้เกิดผลในทางปฏิบัติ และให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้

2. ระเบียบ กระบวนการ และสิ่งประดิษฐ์ที่เป็นผลมาจากการให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3. การใช้วัสดุ วัตถุบริการ และสิ่งประดิษฐ์ให้กับความต้องการของมนุษยชาติ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2533) ได้ให้ความหมายของคำว่าเทคโนโลยีว่า เทคโนโลยีคล้ายกับวิทยาศาสตร์ที่มีความหมายได้สองอย่างคือ ส่วนที่เป็นตัวความรู้กับส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ ในด้านตัวความรู้ เทคโนโลยี หมายถึง ความรู้ต่าง ๆ เกี่ยวกับเทคนิควิธีการผลิต การสร้าง หรือการพัฒนาผลิตภัณฑ์สิ่งประดิษฐ์ ตลอดจนวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพสูงสามารถอำนวยความสะดวกหรือแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่มนุษย์และสังคมกำลังประสบอยู่ ในด้านกระบวนการเทคโนโลยีก็คือ กระบวนการนำเอาความรู้ ประสบการณ์ และความสามารถต่าง ๆ ที่มีอยู่ไปค้นคว้าทดลองเพื่อแสวงหาเทคนิควิธีการใหม่ ๆ สำหรับผลิตและปรับปรุงผลิตภัณฑ์สิ่งประดิษฐ์ หรือวิธีการต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพสูงหรือสูงขึ้น เพื่ออำนวยความสะดวกหรือแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่มนุษย์และสังคมกำลังประสบอยู่

ภพ เลาหไพบูลย์ (2537 : 32) ได้ให้ความหมายของเทคโนโลยี ไว้สองอย่าง คือ ส่วนที่เป็นความรู้กับส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ และในด้านความรู้ เทคโนโลยี หมายถึง ความรู้ต่าง ๆ เกี่ยวกับเทคนิควิธีการผลิต การสร้าง หรือการพัฒนาผลิตภัณฑ์สิ่งประดิษฐ์ ระบบ ตลอดจนวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ ระบบหรือวิธีการที่มีประสิทธิภาพสูงสุด สามารถอำนวยความสะดวกหรือแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่มนุษย์และสังคมกำลังประสบอยู่

เปรมวดี รักษวลี (2539 : 6) กล่าวว่า เทคโนโลยี หมายถึง การนำความรู้และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์จำแนกได้เป็น 2 ส่วน คือ

1. ส่วนที่เป็นเครื่องมือ เครื่องใช้ และอุปกรณ์ที่อำนวยความสะดวกให้กับมนุษย์และสังคม

2. ส่วนที่เป็นกระบวนการ ได้แก่ เทคนิควิธีการของการคิดค้น การแสวงหาความรู้เพื่อนำไปสู่การสร้าง การพัฒนาในการผลิตเครื่องมือ เครื่องใช้ และอุปกรณ์ ได้แก่ การทดลอง การซ่อมแซม การปรับปรุง และการเลียนแบบ

จากที่กล่าวมาแล้วพอสรุปได้ว่า เทคโนโลยี หมายถึง การนำความรู้ แนวคิด กระบวนการ เทคนิค อุปกรณ์มาประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์และเพื่อผลิตสิ่งของต่าง ๆ เพื่อสนองความต้องการของมนุษย์

ดังนั้น วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หมายถึง ความรู้ แนวคิด และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นำมาผสมผสาน ประยุกต์กับวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งผลผลิตอันเป็นประโยชน์แก่มวลมนุษย์และสนองความต้องการของสังคม

<u>ความแตกต่างและความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี</u>

เสริมพล รัตสุข (2526 : 3 - 4) กล่าวถึง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีว่า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่างกันที่ผลลัพธ์ และจุดมุ่งหมาย วิทยาศาสตร์มีกระบวนการและรูปแบบโดยการที่นักวิทยาศาสตร์นำมาประยุกต์เพื่อการพัฒนาให้เกิดประโยชน์ซึ่งวัดได้ในรูปผลผลิตข้อแตกต่างอีกประการหนึ่งคือ วิทยาศาสตร์ไม่ตกอยู่ภายใต้อิทธิพลของเศรษฐกิจสังคม และสิ่งแวดล้อมมากเท่ากับเทคโนโลยี ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสมบัติส่วนรวมของชาวโลกที่เผยแพร่ทั่วไปโดยไม่มีการซื้อขาย ส่วนความรู้ทางเทคโนโลยีเป็นสินค้าอย่างหนึ่งที่มีราคาซื้อขายกันในตลาด

สุทัศน์ ยกส้าน (2530 : 13) กล่าวเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีว่า วิทยาศาสตร์ คือ ศาสตร์ที่เรียนเพื่อให้เข้าใจธรรมชาติ เรียนโดยการสังเกต ตั้งสมมติฐาน และหาทางคิดค้นพิสูจน์สมมติฐาน ส่วนเทคโนโลยีคือ สิ่งที่เรานำไปใช้ให้เกิดประโยชน์แก่การดำรงชีวิต

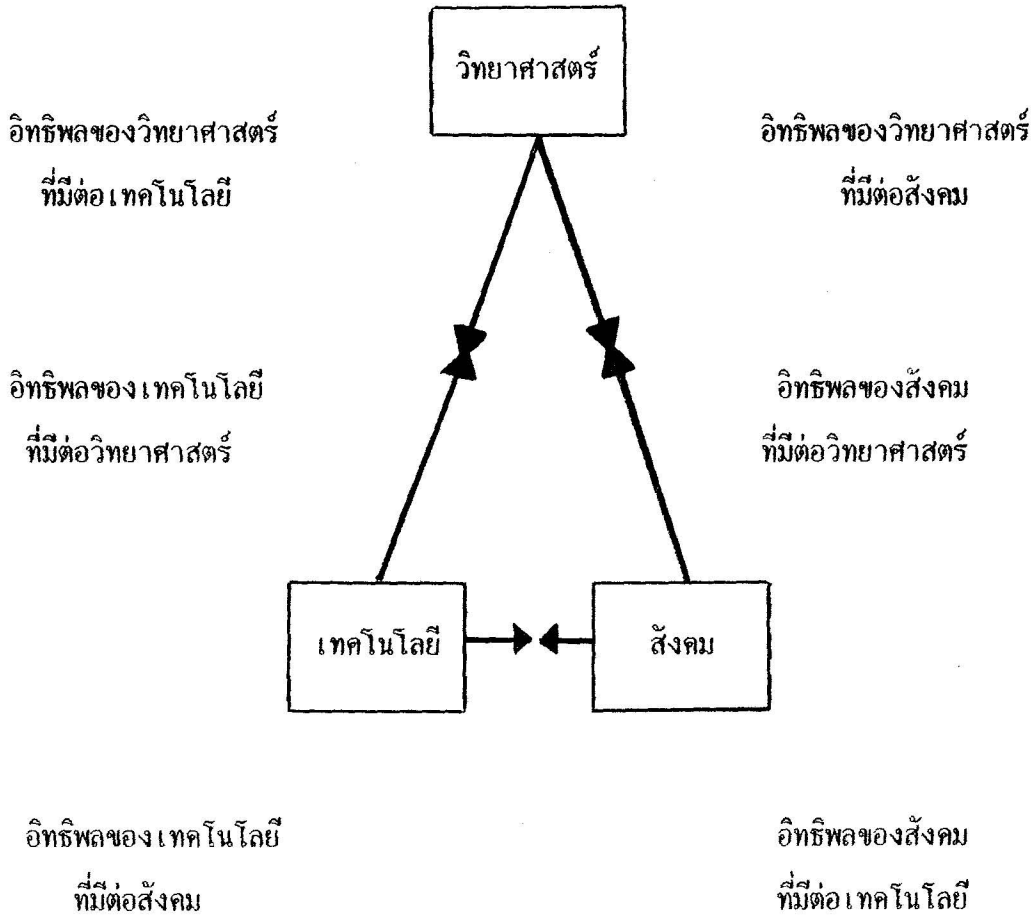
สุวัฒก์ นิยมค้า (2531 : 147) ได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีว่า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด นักวิทยาศาสตร์กับนักเทคโนโลยีอาจเป็นคนคนเดียวกัน หรือเป็นคนละคนก็ได้ แต่หน้าที่ทั้งสองอย่างนี้แยกกันตาม

วัตถุประสงค์ โลกของวิทยาศาสตร์ประยุกต์จะก้าวหน้าไปเพียงใดนั้นต้องอาศัยความก้าวหน้าของโลกวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์เป็นรากฐาน ถ้าการวิจัยทางวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ไม่ก้าวหน้า วิทยาศาสตร์ประยุกต์ก็พลอยชบเซาไปด้วยเพราะว่าการประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ ที่จะนำไปใช้ในงานนั้นต้องอาศัยกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานและโดยทางกลับกัน เทคโนโลยีก็มีส่วนสนับสนุนให้วิทยาศาสตร์บริสุทธิ์คืบหน้าเหมือนกัน อย่างกรณีที่มีการสร้างยานอวกาศได้ก็เป็นการบุกเบิกให้มีการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์เพิ่มขึ้นอีกได้มาก วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นกระบวนการฝาแฝด วิทยาศาสตร์เป็นผู้รู้ ส่วนวิศวกรเป็นผู้ทำจนมีคำพูดเสมอว่านักวิทยาศาสตร์เป็นผู้สร้างความรู้แก่วิศวกรเป็นผู้ทำความรู้ให้เกิดประโยชน์

ภพ เลาหไพบูลย์ (2537 : 25) ได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีดังนี้ วิทยาศาสตร์ใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ส่วนเทคโนโลยีเป็นการนำความรู้วิทยาการต่าง ๆ ที่วิทยาศาสตร์ค้นพบมาใช้ให้เกิดประโยชน์จะเห็นได้ว่า วิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเทคโนโลยีอย่างยิ่ง กล่าวคือ เทคโนโลยีสร้างความเป็นไปได้ใหม่ ๆ ในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ก็เสริมความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ทั้งสองประเภทเสริมกันให้งานปฏิบัติการต่าง ๆ ในสังคมเจริญก้าวหน้า เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในสังคม

<u>ความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม</u>

ภพ เลาหไพบูลย์ (2537 : 35 - 37) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก็มีความสัมพันธ์กันคือ เมื่อมนุษย์ได้มีความกระตือรือร้น สนใจเสาะแสวงหาความรู้จนกระทั่งได้เป็นหลักการ ทฤษฎีซึ่งเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์แล้ว มนุษย์ก็จะใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นมาประยุกต์ใช้ได้เป็นความรู้ต่าง ๆ เกี่ยวกับเทคนิค วิธีการผลิต การสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ สิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นความรู้ทางเทคโนโลยี และมีการพัฒนากระบวนการผลิต การสร้างให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นไป และมีเทคโนโลยีพัฒนาไปจนถึงจุดหนึ่ง ก็อาจต้องพึ่งพาการค้นคว้าวิจัยทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้หลักการทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงขึ้นไป



ภาพประกอบ 1 ความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

<u>บทบาทและความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสังคมและชีวิตประจำวัน</u>

รายงานการประชุมสัมมชาวิทยาศาสตร์แห่งชาติ ครั้งที่ 1 (2527 : 25 - 26) ได้ให้แนวทางการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการพัฒนาประเทศซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. การใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อป้องกันประเทศ
2. การใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อสิ่งแวดล้อม และการจัดการทรัพยากร
3. การใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพลังงาน
4. การใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการเกษตร
5. การใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรม

สุประดิษฐ์ สืบรัตนสกุล (2530 : 46) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์ได้เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องกับความจำเป็นพื้นฐานของการดำรงชีวิตตลอดเวลา ทั้งในเรื่องเครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย อาหาร และยารักษาโรค ซึ่งสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ได้อาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์

วราภรณ์ กุศลมโน (2535 : 7) ได้กล่าวไว้ว่า วิทยาศาสตร์ได้เข้ามามีบทบาทและความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ในยุคปัจจุบัน และนับวันก็ยิ่งเพิ่มมากขึ้นด้วย ควรจัดการศึกษาให้เยาวชนได้มีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างกว้างขวางทันกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่จะนำมาพัฒนาประเทศได้ ตลอดจนส่งเสริมให้มีการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

ภพ เลาหไพบูลย์ (2537 : 35) ได้กล่าวถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม ดังนี้

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาจตอบสนองต่อมนุษย์ได้ทั้งบวกและลบ สนองความต้องการพื้นฐานเพื่อการดำรงชีวิต สนองความอยากที่จะมั่งคั่ง มีสิ่งอุปโภคบริโภคต่าง ๆ สนองความอยากรู้อยากเห็นที่จะเข้าใจของมนุษย์ คิดค้นเรื่องสสารและพลังงาน ขยายขอบเขตความสัมพันธ์ของมนุษย์ สนองต่อความต้องการด้านความมั่นคงปลอดภัย ด้านความสุขสบายในชีวิตต่าง ๆ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีช่วยให้มีอาวุธต่าง ๆ มนุษย์อาจใช้อาวุธทำลายล้างกันได้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีควรเป็นสิ่งที่ดี เป็นกลางแล้วแต่จะใช้สร้างสรรค์หรือทำลาย มนุษย์เป็นผู้มีความสำคัญที่จะไตร่ตรองว่าจะใช้ไปในทางใด ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการจัดระเบียบหรือจัดองค์กรในสังคมให้ดี เพื่อให้สามารถใช้ผลิตผลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้ได้ดีและเหมาะสม

สรุปถึงบทบาทและความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสังคมและชีวิตประจำวันได้ดังนี้

ความก้าวหน้าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีอิทธิพลและส่งผลกระทบต่อมนุษย์และสังคมทั้งด้านบวกและด้านลบ ดังนั้นการใช้ประโยชน์จากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีควรตระหนักในการใช้ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งควรอยู่ในลักษณะของการใช้ที่เหมาะสมและไม่เกิดปัญหาที่ตามมา และควรจัดให้เยาวชนได้มีความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างกว้างขวางตลอดจนส่งเสริมให้มีการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิชาญ ภู่พัฒน์ (สมชัย อุ่นอนันต์. 2539 : 15 ; อ้างอิงมาจาก วิชาญ ภู่พัฒน์. 2531 : 307) กล่าวว่า แนวทางการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศที่ก้าวไปสู่ระดับความสามารถในการพึ่งตนเองได้นั้น จะต้องเริ่มจากการพัฒนาพื้นฐานความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ประกอบกับขีดความสามารถของทรัพยากรคนและทรัพยากรธรรมชาติของประเทศเสียก่อน เพื่อนำมาจัดวางว่าความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศในปัจจุบันอยู่ในระดับใด จากนั้นจึงจะกำหนดแนวทางหรือกลยุทธ์ในการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ จากระดับที่เป็นอยู่เพื่อก้าวต่อไปจนถึงขีดความสามารถสูงสุด

ระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่สากลได้จัดลำดับไว้มีอยู่ประมาณ 8 ขั้น คือ

ระดับที่ 1 ความสามารถในการซื้อโดยไม่เลือก

ระดับที่ 2 ความสามารถในการใช้งานได้ (Operative)

ระดับที่ 3 ความสามารถในการเลือกซื้อ (Selective)

ระดับที่ 4 ความสามารถในการลอก (Copy)

ระดับที่ 5 ความสามารถในการเลียนแบบ (Imitative)

ระดับที่ 6 ความสามารถในการดัดแปลง (Adaptive)

ระดับที่ 7 ความสามารถในการเปลี่ยนแปลง (Innovative)

ระดับที่ 8 ความสามารถในการสร้างขึ้นเอง (Creative)

การนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนาประเทศ

ดวงผา นิยมชัย (2537 : 59) ได้กล่าวถึงการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาประเทศชาติไว้ ดังนี้

ในยุคปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นไปอย่างรวดเร็ว มีการประดิษฐ์ คิดค้นอุปกรณ์เทคโนโลยีใหม่ ๆ อยู่ตลอดเวลา และในเวลาไม่นานนักอุปกรณ์เหล่านี้ก็จะเข้ามามีบทบาทและอิทธิพลต่อชีวิตประจำวันของคนไทยในอนาคต การกำเนิดของเทคโนโลยีแต่ละชนิด อาจมีสาเหตุแตกต่างกันไป อาทิเช่น จากสภาวะขาดแคลนน้ำมันเชื้อเพลิง

ทำให้เกิดความตื่นตัวในด้านการหาพลังงานชนิดอื่นเพื่อทดแทน ได้แก่ พลังงานจากแสงอาทิตย์ ก๊าซชีวภาพ พลังงานนิวเคลียร์ หรือเพิ่มพูนประสิทธิภาพในการทำงาน ไม่ว่าจะด้านการสื่อสาร การแพทย์ การอุตสาหกรรม ได้มีการพัฒนาเอาระบบไมโครอิเลคทรอนิคส์และแสงเลเซอร์มาใช้อย่างกว้างขวาง เทคโนโลยีเหล่านี้ย่อมเข้ามามีบทบาทต่อครอบครัวไทยในอนาคต แต่หลักการของเทคโนโลยีมิได้ยาก - ลึกซึ้งจนไม่อาจเข้าใจได้ การเรียนรู้หลักการและการนำไปใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยีแต่ละอย่างจะสามารถทำให้ผู้ใช้มีความเข้าใจ เมื่อถึงเวลาที่จะต้องใช้เทคโนโลยีเหล่านี้และสามารถปรับตัวเองให้เข้ากับเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่กำลังจะมาถึงได้

<u>การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาประเทศไทย</u>

ยุพา ตันติเจริญ (2531 : 41) ได้ให้ข้อคิดในการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาพัฒนาประเทศว่า การพัฒนาประเทศชาติโดยใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะสำเร็จหรือไม่มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญอย่างยิ่งคือ คุณภาพของประชาชนในอันที่จะมีความรู้ ความเข้าใจ และมีความรู้ที่จะติดตามข่าวสาร ข้อมูลต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อจะนำมาใช้ประกอบการพิจารณาตัดสินใจ ในเรื่องราวต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพที่มีคุณภาพ

ดวงผา นิยมชัย (2537 : 67) ได้กล่าวถึงการเสริมสร้างความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาประเทศ ไว้ 2 วิธี ดังนี้

1. เสริมสร้างความสามารถของบุคคล เพื่อให้มีความรู้และนำความรู้นั้นไปเผยแพร่อีกทอดหนึ่ง ซึ่งทำได้โดยการสนับสนุนด้านการศึกษา - ดูงาน หรือลงทุนร่วมกับประเทศเจ้าของเทคโนโลยีเป็นการถ่ายทอดจากต่างประเทศ

2. การอุดหนุนการวิจัยทางด้านต่าง ๆ ภายในประเทศ ผลที่ได้จะมีประโยชน์โดยตรงต่อการพัฒนาประเทศ เพราะเป็นการวิจัยในท้องถิ่น ซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้เลย ต่างกับการรับเอาเทคโนโลยีมาจากต่างประเทศ ซึ่งบางครั้งอาจไม่เหมาะสมใช้กับท้องถิ่นชนบทของประเทศได้

การเสริมสร้างความรู้ความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำเป็นต้องเน้นหนักเกี่ยวกับการพัฒนาชนบท การพัฒนาทางการเกษตรและผลิตภัณฑ์จากการเกษตร ตลอดจนถึงการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมด้วย

สิปปนนท์ เกตุทัต (2537 : 61 - 62) ได้กล่าวถึงการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาประเทศไว้ดังนี้

1. ความครอบคลุม การพัฒนาวิทยาศาสตร์จะต้องมองให้ครอบคลุมให้ทุกส่วนในสังคม มีความตระหนักในความจำเป็นและความสำคัญ มิใช่มุ่งเน้นเฉพาะการเรียนการสอนในสถาบันการศึกษาเท่านั้นหากประชากรโดยส่วนรวมยังไม่เข้าใจไม่ตระหนักถึงความจำเป็น ผู้แทนราษฎร รัฐสภา และรัฐบาลคงไม่สามารถเจียดจ่ายงบประมาณที่จำเป็นมาสนับสนุนการศึกษาและการวิจัยได้ ดังนั้น การช่วยเสริมให้วงการสื่อมวลชน หนังสือพิมพ์ วิทยุ โทรทัศน์ ช่วยแพร่กระจายความรู้ ก็เป็นสิ่งจำเป็นควบคู่ไปกับการศึกษาในระบบโรงเรียน การกระจายความรู้ความเข้าใจในการศึกษานอกระบบก็สำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าการศึกษาในมหาวิทยาลัยและโรงเรียน

2. การยกย่องคนดีและเก่งทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การยกย่องคนดีและเก่ง จะเป็นการดึงดูดให้เยาวชนรุ่นหลังได้เจริญรอยตาม อีกทั้งเป็นการยอมรับในผลงานที่ดีเด่นโดยผู้ที่ทำงานทุ่มเททางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การจัดให้มีการให้รางวัลในด้านต่าง ๆ จะเป็นการเชิดชูให้ประจักษ์แก่สาธารณชน

3. การเน้นการปรับปรุงที่ตัวครูและอาจารย์ การดึงดูดให้ผู้สนใจเป็นครู อาจารย์เป็นหัวใจสำคัญ ดังนั้น รัฐบาลและสถาบันการศึกษาจะต้องดึงดูดและสนับสนุนให้เป็นครูและอาจารย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ดี จะต้องให้ครูอาจารย์พัฒนาตนเองอยู่เสมอโดยสนับสนุนการวิจัยและหรือการปรับปรุงการสอนให้เป็นครูที่ดี การจัดระบบเงินเดือน การปูนบำเหน็จความชอบและสวัสดิการใกล้เคียงกับวงการเอกชนเป็นสิ่งจำเป็น

4. นิสิต นักศึกษา การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะกระทำไม่ได้เลย ถ้าไม่มีความสนใจและมีสติปัญญาความรู้พอ ดังนั้นการดึงดูดให้ผู้มีสติปัญญาได้เรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงจำเป็นอย่างยิ่ง การให้ทุนการศึกษาในทุกระดับให้ผู้มีความสนใจและมีสติปัญญาสูงให้ได้ศึกษาวิจัยต่อจนถึงระดับปริญญาเอกทั้งในประเทศในสถาบันที่มีความสามารถ และประสบการณ์สูงและถ้าสถาบันในประเทศยังไม่สามารถรับนักศึกษาได้ ก็ส่งไปศึกษาในต่างประเทศทั้งในระดับปริญญาโท ปริญญาเอก และหาประสบการณ์การวิจัย หลังปริญญาเอกด้วย

5. เครื่องมือครุภัณฑ์วัสดุอุปกรณ์ที่ทันสมัย โดยที่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความก้าวหน้าไม่หยุดยั้ง จะต้องจัดหาอุปกรณ์ที่ทันสมัยให้แก่สถาบันการศึกษาและวิจัย

6. การจัดสัมมนาและการประชุมทางวิชาการ การจัดสัมมนาและการประชุมทางวิชาการในระหว่างกลุ่มนักวิชาการและเทคโนโลยี เพื่อเสนอและถกแถลงผลงานวิเคราะห์วิจัย จะช่วยเปิดหูเปิดตาให้กว้าง นอกจากนั้นจะต้องจัดให้มีการฝึกในทำนองพี่สอนน้อง เพื่อนเรียนจากเพื่อน นักวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีรุ่นเยาว์ได้เรียนรู้จากการแถลงและอภิปรายในหมู่นักวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาวุโส เพื่อจะได้ก้าวทันความก้าวหน้าใหม่ ๆ

<u>การนำแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม มาสู่การสอน</u>

จากแนวคิดที่มีความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมที่กล่าวมาแล้วนั้น ได้มีนักการศึกษามองเห็นความสำคัญว่า ในการสอนวิทยาศาสตร์หรือในการสอนเทคโนโลยีในโรงเรียน หรือในสังคมใดก็ตามนั้น น่าที่จะต้องใช้แนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม นี้มาใช้ในการสอนด้วย ไบบี (Bybee. 1987) ได้เขียนบทความเรื่อง วิทยาศาสตร์ศึกษาและแนวคิดของ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม ได้กล่าวถึง ความสำคัญของวัตถุประสงค์ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ว่า จะต้องให้ความรู้ในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีกระบวนการในการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม จากวัตถุประสงค์จะได้กรอบความคิดที่สำคัญ 3 อย่างได้แก่ จะต้องสอนให้เกิดมโนมติทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้มีกระบวนการแสวงหาความรู้ และให้มีการปฏิสัมพันธ์เชื่อมโยงกันของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม

การสอนให้ได้ความรู้ที่สัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ควรเน้นในด้านความรู้เกี่ยวกับตนเอง ความรู้เกี่ยวกับสิ่งที่ตนต้องปฏิบัติในฐานะเป็นประชาชน และความรู้เกี่ยวกับวัฒนธรรม การสอนให้มีการใช้ทักษะการเรียนรู้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำได้โดยมีส่วนร่วมอย่างจริงจังในการเก็บรวบรวมข้อมูล การแก้ปัญหา การตัดสินใจ การสอนให้มีการพัฒนาค่านิยมและแนวคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในสังคม โดยให้มีการศึกษาถึงประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นในท้องถิ่น แนวนโยบายการปฏิบัติต่อสาธารณชน ปัญหาของโลก

มโนมติที่เป็นหัวข้อในการสอนที่สำคัญตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม ได้แก่ ระบบใหญ่และระบบย่อย การจัดเป็นองค์กรและความเป็นพวกเดียวกัน การจัดเป็นลำดับขั้นและความหลากหลายการปฏิสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลง การเจริญเติบโตและวัฏจักร การมีแบบแผนและกระบวนการ ความเป็นไปได้และการพยากรณ์ การอนุรักษ์แบบเดิมและการทำให้เลวลง

การปรับปรุงแก้ไขและข้อจำกัดการสมดุลย์และการสนับสนุนค้ำจุนทักษะกระบวนการแสวงหาความรู้บนพื้นฐานของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ควรเน้นในการสอน ได้แก่ การใช้คำถามและการสืบค้น การสังเกตและการจัดให้เป็นระเบียบ การวัดและการแยกประเภท การเปรียบเทียบและการป้องกันรักษา การวิเคราะห์และการสังเคราะห์ การระบุและการอธิบาย การตัดสินใจและการกระทำ สำหรับหัวข้อในการสอนให้มีการปฏิสัมพันธ์กันของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม ได้แก่ วิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์กับสังคม เทคโนโลยีกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีกับสังคม สังคมกับวิทยาศาสตร์ สังคมกับเทคโนโลยี และวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยีในสังคม

จากกรอบความคิดที่สำคัญ 3 อย่างดังกล่าว ได้มีการพัฒนาไปสู่โปรแกรมหลักสูตรและปฏิบัติการสอน โดยทั่วไปแล้วเป็นการสอนจากง่ายไปหายาก จากรูปธรรมไปสู่นามธรรม จากเหตุการณ์ปัจจุบันย้อนไปสู่อดีตและไปสู่อนาคต ในการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนนั้นได้มุ่งให้นักเรียนมีการพัฒนาตนเองและดำเนินชีวิตเป็นพลเมืองดี การนำกรอบความคิดของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม มาใช้ก็ต้องมีการวิจัยและพัฒนาหลักสูตรและการสอนตามแนวต่อไปนี้คือ

1. สอนให้มีความรู้วิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการ และมีความเข้าใจตนเองและสังคม

2. สอนให้มีความรู้ ทักษะ และมีความเข้าใจให้สัมพันธ์กับเทคโนโลยี

3. ขยายเป้าหมายในการแสวงหาความรู้ให้รวมถึงการตัดสินใจด้วย

4. การสอนความรู้ ทักษะและความเข้าใจที่สัมพันธ์กับแนวคิดของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม นั้นต้องทำให้ชัดเจนเหมาะสมกับวัยและขั้นการพัฒนาความคิดที่แตกต่างกันด้วย

5. ต้องระบุให้ชัด ถึงการนำปัญหาของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม ให้อยู่ในโปรแกรมการสอนวิทยาศาสตร์

6. การนำโปรแกรมวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม ไปใช้ในระบบโรงเรียน

การสอนเทคโนโลยีในโรงเรียน

ธงชัย ชิวปรีชา (2531 : 14 - 19) ได้มีแนวคิดว่า ควรที่จะได้มีการจัดการเรียนการสอนเทคโนโลยีในโรงเรียนหรือควรมีการแทรกเรื่องของเทคโนโลยีในวิชาวิทยาศาสตร์ วิชาการงานพื้นฐานอาชีพซึ่งมีธรรมชาติที่เป็นเทคโนโลยีอยู่แล้วให้มากที่สุด ทั้งนี้เพื่อให้เยาวชนไทยตระหนักถึงความสำคัญและมีจิตสำนึก ทักษะและความสามารถในการพัฒนาเทคโนโลยีขึ้นใช้เอง ในการจัดการศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยีไม่ว่าจะในระดับใด ควรจัดให้ผู้เรียนมีคุณสมบัติและบรรลุถึงเป้าหมายดังนี้

1. ตระหนักว่าเทคโนโลยีหรือเทคนิควิธีการต่าง ๆ ที่ใช้ในปัจจุบันนั้น มีลู่ทางที่จะปรับปรุงให้ดีขึ้นเสมอ

2. มีจิตวิญญาณและความมุ่งมั่นที่จะทำการค้นคว้า ทดลอง หาเทคโนโลยี หรือเทคนิควิธีการใหม่ ๆ อยู่เสมอ

3. มีทักษะและความสามารถที่เหมาะสมกับพื้นฐานความรู้ สภาพและวัยของตนในการใช้หรือปรับปรุงเทคโนโลยีหรือเทคนิควิธีการที่ได้มีผู้พัฒนาไว้แล้ว

4. มีทักษะและความสามารถที่เหมาะสมกับพื้นฐานความรู้ สภาพ และวัยของตนในการที่จะลงมือค้นคว้าทดลองหาเทคโนโลยี หรือเทคนิควิธีการใหม่ ๆ ขึ้นมาใช้

จากจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนการสอนเทคโนโลยีนี้ จะเห็นได้ว่า สามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีให้กับผู้เรียนได้ทุกวัยและทุกระดับชั้น เทคโนโลยีในส่วนที่เป็นกระบวนการ ไม่ว่าจะสอนในระดับใดก็มีจุดมุ่งหมายคล้ายกันคือ ฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะและความสามารถในการค้นคว้า ทดลอง แสวงหาเทคนิควิธีการใหม่ ๆ สำหรับในระดับโรงเรียนไม่ว่าจะเป็นระบบประถมศึกษาหรือมัธยมศึกษา ก็สามารถสอดแทรกเทคโนโลยีเข้าไปในการเรียนการสอนได้ทุกวิชา โดยการแทรกแนวคิดที่ว่า ทำอย่างไรจึงจะปรับปรุงการงานหรือภาระหน้าที่ที่ตนเองกำลังปฏิบัติอยู่ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เช่น ในการสอนวิชาการงานพื้นฐานอาชีพทุกวิชา ไม่ควรสอนเฉพาะตัวความรู้หรือเทคนิควิธีการเพียงอย่างเดียว ควรส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสทำโครงงานโดยอาศัยความรู้ ทักษะ และความสามารถตามระดับของตนเองที่ได้เรียนมาจากวิชาต่าง ๆ มาช่วยในการออกแบบ และปฏิบัติทดลอง ซึ่งการทำโครงงานโดยอาศัยความรู้ ทักษะและความสามารถตามระดับของตนเองที่ได้เรียนมาจากวิชาต่าง ๆ มาช่วยในการออกแบบและปฏิบัติทดลอง ซึ่งการทำโครงงานของนักเรียนในระดับโรงเรียนนี้ ก็เพื่อสร้างจิตวิญญาณแห่งความเป็นนักประดิษฐ์นักค้นคว้าทดลองเป็นสำคัญ

ความสามารถทางการพึ่งพาตนเองด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เย็นใจ เลาหวนิช (สมจิต สวธนไพบูลย์. 2537 : 16 - 19 ; อ้างอิงมาจาก เย็นใจ เลาหวณิช. 2530 : 4 - 6) กล่าวว่าการพึ่งตนเองมิได้หมายความว่าเราสามารถผลิตสินค้าทุกชนิดได้เองทั้งหมด เพราะเป็นสิ่งที่เป็นไปไม่ได้ ไม่มีประเทศใดในโลกทำเช่นนั้นได้ ในทางตรงกันข้ามประเทศบางประเทศผลิตสินค้าและ/หรือบริการเพียงบางชนิด แต่ได้กระทำเป็นล่ำเป็นสัน ก็สามารถพึ่งตนเองจนกระทั่งเกิดความมั่นคั่งได้ ทั้งนี้เพราะเขามี "เทคโนโลยี" ซึ่งเป็นตัวเพิ่มมูลค่าให้แก่สินค้าหรือบริการ การพึ่งตนเอง จึงหมายถึงการพัฒนาขีดความสามารถทางเทคโนโลยีของตนจนกระทั่งสามารถนำมาใช้เลี้ยงตนเองได้ ตัวอย่างที่ชัดเจนที่สุดก็คือประเทศญี่ปุ่น ซึ่งความจริงทรัพยากรธรรมชาติก็มีไม่มาก แต่ได้พัฒนาเทคโนโลยีทั้งทางด้านกายภาพ เช่น อุตสาหกรรม และเทคโนโลยี ทางด้านสังคม เช่น การจัดการธุรกิจการค้าจนกลายเป็นมหาอำนาจทางเศรษฐกิจของโลกในปัจจุบัน ประเทศสิงคโปร์ซึ่งเป็นเพื่อนบ้านเราได้พัฒนาเทคโนโลยีส่วนใหญ่ในด้านการจัดการ จนสามารถเลี้ยงตนเองได้แม้จะเป็นเกาะเล็กนิดเดียว ประเทศสวิสเซอร์แลนด์ผลิตนาฬิกาคุณภาพสูงจนเลี้ยงตนเองได้มีชื่อเสียงก้องโลก ฮ่องกงผลิตสินค้าอุปโภคจำหน่ายได้ทั่วโลก

ขีดความสามารถทางเทคโนโลยีที่จะต้องพัฒนาเพื่อให้สามารถพึ่งตนเองได้นั้น อาจแบ่งออกได้เป็น 5 ประเภท คือ

1. การรู้จักตนเอง เทคโนโลยีเริ่มต้นด้วยความรู้ และความรู้ที่สำคัญที่สุด คือความรู้เกี่ยวกับตนเอง ซึ่งประกอบด้วยความรู้ด้านต่าง ๆ คือ

1.1 ความรู้เกี่ยวกับทรัพยากรที่มีอยู่ ประเทศที่ด้อยพัฒนามักจะไม่ทราบว่าตนมีทรัพยากรอะไรบ้าง บางครั้งก็ปล่อยให้มีประเทศที่พัฒนามากกว่าถ่ายเทเอาทรัพยากรที่มีค่าไปโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ ทรัพยากรบางชนิดที่มีคุณค่ามาแต่โบราณที่ถูกมองข้าม เช่น สมุนไพร ขาดการวิจัยและพัฒนาเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในเชิงอุตสาหกรรมอย่างจริงจัง ซึ่งจะนำรายได้มาสู่ประเทศปีละหลายพันล้านบาท

1.2 ความรู้เกี่ยวกับขีดความสามารถทางเทคโนโลยีของตนเอง เทคโนโลยีคือเครื่องมือที่ทำให้มนุษย์สำเร็จประโยชน์ตามจุดประสงค์ของตน ถ้าเรายังไม่รู้จักเครื่องมือนี้ดี เราก็ไม่อาจวางแผนพัฒนาที่ถูกต้องตามความเป็นจริงได้ การศึกษาให้รู้แน่ชัดว่า คนไทยในประเทศทำอะไรได้บ้าง ทำอะไรไม่ได้บ้าง ถึงระดับไหน คุณภาพเพียงไร เป็นต้น เหล่านี้จำเป็นจะต้องศึกษาและวิจัยให้ทราบชัด

1.3 ความรู้เกี่ยวกับปัญหาของตนเอง ปัญหาที่สำคัญ คือ ปัญหาและสาเหตุแห่งปัญหาเกี่ยวกับการพัฒนาประเทศในทุกแง่ทุกมุม ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง การทหาร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สิ่งแวดล้อม เป็นต้น ทั้งในด้านระยะสั้นและระยะยาว ในปัจจุบันสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติตระหนักในความสำคัญของความรู้ประเภทนี้ จึงจัดให้เป็นหัวข้อสำคัญในการสนับสนุนให้มีการวิจัยแพร่หลายหัวข้อหนึ่ง

2. การแก้ปัญหาของตนเอง เป็นขีดความสามารถทางเทคโนโลยีที่สืบเนื่องมาจากการรู้ปัญหาของตนเอง โดยการอาศัยการศึกษาวิจัยค้นพบปัญหาและสาเหตุแห่งปัญหานั้น ถึงจุดนี้เราต้องการเทคโนโลยีที่จะช่วยแก้ปัญหาที่ค้นพบ โดยใช้หลักการพึ่งตนเอง เช่น ในปัจจุบันเราพบว่าสารตะกั่วที่ใช้เพิ่มออคเทนในน้ำมันเบนซินพิเศษ ทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษต่อผู้สูดดม เคยมีผู้วิเคราะห์โลหิตของตำรวจจราจรในกรุงเทพมหานคร พบว่ามีสารตะกั่วอยู่ในระดับอันตรายแต่ไม่มีใครคิดแก้ ถ้าจะแก้ปัญหานี้อาจทำได้โดยพัฒนาสารทดแทนที่เพิ่มออคเทนแต่ไม่ก่ออันตราย เช่น ใช้แอลกอฮอล์ 95.5% ซึ่งขณะนี้สถาบันการวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยได้ทดลองผลิตเชิงอุตสาหกรรมในโรงงานต้นแบบ นำไปผสมกับน้ำมันเบนซินทดลองแล้วพบว่าไม่มีผลเสียต่อเครื่องยนต์ และมีคุณภาพไม่แตกต่างจากน้ำมันเบนซินชนิดพิเศษปกติแต่ประการใด ดังนั้นถ้ามีการสนับสนุนให้มีการจัดตั้งโรงงานผลิตแอลกอฮอล์เพื่อทดแทนสารตะกั่วก็จะช่วยแก้ปัญหานี้ได้ทั้งยังเป็นสาเหตุให้เกิดการสร้างโรงงานในชนบทด้วย เพราะแอลกอฮอล์ดังกล่าวผลิตมาจากมันสำปะหลัง ซึ่งมีอยู่มากมายโดยเฉพาะในภาคอีสาน

3. การพัฒนาสิ่งที่มีอยู่เดิมมาใช้ประโยชน์ ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่แล้ว ถ้านำไปจำหน่ายในสภาพที่ไม่แปรรูป ก็จะไม่ได้มูลค่าเพิ่มเติม แต่ถ้านำมาแปรรูปโดยใช้เทคโนโลยีเชิงอุตสาหกรรมก็จะทำให้ได้มูลค่าเพิ่มมาก เช่น การเปลี่ยนหางแร่เป็นแร่ที่มีคุณภาพโดยการแยกจะทำให้ได้มูลค่าเพิ่มขึ้นตั้งแต่ร้อยเท่าไปจนถึงหมื่นเท่า ขึ้นอยู่กับชนิดของแร่ที่มีคุณภาพ โดยการแยกจะทำให้ได้มูลค่าเพิ่มขึ้นตั้งแต่ร้อยเท่าไปจนถึงหมื่นเท่า ขึ้นอยู่กับชนิดของแร่ที่แยกได้ การเปลี่ยนผลผลิตที่เป็นวัตถุดิบทางการเกษตรเป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การเกษตร เช่น ผลไม้กระป๋อง ผักกระป๋อง ผักและน้ำผลไม้กระป๋อง เป็นต้น นอกจากจะได้มูลค่าเพิ่มแล้วยังช่วยขยายตลาดให้กว้างออกไปอีกด้วย ช่วยเปลี่ยนส่วนที่เสียง่ายหรือไม่มีราคาให้มีค่าเพิ่มขึ้น สามารถเก็บไว้ได้นาน แต่สิ่งเหล่านี้จะเกิดขึ้นไม่ได้ถ้าขาดการวิจัยและพัฒนาที่ครบวงจร คือ เริ่มตั้งแต่วิจัยวัตถุดิบ ตลาด พัฒนากรรมวิธีผลิต สร้างโรงงานทดลอง ไปจนกระทั่งสร้างโรงงานผลิตเชิงพาณิชย์

4. การปรับปรุงสิ่งที่มีอยู่เดิมให้ดียิ่งขึ้น คนส่วนมากมักมีความเคยชินกับสิ่งที่มีอยู่เดิม ไม่คิดปรับปรุงให้ดีขึ้น หรือมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นแต่ถ้าพิจารณาในแง่การพัฒนา การปรับปรุงสิ่งที่มีอยู่เดิมเป็นสิ่งที่ต้องกระทำอยู่ตลอดเวลา ซึ่งต้องอาศัยเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับสิ่งนั้น เช่น การปรับปรุงเตาหุงข้าวด้วยถ่านให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น การปรับปรุงวิธีทำนาเป็นนาหว่านทำให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นหลายเท่าตัว การปรับปรุงวิธีตาก อบพืช เป็นต้น การปรับปรุงเหล่านี้เป็นผลมาจากการวิจัยและพัฒนาทั้งสิ้น

5. การเพิ่มขีดความสามารถทางเทคโนโลยีให้แก่ตนเอง เป็นเทคโนโลยีที่มีความสำคัญที่สุด เพราะถ้าไม่มีวิธีเพิ่มความสามารถให้แก่ตนเอง ก็ย่ำเท้าอยู่กับที่ในขณะที่ประเทศอื่น ๆ กำลังก้าวหรือวิ่งไปข้างหน้า เทคโนโลยีประเภทนี้ คือ การวิจัยและพัฒนา (Research and Development) และการถ่ายทอดเทคโนโลยี (Technology Transfer) ซึ่งต่างพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน มีคนจำนวนไม่น้อยเข้าใจผิดว่าการถ่ายทอดเทคโนโลยีนั้นกระทำได้โดยไม่ยาก เพียงแต่ซื้อเครื่องจักรสำเร็จรูปเข้ามาพร้อมทั้งฝึกวิธีใช้ให้เป็นก็เป็นอันเสร็จสิ้น เช่น การพัฒนาอุตสาหกรรมแบบกดปุ่ม (Turn-dey Industry) ความจริงหาเป็นเช่นนั้นไม่ ถ้าจะพิจารณาดูขั้นตอนการพัฒนาขีดความสามารถทางเทคโนโลยี เป็นลำดับ จากเบื้องต้นไปสู่ขั้นสูงสุด ซึ่งอาจแบ่งได้เป็น 5 ขั้น ก็จะเห็นได้ว่าการถ่ายทอดเทคโนโลยีแบบกดปุ่มเป็นเพียงขั้นต้นเท่านั้น ลำดับขีดความสามารถทางเทคโนโลยีอาจแบ่งได้ดังนี้

5.1 การมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีและการใช้เทคโนโลยีนั้น

5.2 การมีความสามารถในการซ่อมแซม เมื่อเกิดการขัดแย้งหรือเกิดปัญหา

5.3 การมีความสามารถในการดัดแปลง เปลี่ยนแปลง หรือปรับปรุงให้เหมาะสมกับสภาพการใช้ใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม

5.4 การมีความสามารถในการสร้างเลียนแบบ หรือลอกแบบให้มีคุณภาพไม่ด้อยกว่าเดิม

5.5 การมีความสามารถในการคิดค้น หรือประดิษฐ์เทคโนโลยีชนิดใหม่ด้วยการริเริ่มของตนเอง

จะเห็นว่าการถ่ายทอดเทคโนโลยีในลำดับขั้นที่สูงขึ้นนั้น จะต้องมีขีดความสามารถทางเทคโนโลยีในลำดับขั้นที่ต่ำกว่าเป็นพื้นฐานรองรับเสียก่อน เช่น ก่อนที่เราจะสามารถประดิษฐ์คิดค้นของใหม่ได้ เราจะต้องมีความสามารถในการทำเลียนแบบสิ่งที่มีผู้อื่นคิดได้แล้วเสียก่อน

ความสามารถขั้นต่าง ๆ เหล่านี้มีความสามารถในการวิจัยและพัฒนาเป็นพื้นฐานรองรับ เพราะการวิจัยและพัฒนาทำให้เกิดความรู้ความชำนาญในวิทยาการสาขานั้น ๆ ถ้าเกิดมีการคิดค้นสิ่งใหม่ผู้ที่จะสามารถเข้าใจและรับถ่ายทอดมาไม่ได้ เปรียบเสมือนการนำเอาวิชาระดับอุดมศึกษาไปสอนนักเรียนชั้นมัธยมต้นหรือประถม นักเรียนจะรับไว้ไม่ได้

ในการกลับกัน การวิจัยและพัฒนาก็ต้องพึ่งพาการถ่ายทอดเทคโนโลยีเช่นเดียวกัน ทั้งนี้เพราะนักวิจัยต้องพึ่งข้อมูลความรู้ และเทคโนโลยีล่าสุดที่สามารถหาได้มาใช้เป็นพื้นฐานของการวิจัย นักวิจัยจึงต้องรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ทันสมัยและทันโลกอยู่ตลอดเวลา

จากความสามารถทางการพึ่งพาตนเองด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาขีดความสามารถทางเทคโนโลยีให้กับนักเรียนในด้านการเลียนแบบ

เอกสารเกี่ยวกับพลังงานและพลังงานจากดวงอาทิตย์

ความหมายของพลังงาน (Energy)

วิจิตร ดงพลู (2524 : 2) ได้ให้ความหมายของพลังงานว่า "พลังงาน คือ ความสามารถที่จะทำงานได้"

ไพรัช วรเวช (2529 : 2) อ้างถึง พระราชบัญญัติการพลังงานแห่งชาติ พ.ศ. 2496 ได้กำหนดความหมายของพลังงานว่า "พลังงาน หมายถึง ตัวแรงอันได้จากที่มาตามธรรมชาติ เช่น น้ำ ลม ความร้อนธรรมชาติ แสงอาทิตย์ แร่ธาตุ หรือเชื้อเพลิงเป็นต้นว่า ฟืน แกลบ น้ำมัน ถ่านหิน หรือก๊าซธรรมชาติ"

พจนานุกรมไทย ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 (2538 : 582) อธิบายว่า "พลังงาน คือ ความสามารถซึ่งมีอยู่ในตัวของสิ่งที่อาจให้แรงงานได้"

ศิริ ฮามสุโพธิ์ (ม.ป.ป. : 21) กล่าวว่า "พลังงาน คือ ความสามารถที่จะทำได้โดยอาศัยแรงงานที่มีอยู่แล้วตามธรรมชาติโดยตรงและที่มนุษย์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีดัดแปลงมาจากพลังงานตามธรรมชาติ"

จากความหมายดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า พลังงาน หมายถึง ความสามารถที่จะทำงานได้ โดยอาศัยแรงงานที่มีอยู่แล้วตามธรรมชาติ เช่น น้ำ ลม ความร้อนธรรมชาติ แสงอาทิตย์ แร่ธาตุ และเชื้อเพลิง

ประเภทของพลังงาน

สุมาลี พิตรากูล (2532 : 291) ได้จำแนกพลังงานออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ 2 ประเภท คือ

1. พลังงานที่สะสมอยู่ในโลก ได้แก่ พลังงานแร่ธาตุเชื้อเพลิง พลังงานประเภทนี้มีจำกัดและเมื่อใช้ไปแล้วไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก ได้แก่ น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน หินน้ำมัน แร่กัมมันตรังสี เป็นต้น เขาให้ชื่อพลังงานประเภทนี้ว่า พลังงานที่มีอยู่จำกัดหรือหาได้ยาก (Hard Energy)

2. พลังงานแฝงที่เกิดโดยธรรมชาติ เป็นพลังงานที่สามารถดัดแปลงมาใช้ ได้แก่ พลังงานสุริยะ พลังงานจากน้ำขึ้นน้ำลง พลังงานลม พลังงานมวลชีวภาพ เป็นต้น พลังงานชนิดนี้เป็นแหล่งพลังงานที่ไม่มีวันสูญสิ้น จึงเหมาะที่จะพัฒนาใช้ทดแทนพลังงานประเภทแรก โดยใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ มาปรับปรุง ดัดแปลง ให้เป็นพลังงานที่มีประสิทธิภาพกับการทำงานที่สูง ซึ่งมีความสะดวกสบายในการใช้งานและเหมาะสมกับชนิดของงานด้วย เขาให้ชื่อพลังงานประเภทนี้ว่า พลังงานแบบง่าย ๆ หรือพลังงานที่มีอยู่ตามธรรมชาติ (Soft Energy)

ความสำคัญของพลังงาน

มนุษย์ได้นำพลังงานต่าง ๆ เข้ามาใช้ในการดำรงชีวิตตั้งแต่สมัยโบราณ เริ่มจากการใช้ไฟที่เกิดจากเสียดสีของไม้หรือหินนำมาใช้ในการให้ความอบอุ่น แสงสว่างและหุงต้มอาหาร การนำพลังงานมาใช้ในสมัยแรก ๆ นั้นเป็นพลังงานที่หาได้ง่าย ๆ ตามธรรมชาติ เช่น แสงแดด ลม น้ำ พลังงานจากสัตว์เลี้ยงและพลังงานจากการออกแรงของตนเองเป็นส่วนใหญ่ เช่น จะเดินทางไปไหนก็เดินไปหรือขี่ม้า วัว ควาย การตำข้าวก็ใช้ครก และใช้มือตำ การเอาน้ำเข้าที่นาเพื่อทำการเพาะปลูกก็ใช้ถีบระหัดด้วยเท้าหรือการหุงต้มก็ใช้ไม้เป็นเชื้อเพลิงใช้ไต้หรือน้ำมันมะพร้าวจุดตะเกียงให้แสงสว่าง เป็นต้น พลังงานที่นำมาใช้เหล่านี้เป็นพลังงานที่ไม่มีวันหมดสิ้นไปจากโลกมีการทดแทนอยู่ตลอดเวลา ต่อมาเมื่อมนุษย์สามารถนำเชื้อเพลิงต่าง ๆ เช่น น้ำมัน ถ่านหินรวมไปถึงน้ำมาเปลี่ยนเป็นพลังงานการใช้แรงงานของตนเองจึงน้อยลงไปสามารถที่จะนำเอาเวลาว่างจากการทำงานนั้นมาคิดพัฒนาเรื่องต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ แพทย์ วิศวกรรม และศิลปะต่าง ๆ ได้ทำให้เรามีอารยธรรม รวมทั้งมีความเจริญรุ่งเรืองสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น โดยใช้พลังงานเป็นหลักสำคัญในการดำเนินกิจกรรมแต่พลังงานดังกล่าวเหล่านี้ เป็นพลังงานที่มีวันจะหมดสิ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำมันนับวันจะหมดสิ้นและมีราคาแพงขึ้นเรื่อย ๆ

จึงกล่าวได้ว่าพลังงานเป็นปัจจัยสำคัญในการเสริมสร้างสวัสดิภาพและความผาสุกของประชาชนแต่ละประเทศและยังมีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงกับความมั่นคงของประเทศทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และการเมืองการปกครองเป็นอย่างยิ่ง สำหรับประเทศไทยมีทรัพยากรพลังงานที่มีคุณค่าทางพาณิชย์อยู่เป็นจำนวนมาก เช่น แหล่งก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน พลังน้ำ น้ำมันดิบ เป็นต้น รวมทั้งการวิจัยและพัฒนาพลังงานชนิดใหม่ให้สามารถนำมาใช้ทดแทนได้ยาวนานที่สุด ได้แก่ พลังงานจากดวงอาทิตย์

<u>พลังงานจากดวงอาทิตย์</u> (Solar Energy)

ดวงอาทิตย์เปล่งแสงหรือแผ่พลังงานปริมาณมหาศาลออกมาจากตัวของมันตลอดเวลาไม่ต่ำกว่า 2,000 ล้านปีมาแล้ว และจะยังคงเป็นเช่นนี้ต่อไปอีกนานนับพันล้านปีในอนาคต

การเกิดปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ ในดวงอาทิตย์ก็คือต้นเหตุของการเกิดพลังงานทั้งสิ้น ที่แผ่ออกมาภายในใจกลางดวงอาทิตย์นั้น คาดว่าจะมีอุณหภูมิสูงถึง 20 ล้านองศาเซลเซียส

พลังงานเหล่านี้มาถึงบรรยากาศของโลกในรูปของรังสีจากดวงอาทิตย์ ส่วนใหญ่จะมาถึงโลกในรูปของแสงจากดวงอาทิตย์ บางส่วนจะกระจายออกไปและมาถึงโลกในรูปของแสงพื้นฉากหลัง ถ้าเพียงแต่ 0.01% ของแสงเหล่านี้เท่านั้นกลายเป็นพลังงานคุณภาพสูง มนุษย์จะมีพลังงานใช้อย่างเพียงพอกับความต้องการในปัจจุบัน

เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ที่ตำแหน่งเส้นละติจูดที่ 5 - 12 องศาเหนือ และเส้นลองติจูดที่ 96 - 106 องศาตะวันออก เป็นบริเวณที่มีพลังงานแสงอาทิตย์สูงในรอบปี ค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์เฉลี่ยรายวันประมาณ 4.7 kWh/m -day (หรือ 16.92 MJ/m -day) มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลบ้างแต่จะน้อย คือ มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานแสงอาทิตย์ประมาณ 15% จากค่าเฉลี่ย พลังงานจากดวงอาทิตย์จึงเป็นแหล่งพลังงานที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเพียงพอตลอดปี นอกจากนี้พลังงานจากดวงอาทิตย์ยังสามารถใช้ได้ทุกหนทุกแห่ง และเป็นพลังงานที่สะอาดด้วย

การใช้ประโยชน์จากพลังงานจากดวงอาทิตย์

1. การใช้ประโยชน์ในเชิงความร้อน (Thermal Application) ซึ่งแยกได้เป็น

ก. เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ มาเป็นพลังงานความร้อนที่อุณหภูมิต่ำ เพื่อใช้ประโยชน์ต้มน้ำ กลั่นน้ำ และปั๊มน้ำ เป็นต้น ตัวรับแสงแบบแผ่นเรียบ

ข. เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ มาเป็นพลังงานความร้อนที่อุณหภูมิปานกลาง เพื่อใช้ในการหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า การหุงต้ม และเตาเผา เป็นต้น ตัวรับแสงแบบรวมเป็นเส้นหรือเป็นจุด

ค. เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ มาเป็นพลังงานความร้อนที่อุณหภูมิสูงมาก (Ultra-High Temperature) เพื่อหลอมเหล็กและอุตสาหกรรมอื่น ๆ เป็นต้น ตัวรับแสงแบบจุดและมีระบบที่ตามดวงอาทิตย์ด้วย

2. การเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง (Direct Electric Conversion) ได้แก่ การเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยผ่าน Solar Cell (Photovoltaic Generator)

เนื่องจากประเทศไทยเองก็มีศักยภาพทางด้านพลังงานแสงอาทิตย์สูง และได้มีการศึกษาวิจัยจนสามารถนำมาใช้ประโยชน์ด้านอบแห้ง กลั่นน้ำ และทำน้ำร้อน เป็นต้น การวิจัยและพัฒนาอย่างจริงจังจะช่วยให้นำพลังงานจากดวงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น

เนื่องจากพลังงานจากดวงอาทิตย์ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างมากมาย ทำให้เป็นแหล่งพลังงานที่ได้รับความสนใจอย่างสูง การค้นคว้าพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีได้มีการปรับปรุงขึ้นอย่างรวดเร็ว เพื่อนำพลังงานรูปนี้มาใช้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำพลังงานจากดวงอาทิตย์มาใช้ในการจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยี โดยให้นักเรียนได้สร้างเตาหุงต้มพลังงานจากดวงอาทิตย์ ตู้ฟักไข่พลังงานจากดวงอาทิตย์ และตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางเทคโนโลยี

เอกสารเกี่ยวกับกิจกรรมเสริมหลักสูตรและค่ายวิทยาศาสตร์

กิจกรรมเสริมหลักสูตร

กิจกรรมเสริมหลักสูตร มีการเรียกชื่อในภาษาไทยแตกต่างกันออกไป เช่น กิจกรรมนอกหลักสูตร กิจกรรมร่วมหลักสูตร กิจกรรมนักเรียน กิจกรรมนิสิต กิจกรรมนักศึกษา นักการศึกษาได้ให้ความหมายของกิจกรรมเสริมหลักสูตรไว้ดังต่อไปนี้

กระทรวงศึกษาธิการ (2528 : 13) กล่าวว่ากิจกรรมนักเรียนหมายถึง กิจกรรมที่จัดขึ้นเพื่อส่งเสริมการเรียนในหลักสูตรให้กว้างขวางยิ่งขึ้น นอกเหนือจากที่หลักสูตรกำหนดเนื้อหาวิชาไว้เพื่อสนองความสนใจและเพื่อส่งเสริมพัฒนาบุคลิกภาพและอุปนิสัยของนักเรียน

สมหมาย วัฒนะคีรี (2533 : 5) กล่าวว่ากิจกรรมเสริมหลักสูตรหรือกิจกรรมนักเรียนเป็นกิจกรรมทุกอย่างที่ทางโรงเรียนจัดให้มีขึ้น เป็นกิจกรรมที่ไม่ได้เขียนไว้ในหลักสูตรและไม่บังคับให้นักเรียนเรียน แต่เป็นความสมัครใจของนักเรียนเองที่จะเลือกเข้ากิจกรรมตามความสนใจ เพื่อให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง ซึ่งอาจจะดำเนินงานโดยนักเรียนหรือครูก็ได้ กิจกรรมดังกล่าวไม่มีคะแนนหรือหน่วยกิตที่จะช่วยให้นักเรียนเลื่อนชั้นการศึกษา

จากความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่า กิจกรรมเสริมหลักสูตร หมายถึง กิจกรรมที่สถานศึกษาจัดขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง เพื่อสนองความสนใจและส่งเสริมพัฒนาการของนักเรียนนอกเหนือจากหลักสูตรปกติ โดยไม่มีการคิดหน่วยกิต

ประเภทของกิจกรรมนักเรียน

กิจกรรมนักเรียนที่จะจัดขึ้นมีอยู่มากมาย จึงได้มีการแบ่งประเภทของกิจกรรมนักเรียนไว้แตกต่างกันดังนี้

ไพโรจน์ นาคะสุวรรณ และวันนอร์ มะทา (2528 : 10) ได้แบ่งกิจกรรมนักเรียนออกเป็น ดังนี้

1. กิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมการสอนในชั้นเรียน ได้แก่ ชุมนุมทางวิชาการต่าง ๆ เช่น ชุมนุมวิทยาศาสตร์ ชุมนุมสังคมศึกษา ชุมนุมภาษาไทย ชุมนุมภาษาอังกฤษ ชุมนุมเหล่านี้อาจไม่เกี่ยวข้องกับวิชาใดวิชาหนึ่งเพียงวิชาเดียวในชั้นเรียน แต่อาจเกี่ยวข้องในหลายหมวดวิชาด้วยกัน ซึ่งเกี่ยวกับการดำรงชีวิตและหน้าที่ ตลอดจนความต้องการและความสนใจของเด็ก

2. กิจกรรมที่ช่วยพัฒนาความสนใจและความสามารถพิเศษ ประเภทนี้มีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนได้ค้นหาหรือพัฒนาความสนใจและความสามารถพิเศษของตนเอง ซึ่งมักจะไม่เกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนโดยตรง เช่น ชุมนุมการละคร ชุมนุมดนตรี ชุมนุมหนังสือพิมพ์ และชุมนุมงานอดิเรกต่าง ๆ

3. กิจกรรมที่เป็นการบริการภายในโรงเรียน กิจกรรมประเภทนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาตนเอง เพื่อบริการส่วนรวม ได้แก่ กลุ่มสวัสดิการนักเรียน กลุ่มรักษาโรงอาหาร เป็นต้น

4. กิจกรรมที่พัฒนาทางด้านจิตใจและศีลธรรม กิจกรรมประเภทนี้ ได้แก่ ลูกเสือ ยุวกาชาด และกิจกรรมทางศาสนาต่าง ๆ

5. กิจกรรมทางด้านสังคมและนันทนาการ กิจกรรมประเภทนี้จัดขึ้นเพื่อพัฒนาการอยู่ร่วมกัน การเข้าสังคมและการพักผ่อนหย่อนใจ ได้แก่ กิจกรรมพบปะสังสรรค์ การท่องเที่ยว การโต้วาที การปาฐกถา

6. กิจกรรมทางด้านกีฬา กิจกรรมทางด้านนี้นับว่ามีความสำคัญในการช่วยให้เด็กมีความสามัคคีและมีจิตใจเป็นนักกีฬา รู้จักเสียสละและให้อภัย ได้แก่ ชุมนุมกีฬาต่าง ๆ

7. กิจกรรมเบ็ดเตล็ดต่าง ๆ ที่อาจจัดขึ้นตามความต้องการ เช่น ชุมนุมสะสมแสตมป์ ชุมนุมแม่บ้านการเรือน เป็นต้น

เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์ (2520 : 106 - 107) ได้แยกประเภทของกิจกรรมนักเรียนออกเป็นประเภท คือ

1. กิจกรรมที่นักเรียนมีส่วนปกครองกันเอง เช่น สภานักเรียน องค์การนิสิต สภานิสิต เป็นต้น

2. กิจกรรมเกี่ยวกับการบำเพ็ญประโยชน์ เช่น ชุมนุมบำเพ็ญประโยชน์ ชุมนุมอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การรณรงค์เพื่อทำความสะอาดถนนหนทาง การพัฒนาวัด ลูกเสือ ยุวกาชาด เป็นต้น

3. กิจกรรมทางศาสนา เช่น กิจกรรมทางพุทธศาสนา กิจกรรมทางศาสนาอื่น ๆ

4. กิจกรรมเกี่ยวกับวัฒนธรรมไทย เช่น กิจกรรมเกี่ยวกับวันสำคัญของชาติไทย กิจกรรมเกี่ยวกับประเพณีของท้องถิ่นและของประเทศ กิจกรรมเกี่ยวกับพระมหากษัตริย์

5. กิจกรรมเกี่ยวกับกีฬาและกรีฑา เช่น การแข่งขันกีฬาสี กีฬาระหว่างชั้น หรือกีฬาระหว่างโรงเรียน

6. กิจกรรมเกี่ยวกับการพูดและการแสดงละคร เช่น ปาฐกถาและโต้วาที การแสดงละคร เป็นต้น

7. กิจกรรมเกี่ยวกับดนตรี เช่น ดนตรีไทย ดนตรีสากล วงดุริยางค์ เป็นต้น

8. กิจกรรมทางวิชาการ ได้แก่ ชุมนุมทางวิชาการต่าง ๆ เช่น ชุมนุมวิทยาศาสตร์ ชุมนุมภาษาอังกฤษ ชุมนุมสังคมศึกษา เป็นต้น

9. กิจกรรมเกี่ยวกับความสนใจพิเศษ เช่น วิทยุ การถ่ายรูป การสะสมแสตมป์ เป็นต้น

10. กิจกรรมเกี่ยวกับการพิมพ์ เช่น ชุมนุมหนังสือพิมพ์ หนังสือพิมพ์รายเดือน หนังสือรุ่น เป็นต้น

11. กิจกรรมเกี่ยวกับโฮมรูม

12. กิจกรรมเกี่ยวกับทัศนศึกษาหาความรู้นอกโรงเรียน

13. กิจกรรมเกี่ยวกับการประชุม เช่น การประชุมของโรงเรียน การเชิญวิทยากรมาบรรยาย เป็นต้น

กระทรวงศึกษาธิการ (2528 : 5 - 6) ได้กำหนดให้จัดกิจกรรมขึ้นในโรงเรียนมัธยมศึกษา มี 10 ประการ ดังนี้

1. กิจกรรมลูกเสือหรือยุวกาชาดหรือเนตรนารี

2. กิจกรรมทางศาสนา

3. กิจกรรมส่งเสริมวัฒนธรรมไทย

4. กิจกรรมส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์

5. กิจกรรมการใช้ห้องสมุด

6. กิจกรรมส่งเสริมใช้สินค้าไทย

7. กิจกรรมอนุรักษ์ศิลปกรรมและสิ่งแวดล้อม

8. กิจกรรมทัศนศึกษา

9. กิจกรรมนันทนาการ

10. กิจกรรมส่งเสริมวิชาต่าง ๆ ในหลักสูตร

กิจกรรมทั้ง 10 ประการนี้ แต่ละประเภทโรงเรียนอาจแยกเป็นกิจกรรมย่อยได้อีกหลายกิจกรรม เช่น กิจกรรมส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์ อาจแยกจัดเป็นชุมนุมยุวกสิกรใน

ระดับประถมหรือชุมนุมเกษตรกรในอนาคตแห่งประเทศไทยในระดับมัธยมหรือชุมนุมสหกรณ์ เป็นต้น

การจัดกิจกรรมนักเรียนในโรงเรียนแต่ละแห่ง อาจจัดกิจกรรมไม่เหมือนกันมากน้อยต่างกันตามสภาพของโรงเรียนและความพร้อมทางด้านทรัพยากร กิจกรรมที่นิยมจัดกันบ่อย ๆ ในโรงเรียน ได้แก่ สภานักเรียน ชุมนุม นิทรรศการ การประชุม การแสดงละครและดนตรี ทัศนาจร กีฬา สิ่งตีพิมพ์และการสังคมสงเคราะห์

<u>กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์</u>

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ประมวล ศิริผันแก้ว และคณะ (2528 : 11) กล่าวว่า ค่ายวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เสริมหลักสูตรชนิดหนึ่ง โดยจัดให้นักเรียนที่มาเข้าร่วมกิจกรรม ณ ที่ใดที่หนึ่งในช่วงเวลาที่กำหนดให้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2530 : 3) ได้กล่าวถึงการจัดค่ายวิทยาศาตร์ว่า ค่ายวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมการเรียนที่มาเข้าร่วมกิจกรรมพักแรมร่วมกัน ณ ที่ใดที่หนึ่ง เพื่อช่วยเพิ่มพูนความรู้ ทักษะ กระบวนการ และประสบการณ์ตรงทางวิทยาศาสตร์ในสภาพแวดล้อมจริง ๆ

สมหมาย วัฒนะคีรี (2533 : 85) กล่าวว่า ค่ายวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมประเภทหนึ่งของการศึกษาวิทยาศาสตร์นอกห้องเรียน ซึ่งจัดให้นักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมภายในโรงเรียนหรือกิจกรรมนอกโรงเรียนในการจัดค่ายวิทยาศาสตร์นั้นอาจจัดให้นักเรียนพักแรมหรือไม่พักแรม

จากความหมายที่กล่าวมา พอสรุปได้ว่า ค่ายวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่จัดให้นักเรียนได้มาพักแรมอยู่ร่วมกัน พร้อมทั้งมีการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเพิ่มพูนความรู้ ทักษะและประสบการณ์ตรงทางวิทยาศาสตร์ ในสภาพแวดล้อมจริง ณ สถานที่และช่วงเวลาที่กำหนดให้

<u>จุดประสงค์ของการจัดค่ายวิทยาศาสตร์</u>

คณะกรรมการขยายผลงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (2533 : 1) ได้กำหนดจุดประสงค์ของการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. เพื่อเพิ่มพูนความรู้ กระบวนการและประสบการณ์ตรงทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. เพื่อปลูกฝังเจตคติต่อการเป็นนักวิทยาศาสตร์ ผลงานทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

4. เพื่อส่งเสริมให้มีความสามัคคี มนุษยสัมพันธ์และความเป็นผู้นำ

5. เพื่อให้มีโอกาสใช้แหล่งวิทยาการมากกว่าการสอนปกติ

ภพ เลาหไพบูลย์ (2537 : 288) ได้กำหนดวัตถุประสงค์ในการจัดค่ายพักแรมวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสศึกษา ค้นคว้าและเรียนรู้สิ่งแวดล้อมในธรรมชาติ รู้จักรักธรรมชาติ

2. เพื่อให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง นอกเหนือจากในห้องเรียนได้ฝึกการสังเกต เก็บข้อมูล ทำการทดลองและสรุป

3. เพื่อให้นักเรียนรู้จักวิธีศึกษาธรรมชาติโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. เพื่อให้นักเรียนรู้จักวิธีเก็บและรักษาตัวอย่างสิ่งของต่าง ๆ เช่น พืช สัตว์ ก้อนหิน ดิน แร่

5. เพื่อนำเอาประสบการณ์มาใช้ในชีวิตประจำวัน

6. เพื่อให้รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์

7. เพื่อฝึกการอยู่ร่วมกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และรู้จักรับผิดชอบต่อตนเอง

<u>หลักการในการจัดค่ายวิทยาศาสตร์</u>

คณะกรรมการขยายผลงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (2533 : 1 - 2) ได้กล่าวว่า ในการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ควรยึดหลักต่อไปนี้

1. จัดขึ้นเพื่อเพิ่มพูนความรู้ ประสบการณ์ตรงทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น การเยี่ยมชมสถานที่ต่าง ๆ การศึกษาสำรวจธรรมชาติ การปฏิบัติการทดลองในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ การประดิษฐ์คิดค้นอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ฟังการบรรยายจากนักวิทยาศาสตร์หรือผู้ที่มีผลงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นต้น

2. กำหนดเนื้อเรื่อง (Theme) ของค่ายให้ชัดเจน เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรม เนื้อเรื่องของค่ายเป็นสิ่งบ่งชี้ถึงจุดเน้นทางด้านวิชาการที่นักเรียนจะได้รับจากการเข้าค่าย เช่น มลภาวะของสิ่งแวดล้อมในชุมชน พลังงานทดแทน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในครัวเรือน เป็นต้น

3. กิจกรรมที่จัดควรเน้นด้านวิทยาศาสตร์ที่ช่วยเสริมความรู้ตามหลักสูตร อาจเน้นการเสริมความรู้ด้านการประยุกต์หรือการแก้ปัญหาที่ประสบในชีวิตประจำวัน

4. ควรเน้นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อเสริมสร้างความสามัคคี มนุษยสัมพันธ์ ความเป็นผู้นำ และควรมีอาจารย์ที่ปรึกษาประจำกลุ่มไว้ด้วย

5. ควรเป็นกิจกรรมที่ปลูกฝังเจตคติที่ดีและซาบซึ้งต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

6. ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในด้านต่าง ๆ เช่น การเดินทาง ที่พัก อาหาร เป็นต้น

7. ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ เช่น ควรจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน เวลา ค่าใช้จ่าย และความสะดวกต่าง ๆ

<u>แนวทางในการจัดค่ายวิทยาศาสตร์</u>

ประมวล ศิริผันแก้ว และคณะ (2528 : 11) และคณะกรรมการขยายผลงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (2533 : 2) ได้กล่าวถึงแนวทางในการจัดค่ายวิทยาศาสตร์สรุปได้ดังนี้

1. การจัดค่ายวิทยาศาสตร์แต่ละครั้ง ผู้จัดควรกำหนดเนื้อเรื่อง (Theme) ของการจัดค่ายไว้ก่อน ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์แต่ละครั้ง เช่น นิเวศวิทยาของป่าเขา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาชุมชน เป็นต้น

2. จากเนื้อเรื่อง (Theme) ของค่ายวิทยาศาสตร์ที่ผู้จัดได้กำหนดขึ้นมานี้ ทำให้สามารถแบ่งค่ายวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 ค่ายวิทยาศาสตร์เฉพาะด้าน เช่น ค่ายธรณีวิทยา ค่ายดาราศาสตร์ ค่ายวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ค่ายวิทยาศาสตร์ทางทะเล เป็นต้น

2.2 ค่ายวิทยาศาสตร์ผสมผสาน เป็นค่ายวิทยาศาสตร์ที่จัดขึ้นเพื่อศึกษาวิทยาศาสตร์หลาย ๆ สาขาในเวลาเดียวกัน การจัดค่ายวิทยาศาสตร์ผสมผสาน เป็นการจัด

ค่ายวิทยาศาสตร์ที่นิยมจัดกันมาก เพราะประกอบด้วยกิจกรรมหลายรูปแบบกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจตลอดเวลาอย่างไม่เบื่อหน่าย

3. สำหรับสถานที่ตั้งค่ายวิทยาศาสตร์ ควรจัดอยู่ในบริเวณใกล้แหล่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการศึกษา เช่น ถ้าต้องการศึกษาสำรวจธรรมชาติที่เป็นป่าเขา ควรตั้งค่ายในป่าหรืออุทยานแห่งชาติ ถ้าต้องการศึกษาดูงานด้านการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ก็ควรตั้งค่ายอยู่ในเมือง

4. ช่วงเวลาที่ใช้ในการจัดค่าย เป็นสิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งที่ควรคำนึงถึง ต้องกำหนดช่วงเวลาให้เหมาะสม ไม่ควรยาวนานหรือสั้นเกินไป ทั้งนี้ต้องพิจารณาองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น อายุของนักเรียน จุดประสงค์ของการเข้าค่าย เป็นต้น โดยปกติแล้วจะใช้เวลาจัดค่ายประมาณ 1 - 2 สัปดาห์

<u>กิจกรรมที่จัดขึ้นในค่ายวิทยาศาสตร์</u>

ประมวล ศิริผันแก้ว และคณะ (2528 : 11 - 12) และคณะกรรมการขยายผลงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (2533 : 2 - 4) ได้กล่าวถึงกิจกรรมที่จัดขึ้นในค่ายวิทยาศาสตร์สรุปได้ดังนี้

<u>กิจกรรมด้านวิชาการ</u>

กิจกรรมด้านวิชาการประกอบด้วยกิจกรรมหลายรูปแบบ ดังนี้

1. การศึกษาและดูงานในหน่วยงานและสถานที่ต่าง ๆ เป็นการเพิ่มประสบการณ์ตรงแก่นักเรียนจากแหล่งความรู้ปฐมภูมิ นักเรียนสามารถศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลโดยตรงได้ในทันที ก่อให้เกิดความเข้าใจ ความคิดสร้างสรรค์และเจตคติที่ดีได้ หน่วยงานที่ควรพานักเรียนไปดูงาน อาจแบ่งได้ 3 ประเภท ได้แก่

1.1 หน่วยงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาขั้นตอนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ เช่น คณะวิทยาศาสตร์ของมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ศูนย์วิทยาศาสตร์ทางทะเลสถานีประมง สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เป็นต้น

1.2 หน่วยงานที่ผลิตผลงานทางด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้รับทราบข้อมูลต่าง ๆ เข้าใจกระบวนการทำงาน และขั้นตอนการผลิตผลงานทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจน

เทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น โรงงานอุตสาหกรรมทั้งของภาครัฐและเอกชน โรงงานผลิตพลังงานไฟฟ้าแบบต่าง ๆ โรงงานแยกก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น

1.3 หน่วยงานที่จัดแสดงผลงานทางวิทยาศาสตร์หลาย ๆ สาขา เช่น พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ท้องฟ้าจำลองกรุงเทพฯ สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล เป็นต้น

2. การศึกษาและสำรวจสภาพธรรมชาติ (Field Trip) เป็นการจัดประสบการณ์ตรงให้นักเรียนเช่นเดียวกันกับการศึกษาดูงานในข้อ 1 แต่จะเน้นในเรื่องของการศึกษากับระบบนิเวศน์ในธรรมชาติหรือสภาวะแวดล้อมเป็นหลัก สามารถจัดกิจกรรมได้มากมาย ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับระบบนิเวศน์นั้น ๆ ได้แก่ ป่าชายเลน ชายทะเล ป่าเขา และน้ำตก เป็นต้น

3. การบรรยายทางวิชาการ กิจกรรมนี้คล้ายกับการเรียนการสอนในห้องเรียน แต่วิทยากรที่จะเข้ามาบรรยายควรเป็นบุคคลที่มีผลงานดีเด่น มีชื่อเสียงในทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้รับข้อมูลโดยตรงจากบุคคลเหล่านั้น เป็นการสร้างเจตคติที่ดีในการศึกษาและการทำงานทางด้านวิทยาศาสตร์ให้แก่นักเรียน

4. กิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เช่น การให้นักเรียนได้ประดิษฐ์อุปกรณ์หรือเครื่องใช้จากวัสดุเหลือใช้ที่จัดหามา การกำหนดปัญหาให้นักเรียนได้วางแผนการทดลองเพื่อแก้ปัญหา เป็นต้น

5. การปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์หรือในสถานที่ที่เตรียมไว้ เช่น อาจจัดสถานที่และวัสดุอุปกรณ์ไว้ให้นักเรียนทดลองปฏิบัติเป็นเรื่อง ๆ แล้วนักเรียนหมุนเวียนกันปฏิบัติการทดลองงานครบ เรื่องที่เลือกให้นักเรียนทดลองและปฏิบัติเป็นเรื่องที่น่าสนใจและมีประโยชน์ เช่น การชุบโลหะ การต่อวงจรไฟฟ้า เป็นต้น

6. การฝึกงานทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการทำงานร่วมกับนักวิทยาศาสตร์ เป็นการเพิ่มพูนความรู้และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยตรง หน่วยงานที่ส่งนักเรียนไปฝึกงานควรเป็นหน่วยงานที่มีงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ในระดับพื้นฐานและงานนั้น ๆ สามารถปฏิบัติได้ครบทุกขั้นตอนตั้งแต่ต้นจนจบในช่วงเวลาไม่ยาวนานนัก

นอกเหนือจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาแล้ว รูปแบบกิจกรรมที่อาจจะจัดขึ้นในค่ายวิทยาศาสตร์ยังมีอีกมาก เช่น การอภิปรายหรือสัมมนาปัญหาใดปัญหาหนึ่งทางวิทยาศาสตร์ การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ในระหว่างเข้าค่าย เป็นต้น

กิจกรรมด้านนันทนาการ

กิจกรรมด้านนันทนาการ เป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นเพื่อความสนุกสนาน ผ่อนคลายความเครียด ส่งเสริมการแสดงออก ความสามัคคีและความเป็นผู้นำ นักเรียนจะมีความรู้สึกประทับใจมากน้อยเพียงใดในการอยู่ค่ายวิทยาศาสตร์ ขึ้นอยู่กับกับการจัดกิจกรรมนันทนาการ หากได้มีการจัดกิจกรรมนันทนาการที่เหมาะสมแล้ว นักเรียนจะเกิดความประทับใจที่ดีต่อการอยู่ค่ายวิทยาศาสตร์ ดังนั้น จึงกล่าวได้ว่าการจัดกิจกรรมนันทนาการในค่ายวิทยาศาสตร์ก็เพื่อสร้างเจตคติที่ดีต่อการอยู่ค่ายวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนั้นเอง นอกจากนั้นกิจกรรมนันทนาการในค่ายวิทยาศาสตร์ก็ควรเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมและมีความสัมพันธ์กับการเรียนวิทยาศาสตร์ด้วย กิจกรรมนันทนาการในค่ายวิทยาศาสตร์ ได้แก่

1. การออกกำลังกายในตอนเช้า และ/หรือในตอนเย็น
2. เกมต่าง ๆ เช่น การผสมอักษรเพื่อให้เป็นชื่อสัตว์หรือพืช เกมสืบเสาะทางด้านวิทยาศาสตร์ เป็นต้น
3. การร้องเพลง
4. การถาม – ตอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์
5. การชมภาพยนตร์หรือวิดีโอเทปทางวิทยาศาสตร์

เวลาในการจัดกิจกรรมนันทนาการ ควรเลือกและกำหนดให้เหมาะสม เช่น อาจใช้เวลาเพียง 5 – 10 นาที ก่อนหรือหลังกิจกรรมทางวิชาการ หรือแทรกในระหว่างกิจกรรมทางวิชาการเพื่อผ่อนคลายความเครียด หรือจัดช่วงเวลาไว้สำหรับกิจกรรมนันทนาการโดยเฉพาะ เช่น ในเวลากลางคืนหลังรับประทานอาหารเย็นแล้ว แต่อย่างไรก็ตามการจัดกิจกรรมนันทนาการนั้นสามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลง และแก้ไขให้เหมาะสมกับสภาพการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละวันได้ ไม่ควรต้องมีการกำหนดตายตัว เพราะในทางปฏิบัติจริงอาจมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้

ขั้นตอนในการจัดค่ายวิทยาศาสตร์

คณะกรรมการขยายผลงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (2533 : 5 – 7) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ว่าควรดำเนินการตามขั้นตอน ต่อไปนี้

1. ขั้นเตรียมการ

การจัดค่ายวิทยาศาสตร์ที่ได้ผลดี ควรมีการจัดเตรียมการล่วงหน้าให้นานเพียงพอ ทุกสิ่งทุกอย่างควรจัดให้เรียบร้อยก่อนวันเริ่มเปิดค่ายไม่น้อยกว่า 2 สัปดาห์ สิ่งที่จะต้องทำในขั้นนี้ ได้แก่

1.1 จัดทำโครงการค่ายวิทยาศาสตร์และแต่งตั้งคณะกรรมการฝ่ายต่าง ๆ ในโครงการจัดค่ายควรระบุหลักการและเหตุผล จุดประสงค์ กิจกรรมที่จัดขึ้น กำหนดการ งบประมาณที่จะใช้จ่ายและผลที่คาดว่าจะได้รับ สำหรับกรรมการจัดค่ายควรมี 4 ฝ่าย คือ ฝ่ายวิชาการ ฝ่ายบันทนาการ ฝ่ายธุรการ และฝ่ายที่ปรึกษาประสานงาน

1.2 เตรียมงานด้านวิชาการ เช่น ไปสำรวจและศึกษาสถานที่ต่าง ๆ ที่จะพานักเรียนไปเยี่ยมชมและติดต่อวิทยากรเพื่อนัดแนะ พร้อมทั้งจัดทำเอกสารประกอบการศึกษาดูงาน

1.3 เตรียมงานด้านกิจกรรมบันทนาการ

1.4 กำหนดเกณฑ์และวิธีการที่ใช้คัดเลือกนักเรียนเข้าค่ายให้เหมาะสม

1.5 ติดต่อประสานงานด้านธุรการต่าง ๆ เช่น พาหนะ ที่พัก อาหาร เวชภัณฑ์ การประกันอุบัติเหตุในการเดินทาง การรักษาความปลอดภัย และติดต่อผู้ปกครองนักเรียนเพื่อขออนุญาตนำนักเรียนเข้าค่าย

2. ขั้นดำเนินการ

2.1 จัดค่ายตามแผนการจัดค่ายที่วางไว้

2.2 ประชุมคณะกรรมการค่ายตามความเหมาะสม

2.3 ดำเนินกิจกรรมทางวิชาการตามขั้นตอนต่อไปนี้

2.3.1 ชี้แจงแนวทางและให้ความรู้ก่อนดำเนินกิจกรรม

2.3.2 ดูแลนักเรียนขณะดำเนินกิจกรรม

2.3.3 นักเรียนเขียนรายงานและอภิปรายกิจกรรมประจำวัน

3. ขั้นประเมินผล

ในการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ควรมีการประเมินผล 2 แบบ คือ

3.1 การประเมินผลประจำวัน ได้แก่ การประเมินกิจกรรมต่าง ๆ ที่ดำเนินไปในแต่ละวัน โดยคณะกรรมการค่ายควรประชุมปรึกษาหารือกันเป็นประจำทุกวันหลังเสร็จสิ้นกิจกรรมประจำวัน ซึ่งจะทำให้ทราบถึงข้อดีและข้อบกพร่องของกิจกรรมในวันนั้น ๆ เพื่อการปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

3.2 การประเมินเมื่อสิ้นสุดการอยู่ค่าย เป็นการประเมินผลอยู่ค่ายทุกด้านทั้ง กิจกรรมทางวิชาการ นันทนาการ บริการ ธุรการและอื่น ๆ โดยรวบรวมจากแบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ การสังเกต เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้ควรได้รับจากผู้เข้าค่ายทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง เช่น นักเรียน กรรมการค่ายฝ่ายต่าง ๆ ตลอดจนผู้สังเกตการณ์ ผลจากการประเมินผลครั้งนี้จะมีประโยชน์ต่อการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ในครั้งต่อ ๆ ไป

จากความหมายของค่ายวิทยาศาสตร์ จุดประสงค์ หลักการและแนวทางในการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ รวมทั้งกิจกรรมต่าง ๆ ที่จัดขึ้นในค่ายวิทยาศาสตร์ดังกล่าวแล้วข้างต้น พอสรุปได้ว่าค่ายวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิทยาศาสตร์นอกห้องเรียน ที่จัดขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงทางด้านวิทยาศาสตร์ในสิ่งแวดล้อมจริง ณ ที่ใดที่หนึ่งในช่วงเวลาที่กำหนดไว้อย่างเหมาะสม กิจกรรมที่จัดให้นักเรียนขณะเข้าค่ายวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยกิจกรรมทางวิชาการและนันทนาการ ในลักษณะที่ผสมผสาน อีกทั้งควรสอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อเรื่อง (Theme) ของค่ายวิทยาศาสตร์ที่ตั้งไว้ ซึ่งหลังจากที่นักเรียนได้เข้าค่ายและปฏิบัติกิจกรรมที่จัดขึ้นเหล่านี้แล้ว จะส่งผลให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทางด้านสติปัญญา ร่างกาย อารมณ์และสังคม ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำกิจกรรมค่ายมาจัดเป็นค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ เพื่อจะศึกษาว่าจะพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางเทคโนโลยีหรือไม่

<u>เอกสารเกี่ยวกับแบบฝึก</u>

การฝึกเป็นกิจกรรมที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการเรียนการสอน ชาญชัย ภวิตรังสิมา และเชิดวิทย์ ฤทธิ์ประศาสน์ (2523 : 144) ได้ให้ความหมายของแบบฝึกว่า เป็นการจัดสภาพการณ์เพื่อให้ผู้ฝึกเปลี่ยนพฤติกรรมจนสามารถปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการสร้างแบบฝึกต้องคำนึงถึงหลักการสร้างจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก ลักษณะของแบบฝึกที่ดี ประโยชน์ของแบบฝึก หลักการนำไปใช้ เป็นต้น

<u>หลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก</u>

สุจริต เพียรชอบ และสายใจ อินทรัมพรรณ์ (2523 : 52 - 62) กล่าวถึงการสร้างแบบฝึกไว้ว่าต้องยึดหลักทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยาดังนี้

1. กฎการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ เกี่ยวกับกฎแห่งการฝึก (Law of Exercise) ซึ่งกล่าวว่า สิ่งใดก็ตามที่มีการฝึก มีความคล่องตัวและสามารถทำได้ดี ในทางตรงกันข้ามสิ่งใดก็ตามที่ไม่ได้รับการฝึก ทอดทิ้งไปนานแล้ว ย่อมจะทำได้ไม่ดี

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล ควรคำนึงว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้ความถนัด ความสามารถและความสนใจแตกต่างกัน ฉะนั้นในการสร้างแบบฝึกจึงควรพิจารณาถึงความเหมาะสมคือ ไม่ยากหรือง่ายจนเกินไปและควรมีหลาย ๆ แบบ

3. การจูงใจผู้เรียนโดยการจัดแบบฝึกจากง่ายไปหายาก เพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน ซึ่งจะทำให้เกิดผลสำเร็จในการฝึกแล้วช่วยยั่วยุให้อยากฝึกต่อไป

4. ใช้แบบฝึกสั้น ๆ เพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อหน่าย

นิตยา ปานทิพย์ (2527 : 26 - 27) กล่าวว่า ในการสร้างแบบฝึกต้องอาศัยหลักสำคัญ หมายถึง ทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยา ประกอบด้วย

1. ความใกล้ชิด (Contiguition) การใช้สิ่งเร้าและการตอบสนองที่เกิดขึ้นในเวลาใกล้เคียงกัน จะสร้างความพอใจให้กับผู้เรียน

2. แบบฝึกหัด (Practice) คือ การให้ผู้เรียนได้กระทำกิจกรรมที่ซ้ำ ๆ เพื่อช่วยในการสร้างความแม่นยำชำนาญ

3. กฎแห่งผล (Law of Effect) คือ การให้ผู้เรียนได้ทราบผลการทำงานของตนโดยรวดเร็ว ซึ่งนอกจากจะทำให้ผู้เรียนได้ทราบว่าการกระทำของตนเป็นอย่างไรแล้ว ยังเป็นการสร้างความพอใจให้กับผู้เรียนอีกด้วย

4. แรงจูงใจ (Motivation) ได้แก่ การเรียนแบบฝึกจากง่ายไปหายากและจากแบบฝึกที่สั้นไปสู่แบบฝึกที่ยาวขึ้น ทั้งนี้เนื้อเรื่องที่จะนำมาสร้างแบบฝึกหัดควรมีหลายรสและหลายรูปแบบตลอดจนมีภาพประกอบเรื่อง เพื่อเร้าความสนใจของนักเรียนมากขึ้น

ฮาร์เรส (Haress. n.d. : 93 - 94) กล่าวถึง ลักษณะของแบบฝึกไว้ว่าจะต้องใช้ภาษาที่เหมาะสมกับนักเรียนและสร้างโดยใช้หลักจิตวิทยาในการแก้และตอบสนองดังนี้

1. ใช้แบบฝึกหลาย ๆ ชนิด เพื่อเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจ

2. แบบฝึกที่จัดขึ้นนี้ต้องให้นักเรียนสามารถแยกออกจากการพิจารณาได้ว่าแต่ละแบบแต่ละข้อต้องการให้ทำอะไร

3. ให้นักเรียนได้ฝึกการตอบแบบฝึกแต่ละชนิด แต่ละรูปแบบว่ามีวิธีการตอบอย่างไร

4. ให้นักเรียนได้มีโอกาสตอบสนองสิ่งเร้าดังกล่าวด้วยการแสดงออกทางความสามารถและความเข้าใจลงในแบบฝึก

5. ให้นักเรียนได้นำสิ่งที่เรียนรู้จากการเรียนมาตอบในแบบฝึกให้ตรงเป้าหมายที่สุด

หลักในการสร้างแบบฝึก

นอกจากหลักจิตวิทยาที่ต้องคำนึงในการสร้างแบบฝึกแล้วได้มีนักการศึกษา เสนอหลักในการสร้างแบบฝึกเพิ่มเติมดังนี้

วรนาถ พ่วงสุวรรณ (2518 : 34 - 37) ได้กล่าวถึงหลักการสร้างแบบฝึกเพื่อให้ได้แบบฝึกที่ดีและสามารถจะนำไปใช้ตรงตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. ตั้งวัตถุประสงค์
2. ศึกษาเกี่ยวกับเนื้อหา
3. ขั้นตอนในการสร้างแบบฝึก
   3.1 ศึกษาปัญหาในการสอน
   3.2 ศึกษาจิตวิทยาเกี่ยวกับการเรียนการสอนและจิตวิทยาพัฒนาการ
   3.3 ศึกษาเนื้อหาวิชา
   3.4 ศึกษาลักษณะของแบบฝึก
   3.5 วางโครงเรื่องและกำหนดรูปแบบของการฝึกให้สัมพันธ์กับโครงเรื่อง
   3.6 เลือกเนื้อหาต่าง ๆ ที่เหมาะสมมาบรรจุในแบบฝึกให้ครบตามที่กำหนดไว้

บาร์เนตท์ และคณะ (Barnet et al. 1969 : 11) ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการสร้างแบบฝึกว่า แบบฝึกที่ดีควรมีข้อแนะนำ การใช้ควรให้มีตัวเลือกทั้งแบบตอบจำกัดแบบเสรี คำสั่งหรือตัวอย่างที่ยกมาเป็นข้อความหรือเป็นแบบฝึกที่ไม่ควรยาวเกินไปหรือยากแก่การเข้าใจถ้าต้องการให้ศึกษาด้วยตนเอง แบบฝึกนั้นควรมีหลายรูปแบบและให้ความหมายแก่ผู้ฝึกทำ

บัทท์ส (Butts. 1974 : 85) เสนอหลักการสร้างแบบฝึกไว้ ดังนี้

1. ก่อนที่จะสร้างแบบฝึกจะต้องกำหนดโครงร่างไว้คร่าว ๆ ก่อนจะเขียนแบบฝึกเกี่ยวกับเรื่องอะไร มีวัตถุประสงค์อย่างไร
2. ศึกษางานด้านวิทยาศาสตร์และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำ
3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาให้สอดคล้องกัน

4. แจงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมออกเป็นกิจกรรมย่อยโดยคำนึงถึงความเหมาะสมของผู้เรียน

5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ในกิจกรรมแต่ละตอนให้เหมาะกับแบบฝึก

6. กำหนดเวลาที่ใช้ในแบบฝึกแต่ละตอนให้เหมาะสม

7. ประเมินผลจะประเมินผลก่อนเรียนหรือหลังเรียน

หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา (2529 : 149 - 151) ได้เสนอหลักในการสร้างแบบฝึกหัดเรียนด้วยตนเอง ดังนี้

1. ให้บทเรียนมีหลัก คือ

1.1 ดูจุดประสงค์การเรียนรู้แล้วจัดเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

1.2 เนื้อหาต้องเหมาะสมกับวัยและความสามารถของเด็ก

2. ให้แบบฝึกมีหลัก คือ

2.1 มีคำชี้แจงง่าย ๆ และสั้น ๆ เพื่อให้เด็กเข้าใจ

2.2 เรียงให้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนของความยากง่ายเพื่อให้เด็กมีกำลังใจทำ

2.3 แบบฝึกหัดน่าสนใจและท้าทายให้แสดงความสามารถ

2.4 ต้องมีความถูกต้อง ครูต้องควรพิจารณาดูให้ดีด้วย อย่าให้มีข้อผิดพลาดได้

2.5 เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกัน แบบฝึกหัดที่กำหนดให้นักเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน ควรยากง่ายกว่ากัน นั่นคือ ควรมีแบบฝึกหัดให้มาก ๆ เด็กมีความสามารถจะได้ทำมาก

<u>ลักษณะแบบฝึกที่ดี</u>

ในการสร้างแบบฝึกสำหรับเด็ก มีองค์ประกอบหลายประการ ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับลักษณะของแบบฝึกที่ดีไว้ดังนี้

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

1. ต้องมีการฝึกนักเรียนมากพอควรในเรื่องหนึ่ง ๆ ก่อนที่จะมีการฝึกเรื่องอื่น ๆ ต่อไปทั้งนี้ทำขึ้นเพื่อการสอนมิใช่ทำขึ้นเพื่อการทดสอบ

2. แต่ละบทฝึก ควรใช้แบบประโยคเพียงหนึ่งแบบเท่านั้น

3. ฝึกโครงสร้างใหม่กับสิ่งที่เรียนรู้แล้ว

4. ประโยคและคำศัพท์ควรเป็นแบบที่ใช้พูดกันในชีวิตประจำวันที่นักเรียนรู้จักดีแล้ว

5. แบบฝึกที่นักเรียนใช้ความคิดด้วย

6. แบบฝึกควรมีหลาย ๆ แบบ เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย

7. ควรฝึกให้นักเรียนสามารถให้สิ่งที่เรียนไปแล้วไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ไพรัตน์ สุวรรณแสน (2517 : 189 – 190) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกที่ดีดังนี้

1. เกี่ยวกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว

2. เหมาะสมกับระดับวัย และระดับความสามารถของเด็ก

3. มีคำชี้แจงสั้น ๆ ที่จะทำให้นักเรียนเข้าใจวิธีทำได้ง่าย ๆ คำชี้แจงหรือคำสั่งจะต้องกระทัดรัด

4. ใช้เวลาเหมาะสม คือ ไม่ให้เวลานานหรือเร็วเกินไป

5. เป็นสิ่งที่น่าสนใจและท้าทายความสามารถ

ศศิธร สุทธิแพทย์ (2518 : 72) ได้ศึกษาพบว่า แบบฝึกที่นักเรียนสนใจและกระตือรือร้นที่จะทำ แบบฝึกจะต้องมีลักษณะดังนี้

1. ใช้หลักจิตวิทยา

2. สำนวนภาษาง่าย

3. ให้ความหมายต่อชีวิต

4. คิดได้เร็วและสนุก

5. ปลุกความสนใจ

6. เหมาะสมกับวัยและความสามารถ

7. อาจศึกษาด้วยตนเอง

นิตยา ฤทธิ์โยธี (2520 : 1) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกหัดที่ดีไว้ดังนี้

1. เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว

2. เหมาะสมกับระดับ วัย หรือความสามารถของเด็ก

3. มีคำชี้แจงสั้น ๆ ที่ทำให้เด็กเข้าใจวิธีได้ง่าย

4. ใช้เวลาเหมาะสม คือ ไม่ใช้เวลานานหรือเร็วเกินควร

5. เป็นสิ่งที่น่าสนใจและท้าทายให้แสดงความสามารถ

ประโยชน์ของแบบฝึก

แบบฝึกมีประโยชน์ต่อการเรียนวิชาทักษะมาก เพ็ตตี้ (Petty. 1968 : 469 - 476) กล่าวได้ดังนี้

1. เป็นส่วนเพิ่มหรือเสริมหนังสือเรียนในการเรียนทักษะ เป็นอุปกรณ์การสอนที่ช่วยลดภาระของครูได้มาก เพราะแบบฝึกเป็นสิ่งที่จัดทำขึ้นอย่างเป็นระบบระเบียบ

2. ช่วยเสริมทักษะทางการใช้ภาษา แบบฝึกเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เด็กฝึกทักษะการใช้ภาษาดีขึ้น แต่ต้องอาศัยการส่งเสริมและความเอาใจใส่จากผู้สอน

3. ช่วยในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล เนื่องจากเด็กมีความสามารถในการใช้ภาษาต่างกัน การให้เด็กทำแบบฝึกหัดที่เหมาะสมกับความสามารถของเขา จะช่วยให้เขาประสบผลสำเร็จด้านจิตใจมากขึ้น

4. แบบฝึกช่วยเสริมให้ทักษะทางภาษาคงทนโดยกระทำดังนี้

4.1 ฝึกทันทีหลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ แล้ว

4.2 ฝึกซ้ำหลาย ๆ ครั้ง

4.3 เน้นเฉพาะเรื่องที่ต้องการฝึก

5. แบบฝึกที่ใช้จะเป็นเครื่องมือวัดผลการเรียนหลังจากจบบทเรียนในแต่ละครั้ง

6. แบบฝึกที่จัดทำขึ้นเป็นรูปเล่มนักเรียนสามารถเก็บรักษาไว้เป็นแนวทางเพื่อทบทวนด้วยตนเองได้ต่อไป

7. การให้นักเรียนทำแบบฝึกช่วยให้ครูมองเห็นจุดเด่นหรือปัญหาต่าง ๆ ของนักเรียนได้ชัดเจนซึ่งจะช่วยให้ครูดำเนินการปรับปรุงแก้ไขปัญหานั้นได้ทันที

8. แบบฝึกที่จัดขึ้นนอกจากที่อยู่ในหนังสือเรียนจะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนเต็มที่

9. แบบฝึกที่จัดพิมพ์ไว้แล้วเรียบร้อย จะช่วยให้ครูประหยัดทั้งแรงงานและเวลาในการที่จะต้องเตรียมแบบฝึกอยู่เสมอ ในด้านผู้เรียนก็ไม่ต้องเสียเวลาลอกแบบฝึกจากตำราเรียนทำให้มีโอกาสฝึกฝนทักษะต่าง ๆ ได้อย่างเต็มที่มากขึ้น

10. แบบฝึกช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย เพราะการจัดพิมพ์ขึ้นเป็นรูปเล่มที่แน่นอนลงทุนต่ำกว่าที่พิมพ์ในกระดาษไขทุกครั้ง และผู้เรียนสามารถบันทึกและมองเห็นความก้าวหน้าของตนเองได้อย่างมีระบบและเป็นระเบียบ

หลักในการนำแบบฝึกไปใช้ในการเรียนการสอน

บัทท์ส (Butts. 1974 : 2) ได้เสนอแนะหลักในการนำแบบฝึกไปใช้ในการเรียนการสอนดังนี้

1. อ่านและศึกษาวัตถุประสงค์ให้เข้าใจก่อน
2. ลองทำกิจกรรมในแบบฝึกดูว่าทำได้หรือไม่
3. พิจารณาเนื้อหาและกิจกรรมของแบบฝึกว่าสอดคล้องกันหรือไม่
4. พิจารณาวัตถุประสงค์ของแบบฝึกและกิจกรรมการเรียนการสอนว่าสอดคล้องกันหรือไม่
5. แบบฝึกนั้นเหมาะสมกับผู้เรียนหรือไม่
6. เตรียมอุปกรณ์ที่จะใช้ในแบบฝึกให้เหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรม
7. พิจารณาเวลาที่ใช้ในการฝึกว่าเหมาะสมหรือไม่
8. อภิปรายร่วมกันกับนักเรียนหลังจากที่นักเรียนได้ทำแบบฝึกแล้วเพื่อศึกษาถึงปฏิกิริยาตอบสนองของนักเรียนว่าเข้าใจหรือไม่

นอกจากนี้ เอ็ดเวอร์ด และเบอร์ไนซ์ (Edward and Bernice. 1984 : 53) ได้เสนอการฝึกด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) Edward and Bernice ได้นำเอาส่วนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งสมมติฐานมาฝึกโดยเหมาะ ซึ่งมีขั้นตอนพอสรุปได้ดังนี้

1. กำหนดสถานการณ์ที่ได้จากการสังเกต
2. ให้นักเรียนเขียนปัญหา โดยอยู่ในรูปของประโยคคำถาม
3. ให้นักเรียนหาเหตุที่เป็นไปได้จากปัญหาที่ตั้งขึ้น
4. นำเอาเหตุผลที่เป็นไปได้มาเขียนเป็นสมมติฐาน โดยให้อยู่ในรูปของข้อความ "ถ้า.....ดังนั้น....." และสมมติฐานที่ตั้งมานั้นต้องสามารถตรวจสอบได้โดยการวัด การสังเกต หรือการทดลอง อย่างใดอย่างหนึ่ง

จากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก สรุปได้ว่า แบบฝึกเป็นเครื่องมือที่ดีสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เนื่องจากแบบฝึกที่สร้างตามหลักการจะช่วยให้นักเรียนได้รับทั้งเนื้อหาความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กันไปด้วยเพื่อส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้สร้างแบบฝึกสร้างเทคโนโลยี โดยนำหลักการการสร้างของ บัทท์ส เอ็ดเวอร์ด และเบอร์ไนซ์ มาสร้างโดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. เขียนโครงร่างของแบบฝึก
2. กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบฝึก
3. กำหนดกิจกรรมของแบบฝึก

เอกสารที่เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนวิทยาศาสตร์มีหลายวิธี ทุกวิธีมุ่งที่จะสอนให้ผู้เรียนได้รับความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) เป็นวิธีหนึ่งที่มุ่งให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

นิพนธ์ จิตต์ภักดี (2529 : 58) ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นการค้นคว้าหาความรู้หรือข้อเท็จจริง การสอนแบบนี้โดยทั่วไปจะเริ่มต้นบทเรียนจากการสอนการทดลองหรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาทำให้เด็กเกิดข้อข้องใจหรือสงสัย

สุวัฒก์ นิยมค้า (2531 : 502) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นหาหรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่นักเรียนยังไม่เคยมีความรู้ในสิ่งนั้นมาก่อน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ เป็นเครื่องมือ

ทวีศักดิ์ ไชยมาโย (2535 : 20) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลอง เพื่อค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนเป็นผู้จัดสภาพการณ์การเรียนการสอนยั่วยุให้นักเรียนเกิดการคิดการค้นคว้าหาคำตอบ เป็นการปลูกฝังให้นักเรียนเป็นคนช่างคิด ทำเป็น และแก้ปัญหาได้เหมาะสม

ซุคแมน (ดวงเดือน เทศวานิช. 2535 : 15 ; อ้างอิงมาจาก Suchman. 1962) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นรูปแบบการสอนที่เน้นทักษะการคิดอย่างมีระบบ โดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลซึ่งต้องมีหลักฐานสนับสนุน วิธีนี้เป็นวิธีที่ให้นักเรียนพิจารณาหาเหตุผล สามารถใช้คำถามที่ถูกต้องและคล่องแคล่ว สามารถสร้างและทดสอบสมมติฐาน

ซันด์ และโทรบริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1967 : 53 - 55) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการสอนซึ่งแต่ละบุคคลใช้กระบวนการคิดทางสมอง (Discovery Mental Process) ได้แก่ การสังเกต การจัดประเภท การวัด การอธิบาย การอ้างอิง รวมทั้งคุณลักษณะต่าง ๆ อย่างผู้ใหญ่ ได้แก่การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การสังเคราะห์ความรู้และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เช่นเป็นคนมีความคิดแบบวัตถุนิยม (Objective) อยากรู้อยากเห็น ใจกว้าง

จากความหมายที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนวิธีหนึ่งที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น

หลักจิตวิทยาในการสืบเสาะหาความรู้

การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นั้น มีรากฐานมาจากจิตวิทยาเกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดของเพียเจท์ ซึ่งกล่าวไว้ว่า คนมีการคิดเป็น 2 กระบวนการ คือ การปรับตัว และการจัดระบบโครงสร้าง การปรับตัวเป็นกระบวนการที่บุคคลหาหนทางที่จะปรับสภาพความไม่สมดุลทางความคิดให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบ ๆ ตัวและเมื่อบุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม คือมีรูปแบบของความคิดเกิดขึ้น ซึ่ง Piajet เรียกรูปแบบของความคิดที่มีอยู่ในสมอง นี้ว่า "Scheme" กระบวนการปรับตัวประกอบไปด้วยกระบวนการที่สำคัญ 2 ประการ คือ (วรรณทิพา รอดแรงค้า. 2529 ; อ้างอิงมาจาก Flavell. 1977 : 5 - 11)

1. กระบวนการดูดซึม (Assimilation) เป็นกระบวนการซึมซาบประสบการณ์ใหม่เข้าสู่ประสบการณ์เดิมที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกัน แล้วสมองจะรวบรวมปรับเหตุการณ์ใหม่ให้เข้ากับโครงสร้างของความคิดอันเกิดจากการเรียนรู้ที่มีอยู่เดิม

2. การขยายโครงสร้าง (Accommodation) เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องมาจากกระบวนการดูดซึม คือ ภายหลังจากการซึมซาบเอาเหตุการณ์ใหม่เข้ามา และปรับเข้าสู่โครงสร้างเดิม ถ้าปรากฏว่าประสบการณ์ใหม่ที่รับเข้ามามีสมบัติเหมือนกับประสบการณ์เดิม ประสบการณ์ใหม่จะถูกซึมซาบแล้วปรับตัวเข้าหาประสบการณ์เดิม คือทำให้ประสบการณ์เดิมมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น แต่ถ้าไม่สามารถปรับประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับการซึมซาบเข้ามาให้เข้ากับประสบการณ์เดิมได้ สมองก็จะสร้างโครงสร้างใหม่ขึ้นมาแทน เพื่อปรับให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่นั้น

สุวัฒก์ นิยมค้า (2517 : 125 - 126) ได้กล่าวถึงหลักจิตวิทยาที่สนับสนุนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นนักเรียนจะเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นก็ต่อเมื่อนักเรียนได้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการค้นคว้าหาความรู้นั้น ๆ มากกว่าการบอกให้นักเรียนรู้

2. การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ดีที่สุดเมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนรู้นั้นยั่วยุให้นักเรียนอยากเรียน ไม่ใช่บีบบังคับนักเรียน และครูจะต้องจัดกิจกรรมที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าแทนที่จะให้เกิดความล้มเหลว

3. วิธีการสอนของครูจะต้องส่งเสริมความคิด ให้นักเรียนคิดเป็น มีความคิดสร้างสรรค์ให้นักเรียนได้มีโอกาสใช้ความคิดของตนเองให้มากที่สุด

หลักการสืบเสาะหาความรู้

คณะอนุกรรมการการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 116 - 120) กล่าวว่า วิธีสอนวิทยาศาสตร์มีหลายแบบ ทุกแบบมุ่งที่จะสอนให้นักเรียนได้รับความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีหนึ่งในหลายวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) ซึ่งมุ่งให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีนี้ มีกิจกรรมที่สำคัญคือ การอภิปรายและการทดลองอาจแบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. การอภิปรายนำเข้าสู่การทดลอง

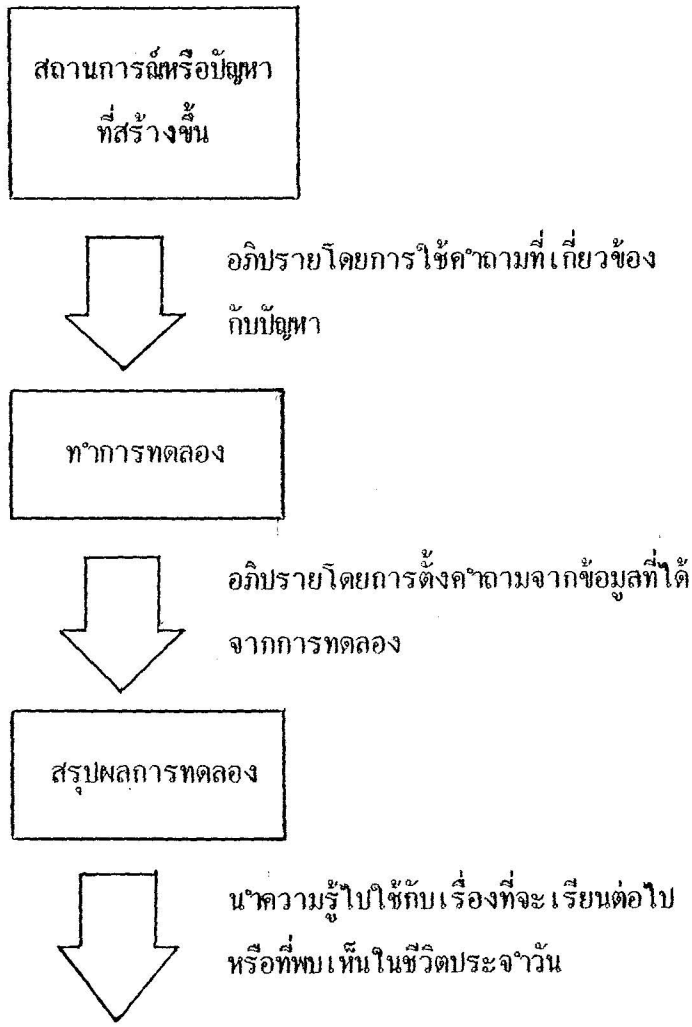
2. การทดลอง

3. การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

การอภิปรายนับว่าเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่ง ถ้าผู้สอนรู้จักแนะแนวทางที่เหมาะสมแล้วจะช่วยฝึกและปลูกฝังให้ผู้เรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็น ยอมรับความคิดเห็นของคนอื่นอย่างมีเหตุผล ส่วนการทดลองนั้นถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นแกนนำไปสู่การฝึกให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมการอภิปรายเข้าสู่การทดลองและอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลองนั้น ผู้สอนจำเป็นจะต้องใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนให้รู้จักคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์ที่สร้างขึ้น

กับเรื่องที่จะทดลอง และข้อมูลที่ได้จากการทดลองกับผลสรุปในการอภิปรายซักถามนั้น นักเรียนอาจจะใช้คำถาม ถามครูหรือนักเรียนด้วยกันเองก็ได้ ซึ่งการสอนในลักษณะนี้อาจจะเขียนแผนภูมิได้ดังนี้



ภาพประกอบ 2 แผนภูมิแสดงกิจกรรมขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามลักษณะที่แสดงในแผนภูมิ สามารถที่จะแบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหานั้น สถานการณ์ควรอยู่ใกล้ตัว ดึงดูดความสนใจของนักเรียนและโยงไปสู่การออกแบบการทดลองได้

2. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางการหาคำตอบของปัญหาและควรเป็นคำถามที่นำนักเรียนไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ (สมมติฐาน)

3. ใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลอง และความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์

4. ดำเนินการทดลองและบันทึกผลหรือศึกษาข้อมูลจากแหล่งอื่น ๆ ที่ผู้อื่นได้ทดลองไว้แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ครูมีบทบาทในการช่วยเหลือ

5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง การใช้คำถามจะต้องอาศัยข้อมูลจากการทดลองเป็นหลักเพื่อนำไปสู่การสรุปคำตอบในการแก้สถานการณ์หรือปัญหาข้างต้น และควรจะมีคำถามที่ฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวันหรือเรื่องที่จะเรียนต่อไป

<u>บทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้</u>

อัญชลีพร เตชะศิรินุกูล (2535 : 17) ได้สรุปบทบาทของครูในกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1. ครูจะต้องเป็นผู้คอยกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด ได้ซักถาม ครูต้องพยายามสร้างแรงจูงใจให้เกิดขึ้นในตัวของนักเรียน เมื่อเขาสามารถทำงานสำเร็จครูต้องคอยเสริมแรงให้เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา

2. ครูต้องเป็นผู้กำกับและจัดระเบียบต่าง ๆ ของการทำกิจกรรม เพื่อฝึกให้นักเรียนทำงานอย่างมีระบบ และดำเนินกิจกรรมอย่างถูกต้อง

3. ครูพยายามสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น อยากคิดหาคำตอบของปัญหา

4. ครูต้องคอยแนะนำ หรือให้ข้อมูลแก่นักเรียนเมื่อเกิดความสนใจ และช่วยแนะนำแนวทางในการแก้ปัญหา

5. ครูไม่ควรชี้แนะปัญหาให้แก่นักเรียน ในการบอกข้อเท็จจริง ควรใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหานั้น ๆ

6. ครูต้องไม่ด่วนสรุปข้อมูลด้วยตนเอง ควรเปิดโอกาสให้มีการอภิปรายซักถามเพื่อจะได้เกิดแนวคิดให้กว้างขวางยิ่งขึ้น แล้วจึงให้นักเรียนเป็นผู้สรุป

7. ครูต้องหาวิธีการสอนหลาย ๆ วิธีมาช่วยในการสอนด้วย จะได้ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจยิ่งขึ้น

บทบาทของนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2526 : 7) ได้เสนอแนะบทบาทของนักเรียนไว้ดังนี้

1. พยายามค้นพบสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง

2. ใช้หลักการต่าง ๆ ใช้ทักษะการสังเกต การใช้เครื่องมือ การดำเนินการทดลอง การบันทึกผลการทดลอง การอภิปรายและการสรุป นำไปสู่ความคิดและหลักเกณฑ์ที่สำคัญของบทเรียน

3. แสดงความรู้สึกหรือความคิดเห็นอย่างมีอิสระและมีเหตุผล

4. พูด ซักถามหรือโต้แย้งในสิ่งที่นักเรียนเชื่อมั่นและมีเหตุผล

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่มุ่งให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองอย่างเป็นขั้นตอน โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้ให้คำแนะนำช่วยเหลือและใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นหาคำตอบได้ด้วยตนเอง และสามารถสรุปเป็นความรู้ใหม่ไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจนำการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีต้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางเทคโนโลยี

เอกสารที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

ผดุงยศ ดวงมาลา (2531 : 33) ได้กล่าวว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้วิธีหนึ่งที่จะได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือการค้นคว้าทดลอง ในขณะที่ทำการค้นคว้าทดลองนั้นผู้ทดลองจะมีโอกาสได้ฝึกฝนทั้งในด้านปฏิบัติและพัฒนาความคิดไปในขณะเดียวกัน เช่นฝึกสังเกต บันทึกข้อมูล ตั้งสมมติฐานทำการวัด หาความสัมพันธ์ตัวแปร เป็นต้น สิ่งเหล่านี้เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ

วรรณทิพา รอดแรงค้า และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2532 : 5) ได้กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญา (Intellectual Skills) ที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่นำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2533 : 8) ได้ให้ความหมายไว้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือทักษะที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ

ภพ เลาหไพบูลย์ (2537 : 13 - 14) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ

จากความหมายที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการค้นคว้าทดลองเพื่อหาข้อเท็จจริง หลักการและกฎ ในขณะที่ทำการทดลอง ผู้ทดลองมีโอกาสฝึกฝนทั้งในด้านปฏิบัติและพัฒนาความคิดไปด้วย เช่น ฝึกสังเกต บันทึกข้อมูล หาความสัมพันธ์ของตัวแปรต้น ตั้งสมมติฐาน และทำการทดลอง ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ

สมาคมวิทยาศาสตร์ขั้นสูงของสหรัฐอเมริกา หรือ AAAS (American Association for the Advancent of Science. 1970 : 33 - 176) กล่าวว่า ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนไม่ควรรับเอาแต่ความจริง หรือหลักการเท่านั้น แต่ควรจะเรียนรู้ถึงกระบวนการสืบสวนทางวิทยาศาสตร์ด้วย และได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ ประกอบด้วย

1. ทักษะกระบวนการขั้นมูลฐาน (The Basic Process Skills) ได้แก่

1.1 การสังเกต (Observing)

1.2 การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ (Using Space Time Relation Ships)

1.3 การจำแนก (Classifying)

1.4 การเข้าใจเลขจำนวนและการคำนวณ (Using Number)

1.5 การวัด (Measuring)

1.6 การสื่อความหมาย (Communication)

1.7 การพยากรณ์ (Predicting)

1.8 การสรุปอ้างอิง (Infering)

2. ทักษะขั้นบูรณาการ (The Integrated Process Skills) ได้แก่

2.1 การควบคุมตัวแปร (Controlling Variable)

2.2 การตีความหมายข้อมูล (Interpreting Data)

2.3 การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)

2.4 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

2.5 การทดลอง (Experimenting)

ทักษะกระบวนการขั้นมูลฐานเน้นปลูกฝังให้แก่นักเรียนตั้งแต่เกรด 3 ขึ้นไป จนถึงเกรด 6 และคาดหวังว่านักเรียนจะสามารถนำทักษะเหล่านั้นมาบูรณาการ (Integrated) ในชั้นมัธยมศึกษา เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สลับซับซ้อนขึ้นไปได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สสวท. (2526 : 1 - 5) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ว่ามี 13 ทักษะ ดังต่อไปนี้

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์โดยมีจุดประสงค์ที่หาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งเป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลาย ๆ อย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และสิ่งอื่น ๆ ได้ถูกต้อง

2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวก หรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่จะแสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

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

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

4.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติที่กำหนดให้ได้

4.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

4.3 บอกชื่อของรูปทรงและทางเรขาคณิตได้

4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้ เช่น ระบุรูป 3 มิติ ที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ

เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) ของวัถตุสามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (2 มิติ) ที่เป็นต้นกำเนิดเงา

เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) วัถตุสามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่เกิดขึ้น

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

4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุหนึ่งได้

4.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศของอีกวัตถุหนึ่ง

4.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจก และสภาพที่ปรากฏอยู่ในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่จะเปลี่ยนไปกับเวลา ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้

5. การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการ บวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

5.1 การนับ ได้แก่

5.1.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

5.1.2 ใช้ตำแหน่งเลขแสดงจำนวนที่นับได้

5.1.3 ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.2 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

5.2.1 บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย

5.2.2 หาค่าเฉลี่ย

5.2.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่เรียงลำดับจัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจนำเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการเขียนบรรยาย เป็นต้น ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสมกระทัดรัดจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวางแผนผังแสดงตำแหน่งของสภาพที่ตนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎี ที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

8.1 การพยากรณ์ทั่วไป เช่น

8.1.1 การทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น

8.2.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.2.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลองโดยอาศัย การสังเกต ความรู้ ประสบการณ์ที่เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบเป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐาน หรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจจะผิดหรือถูกก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือความสามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกตความรู้ และประสบการณ์เดิม

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของค่าต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้และวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วยซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนด

12.1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

12.1.2 อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

ความหมายที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. การออกแบบการทดลอง โดย

1.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้อง และเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

1.2 ระบุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมีซึ่งจะต้องใช้ในการทดลองได้

2. ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

3. บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (การตีความหมายข้อมูลที่อาศัยทักษะการคำนวณ)

2. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

จากการแบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่าทักษะกระบวนการทางศาสตร์แบ่งได้เป็น 13 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการวัด
3. ทักษะการจำแนกประเภท
4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา
5. ทักษะการคำนวณ
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
8. ทักษะการพยากรณ์
9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
12. ทักษะการทดลอง
13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

จากแนวคิด และเอกสารดังกล่าว จะเห็นได้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ หรือวิธีการในการแก้ปัญหา และค้นหาความรู้ใหม่ ๆ ซึ่งไม่เฉพาะ

แต่ทางด้านวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ยังสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาด้านอื่น ๆ ในชีวิตประจำวันด้วย สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยศึกษาทักษะกระบวนการ 4 ทักษะ ได้แก่ การสังเกต การวัด การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส สเปสกับเวลา และการทดลอง

เอกสารเกี่ยวกับค่านิยมและค่านิยมทางเทคโนโลยี

ความหมายของค่านิยม (Value)

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของค่านิยมไว้ดังนี้

อารี สัณหฉวี (2526 : 1) กล่าวว่า ค่านิยม เป็นแนวความคิดที่บุคคลแต่ละคนหรือสังคมยอมรับว่ามีคุณค่าและพึงพอใจที่จะยกย่องนำไปเป็นแนวทางปฏิบัติ

เกียรติศักดิ์ อัชยานันท์ (สำนักงานวัฒนธรรมแห่งชาติ. 2528 : 1 ; อ้างอิงมาจาก เกียรติศักดิ์ อัชยานันท์. 2527 : 62 - 67) กล่าวว่า ค่านิยม หมายถึง ความรู้สึก สภาพจิตของบุคคลที่ผูกยึดกับสิ่งนั้น และจะแสดงในลักษณะของการรักชอบปรารถนาที่จะได้ปรารถนาที่จะเป็น "ค่านิยม" จะทำหน้าที่เป็นทั้งตัวกำหนดเป้าหมายของชีวิตที่ต้องการและกำหนดวิธีการที่จะนำไปสู่ความสำเร็จตามเป้าหมายนั้น

ไพฑูรย์ สุขศรีงาม (2534 : 72 - 73) กล่าวว่า ค่านิยมเป็นส่วนหนึ่งของจริยศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับ ระบบความเชื่อที่บุคคลยึดถือในการปฏิบัติจะนำมาซึ่งความมั่นคง ปลอดภัย และเป็นที่ยอมรับสนับสนุนของกลุ่มบุคคล และบุคคลทั่วไป โดยค่านิยมจะทำหน้าที่แนะนำหรือชี้แนวทางในการตัดสินใจกำหนดเป้าหมาย การเลือกแนวทางเพื่อให้บรรลุเป้าหมายตลอดจนการประเมินความเสี่ยงและผลข้างเคียงที่ไม่ปรารถนา ซึ่งการตัดสินใจใด ๆ จะต้องยึดความรู้สึกที่เชื่อถือได้เป็นหลักเสมอ การมีค่านิยมช่วยให้เกิดความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการวางแผน การปฏิบัติและการประเมินการทำงานของบุคคลได้

จากความหมายของค่านิยมที่กล่าวมาแล้ว พอสรุปได้ว่าค่านิยม หมายถึง ความรู้สึก ความเชื่อ แนวความคิดที่บุคคลแต่ละคนยึดในการปฏิบัติยอมรับว่ามีคุณค่า และพึงพอใจที่จะยกย่องนำไปเป็นแนวทางปฏิบัติ

ธรรมชาติของค่านิยม

โรคีช (นิออน กลิ่นรัตน์. 2526 ; อ้างอิงมาจาก Rokeach. n.d.) ได้อธิบายธรรมชาติของค่านิยมดังนี้

1. ค่านิยมมีลักษณะยืนยงถาวร ลักษณะยืนยงถาวรไม่เปลี่ยนแปลงง่ายหรือความคงที่ของค่านิยมนี้เป็นสาเหตุที่ทำให้บุคลิกภาพของกลุ่มคนในสังคมหนึ่งแตกต่างไปจากกลุ่มคนในอีกสังคมหนึ่งทำให้มีลักษณะประจำกลุ่มหรือลักษณะประจำชาติ เช่น ความอ่อนน้อมเชื่อฟัง ความกตัญญูรู้คุณ ซึ่งเป็นลักษณะหนึ่งของคนไทย การที่ค่านิยมมีลักษณะยืนยงถาวร เพราะค่านิยมเกิดจากการอบรมสั่งสอนมาตั้งแต่วัยเด็ก และการปลูกฝังค่านิยมก็เป็นไปแบบหนักแน่นหรือในรูปของความแน่นอนอย่างเต็มที่ (All or None Maner) อีกด้วย แต่ค่านิยมก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้จากการไปรับประสบการณ์ในช่วงของบุคคล และเนื่องจากค่านิยมมีระดับความสำคัญแตกต่างกัน ค่านิยมที่บุคคลจัดให้มีระดับความสำคัญมากก็จะเปลี่ยนแปลงยากกว่าค่านิยมที่มีระดับความสำคัญน้อย แต่การเปลี่ยนแปลงไม่ใช่ในลักษณะชั่วครู่ชั่วยามตามอารมณ์ขึ้นลงของมนุษย์

2. ค่านิยมมีลักษณะเปรียบเทียบระดับความสำคัญ ในการปลูกฝังค่านิยมบุคคลจะได้รับการอบรมสั่งสอนและได้รับการเน้นถึงความสำคัญของค่านิยมในแต่ละเรื่อง แตกต่างกันขึ้นอยู่กับความต้องการของแต่ละสังคม โดยบุคคลจะเปรียบเทียบระดับความสำคัญของค่านิยมต่าง ๆ จากประสบการณ์ที่เขาได้รับตั้งแต่ในวัยเด็กแล้วจัดเป็นระดับสูงต่ำ รวมเข้าเป็นระบบซึ่งภายในระบบนี้แต่ละค่านิยมจะถูกจัดเรียงลำดับตามความสำคัญมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด

3. ค่านิยมมีลักษณะเป็นความเชื่อ แบ่งได้เป็น 3 แบบ คือ

3.1 ความเชื่อแบบพรรณนา (Descriptive Belief) คือ ความเชื่อที่สามารถทดสอบได้ว่าถูกต้องหรือไม่ถูกต้อง

3.2 ความเชื่อแบบประเมิน (Evaluative Belief) คือ ความเชื่อที่ได้ประเมินว่าสิ่งใดดีหรือไม่ดี

3.3 ความเชื่อแบบพรรณนากำหนดการ (Prescriptive or Proscriptive Belief) คือ ความเชื่อที่มีทิศทางและเป้าหมายของการถูกกระทำที่ถูกตัดสินว่าเป็นสิ่งที่จำเป็นหรือไม่จำเป็น

จากข้อความข้างต้นพอจะสรุปได้ว่า ธรรมชาติของค่านิยมเป็นความเชื่อของบุคคลที่เกี่ยวกับสิ่งพึงปรารถนานั้นความเชื่อนี้ก็มีลักษณะเหมือนกับความเชื่อประเภทอื่น ๆ คือ ประกอบ

ด้วย ความรู้ ความรู้สึก พฤติกรรม ซึ่งในอดีตมักใช้ทั้ง 3 องค์ประกอบนี้ในเรื่องของทัศนคติหรือด้านอารมณ์ ความรู้สึกมากกว่าการนำมาใช้ในเรื่องของความเชื่อแต่โรคีชก็มีความเห็นว่าค่านิยมซึ่งเป็นความเชื่อเกี่ยวกับที่บุคคลปรารถนา เกี่ยวข้องกับระดับของความรู้สึกเพราะค่านิยมจะขึ้นอยู่กับความรู้สึกหรือผลกระทบเมื่อได้รับการกระตุ้น ซึ่งจะทำให้บุคคลมีความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบ เห็นด้วยไม่เห็นด้วยในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมเพราะค่านิยมอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดค่านิยมที่จะปลูกฝังหรือพึงปรารถนาได้

ลักษณะค่านิยม

โรคีช (ผ่องพรรณ เกิดพิทักษ์. 2531 : 21 – 23 ; อ้างอิงมาจาก Rokeach. 1977) ได้อธิบายลักษณะของค่านิยมว่าเป็นความเชื่อที่เกิดจากเหตุผลของตนเองเกี่ยวกับคุณค่าของสิ่งที่จะต้องยึดถือนั้นโดยจำแนกความเชื่อออกเป็น 3 ลักษณะคือ

ลักษณะที่ 1 ความเชื่อเชิงวิทยาศาสตร์ คือ ความเชื่อที่ทดสอบได้ว่าจริงหรือเท็จ ความเชื่อประเภทนี้เกิดขึ้นโดยอาศัยหลักเกณฑ์ที่เป็นข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ สามารถพิสูจน์ได้เช่น เชื่อว่าโลกกลม เชื่อว่าโลกหมุนรอบดวงอาทิตย์ เป็นต้น

ลักษณะที่ 2 ความเชื่อเชิงจริยธรรม คือ ความเชื่อที่ประเมินสิ่งต่าง ๆ ว่าดีหรือเลว ความเชื่อประเภทนี้เกิดขึ้นโดยยึดเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดไว้ เช่น ศาสนากำหนดว่าการพูดเท็จเป็นสิ่งที่เลว เป็นต้น

ลักษณะที่ 3 ความเชื่อเชิงค่านิยม คือ ความเชื่อที่กำหนดทิศทางและเป้าหมายของการกระทำว่า พึงประสงค์หรือไม่พึงประสงค์ ความเชื่อประเภทนี้เกิดขึ้นโดยยึดหลักเกณฑ์เหตุผลในการประเมินคุณค่าที่มีต่อตนเองและผู้อื่นจากความรู้สึกนึกคิดของตนเอง

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า ลักษณะของค่านิยมจะส่งผลต่อลักษณะของบุคคลอันได้แก่ ความสนใจ ความอยากความต้องการต่าง ๆ และลักษณะของค่านิยมที่คนส่วนใหญ่ยอมรับคือค่านิยมเป็นตัวแปรที่ใช้ช่วยอธิบายพฤติกรรมได้ ฉะนั้นเราอาจจะพูดได้ว่าค่านิยมมีลักษะที่มั่นคงถาวร ที่อยู่ในระยะเวลาพอสมควรถึงแม้จะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามกาลสมัยหรือตามความคิดเห็นของคนในสังคมยังสามารถยึดถือปฏิบัติได้บ่อยครั้ง

ทฤษฎีค่านิยม

โรคีช (สุนทรี โคมิน และสนิท สมัครถาวร. 2523 : 169 ; อ้างอิงมาจาก Rokeach. n.d.) ได้สร้างกรอบทฤษฎีจากฐานคติทฤษฎีค่านิยมขึ้น โดยเสนอว่าแนวคิดค่านิยมของมนุษย์ตั้งอยู่บนฐานคติเกี่ยวกับธรรมชาติของค่านิยมของมนุษย์ 5 ประการ คือ

1. ค่านิยมของมนุษย์สามารถจะสืบสาวไปถึงวัฒนธรรม สังคม และสถาบันสังคมต่าง ๆ ไปจนถึงบุคลิกภาพได้ สิ่งเหล่านี้อาจถือได้ว่าเป็นบ่อเกิดของค่านิยม

2. จำนวนของ "ค่านิยม" ที่แต่ละคนมีนั้นจะมีอยู่ไม่มากนักและอยู่ในข่ายที่จะนับและศึกษาได้

3. ความแตกต่างของ "ค่านิยม" จะแสดงออกทางระดับ (Degree)

4. ค่านิยมต่าง ๆ สามารถจะนำมาจัดรวมกันเข้าเป็นระบบค่านิยม (Value System) ได้

5. ผลที่ตามมาถือว่าค่านิยมของมนุษย์จะแสดงออกทางทัศนคติ และพฤติกรรมของมนุษย์ในเกือบทุกรูปแบบที่นักสังคมศาสตร์สนใจที่จะศึกษาวิเคราะห์

ดิวอี้ (ประสาน มาลากุล ณ อยุธยา. 2522 ; อ้างอิงมาจาก Dewey. n.d.) ได้กล่าวถึงค่านิยมซึ่งสรุปเป็นประเด็นสำคัญได้ดังต่อไปนี้

1. ค่านิยมเกิดจากความปรารถนาของบุคคลที่จะปรับตัวให้เข้ากับความจำเป็นและความต้องการในสภาพชีวิตของเขา คือเมื่อบุคคลได้มีประสบการณ์แก้ปัญหา เช่น ความขาดหรือความขัดแย้งระหว่างตัวเขากับสิ่งแวดล้อม สิ่งที่เขาให้คุณค่าย่อมเป็นสิ่งที่สนองความต้องการได้เหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอยในสภาพการณ์ของเขา (Suitability and Serviceability)

2. ค่านิยมก่อให้เกิดแรงกระตุ้น (Vital Impulse) สร้างเป้าหมาย ความมุ่งหวังถึงสิ่งที่นิยม (Ends - In View) บุคคลจึงเกิดความต้องการ และความสนใจที่จะแสวงหาวิธีการและหนทาง

3. ค่านิยมเป็นพฤติกรรมที่สามารถศึกษาได้ด้วยวิธีการเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Study) ในรูปของการสังเกต การวิเคราะห์ การทดสอบและพิสูจน์

4. การทำความเข้าใจกับค่านิยมได้อย่างแท้จริง ขึ้นอยู่กับความสามารถวิเคราะห์ถึงความต้องการในปัจจุบันของบุคคล และการคาดคะเนว่าจะได้รับความพึงพอใจในสถานการณ์ใดและด้วยวิธีการใดกับทั้งต้องมีการวิเคราะห์ประเมินใหม่ (Re - Appraisal) อยู่เสมอ

สรุปจากข้อความข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการปลูกฝังค่านิยมให้กับบุคคล (นักเรียน) เป็นสิ่งที่ทำได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในรูปของการสังเกต วิเคราะห์ ทดสอบ พิสูจน์ ฯลฯ เพื่อทำให้บุคคลเข้าใจถึงค่านิยมที่แท้จริงได้นั้น ด้วยการจัดกิจกรรมจากประสบการณ์ตรงให้กับบุคคลได้เกิดความประทับใจ ความพึงพอใจ เพื่อจะได้เกิดพฤติกรรมของค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการจะปลูกฝังให้กับบุคคล (นักเรียน) ได้จากค่านิยมที่มีอยู่

การสร้างค่านิยม

การสร้างค่านิยม (Valuing) การสร้างค่านิยมจะเกิดขึ้นหลังจากมีการรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม โดยเกิดขึ้นตามลำดับขั้น ดังนี้

1. ยอมรับค่านิยม (Acceptance of a Value)
2. ชอบในค่านิยม (Peference for a Value)
3. มีความผูกพันกับค่านิยม (Commitment)

การรวบรวม (Organization) เป็นการจัดรวบรวมระบบค่านิยมต่าง ๆ ที่รับมาและมีความสัมพันธ์กันจนก่อเกิดแนวคิดออกมาเป็นกลุ่มแบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ

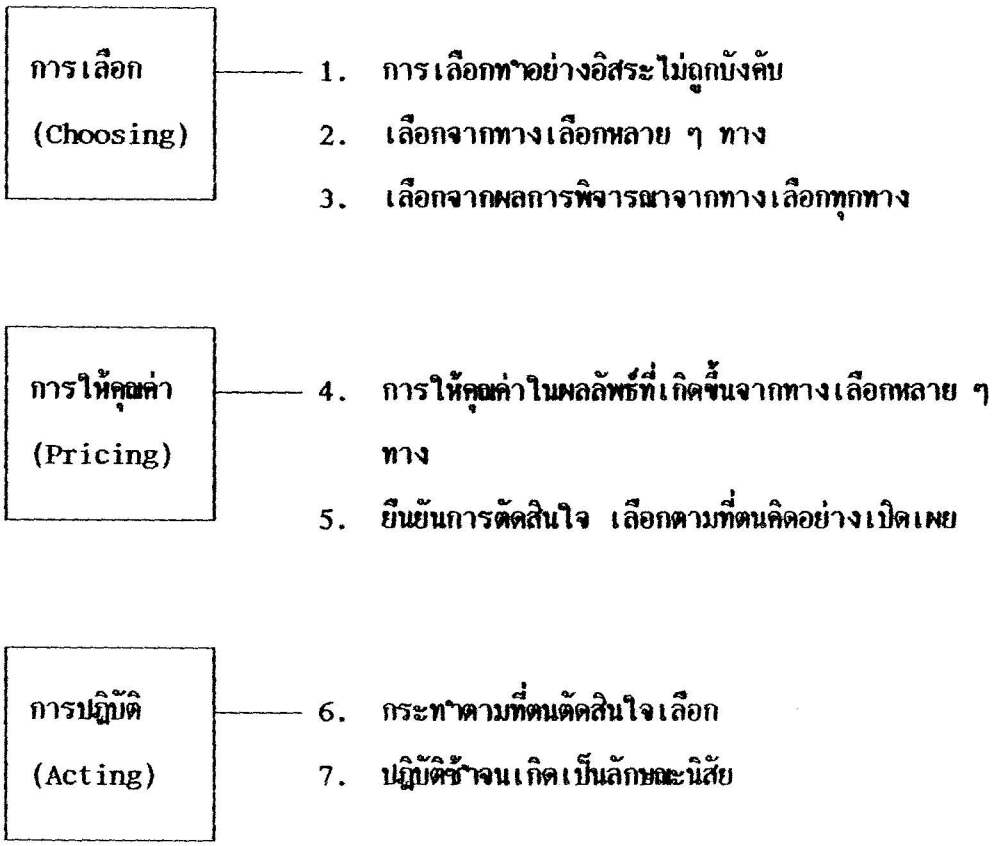
1. การสร้างมโนทัศน์เกี่ยวกับค่านิยม (Comceptuatization of a Value)
2. การจัดรวบรวมระบบค่านิยม (Organization of a Value System)

การสร้างลักษณะจากค่านิยม (Characterization of a Value Concept) เป็นลักษณะด้านค่านิยมที่เกิดขึ้นภายในตัวบุคคลกลายเป็นลักษณะนิสัย ความประพฤติ คุณสมบัติและลักษณะเฉพาะของบุคคล พฤติกรรมขั้นนี้ถือว่าเป็นผลของการเรียนรู้ด้านจิตพิสัยที่สูงที่สุดแบ่งออกเป็น 2 ระดับ ดังนี้

1. การมีหลักยึดในการตัดสินใจ (Generalized Set)
2. การแสดงอุปนิสัย (Characterization)

การเกิดค่านิยมและผลของการเกิดค่านิยม

แรธส์ ฮาร์มิน และไซมอน (Raths, Harmin and Simon. 1966 : 30) ได้เสนอว่าการเกิดค่านิยมมี 3 ขั้นตอนใหญ่ หรือ 7 ขั้นตอนย่อย ดังนี้



ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนของการเกิดค่านิยมตามแนวทางของ แรธส์ ฮาร์มิน และไซมอน

การสร้างความตระหนักในค่านิยมจะต้องมีสมมติฐานของความเชื่อ 5 ประการ คือ

1. การปลูกฝังสร้างเสริมค่านิยม มิใช่กระบวนการยัดเยียด หรือชี้แนะ ชี้นำ ความรู้ ความเชื่อ การตัดสินใจ เป็นต้น ของผู้สอนให้กับผู้เรียน

2. มนุษย์ทุกคนมีความคิดและเหตุผลเป็นของตนเอง ความคิดและเหตุผลของแต่ละคนอาจจะแตกต่างกันได้ แต่ความคิดและเหตุผลของทุกคนเป็นสิ่งที่ผู้สอนและผู้เรียนอื่น ๆ จะต้องรับฟัง และนำมาคิดไตร่ตรองเปรียบเทียบกับความคิดและเหตุผลของตนเอง

3. ความคิดและการตัดสินใจที่ปราศจากอคติของคนส่วนใหญ่จะถูกต้อง แม้จะไม่ถูกต้องที่สุด แต่ก็จะไม่ผิดเพี้ยนออกไปจากกฎเกณฑ์ปกติ (Norm) มาก อย่างชนิดที่เห็นขาวเป็นดำไปได้

4. ความคิดเห็นและการตัดสินใจของคนกลุ่มใหญ่มีอิทธิพลต่อการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมและความคิดของคนกลุ่มย่อยและความคิดเห็นของรายบุคคลที่มีความคิดเห็นแตกแยกออกไปจากเกณฑ์ปกติมา ๆ ได้

5. การตัดสินใจ (ยอมรับหรือไม่ยอมรับ เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย) ต่อค่านิยมที่ผู้สอนนำมาปลูกฝังสร้างเสริมนั้นจะต้องเกิดจากความคิดและการตัดสินใจของผู้เรียนเอง โดยที่ผู้สอนปลูกฝังจะไม่ใช้อิทธิพลชักจูงหรือชี้แนะ ชี้นำผู้เรียนให้ยอมรับแต่อย่างใด

ค่านิยมทางเทคโนโลยี

เปรมวดี รักษวลี (2539 : 12) กล่าวว่า ค่านิยมทางเทคโนโลยี หมายถึง ความรู้สึกพึงพอใจ การเห็นคุณค่าและการมีอุดมการณ์ ต่อการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการทดลอง การปรับปรุง การซ่อมแซม และการเลียนแบบ เพื่อการสร้างการพัฒนาเครื่องมือ เครื่องใช้ และอุปกรณ์ ค่านิยมทางเทคโนโลยีจำแนกได้เป็น 4 ด้าน คือ

1. ด้านการทดลอง หมายถึง ความรู้สึกพึงพอใจ การเห็นคุณค่า และการมีอุดมการณ์ต่อการสังเกต การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติตามที่ออกแบบ การบันทึกข้อมูล และการสรุป

2. ด้านการซ่อมแซม หมายถึง ความรู้สึกพึงพอใจ การเห็นคุณค่า และการมีอุดมการณ์ ต่อการคิดและดำเนินการแก้ไขเครื่องมือ เครื่องใช้ และอุปกรณ์ที่ชำรุดให้ใช้การได้ เมื่อเกิดขัดข้องหรือเกิดปัญหา

3. ด้านการปรับปรุง หมายถึง ความรู้สึกพึงพอใจ การเห็นคุณค่า และการมีอุดมการณ์ ต่อการดำเนินการดัดแปลง เปลี่ยนแปลง เครื่องมือ เครื่องใช้ และอุปกรณ์ให้ดีขึ้นเหมาะสมกับสภาพการใช้ใหม่

4. ด้านการเลียนแบบ หมายถึง ความรู้สึกพึงพอใจ การเห็นคุณค่า และการมีอุดมการณ์ต่อการคิดและดำเนินการลอกแบบ เครื่องมือ เครื่องใช้ และอุปกรณ์ให้มีสภาพไม่ด้อยกว่าเดิม

จากที่กล่าวมาแล้วพอสรุปได้ว่า ค่านิยม และค่านิยมทางเทคโนโลยีเป็นแนวความคิดที่บุคคลหรือสังคมยอมรับ มีความรู้สึกพึงพอใจ เห็นคุณค่า และมีอุดมการณ์ ต่อการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ เพื่อสร้างเครื่องมือ เครื่องใช้ และอุปกรณ์ ค่านิยมจะเป็น

ตัวกำหนดพฤติกรรมให้บุคคล หรือสังคมเลือกปฏิบัติ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาว่ากิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์มาใช้ในการปลูกฝังค่านิยมทางเทคโนโลยีให้กับนักเรียน

งานวิจัยเกี่ยวกับพลังงานจากดวงอาทิตย์

งานวิจัยในประเทศ

สุขฤดี สุขใจ (2535 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการอบแห้งกล้วยน้ำว้าด้วยแสงอาทิตย์เพื่อประเมินสมรรถนะของเครื่องอบแห้ง เมื่อใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์และ LPG รวมทั้งพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบแห้งกล้วยน้ำว้าด้วยแสงอาทิตย์และประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การขยายขนาดระบบอบแห้งเพื่อประโยชน์ทางเศรษฐกิจต่อไปได้

จากการทดลองตัวรับรังสีระหว่างเวลา 9.00 - 16.00 น. รังสีรวมแสงอาทิตย์มีค่าเฉลี่ย 706.3 W/m^2 (337 - 840 W/m^2) อัตราการไหลของอากาศมีค่า 0.27 kg/s อุณหภูมิอากาศแวดล้อมมีค่าเฉลี่ย 37.6 ^oC (28 - 37 ^oC) ประสิทธิภาพของตัวรับรังสีมีค่าเฉลี่ย 24.7% ซึ่งต่ำกว่าค่าที่ได้จากทางทฤษฎี เมื่อทดลองอบแห้งกล้วยน้ำว้าพบว่าประสิทธิภาพกฎข้อหนึ่งของระบบอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์และ LPG แปรตามความชื้นเฉลี่ยของกล้วยและอัตราการไหลจำเพาะของอากาศในลักษณะเชิงเส้น เมื่อทดลองอบแห้งกล้วยน้ำว้า 2 วิธีพบว่าการอบแห้งแบบหมุนเวียนใช้เวลาในการอบแห้งแต่ละงวดเฉลี่ยเท่ากับ 6 วัน วันละ 6 ชั่วโมง และการอบแห้งแบบต่อเนื่องใช้เวลาในการอบแห้งแต่ละงวดเท่ากับ 66 ชั่วโมง การอบแห้งแบบต่อเนื่องมีความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะสูงกว่าการอบแห้งแบบหมุนเวียน

จากการประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ พบว่าการอบแห้งแบบหมุนเวียนให้อัตราผลตอบแทนการลงทุน 46.5% ซึ่งต่ำกว่าการอบแห้งแบบต่อเนื่อง 58.8% เนื่องจากการอบแห้งแบบต่อเนื่องสามารถให้ผลผลิตต่อไปได้มากกว่าเพราะมี Load Factor ที่สูงกว่า และการอบแห้งแบบต่อเนื่องยังสามารถทำให้ผู้ลงทุนคุ้มทุนได้ภายในเวลาเพียง 2 ปี ซึ่งการอบแห้งแบบหมุนเวียนผู้ลงทุนต้องใช้เวลา 3 ปีจึงจะคุ้มทุน

ธีระพงษ์ ภาระบุญ (2538 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาระบบอบแห้งเนื้อวัวด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานความร้อนที่ได้จากก๊าซชีวมวล (Producer Gas) ซึ่งเป็นระบบที่สามารถทำได้ตลอด 24 ชั่วโมง ในช่วงกลางวันที่มีแสงอาทิตย์จะใช้พลังงานแสงอาทิตย์ โดยให้

อากาศไหลผ่านแผงรับแสงอาทิตย์ที่มีพื้นที่ 2.5 m^2 และวางอยู่บนตู้อบแห้งทำมุม 14 องศา กับแนวระนาบ สำหรับในช่วงที่ไม่มีแสงอาทิตย์จะใช้พลังงานความร้อนจากก๊าซชีวมวล ที่ประกอบด้วยก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ไฮโดรเจน และมีเทน ซึ่งมีค่าความร้อนประมาณ 4,500 KJ/Nm^3 การไหลเวียนของอากาศภายในห้องอบแห้งเป็นแบบบังคับ โดยใช้พัดลมขนาด 750 W มีระบบปรับอัตราการไหลของอากาศ ให้คงที่ได้ตามต้องการ ตู้ที่ใช้อบแห้งผลิตภัณฑ์ขนาด 0.6 m^3 ซึ่งสามารถวางถาดสำหรับตากเนื้อวัวได้ 8 ถาด

ในการศึกษาหาเงื่อนไขการทำงานที่เหมาะสม ของการอบแห้งเนื้อวัวโดยใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานจากก๊าซชีวมวล พบว่า สภาวะและเวลาที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งเนื้อวัวหนัก 16 กิโลกรัม ที่มีความชื้นเริ่มต้นประมาณ 75% มาตรฐานเปียก จนมีความชื้นสุดท้ายประมาณ 25% มาตรฐานเปียก จะต้องแบ่งการอบแห้งออกเป็น 2 ช่วง โดยช่วงแรกทำการอบแห้งที่อุณหภูมิประมาณ 60 ^oC โดยใช้พลังงานจากก๊าซชีวมวลเป็นเวลา 4 ชั่วโมง ความชื้นในช่วงแรกนี้ลดลงเหลือประมาณ 58% มาตรฐานเปียก และทำการอบแห้งต่อในช่วงที่ 2 ที่อุณหภูมิระหว่าง 38 - 42 ^oC โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นเวลา 6 ชั่วโมง จะได้ความชื้นสุดท้ายตามต้องการ รวมเวลาที่ทำการอบแห้งทั้งหมด 10 ชั่วโมง อัตราการไหลของอากาศที่ใช้ในการอบแห้งคือ 0.036 kg/s

เมื่อศึกษาถึงความสิ้นเปลืองพลังงานความร้อนที่ใช้ในการอบแห้ง พบว่า สำหรับการอบแห้งในวันที่มีรังสีอาทิตย์ตกบนแผงรับแสง 8.66MJ/m^2 ประสิทธิภาพของแผงรับแสงอาทตย์มีค่า 31.4% มีการใช้พลังงานจากแหล่งพลังต่าง ๆ คือ พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ 0.66 MJ/kg H_2O evap. พลังงานความร้อนจากก๊าซชีวมวล 2.38 MJ/kg H_2O evap. และพลังงานความร้อนที่ได้จากมอเตอร์ของพัดลมเป่าอากาศ 4.53MJ/kg H_2O evap. รวมเป็นพลังงานความร้อนที่ใช้การอบแห้งทั้งหมด 7.57MJ/kg H_2O evap. คิดเป็น 8.76% 31.42% และ 59.82% ของพลังงานที่สิ้นเปลืองทั้งหมดตามลำดับ โดยมีต้นทุนที่ใช้ในการระเหยน้ำ 1 กิโลกรัม ออกจากเนื้อวัวในเครื่องอบแห้งนี้ มีค่า 24 Baht/kg H_2O evap. และมีจุดคุ้มทุนอยู่ที่ 2 และ 3 ปีตามลำดับ (ในกรณีไม่คิดค่าแรงงานในการอบแห้ง)

วรวิทย์ รุ่งจิวารักษ์ (2538 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการอบแห้งกล้วยน้ำว้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อประเมินสมรรถนะของตัวรับรังสีทำอากาศร้อนแบบต่าง ๆ และประเมินสมรรถนะของเครื่องอบแห้งด้วยพลังแสงอาทิตย์ และใช้พลังงานเสริม LPG ขนาดอุตสาหกรรม ตลอดจนความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์

จากการทดสอบตัวรับรังสีระหว่างเวลา 9.00 - 16.00 น. แบบแผ่นเรียบที่มีฉนวนเป็นโพลียูเรเทนโฟมโดยมีพื้นที่ตัวรับรังสี 23.1 m^2 (2.87 m X 8.06 m) รังสีอาทิตย์รวมมีค่าเฉลี่ย 836.8 W/m^2 อัตราการไหลของอากาศมีค่า 0.26 kg/s จะมีประสิทธิภาพเฉลี่ย 32.1% แบบแผ่นเรียบที่มีฉนวนเป็นเทอร์แม็กซ์มีพื้นที่ตัวรับรังสี 23.1 m^2(2.87 m X 8.06 m) รังสีอาทิตย์รวมเฉลี่ย 735.7 W/m^2 อัตราการไหลของอากาศมีค่า 0.26 kg/s จะมีประสิทธิภาพเฉลี่ย 31.6% แบบแผ่นเรียบนี้จะมีประสิทธิภาพต่ำกว่าทฤษฎีแบบลอน (ลูกฟูก) ที่มีฉนวนเป็นเทอร์แม็กซ์โดยมีพื้นที่ตัวรับรังสี 23.1 m^2 (2.87 m X 8.06 m) รังสีอาทิตย์รวมมีค่าเฉลี่ย 767.1 W/m^2 อัตราการไหลของอากาศมีค่า 0.28 kg/s จะมีประสิทธิภาพเฉลี่ย 38.0% แบบมีครีบที่มีฉนวนเป็นเทอร์แมกซ์ โดยมีพื้นที่ตัวรับรังสี 23.2 m^2 (2.87 m x 8.10 m) รังสีแสงอาทิตย์รวมมีค่าเฉลี่ย 834.9 w/m^2 อัตราการไหลของอากาศมีค่า 0.26 kg/s จะมีประสิทธิภาพเฉลี่ย 37.4% เมื่อทดสอบการอบแห้งกล้วยน้ำว้า พบว่าการอบแห้งแบบหมุนเวียน ใช้เวลาในการอบแห้งเฉลี่ยชุดละ 5 วัน เป็นเวลา 44 ชั่วโมง จะสิ้นเปลืองพลังงานทั้งหมดเท่ากับ 14.93 MJ/kg Water Evaporated (พลังงานปฐมภูมิ) และมีประสิทธิภาพกฎข้อที่หนึ่งของระบบอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์และ LPG เฉลี่ยเท่ากับ 15.79%

จากการประเมินความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์พบว่า การอบแห้งแบบหมุนเวียนสามารถให้ผลผลิตกล้วยอบแห้งได้ประมาณปีละ 56,012 kg มีรายได้เฉลี่ยปีละ 1,876,426 บาท ซึ่งมีต้นทุนการสร้างโรงอบแห้งด้วยพลังแสงอาทิตย์ และ LPG ประมาณ 1,994,731 บาท และมีต้นทุนเฉลี่ยปีละ 1,255,495 บาท ถ้าคิดอัตราส่วนลด (Discount Rate) 15% จะได้มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) 1,195,140.85 บาท, อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อการลงทุน (BCR) 1.60, อัตราผลตอบแทน (IRR) 29.08%, ระยะเวลาการคืนทุน (PBP) 3.2 ปี และระยะเวลาการคืนทุนแบบส่วนลด (DPBP) 4.71 ปี

สมชาย สุวราห์วรรณ (2538 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาด้านเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของระบบสูบน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อตรงเพื่อการเกษตร ที่ไร่ทดลองการเกษตร โรงงานหลวงอาหารสำเร็จรูปที่ 4 จังหวัดบุรีรัมย์ มีการติดตั้งระบบสูบน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์มาแล้ว 4 ระบบ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 จนถึงปัจจุบัน ระบบสูบน้ำที่ติดตั้งใหม่ในงานวิจัยนี้เป็นระบบที่ 4 ระบบประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ของบริษัท Solar ARCO ขนาด 47 Wp จำนวน 15 แผง ต่อแบบอนุกรม 3 แผง และขนานกัน 5 ชุด ชุดมอเตอร์/ปั๊มน้ำของบริษัท McDonald

โมเดล 150307 DSU สายไฟขนาด 25 mm^2 ความยาว 306 เมตร ท่อน้ำชนิด PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว ความยาว 260 m และถังพักน้ำขนาด 24 m^3

การดำเนินงานวิจัยการศึกษาสมรรถนะโดยละเอียดของระบบสูบน้ำที่ 4 ซึ่งประกอบด้วย การทดสอบชุดมอเตอร์/ปั๊มน้ำ การทดสอบระบบระยะสั้นในภาคสนามโดยทำการเก็บข้อมูลของระบบทุก 10 นาที การทดสอบระบบระยะยาวรายวันในภาคสนาม การศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์ของระบบสูบน้ำ และทำการปรับปรุงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบสูบน้ำ เป็นค่าข้อมูลอินพุทของแบบจำลองได้แก่ ค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์อุณหภูมิอากาศแวดล้อม และค่าความเร็วลม นอกจากนั้นได้ทำการเปรียบเทียบสมรรถนะการสูบน้ำระยะยาวและราคาน้ำต่อหน่วยของระบบสูบน้ำทั้ง 4 ระบบ

ผลการทดสอบระบบสูบน้ำระบบที่ 4 ในภาคสนามระยะสั้น พบว่า ประสิทธิภาพสูงสุดของระบบเท่ากับ 1.7% ของชุดมอเตอร์/ปั๊มน้ำเท่ากับ 24% และของแผงเซลล์เท่ากับ 8% ระบบมีอัตราการสูบน้ำสูงสุดเท่ากับ 2.4 m^3/hr กระแสไฟฟ้าสูงสุด 11.5 A แรงดันไฟฟ้าสูงสุด 35 V กำลังไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 400 W และค่ารังสีแสงอาทิตย์วิกฤตเท่ากับ 400 W/m^2 กระแสไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีการเปลี่ยนแปลงตามค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าจากแผงเซลล์จะมีรูปแบบไม่แน่นอนที่ค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์น้อยกว่า 300 W/m^2 เนื่องจากอยู่ในสภาวะที่มอเตอร์ทั้งหยุดและทำงานอยู่ แต่มีค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์มากกว่า 400 W/m^2 แรงดันไฟฟ้าจะมีการเปลี่ยนแปลงตามค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ ประสิทธิภาพสูงสุดของระบบรวมและระบบย่อยของระบบอยู่ที่ค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์เท่ากับ 750 W/m^2

ผลการทดสอบระบบสูบน้ำทั้งสี่ระบบในภาคสนามในระยะยาว พบว่า ค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนแผงเซลล์เฉลี่ยรายวันเท่ากับ 4.46 kWh/m^2 - day ระยะเฮดสถิตย์เฉลี่ยเท่ากับ 10.9 m ได้ผลว่า ระบบสูบน้ำ 1, 2, 3 และ 4 สูบน้ำได้ 28.54, 9.03, 14.57 และ 9.84 m^3/day ตามลำดับ

ผลการศึกษาทางเศรษฐศาสตร์ของระบบสูบน้ำ ทำการพิจารณาราคาที่ปี พ.ศ. 2532 ค่าอัตราส่วนลดเท่ากับ 15% ต่อไป จะได้ว่าเมื่อพิจารณาระบบสูบน้ำ 1, 2, 3 และ 4 จะมีราคาต่อหน่วยของน้ำเท่ากับ 7.86, 20.84, 12.75 และ 15.75 $Baht/m^3$ ตามลำดับและมีอัตราส่วนราคาต่อหน่วยของน้ำจากระบบสูบน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เป็น 1.57, 2.21, 1.83 และ 1.76 เท่าของราคาต่อหน่วยของน้ำจากระบบสูบน้ำด้วยเครื่องยนต์ดีเซล

การศึกษา Sensitivity Analysis กรณีที่ลดค่าอัตราส่วนลดจาก 15% เป็น 5% ต่อไป ราคาต่อหน่วยของน้ำลดลงเท่ากับ 48% และเมื่อพิจารณาลดราคาต่อกำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงเซลล์จาก 276.6 เป็น 150 Baht/Wp ที่ค่าอัตราส่วนลดเท่ากับ 15% ต่อปี จะได้ราคาต่อหน่วยของน้ำจะลดลงประมาณ 23%

โสรจ ดีรีเลิศ (2538 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาและออกแบบเครื่องอบแห้งต้นแบบ ที่ใช้พลังงานความร้อนร่วมระหว่างพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานความร้อนที่ได้จากก๊าซชีวมวล (Producer Gas) ซึ่งเครื่องอบแห้งสามารถทำงานได้ตลอด 24 ชั่วโมง ในช่วงเวลาที่มีแสงอาทิตย์ จะใช้พลังงานแสงอาทิตย์โดยให้อากาศไหลผ่านแผงรับแสงอาทิตย์ที่มีพื้นที่ 2.5 m^2 ที่วางอยู่บนตู้อบแห้งทำมุม 14 องศากับแนวระนาบ สำหรับในช่วงที่ไม่มีแสงอาทิตย์จะใช้พลังงานความร้อนจากก๊าซชีวมวล ซึ่งก๊าซที่เผาไหม้ได้มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ไฮโดรเจน และมีเธน ซึ่งมีค่าความร้อนประมาณ 16,510 KJ/kg การไหลเวียนของอากาศภายในห้องอบแห้งแบบบังคับโดยใช้พัดลมขนาด 760 W มีระบบปรับอัตราการไหลของอากาศให้คงที่ได้ตามต้องการ ตู้ที่ใช้อบแห้งผลิตภัณฑ์ขนาด 0.6 m^3 ซึ่งสามารถวางถาดสำหรับอบแห้งกระเทียมได้ 8 ถาด

ในการศึกษาหาเงื่อนไขการทำงานที่เหมาะสมของการอบแห้งกระเทียม โดยใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานจากก๊าซชีวมวล พบว่า สภาวะและเวลาที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งกระเทียมหนัก 30 kg ที่มีความชื้นเริ่มต้นประมาณ 67% มาตรฐานเปียก จนมีความชื้นสุดท้ายประมาณ 60% มาตรฐานเปียก แบ่งการอบแห้งออกเป็น 2 แบบ โดยกรณีแบบที่ 1 ทำการอบแห้งโดยใช้พลังงานจากก๊าซชีวมวลเพียงอย่างเดียว อุณหภูมิในการอบแห้งเฉลี่ย 55.6 ^oC ใช้เวลาในการอบแห้ง 14 ชั่วโมง และกรณีแบบที่ 2 ทำการอบแห้งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานจากก๊าซชีวมวล อุณหภูมิในการอบแห้งเฉลี่ย 45.4 ^oC ใช้เวลาในการอบแห้ง 15 ชั่วโมง อัตราการไหลของอากาศที่ใช้ในการอบแห้ง คือ 0.17 kg/s ทั้ง 2 กรณี เมื่อศึกษาถึงความสิ้นเปลืองพลังงานความร้อนที่ใช้ในการอบแห้ง พบว่า ในกรณีแบบที่ 1 และกรณีแบบที่ 2 มีการใช้พลังงานจากแหล่งพลังงาน 2 แหล่งที่เหมือนกัน คือ พลังงานความร้อนจากก๊าซชีวมวลและพลังงานไฟฟ้าที่ให้กับมอเตอร์ของพัดลมเป่าอากาศ แต่กรณีแบบที่ 2 ซึ่งใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ร่วมด้วยสามารถประหยัดพลังงานได้เท่ากับ 49% ของพลังงานความสิ้นเปลืองทั้งหมด ซึ่งสรุปได้ว่า ในกรณีแบบที่ 2 นี้ มีต้นทุนที่ใช้ในการอบแห้งต่อ

กิโลกรัมกระเทียมแห้ง 21.25 Baht/ kg Dried Garlics, 16.44 Baht/kg Dried Garlics และ 13.02 Baht/kg Dried Garlics ระยะเวลาทำการอบแห้ง 60, 90 และ 140 วันต่อปี ตามลำดับ ต้นทุนที่ใช้ในการอบแห้งสำหรับการระเหยน้ำออกจากกระเทียมมีค่า 94.93 Baht/kg H_2O evap., 73.50 Baht/kg H_2O evap. และ 58.19 Baht/kg H_2O evap. ระยะเวลาทำการอบแห้ง 60, 90 และ 140 วันต่อปี ตามลำดับ และกำหนดราคาขายไว้ 3 ราคาคือ ที่ราคา 80 บาท, 60 บาท และ 40 บาท พบว่า ทำการอบแห้ง 140 วันต่อปี ให้ผลตอบแทนที่ดีที่สุด คือ มีจุดคุ้มทุนอยู่ที่ภายใน 1 ปี 3 เดือน, 2 ปี และ 5 ปีตามลำดับ (ในกรณีไม่คิดค่าแรงงานในการอบแห้ง)

งานวิจัยต่างประเทศ

ชานดา, ซิงค์ และโซฮา (Chandra, Singh and Sodha. 1990 : 41 - 48) ได้เสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สำหรับสมรรถนะทางด้านความร้อนของตัวรับรังสีทำอากาศร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบสามชั้น รูปแบบจำลองได้ทำนายอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของอากาศ 4 - 22 ^{o}C (ตรงกับประสิทธิภาพ 0.37 - 0.46) ระหว่างวันปกติในเมืองนุกกะประเทศไนจีเรีย เมื่อเดือนเมษายน ผลกระทบของอัตราการไหลของอากาศต่อประสิทธิภาพและความแตกต่างของอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้น ในขณะที่อัตราการไหลเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นนี้เนื่องจากความสูญเสียความร้อนของตัวรับรังสีลดลง ในขณะที่อุณภูมิต่ำ

จากการสำรวจเอกสารต่าง ๆ ที่ผ่านมา ในงานวิจัยส่วนใหญ่เป็นการศึกษาพัฒนาแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และการเพิ่มสมรรถนะของตัวรับรังสีในรูปแบบต่าง ๆ ให้สูงขึ้น เช่นตัวรับรังสีแบบ Perforated Plate มีลักษณะเป็นรูพรุนที่ตัวรับรังสี, แบบแมตริกซ์ (Matrix) โดยที่ตัวรับรังสีห่อหุ้มด้วยเศษตะไบเหล็ก, แบบลอน (ลูกฟูก) ซึ่งมีทั้งแผ่นใสปิดและไม่มีแผ่นใสปิด, แบบมีครีบโดยนำครีบ (Fin) มาติดที่ตัวรับรังสีแผ่นเรียบแบบธรรดาและตัวรับรังสีแบบสามชั้นมีแผ่นตัวรับรังสีสามแผ่นซ้อนกันโดยมีระยะห่างพอประมาณ แต่มีจุดประสงค์เดียวกันคือลดการสูญเสียความร้อนโดยมาจากตัวดูดรังสี, เพิ่มความสามารถในการดูดแสงอาทิตย์สูงขึ้นและลดการแผ่รังสีของตัวดูดรังสีลง

ซอพอนรอนเนริช, เอซเซโอ และแรควิชชาน (Soponronnarit, Assayo and Rakwichian. 1991 : 71 - 79) ทำการทดสอบสมรรถนะและพัฒนาแบบจำลองทาง

คณิตศาสตร์ของเครื่องอบแห้งกล้วยน้ำว้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นเครื่องอบแห้งแบบผสม ประกอบด้วยตู้อบแห้งพื้นที่รับรังสี 12 m^2 และตัวรับรังสีแบบแผ่นเรียบชนิดมีกระจกหนึ่งชั้น มีพื้นที่รับรังสี 31.7 m^2 การไหลของอากาศเป็นแบบบังคับจากการทดลองอบแห้งกล้วยน้ำว้าพบว่า ประสิทธิภาพกฎข้อที่หนึ่งของเครื่องอบแห้งแปรตามความชื้นเฉลี่ยของกล้วย และมวลแห้งของกล้วยต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่รับรังสีของเครื่องอบแห้งในลักษณะเชิงเส้น เครื่องอบแห้งมีประสิทธิภาพสูงสุดประมาณ 30% เมื่อความชื้นเฉลี่ยของกล้วยมีค่าประมาณ 220% มาตรฐานแห้ง และมวลแห้งของกล้วยมีค่า 3.7 kg/m^2 เวลาที่ใช้ในการอบแห้งเฉลี่ย 7 วัน (วันละ 6 ชั่วโมง) จากการวิเคราะห์ทางด้านการเงินพบว่าระยะคืนทุนแปรระหว่าง 1.5 - 5.4 ปี เมื่อความแตกต่างของราคากล้วยที่อบในตู้และตากกลางแจ้งแปรระหว่าง 2 - 7 บาทต่อกิโลกรัม

ซอพอนรอนเนริช, ดัสซาดี, ไฮรันลาท และเธอพา (Soponronnarit, Dussadee, Hirunlabh, Namprakai and Thepa. 1992 : 59 - 70) ได้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการอบกล้วยโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นความร้อนเสริมจะพบว่าผลที่ได้จากแบบจำลองและการทดลองสอดคล้องกับ หลังจากนั้นจะใช้แบบจำลองเพื่อตรวจสอบเงื่อนไขการอบแห้งที่ดีที่สุด ผลการประเมินแบบจำลองแสดงว่าอัตราไหลของอากาศจำเพาะของ 10 กิโลกรัม อากาศแห้งต่อชั่วโมง - กิโลกรัมกล้วยอบ และควรจะใช้ส่วนของอากาศที่นำกลับมาใช้ได้อีก 90% ภายใต้เงื่อนไขเช่นนี้ การใช้พลังงานจำเพาะและเวลาในการอบจะใกล้กับค่าต่ำสุด นอกจากนี้ผลจากการทดลองแสดงว่าอุณหภูมิของอากาศที่ใช้ในการอบแห้งควรจะอยู่ประมาณ 60°C ถ้าจะรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์

จากงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ พบว่า ผู้วิจัยได้นำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ในการผลิตเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับผลผลิตทางการเกษตร เพราะว่ามีความเหมาะสมกับสภาพเศรษฐกิจ

งานวิจัยที่เกี่ยวกับกิจกรรมเสริมหลักสูตรและค่ายวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

นิเวศ ยิ้มขาว (2535 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และนักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะการบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์

ก่อนการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังการเรียนปกติในชั้นเรียนสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ ก่อนการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุนทรี วัฒนพันธุ์ (2535 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองกับที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุนันทา มานะปรีชาธร (2535 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ทำกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นริศ คล้ายเพชร (2537 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ และศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ภายหลังการทดลองกลุ่มทดลองที่เข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวนร้อยละ 92.60 มีความคิดเห็นที่ดีต่อการเข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยจัดขึ้น

ศจี อนันตโสภาจิตร์ (2540 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การสอนด้วยการจัดกิจกรรมมุมวิทยาศาสตร์กับการสอนที่ไม่ได้จัดกิจกรรมมุมวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมมุมวิทยาศาสตร์กับการสอนที่ไม่ได้จัดกิจกรรมมุมวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

มาร์คัส (Marcus. 1977 : 3934 - 3935 A) ได้ศึกษาผลของโครงการค่ายพักแรมที่มีต่อความสามารถในการอ่าน ของนักเรียนที่มีสถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคมด้อยกว่านักเรียนทั่วไป กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชายหญิงผิวดำชาวเปอร์โตริกัน เกรด 6 จำนวน 500 คน ที่อยู่ในเมืองนิวยอร์ค ผลการวิจัยพบว่า ในเวลา 2 สัปดาห์ นักเรียนที่มีสถานะภาพทางเศรษฐกิจและสังคมด้อยกว่าเด็กทั่วไปที่ได้เข้าโครงการค่ายพักแรมที่เน้นการอ่าน สามารถรู้และเข้าใจในการอ่านดำดีกว่ากลุ่มที่ไม่เข้าค่ายพักแรม

เมเยอร์ (Myers. 1978 : 1103 - A) ได้ศึกษาเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของเด็กอายุ 10 - 14 ปี ปรากฏว่า เมื่อเสร็จจากการร่วมกิจกรรมในค่ายพักแรมแล้ว เด็กมีเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เลวี (Levy. 1982 : 1107 - A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการเข้าร่วมในกิจกรรมนอกหลักสูตรตัวอย่างประชากร คือนักเรียนจำนวน 420 คน ในโรงเรียนมัธยมศึกษา 21 โรงเรียน ทางภาคตะวันตกเฉียงเหนือของรัฐโอไฮโอ

ผู้วิจัยขอความร่วมมือจากเจ้าหน้าที่ของโรงเรียนในการแยกว่า ใครเข้าร่วมในกิจกรรม และใครไม่เข้าร่วมในกิจกรรมเฉพาะนักเรียนที่เข้าร่วมในกิจกรรมตั้งแต่ 8 กิจกรรมขึ้นไป จัดเป็นกลุ่มที่เข้าร่วมกิจกรรมและนักเรียนที่ไม่มีกิจกรรมใดเลย จัดเป็นกลุ่มที่ไม่เข้าร่วมกิจกรรม

ผลการวิจัยพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาบังคับ ระหว่างนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมนอกหลักสูตร และนักเรียนที่ไม่ร่วมในกิจกรรม อย่างไรก็ตามเมื่อปฏิสัมพันธ์ระหว่างเรื่องบุคลิกภาพของนักเรียนและครูถูกทำให้มีค่าต่ำสุดโดยการสอบที่มาตรฐาน ปรากฏว่าค่าเฉลี่ยของผลการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่าง 2 กลุ่ม

งานวิจัยที่กล่าวมาแล้ว พอสรุปได้ว่ากิจกรรมเสริมหลักสูตรและค่ายวิทยาศาสตร์นั้นทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีความสนใจทางการเรียน และมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรมเสริมหลักสูตรและค่ายวิทยาศาสตร์

งานวิจัยเกี่ยวกับแบบฝึก

งานวิจัยในประเทศ

สุนีย์ ขวัญดีรี (2536 : 88) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยการใช้แบบฝึกตามเทคนิคการวิจัย กับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกตามเทคนิคการวิจัยกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตันหยง อิ่มมาก (2537 : 101) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกที่ให้ข้อมูลป้อนกลับด้วยกระบวนการแก้ปัญหากับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกที่ให้ข้อมูลป้อนกลับด้วยกระบวนการแก้ปัญหากับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บุญยิ่ง วรรณศิริกุล (2540 : 81) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามปกติของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

ไรเล่ย์ (Riley. 1975) ได้ศึกษาผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการฝึกแบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาฝึกสอนเกรด 1 ถึงเกรด 4 โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านปฏิบัติจริง กลุ่มที่สองเป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการเรียนรู้เฉพาะทฤษฎี และกลุ่มที่สามเป็นกลุ่มควบคุมได้รับการสอนโดยทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทั่ว ๆ ไป โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครู ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองทั้งสามกลุ่มมีคะแนน ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

จากงานวิจัยที่ผ่านมาทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวกับแบบฝึก พอสรุปได้ว่าแบบฝึกเป็นสื่อการเรียนการสอนที่ประกอบด้วยกิจกรรมที่เป็นสถานการณ์ การทดลอง การฝึกทักษะและการใช้คำถาม ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ ครูควรให้โอกาสให้นักเรียนได้ปฏิบัติฝึกฝนความคิด และแก้ปัญหาด้วยตนเองโดยใช้แบบฝึกประกอบการเรียนการสอน

งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

งานวิจัยในประเทศ

อรางลักษณ์ อยู่สุข (2535 : 80 - 83) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านเมโนมติ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโพลาโมชั่น ผลการศึกษาพบว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยการสาธิต ด้วยแผ่นภาพโพลาโมชั่น ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ด้านเมโนมติเกี่ยวกับการแบ่งประเภทและความสัมพันธ์สูงกว่าการสอนตามคู่มือครู ส่วนเมโนมติเกี่ยวกับทฤษฎีและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

อรุณี เมฆาธร (2535 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนโดยการฝึกแบบสืบเสาะหาความรู้กับที่เรียนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนโดยแบบสืบเสาะหาความรู้กับที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อนันต์ เลขวรรณวิจิตร (2538 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 จากการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้วีดีทัศน์กับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของ สสวท. ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้วีดีทัศน์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักศึกษาที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

โอลารินอย (Olarinoye. 1979 : 4848 - A) ได้ทำการวิจัยเพื่อการเปรียบเทียบผลการสอน 3 แบบ คือการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการแนะแนวทาง (Guide Inquiry) กับการสอนปกติ (traditional) และการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง (Inquiry Role Approach) ในวิชาฟิสิกส์โดยให้กลุ่มควบคุมได้รับการสอนปกติกลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนะแนวทางและกลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเองผู้วิจัยจะดำเนินการสอนเองทั้ง 3 กลุ่ม การเรียนของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

เดวิส (Davis. 1979 : 4164 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการค้นพบแนะแนวทาง (Guide Inquiry Approach) กับการสอนแบบครูบอกให้รู้ตามตำรา (Expository Text Approach) ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมปลาย จำนวน 103 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 51 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะความรู้แบบค้นพบชี้แนะแนวทางกลุ่มควบคุม 52 คน ได้รับการสอนแบบครูบอกความรู้ตามตำรา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่ม

ทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คอลลินส์ (Collins. 1990 : 2783 - A) ได้ศึกษารูปแบบการสอนโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้กับนักเรียนไฮสคูลปีที่ 1 จำนวน 30 คน โดยใช้ไอคิว และเกรดคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย 4 ครั้ง ๆ ละ 5 นาที เนื้อหาที่ใช้อภิปรายนั้นเป็นเนื้อหาทางตรรกวิทยาและทฤษฎีเซท ทั้งสองกลุ่มใช้การสืบเสาะตลอดเวลา จัดประสบการณ์ด้านต่าง ๆ เช่น จัดภาพยนต์ และตั้งปัญหาทางตรรกวิทยา 8 ข้อ ผลปรากฏว่ากลุ่มทดลองได้คะแนนเฉลี่ย 6 คะแนน กลุ่มควบคุมได้ 5 คะแนน ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศพบว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มโนมติ เจตคติ และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

<u>งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</u>

<u>งานวิจัยในประเทศ</u>

ประกายวรรณ์ มณีแจ่ม (2536 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย และตามคู่มือครู สสวท.

<u>ผลการวิจัยพบว่า</u>

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย และตามคู่มือครู สสวท. ไม่แตกต่างกัน

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย แตกต่างกัน

2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นรายบุคคลกับกลุ่มย่อย ไม่แตกต่างกัน

2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคลกับตามคู่มือครู สสวท. ไม่แตกต่างกัน

2.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อยกับตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกัน

พัชรา จิตรเพ็ชร (2537 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กับการสอนตามแนวของ สสวท. ผลการศึกษา พบว่า

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่า การสอนตามแนวของ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เอมอร กิตติภัทเมธา (2537 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโกกับการสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโกกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

แววตา ตันวัฒนกุล (2538 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านมโนมติทางฟิสิกส์และทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง ที่มีแผ่นโปร่งใสซ้อนภาพประกอบ กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่มีแผ่นโปร่งใสซ้อนภาพประกอบ กับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

งานวิจัยต่างประเทศ

เปพพิลิส, โพลแมน และเปพพิลิส (Pappelis, Pohlmann and Pappelis. 1980 : 30 - 36) ศึกษาการสอนเพื่อปรับปรุงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมแพทย์ และเตรียมทันตแพทย์ ผลการวิจัยพบว่า การที่ให้นักเรียนมีการปฏิบัติกิจกรรมที่ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเป็นประสบการณ์ที่นักศึกษาได้พบสามารถช่วยให้นักศึกษามีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ฮัดคุส และพินิค (Haukoos and Penick. 1983 : 629 - 637) ศึกษาผลการวิจัยเกี่ยวกับบรรยากาศในชั้นเรียน ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และด้านเนื้อหาวิชาของนักศึกษาวิทยาลัยชุมชน ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่มีอิสระในการคิดและกระทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเองในบรรยากาศการเรียนแบบค้นพบ มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักศึกษาที่เรียนในบรรยากาศที่ครูกำหนดแนวทางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สตราวิทซ์ และมาโลน (Strawitz and Malone. 1987 : 53 - 60) ได้ศึกษาความคงทนของความต้องการและความตั้งใจในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม โดยเปรียบเทียบการเรียนของนักศึกษาที่เรียนจากครูโดยตรงกับเรียนด้วยตนเอง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาหญิง จำนวน 32 คน จาก 2 ห้องเรียนที่เรียนวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ในมหาวิทยาลัยลาส์จเซาธ์เธินร์ โดยได้รับการสอนจากผู้สอน 2 คน ผู้สอนคนหนึ่งสอนนักศึกษาห้องหนึ่ง โดยการบรรยายถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและไม่แนะนำการปฏิบัติทักษะกับนักศึกษา ส่วนผู้สอนอีกคนหนึ่งสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อีกห้องหนึ่ง โดยให้นักศึกษาเรียนด้วยตนเองโดยมีแบบฝึกปฏิบัติให้ และทดสอบการปฏิบัติทักษะด้วยตนเองเครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม 2 ฉบับ ฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 ผลการวิจัยพบว่าการให้นักศึกษาเรียนด้วยตนเองจะมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงกว่าการเรียนจากครูโดยตรงส่วนในด้านความคงทนของความตั้งใจนั้น วิธีสอนทั้งสองวิธีให้ผลเหมือนกัน

นอร์แมน (Norman. 1992 : 715 - 727) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างแบบจำลองที่เป็นระบบ (Systematic Modeling) กับวัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle) ผลปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนโดยครูที่สอนแบบจำลองเป็นระบบ มีผลสัมฤทธิ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยครูที่สอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้

จากงานวิจัยที่ผ่านมาทั้งในประเทศและต่างประเทศ จะเห็นได้ว่าผู้วิจัยส่วนใหญ่ศึกษาพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบการสอนแบบต่าง ๆ เช่น การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน การสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นต้น และยังจะเห็นได้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับตัวแปรต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และยังพบว่าในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ควรให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงในการฝึกทักษะต่าง ๆ ให้มากพร้อมทั้งมีแบบฝึก และมีผู้สอนด้วยจึงจะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยเกี่ยวกับค่านิยมทางเทคโนโลยี

งานวิจัยในประเทศ

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2537 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสามารถทางการพึ่งพาตนเองด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา จากการเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2537 ของโรงเรียนในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 4 โรงเรียน และปริมณฑล จำนวน 2 โรงเรียน โรงเรียนละ 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง (สอนโดยให้เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) และกลุ่มควบคุม (สอนตามคู่มือครู)

ผลการวิจัยพบว่า

1. ค่านิยมทางการพึ่งพาตนเองด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่า

- ค่านิยมทางการพึ่งพาตนเองด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 2 โรงเรียน ไม่แตกต่างกัน จำนวน 4 โรงเรียน

- ค่านิยมทางการพึ่งพาตนเองด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกลุ่มทดลองระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จำนวน 4 โรงเรียน ไม่แตกต่างกัน จำนวน 2 โรงเรียน

– ค่านิยมทางการพึ่งพาตนเองด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กลุ่มควบคุมระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จำนวน 3 โรงเรียน ไม่แตกต่างกัน จำนวน 3 โรงเรียน

2. ประสิทธิผลของการเรียนด้านชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจากการสังเคราะห์งานวิจัยเชิงปริมาณ ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์แบบเบตต้า พบว่า การสอนโดยให้เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีประสิทธิผลด้านค่านิยมทางการพึ่งพาตนเองด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสูงกว่าการสอนตามคู่มือครู

เปรมวดี รักษวลี (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบค่านิยมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการทางเทคโนโลยีกับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า

1. ค่านิยมทางเทคโนโลยีโดยส่วนรวมของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการทางเทคโนโลยีกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ค่านิยมทางเทคโนโลยีเป็นรายด้าน ได้แก่ การทดลอง ด้านการปรับปรุง และด้านการเลียนแบบของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการทางเทคโนโลยีกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

โศจิกานต์ ศรีวิเชียร (2540 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบค่านิยมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบโครงการที่มีการใช้แบบฝึกกิจกรรมปัญหาพิเศษทางชีววิทยาและคู่มือครู ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบโครงการที่มีการใช้ฝึกกิจกรรมปัญหาพิเศษทางชีววิทยากับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

<u>สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า</u>

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยการจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ด้วยการเลียนแบบของจริงกับการเลียนแบบโดยใช้แบบฝึกแตกต่างกัน

2. ค่านิยมทางเทคโนโลยีของนักเรียนโดยการจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ด้วยการเลียนแบบของจริงกับการเลียนแบบโดยใช้แบบฝึกแตกต่างกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชุมชนวัดบำรุงธรรม อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 51 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชุมชนวัดบำรุงธรรม อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 จำนวน 48 คน โดยใช้นักเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มจากประชากรนักเรียนโดยการสุ่มอย่างง่ายและสุ่มแยกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 24 คน แล้วจับฉลากเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

กลุ่มทดลองที่ 1 การสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง

กลุ่มทดลองที่ 2 การสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 ใช้เวลาในการทดลอง 3 วัน วันละ 6 คาบ คาบละ 50 นาที รวม 18 คาบ

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกเนื้อหาเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ เรื่อง เตาหุงต้มพลังงานจากดวงอาทิตย์ ตู้ฟักไข่พลังงานจากดวงอาทิตย์ และตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการสอน จำนวน 2 แผน คือ
   1.1 แผนการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง
   1.2 แผนการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก
2. เทคโนโลยีพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่เป็นต้นแบบในการสร้าง
3. แบบฝึกสร้างเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์
4. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. แบบทดสอบวัดค่านิยมทางเทคโนโลยี

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

แผนการสอน

ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ จากเอกสาร วารสาร และผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์

2. ศึกษาจุดประสงค์ของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนการสอน แต่ละเรื่อง

3. สร้างแผนการสอน 2 แผน คือ แผนการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง และแผนการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก จำนวนแผนละ 18 คาบ แต่ละแผนประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้
   3.1 หัวข้อเรื่อง
   3.2 ความคิดรวบยอด
   3.3 จุดประสงค์ของกิจกรรม
   3.4 เนื้อหา
   3.5 กิจกรรมการเรียนการสอนทั้ง 2 แผน ดำเนินกิจกรรมแตกต่างกัน ดังนี้
      3.5.1 แผนการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังนี้

ขั้นอภิปรายก่อนปฏิบัติกิจกรรม

- ครูอธิบายขั้นตอนในการปฏิบัติกิจกรรม พร้อมทั้งแจกใบงาน และอุปกรณ์

ขั้นปฏิบัติกิจกรรม

- ให้นักเรียนศึกษาใบงาน และเทคโนโลยีของจริงที่เป็นต้นแบบในการสร้าง แล้วปฏิบัติกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีตามขั้นตอนในใบงาน

- ให้นักเรียนทดสอบเทคโนโลยีที่สร้างขึ้น พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไข

ขั้นอภิปรายหลังปฏิบัติกิจกรรม

- ให้นักเรียนอภิปรายถึงปัญหาในการสร้างเทคโนโลยี และแนวทางแก้ไข

- ให้นักเรียนอภิปรายถึงประโยชน์และความสำคัญของเทคโนโลยีที่สร้างขึ้น สามารถนำไปปรับปรุงแก้ไข และใช้ในชีวิตประจำวัน

3.5.2 แผนการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมดังนี้

ขั้นอภิปรายก่อนปฏิบัติกิจกรรม

- ครูอธิบายขั้นตอนในการปฏิบัติกิจกรรม พร้อมทั้งแจกแบบฝึก และอุปกรณ์

ขั้นปฏิบัติกิจกรรม

- ให้นักเรียนศึกษาแบบฝึก และปฏิบัติกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีตามขั้นตอนในแบบฝึก

- ให้นักเรียนทดสอบเทคโนโลยีที่สร้างขึ้นพร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไข

ขั้นอภิปรายหลังปฏิบัติกิจกรรม

- ให้นักเรียนอภิปรายถึงปัญหาในการสร้างเทคโนโลยี และแนวทางแก้ไข

- ให้นักเรียนอภิปรายถึงประโยชน์และความสำคัญของเทคโนโลยีที่สร้างขึ้น สามารถนำไปปรับปรุงและใช้ในชีวิตประจำวัน

3.6 อุปกรณ์การเรียนการสอน

3.7 การวัดผลและการประเมินผล

<u>เทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่เป็นต้นแบบในการสร้าง</u>

การสร้างเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับการสร้างเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์

2. ดำเนินการสร้างเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ดังขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 <u>เตาหุงต้มพลังงานจากดวงอาทิตย์</u> มีวิธีการสร้างดังต่อไปนี้

1. ทำกล่องกระดาษทั้งใบใหญ่และใบเล็ก

1.1 กล่องใบใหญ่ทำด้วยกระดาษแข็ง ขนาด 56 x 46 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น กระดาษแข็งขนาด 56 x 25 เซนติเมตร จำนวน 2 แผ่น และกระดาษแข็งขนาด 46 x 25 เซนติเมตร จำนวน 2 แผ่น มาประกอบกันเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าโดยใช้กระดาษกาวติดยึด

1.2 กล่องกระดาษใบเล็กทำด้วยกระดาษแข็ง ขนาด 36 x 46 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น กระดาษแข็งขนาด 36 x 20 เซนติเมตร จำนวน 2 แผ่น และกระดาษแข็งขนาด 46 x 20 เซนติเมตร จำนวน 2 แผ่น มาประกอบกันเป็นกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้าโดยใช้กระดาษกาวยึด

2. ทากาวปิดอลูมิเนียมฟอยด์บนผนังด้านในของกล่องกระดาษใบใหญ่

3. ทากาวปิดแผ่นอลูมิเนียมฟอยด์ลงบนผนังด้านในและด้านนอกของกล่องใบเล็ก

4. นำโฟมขนาด 8 x 1 เซนติเมตร จำนวน 36 แผ่น มาวางลงในกล่องใบใหญ่โดยวางเป็นแถว ๆ ละ 3 แผ่น แล้ววางกล่องใบเล็กลงไปโดยให้กล่องใบเล็กอยู่ห่างจากกล่องใบใหญ่ 3 เซนติเมตร

5. นำกระดาษแข็ง ขนาด 46 x 6.5 เซนติเมตร จำนวน 4 แผ่น มาปิดช่องว่างระหว่างกล่องใบเล็ก และกล่องใบใหญ่

6. นำกระดาษหนังสือพิมพ์ จำนวน 20 แผ่น มาฉีกเป็นชิ้นเล็ก ๆ ใส่ในช่องว่างระหว่างกล่องใบใหญ่ และใบเล็ก

7. นำกระดาษแข็ง ขนาด 46 x 6.5 เซนติเมตร จำนวน 4 แผ่น มาปิดทับกระดาษหนังสือพิมพ์ทั้งสี่ด้าน

8. ทำฝาเตาโดยใช้กระดาษแข็ง ขนาด 66 x 56 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น กระดาษแข็ง ขนาด 66 x 8 เซนติเมตร จำนวน 2 แผ่น และกระดาษแข็ง ขนาด 56 x 8 เซนติเมตร จำนวน 2 แผ่น มาประกอบเป็นกล่องรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

9. ใช้มีดกรีดทำเป็นฝาปิด - เปิดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจตุรัส ขนาด 40 x 40 เซนติเมตร โดยเจาะให้ทะลุเพียง 3 ด้าน

10. ทากาวปิดอลูมิเนียมฟอยด์บนผนังด้านในของฝาเตา

11. นำภาชนะที่ทาสีดำด้านใส่ในกล่องแล้วใช้ไม้ค้ำทำให้ฝาเปิดรับแสงจากดวงอาทิตย์

2.2 <u>ตู้ฟักไข่พลังงานจากดวงอาทิตย์</u> มีวิธีการสร้างดังต่อไปนี้

1. ตัวตู้ฟักไข่ใช้ไม้ทาสีดำด้าน ต้องทำเป็นสองชั้นกว้าง 50 เซนติเมตร ยาว 60 เซนติเมตร สูง 60 เซนติเมตร

1.1 ด้านข้างทั้ง 2 ทำด้วยไม้ทาสีดำด้าน ขนาด 60 x 68 เซนติเมตร จำนวน 2 แผ่น

1.2 พื้นด้านล่างทำด้วยไม้ทาสีดำด้าน ขนาด 60 x 60 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น

1.3 นำไม้ในข้อ 1.1 และ 1.2 มาประกอบกันโดยเว้นไว้เป็นขาตู้ด้านละ 8 เซนติเมตร

1.4 ด้านหลังตู้ทำด้วยไม้ทาสีดำด้าน ขนาด 60 x 50 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น เจาะช่อง 1 ช่องด้านบน สำหรับระบายอากาศออก

1.5 นำไม้ทาสีดำด้าน ขนาด 50 x 4 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น มาวางด้านบนของตัวตู้ที่จะทำประตูเพื่อยึดให้โครงตู้แน่นหนาขึ้น

2. นำแผ่นโฟม ขนาด 60 x 55 เซนติเมตร จำนวน 3 แผ่น มาวางด้านข้าง และด้านหลังโดยเจาะช่อง 1 ช่อง ให้ตรงกับช่องระบายอากาศออก และนำสังกะสีทาสีดำด้าน ขนาด 80 x 60 เซนติเมตร จำนวน 2 แผ่น มาวางทับแผ่นโฟม และเจาะช่อง 1 ช่อง ให้ตรงกับช่องระบายอากาศออก

3. นำไม้ทาสีดำด้าน ขนาด 45 x 4 เซนติเมตร จำนวน 4 ท่อน มาทำเป็นชั้นสำหรับใส่ถาดไข่โดยให้แต่ละชั้นห่างกัน 20 เซนติเมตร

4. โครงถาดใส่ไข่ทำด้วยไม้ทาสีดำด้าน ขนาด 50 x 4.5 เซนติเมตร ขนาด 2 แผ่น และไม้ขนาด 46 x 4.5 เซนติเมตร จำนวน 2 แผ่น มาประกอบกันเป็นทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า

5. ตะแกรงลวดทำเป็นถาด ขนาด 50 x 60 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น โดยทำเสร็จแล้วจะมีขนาดเท่ากับโครงถาดที่ทำไว้ในข้อที่ 4

6. นำโครงถาดที่ประกอบไว้ในข้อที่ 4 และตะแกรงลวดที่ทำไว้ในข้อ 5 มาประกอบกันโดยใช้ไม้อัดทาสีดำด้าน ขนาด 42 x 4 เซนติเมตร จำนวน 4 แผ่น ปิดทับแล้วตอกตะปูปิด

7. นำถาดไข่ที่ทำไว้ในข้อที่ 6 มาวางบนชั้น

8. ด้านหน้าตู้ทำเป็นประตู ทำด้วยไม้ทาสีดำด้าน ขนาด 50 x 60 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น โดยเจาะช่องด้านล่าง 1 ช่อง สำหรับอากาศเข้า

9. ฝาด้านบนปิดด้วยพลาสติกใส ขนาด 60 x 70 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น โดยตอกตะปูติดกับตัวตู้

2.3 <u>ตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์</u> มีวิธีการสร้างดังต่อไปนี้

<u>ตัวตู้อบ</u>

1. โครงทำด้วยเหล็กฉาก โดยมี ขนาดสูง 110 เซนติเมตร กว้าง 80 เซนติเมตร ลึก 80 เซนติเมตร

1.1 นำเหล็กฉากขนาด 110 เซนติเมตร จำนวน 2 ท่อน และเหล็กฉากขนาด 80 เซนติเมตร จำนวน 5 ท่อน มาประกอบกันโดยให้ฉากตั้งขึ้นโดยใช้ฉากสามเหลี่ยม จำนวน 4 อัน เป็นตัวยึด

1.2 นำเหล็กฉาก ขนาด 110 เซนติเมตร จำนวน 2 ท่อน และเหล็กฉาก ขนาด 80 เซนติเมตร จำนวน 5 ท่อน มาประกอบโดยให้ฉากคว่ำลงโดยใช้ฉากสามเหลี่ยม จำนวน 10 อัน เป็นตัวยึด

1.3 นำโครงที่ประกอบไว้ในข้อ 1.1 และ 1.2 มาประกอบกันโดยใช้เหล็กฉาก ขนาด 85 เซนติเมตร จำนวน 10 ท่อน มาประกอบเชื่อมระหว่างโครง

ทั้งสองโดยให้ฉากตั้งขึ้นและวางฉากชั้นที่ 2 ถึง 4 ให้เหลื่อมกันเข้ามา 5 เซนติเมตร เพื่อที่จะทำรางไว้สำหรับใส่ถาดวางตะแกรงลวด เมื่อประกอบเสร็จแล้วจะได้โครงเหล็ก จำนวน 4 ชั้น โดยแต่ละชั้นห่างกัน 20 เซนติเมตร

2. โครงสำหรับวางตะแกรงลวดเพื่อเป็นชั้นสำหรับเลื่อนเข้า - ออก ได้ทำด้วยเหล็กฉาก ขนาด 70 เซนติเมตร จำนวน 2 ท่อน และขนาด 80 เซนติเมตร จำนวน 2 ท่อน มาประกอบกันเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

3. ตะแกรงลวดทำเป็นฉากขนาดกว้าง 70 เซนติเมตร และยาว 80 เซนติเมตร ซึ่งมีขนาดเท่ากับโครงเหล็กที่ทำไว้ในข้อที่ 2

4. นำตะแกรงลวดที่ทำไว้ในข้อ 3 มาประกอบเข้ากับโครงเหล็กที่ทำไว้ในข้อ 2 โดยใช้ฉากสามเหลี่ยมปิดทับทั้งสี่ด้าน

5. พื้นด้านล่างของตัวตู้ทำด้วยไม้อัดทาสีดำด้านขนาดกว้าง 80 เซนติเมตร ยาว 85 เซนติเมตร จำนวน 1 อัน มาวางไว้ชั้นล่างสุด แล้วนำถาดที่ทำไว้ในข้อที่ 4 มาวางบนชั้นที่ 2 ถึง 4

6. ทำผนังตู้ทั้ง 3 ด้าน ด้วยพลาสติกใส

7. ด้านหลังของตู้ทำด้วยไม้อัดทาสีดำสามารถปิด - เปิดได้ เพื่อนำสิ่งของที่ต้องการอบเข้าและออกจากตู้ได้ ขนาด กว้าง 77 เซนติเมตร ยาว 78 เซนติเมตร จำนวน 1 ชุด พร้อมทั้งมีช่องระบายอากาศ เพื่อระบายความชื้นภายในตู้อบออกไปขนาดกว้าง 5 เซนติเมตร ยาว 78 เซนติเมตร จำนวน 1 ช่อง ซึ่งอยู่ด้านบน

<u>แผงรับรังสี</u>

1. ตัวแผงรับรังสีเป็นกล่องแบนรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าทำด้วยเหล็กฉาก มีขนาดกว้าง 110 เซนติเมตร ยาว 80 เซนติเมตร ลึก 8 เซนติเมตร

1.1 นำเหล็กฉาก ขนาด 110 เซนติเมตร จำนวน 2 ท่อน มาประกอบกันโดยใช้ฉากสามเหลี่ยม จำนวน 3 อัน เป็นตัวเชื่อม

1.2 นำโครงเหล็กฉากที่ประกอบไว้ในข้อ 1.1 มาประกอบเป็นแผงรับรังสี โดยนำเหล็กฉากขนาด 75 เซนติเมตร จำนวน 2 ท่อน มาประกอบเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยให้เหล็กฉากขนาด 75 เซนติเมตร คว่ำฉากลง

2. นำไม้อัดทาสีดำด้าน ขนาด กว้าง 75 เซนติเมตร ยาว 110 เซนติเมตร วางลงบนโครงเหล็กฉากที่ทำไว้ในข้อที่ 1

3. นำโฟมขนาดกว้าง 75 เซนติเมตร ยาว 110 เซนติเมตร มาวางลงบนไม้อัดเพื่อเป็นฉนวน

4. วางสังกะสีทาสีดำด้าน ขนาดกว้าง 75 เซนติเมตร ยาว 75 เซนติเมตร จำนวน 2 แผ่น มาวางลงบนแผ่นโฟม เพื่อเป็นตัวดูดรังสี

5. นำพลาสติกใส ขนาดกว้าง 100 เซนติเมตร ยาว 120 เซนติเมตร มาปิดบนผนังด้านบน และด้านข้างของแผงรับรังสีโดยให้มีช่องว่างด้านหน้า และด้านหลังของแผงรับรังสี เพื่อให้อากาศเข้า

6. นำแผงรับรังสีมาประกอบกับตัวตู้ที่ทำไว้แล้วโดยที่แผงรับรังสีจะเอียงทำมุมประมาณ 4 องศากับพื้นราบ โดยด้านบนของแผงรับรังสีจะมีช่องว่างต่อกับด้านล่างของตัวตู้อบ

<u>แบบฝึกสร้างเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์</u>

การสร้างแบบฝึกสร้างเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ ดำเนินการสร้างดังขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับแบบฝึกเพื่อเป็นแนวทางในการสร้าง

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์

3. สร้างแบบฝึกสร้างเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ โดยปรับปรุงมาจากหลักการสร้างแบบฝึกของ บัทท์ส (Butts. 1974 : 85) เอ็ดเวอร์ด และเบอร์ไนซ์ (Edward and Bernice. 1984 : 53) โดยมีขั้นตอนดังนี้

4.1 เขียนโครงร่างของแบบฝึก

4.2 กำหนดจุดประสงค์ของกิจกรรม

4.3 กำหนดขั้นตอนให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของกิจกรรม

4.4 กำหนดเวลาในการปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสม

4.5 กำหนดอุปกรณ์ที่ใช้ในแบบฝึก

4.6 กำหนดการวัดและประเมินผล

5. นำแบบฝึกที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบเกี่ยวกับกิจกรรมในแบบฝึก และความเหมาะสมของภาษา

6. นำแบบฝึกที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

6.1 ทดลองกับนักเรียนกลุ่มเล็ก จำนวน 5 คน บันทึกปัญหาข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหนึ่ง

6.2 ทดลองภาคสนามกับนักเรียน จำนวน 15 คน และนำปัญหาที่พบมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง

7. นำแบบฝึกสร้างเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองจริงกับกลุ่มตัวอย่าง

<u>แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</u>

การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเอกสารของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบปรนัยชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ โดยสร้างข้อสอบให้ครอบคลุมตามตารางวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ทักษะ ได้แก่ การสังเกต การวัด การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส สเปสกับเวลา และการทดลอง

3. นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรง โดยพิจารณาตรวจแบบทดสอบในแต่ละสถานการณ์ว่าวัดได้ตรงกับพฤติกรรมที่ระบุไว้ในนิยามหรือไม่ และให้คะแนน 1 เมื่อแน่ใจว่าวัดได้ตรง ได้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าวัดได้ไม่ตรง และ 0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจ และตรวจสอบความถูกต้องของภาษาในสถานการณ์ข้อคำถาม และตัวเลือก เพื่อปรับปรุงแก้ไข

4. หาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาหาดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามพฤติกรรมที่วัด (IC) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 117) คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่า IC > .50 ขึ้นไป

5. นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ทักษะที่คัดเลือกไว้ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน

6. หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27% แล้วเปิดตารางสำเร็จรูปของ จุง เตห์ ฟาน (Fan. 1952 : 6 - 32) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ให้ได้จำนวนข้อสอบ 40 ข้อ และการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง .20 - .39 จำนวน 20 ข้อ .40 - .59 จำนวน 14 ข้อ และ .60 - .80 จำนวน 6 ข้อ และมีค่าเฉลี่ยความยากมาตรฐาน ($\bar{\Delta}$) 14.06

7. นำแบบทดสอบที่เลือกไว้ในข้อ 6 จัดทำเป็นฉบับแล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร K.R. 20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเชื่อมั่น .67

8. นำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

<u>แบบทดสอบวัดค่านิยมทางเทคโนโลยี</u>

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดค่านิยมทางเทคโนโลยี ตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับค่านิยมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. ศึกษาเอกสารวัดค่านิยม

3. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างเครื่องมือการวัดผลการศึกษาและค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

4. สร้างแบบทดสอบค่านิยมทางเทคโนโลยีแบบประเมินค่า โดยมีลักษณะคำถามแบบสร้างสถานการณ์ทางเทคโนโลยีให้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ตามที่ระบุในนิยามศัพท์ จำนวน 30 ข้อ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

การมีอุดมการณ์	ให้	3	คะแนน
การเห็นคุณค่า	ให้	2	คะแนน
ความรู้สึกพึงพอใจ	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสิน

เมื่อตรวจให้คะแนนโดยถือเกณฑ์การตรวจดังกล่าวแล้วนำมาอภิปราย โดยใช้เกณฑ์ดังนี้

1.00 - 1.50 แสดงว่า เกิดความรู้สึกพึงพอใจ

1.51 - 2.50 แสดงว่า เกิดการเห็นคุณค่า

2.51 - 3.00 แสดงว่า เกิดการมีอุดมการณ์

5. นำแบบทดสอบที่สร้างแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของสถานการณ์ ประเด็นคำถาม และความชัดเจนของภาษาที่ใช้ตลอดจนข้อแนะนำมาปรับปรุงแก้ไข

6. นำแบบทดสอบวัดค่านิยมทางเทคโนโลยีไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อระหว่างกลุ่มที่ได้คะแนนสูงกับกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำ โดยใช้การแจกแจงที (t-distribution) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 131 - 132) และคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก มีนัยสำคัญทางสถิติ .05 ไว้จำนวน 20 ข้อ

7. หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบนำแบบทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์แล้วนำไปทดสอบกับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน หาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α- Coefficient) ตามวิธีของครอนบัค (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 125 - 126) ได้ค่าความเชื่อมั่น .41

แบบแผนการทดลอง

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งดำเนินการตามแบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control Group Posttest - Only Design ดังแสดงในตาราง (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2537 : 362 - 363)

ตาราง 1 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	ทดลอง	สอบหลัง
RE_1	X_1	TE_1
RE_2	X_2	TE_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

RE_1 แทน กลุ่มทดลองที่ 1 (Experimental Group I) ที่ได้มาจากการสุ่ม

RE_2 แทน กลุ่มทดลองที่ 2 (Experimental Group II) ที่ได้มาจากการสุ่ม

T แทน การสอบหลังการจัดกระทำการทดลอง (Posttest)

X_1 แทน การจัดกระทำ (Treatment I) การสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง

X_2 แทน การจัดกระทำ (Treatment II) การสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เข้ากลุ่มทดลองที่1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ดังได้กล่าวมาแล้วในเรื่องการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

2. แนะนำวิธีการและบทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอน

3. ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเองทั้ง 2 กลุ่ม ในเนื้อหาเดียวกัน ระยะเวลาสอนเท่ากัน โดยทำการสอนดังนี้

3.1 กลุ่มทดลองที่ 1 การสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง

3.2 กลุ่มทดลองที่ 2 การสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก

4. เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทำการทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดค่านิยมทางเทคโนโลยี

5. ตรวจผลการสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางเทคโนโลยี นำมาวิเคราะห์โดยวิธีหาค่าทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยการจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ด้วยการเลียนแบบของจริงกับการเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก โดยใช้ t-test

2. เปรียบเทียบค่านิยมทางเทคโนโลยีของนักเรียนโดยการจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ด้วยการเลียนแบบของจริงกับการเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก โดยใช้ t-test

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ย (Mean) (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2537 : 40) จากสูตร

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

ΣX แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน

N แทน จำนวนคะแนนทั้งหมด

1.2 หาค่าความแปรปรวน (Variance) (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2537 : 74) จากสูตร

$$s^2 = \frac{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{n(n-1)}$$

เมื่อ s^2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง

ΣX^2 แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$(\Sigma X)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

n แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาหาดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับพฤติกรรมที่จัด (IC) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 117) จากสูตร

$$IC = \frac{\Sigma R}{N}$$

เมื่อ IC แทน ดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม

ΣR แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์แบบทดสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis) เทคนิค 27% ของจุง เตห์ ฟาน (Fan. 1952 : 6 - 32) และหาค่าความยากมาตรฐาน (Δ) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 194 - 195) จากสูตร

$$\bar{\Delta} = \frac{\Sigma \Delta}{k}$$

เมื่อ $\bar{\Delta}$ แทน ค่าความยากมาตรฐานทั้งฉบับ

$\Sigma \Delta$ แทน ผลรวมทั้งหมดของค่าความยากมาตรฐาน

k แทน จำนวนข้อสอบ

2.3 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร K.R. 20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 123)

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

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ทำถูกในแต่ละข้อ

$$= \frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$$

q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในแต่ละข้อ = 1 - p

s_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนจากการสอบก่อนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

2.4 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดค่านิยมทางเทคโนโลยี โดยใช้การวิเคราะห์ด้วยวิธีการแจกแจงที (t-distribution) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 131 - 132) จากสูตร

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

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาของการแจกแจงแบบที

$\bar{X}_H$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง

$\bar{X}_L$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ

s_H^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มสูง

s_L^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มต่ำ

n_H แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มสูง

n_L แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มต่ำ

2.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดค่านิยมทางเทคโนโลยี โดยใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α- Coefficient) ของครอนบัค (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 125 - 126) จากสูตร

$$\alpha = \frac{n}{n-1}\left(1 - \frac{\Sigma s_i^2}{s_t^2}\right)$$

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

n แทน จำนวนข้อ

S_i^2 แทน คะแนนความแปรปรวนแต่ละข้อ

S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

สมมติฐานข้อ 1 และ 2 เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และค่านิยมทางเทคโนโลยีระหว่างกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง และกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก โดยใช้ t-test สองกลุ่มเป็นอิสระจากกัน (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2537 : 177) จากสูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}\left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right]}}$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ $\bar{X}_1$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง

$\bar{X}_2$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก

n_1 แทน จำนวนนักเรียนของกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง

n_2 แทน จำนวนนักเรียนของกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก

S_1^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง

S_2^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

n_1 แทน จำนวนนักเรียนของกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง

n_2 แทน จำนวนนักเรียนของกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก

X_1 แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง

X_2 แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก

S_1^2 แทน ค่าความแปรปรวนของกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง

S_2^2 แทน ค่าความแปรปรวนของกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก

t แทน ค่าสถิติในการแจกแจงของค่า t (t - test)

$*$ แทน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล และแปลผลข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอตามลำดับดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางเทคโนโลยีของกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง และกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก

2. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง และกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก

3. เปรียบเทียบค่านิยมทางเทคโนโลยีระหว่างกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง และกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และค่านิยมทางเทคโนโลยี ของกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง และกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก

1.1 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง และกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก ได้ผลดังตาราง 2

ตาราง 2 ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง และกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง	$\bar{X}$	S^2
กลุ่มของจริง	24	16.04	3.99
กลุ่มแบบฝึก	24	18.13	4.37

จากตาราง 2 พบว่า ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริงมีค่าเท่ากับ 16.04 และ 3.99 ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก มีค่าเท่ากับ 18.13 และ 4.37 ตามลำดับ

1.2 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนค่านิยมทางเทคโนโลยีของกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง และกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึกได้ผลดังตาราง 3

ตาราง 3 ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนของคะแนนค่านิยมทางเทคโนโลยีของกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง และกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง	$\bar{X}$	S^2
กลุ่มของจริง	24	42.21	4.82
กลุ่มแบบฝึก	24	44.79	5.99

จากตาราง 3 พบว่า ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนของคะแนนค่านิยมทางเทคโนโลยีของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริงมีค่าเท่ากับ 42.21 และ 4.82 ตามลำดับ นั่นคือ กลุ่มที่ได้รับการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริงมีค่านิยมทางเทคโนโลยีอยู่ในระดับการเห็นคุณค่า ส่วนค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนของคะแนนค่านิยมทางเทคโนโลยีของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก มีค่าเท่ากับ 44.79 และ 5.99 ตามลำดับ นั่นคือ กลุ่มที่ได้รับการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึกมีค่านิยมทางเทคโนโลยีอยู่ในระดับการเห็นคุณค่าเช่นกัน

2. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง และกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก

ตาราง 4 เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง และกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มของจริง	24	16.04	3.99	1.72
กลุ่มแบบฝึก	24	18.13	4.37	

t (.05, 46) = 2.000

จากตาราง 4 แสดงว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริงกับกลุ่มที่ได้รับการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึกมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือ กลุ่มที่ได้รับการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง กับกลุ่มที่ได้รับการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

3. เปรียบเทียบค่านิยมทางเทคโนโลยีของกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง และกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึกหลังการศึกษาค้นคว้า

ตาราง 5 เปรียบเทียบค่านิยมทางเทคโนโลยีของกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง และกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มของจริง	24	42.21	4.82	1.65
กลุ่มแบบฝึก	24	44.79	5.99	

t (.05, 46) = 2.000

จากตาราง 5 แสดงว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริงกับกลุ่มที่ได้รับการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก มีค่านิยมทางเทคโนโลยีแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือ กลุ่มที่ได้รับการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง กับกลุ่มที่ได้รับการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก มีค่านิยมทางเทคโนโลยีไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง กับนักเรียนที่ได้รับการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก ซึ่งสรุปสาระสำคัญ และผลการศึกษาค้นคว้าได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยการจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ด้วยการเลียนแบบของจริง กับการเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก

2. เพื่อเปรียบเทียบค่านิยมทางเทคโนโลยีของนักเรียนโดยการจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ด้วยการเลียนแบบของจริงกับการเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยการจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ด้วยการเลียนแบบของจริง กับการเลียนแบบโดยใช้แบบฝึกแตกต่างกัน

2. ค่านิยมทางเทคโนโลยีของนักเรียนโดยการจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ด้วยการเลียนแบบของจริง กับการเลียนแบบโดยใช้แบบฝึกแตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ โดยมีแบบแผนการทดลองแบบ Randomized Control Group Posttest - Only Design มีขั้นตอนดำเนินการทดลองดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชุมชนวัดบำรุงธรรม อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 จำนวน 48 คน โดยใช้นักเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มจากประชากรนักเรียนโดยสุ่มอย่างง่าย และสุ่มแยกเป็น

2 กลุ่ม ๆ ละ 24 คน แล้วจับฉลากเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 ที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง กับกลุ่มทดลองที่ 2 ที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

2.1 แผนการสอน

2.1.1 แผนการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง

2.1.2 แผนการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก

2.2 เทคโนโลยีพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่เป็นต้นแบบในการสร้าง

2.3 แบบฝึกสร้างเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์

2.4 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ ประกอบด้วยแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 4 ทักษะ ๆ ละ 10 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน หาคุณภาพโดยนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน เพื่อวิเคราะห์แล้วได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ .67

2.5 แบบทดสอบวัดค่านิยมทางเทคโนโลยี แบบประเมินค่าโดยมีเกณฑ์ให้คะแนนดังนี้

การมีอุดมการณ์	ให้	3	คะแนน
การเห็นคุณค่า	ให้	2	คะแนน
การพึงพอใจ	ให้	1	คะแนน

<u>เกณฑ์การตัดสิน</u>

เมื่อตรวจให้คะแนนโดยถือเกณฑ์การตรวจดังกล่าวแล้วนำมาอภิปรายโดยใช้เกณฑ์ดังนี้

1.00 - 1.50	แสดงว่า	เกิดความรู้สึกพึงพอใจ
1.51 - 2.50	แสดงว่า	เกิดการเห็นคุณค่า
2.51 - 3.00	แสดงว่า	เกิดการมีอุดมการณ์

จำนวน 20 ข้อ หาคุณภาพโดยนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน เพื่อวิเคราะห์แล้วได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ .41

3. วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า

3.1 สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เข้ากลุ่มทดลองที่ 1 ที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง และกลุ่มทดลองที่ 2 ที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่ายแยกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 24 คน โดยใช้นักเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มจากประชากรนักเรียน

3.2 แนะนำวิธีการและบทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอน

3.3 ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเองทั้ง 2 กลุ่ม ในเนื้อหาเดียวกัน ระยะเวลาสอนเท่ากัน โดยทำการสอนดังนี้

3.3.1 กลุ่มทดลองที่ 1 การสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง

3.3.2 กลุ่มทดลองที่ 2 การสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก

3.4 เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทำการทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และค่านิยมทางเทคโนโลยี

3.5 ตรวจผลการสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางเทคโนโลยี นำมาวิเคราะห์โดยวิธีหาค่าทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไป

<u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

1. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยการจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ด้วยการเลียนแบบของจริงกับการเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก โดยใช้ t-test

2. เปรียบเทียบค่านิยมทางเทคโนโลยีของนักเรียนโดยการจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ด้วยการเลียนแบบของจริงกับการเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก โดยใช้ t-test

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยการจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ด้วยการเลียนแบบของจริง กับการเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ค่านิยมทางเทคโนโลยีของนักเรียนโดยการจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ด้วยการเลียนแบบของจริง กับการเลียนแบบโดยใช้แบบฝึกแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และค่านิยมทางเทคโนโลยีของนักเรียนโดยการจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ด้วยการเลียนแบบของจริง กับการเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาค้นคว้า พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ด้วยการเลียนแบบของจริง กับการเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อที่ 1 เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก

ประการแรก การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดให้กับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองเป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีขั้นตอนการสอนเหมือนกัน โดยกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริงนั้น ผู้เรียนสามารถสืบเสาะหาความรู้ได้ด้วยตนเอง เช่นเดียวกับกลุ่มที่ได้รับการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก จึงทำให้ทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด สำหรับการวิจัยทางด้านเลียนแบบนั้นยังไม่มีเอกสารงานวิจัยเกี่ยวกับการเลียนแบบ ส่วนแบบฝึกนั้นได้มีผู้ทำการวิจัยเท่าที่ค้นพบเป็นการเปรียบเทียบกับการสอนตามคู่มือครู ซึ่งพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความแตกต่างกันบ้าง และไม่แตกต่างกันบ้าง ดังงานวิจัยของ วิมลรัตน์ คงภิรมย์ชื่น (2530 : 67) ที่พบว่า นักเรียนที่ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เกมกับนักเรียนที่ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบฝึกทักษะมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนงานวิจัยของ นงนุช มาบุตร (2532 : 85) พบว่า ทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกคิดอย่างมีเหตุผลกับคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ โสจิกานต์ ศรีวิเชียร (2540 : 113) ที่พบว่า ทักษะด้านการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนที่ได้รับการสอนโครงการที่มีการใช้แบบฝึกกิจกรรมปัญหาพิเศษทางชีววิทยากับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นแสดงว่า กิจกรรมที่ใช้แบบฝึกส่งผลต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ พบว่า การสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริงกับการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นแสดงว่าการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริงก็ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เสมือนกับการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก

<u>ประการที่สอง</u> การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งสองกลุ่มมีรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนต่างกัน คือ กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง และกลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก แต่หลังจากทำกิจกรรมแล้วมีการอภิปรายผลหลังจากทำกิจกรรมร่วมกัน ผู้วิจัยคาดว่าอาจจะสืบเนื่องมาจากการอภิปรายผลซึ่งให้ความรู้กับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองเท่ากันแล้วให้ทั้งสองกลุ่มทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เหมือนกัน จึงอาจส่งผลให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

<u>ประการที่สาม</u> การจัดกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองสามารถสร้างเทคโนโลยีตามที่กำหนดให้ได้ แสดงว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว แต่ทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้คะแนนต่ำ อาจเนื่องมาจาก

1) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา ซึ่งจากผลการประเมินคุณภาพการศึกษา ระดับประถมศึกษา ปีการศึกษา 2539 ของกรมวิชาการ (2541 : 55) พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของจังหวัดสระบุรี ซึ่งเป็นกลุ่มเดียวกับกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยใช้ในการศึกษาครั้งนี้ มีความสามารถด้านวิชาภาษาไทยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.952 จากคะแนนทั้งหมด 40 คะแนน ซึ่งจะเห็นได้ว่า

อยู่ในระดับพอใช้ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้คะแนนต่ำ อาจเป็นเพราะนักเรียนมีปัญหาทางด้านการอ่านและการตีความหมายของข้อมูลจากแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่ค่อยได้ จึงทำให้นักเรียนเดาความ จึงเป็นสาเหตุทำให้ได้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ต่ำ

2) จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของค่าความยากมาตรฐาน ($\bar{\Delta}$) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 14.06 ซึ่งค่อนข้างยากเกินไปสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยใช้ในการศึกษาค้นคว้า จึงส่งผลทำให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง มีค่าเฉลี่ย 16.04 และกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึกมีค่าเฉลี่ย 18.13 จากคะแนนทั้งหมด 40 คะแนน ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ ถ้ามีการปรับแบบทดสอบใหม่อาจทำให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงไป

2. ค่านิยมทางเทคโนโลยี

จากการศึกษาค้นคว้า พบว่า การจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ด้วยการเลียนแบบของจริง กับการเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก ทำให้นักเรียนมีค่านิยมทางเทคโนโลยีไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อที่ 2 เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก

ประการแรก การจัดกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีการเลียนแบบของจริง กับการเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก นักเรียนทั้งสองกลุ่มตัวอย่างได้รับการฝึกตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์และขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยครูชี้แจง และทำความเข้าใจกับนักเรียนถึงวิธีการบทบาทของนักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรม เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์อันนำไปสู่พฤติกรรมที่ครูคาดหวัง จึงทำให้ค่านิยมทางเทคโนโลยีของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด สำหรับการวิจัยทางด้านการเลียนแบบนั้น ยังไม่มีเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวกับการเลียนแบบส่วนแบบฝึกนั้นได้มีผู้ทำการวิจัยเท่าที่ค้นพบเป็นการเปรียบเทียบ กับการสอนตามคู่มือครู ซึ่งพบว่าค่านิยมทางเทคโนโลยี ไม่แตกต่างกันดังงานวิจัยของ เปรมวดี รักษวลี (2539 : 84) พบว่าค่านิยมทางเทคโนโลยีโดยส่วนรวมของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการทางเทคโนโลยีกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่น

แสดงว่ากิจกรรมที่ใช้ชุดฝึกนั้นก็ส่งผลต่อการส่งเสริมค่านิยมทางเทคโนโลยีเช่นเดียวกับการสอนตามคู่มือครู ซึ่งเทียบเคียงกับการศึกษาครั้งนี้มีลักษณะเป็นชุด มีการจัดกิจกรรมอย่างเป็นระบบเช่นกัน นั่นแสดงว่า แบบฝึกก็ส่งเสริมต่อค่านิยมทางเทคโนโลยีเช่นกัน ซึ่งในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้พบว่า การสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง กับการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก มีค่านิยมทางเทคโนโลยีแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นแสดงว่า การสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้ของจริงก็ส่งผลต่อค่านิยมทางเทคโนโลยีเสมือนกับการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก

ประการที่สอง เมื่อพิจารณาระดับค่านิยมทางเทคโนโลยีจากคะแนนสอบค่านิยมทางเทคโนโลยีของกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง พบว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริงนั้น มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับการเห็นคุณค่า ส่วนกลุ่มที่ได้รับการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับการเห็นคุณค่า ซึ่งจะเห็นได้ว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีค่าคะแนนค่านิยมทางเทคโนโลยีอยู่ในระดับการเห็นคุณค่า ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับที่ดี นั่นแสดงว่าการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริงกับการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึกต่างก็ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดค่านิยมทางเทคโนโลยีทั้งสองแบบ และจากข้อมูลการเปรียบเทียบค่านิยมทางเทคโนโลยีดังกล่าว พอที่จะสรุปแนวโน้มของการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีของทั้งสองแบบ พบว่า การสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึกสามารถที่จะนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาค่านิยมทางเทคโนโลยีได้

ข้อสังเกตจากการศึกษาค้นคว้า

1. จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้พบว่า การสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก นักเรียนสามารถสร้างเทคโนโลยีได้เร็วกว่าการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง เป็นเพราะว่าการสอนสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึกนั้นเป็นการสอนที่ครูกำหนดแนวทางให้นักเรียนทำ นักเรียนจึงสามารถสร้างเทคโนโลยีได้เร็วกว่าการสอนสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง ซึ่งนักเรียนต้องเรียนรู้วิธีการสร้างด้วยตนเอง เป็นการสร้างแบบลองผิดลองถูก ทำให้เสียเวลาในการสร้างมากกว่าการสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก

2. จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้พบว่า การสอนแบบการเลียนแบบของจริงนั้นนักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ได้ดีกว่าการสอนเลียนแบบโดยใช้แบบฝึกที่ยังต้องใช้ครูกำหนดแนวทางให้ แต่การที่จะทำให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ สามารถมองเห็นองค์รวมได้นั้นครูควรมีการฝึกให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง และต้องใช้ระยะเวลาในการฝึกมากกว่าการสอนโดยทั่วไป

3. จากการศึกษาการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ ที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีด้วยตนเอง พบว่า นักเรียนมีความสนใจสนุกสนาน และกระตือรือร้นในการปฏิบัติกิจกรรมที่จัดขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. จากผลการศึกษาค้นคว้าจะเห็นได้ว่า การสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง และการเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก มีผลต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และค่านิยมทางเทคโนโลยี สามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้

2. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ครูควรเตรียมความพร้อมในบทบาทของตนเองโดยศึกษารายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น วัสดุและอุปกรณ์ที่ต้องเตรียม และเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรม

3. เทคโนโลยีที่สร้างขึ้นควรมีการปรับอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้าง โดยเทคโนโลยีชิ้นหนึ่งสามารถนำไปปรับใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง

4. การใช้พลังงานจากดวงอาทิตย์มีข้อจำกัด ควรมีการหาพลังงานชนิดอื่นมาทดแทนเวลาที่ไม่สามารถใช้พลังงานจากดวงอาทิตย์ได้

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัย

1. ควรมีการศึกษาผลการจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์กับตัวแปรอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2. ควรมีการศึกษาผลการจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีกับกลุ่มตัวอย่างในระดับอื่น ๆ และเนื้อหาอื่น ๆ เพื่อที่จะทราบว่า วิธีการโดยวิธีนี้เหมาะสมกับเนื้อหาลักษณะใด และเหมาะสมกับนักเรียนในระดับใดมากที่สุด

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

การประชุมสมัชชาวิทยาศาสตร์แห่งชาติ ครั้งที่ 1 การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ : 2527.

กิติมา ปรีดีดิลก. ปรัชญาการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาบริหารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2521. อัดสำเนา.

เกียรติศักดิ์ อิชยานันท์. "การสร้างค่านิยมที่ดีในสังคมไทย," ว.วัฒนธรรมไทย. 23(3) : 62 - 67 ; มีนาคม 2527.

คณะกรรมการขยายผลงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ. ชีวิตชาวค่ายวิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2532. กรุงเทพฯ : ปรีชา วองอิสริยะกุล, 2533.

ชม ภูมิภาค. "การศึกษาในยุคเทคโนโลยี," วารสาร สสวท. 74(19) : 12 - 13 ; เมษายน - มิถุนายน 2534.

ชาญชัย ภวิตรังสิมา และเชิดวิทย์ ฤทธิ์ประศาสน์. การพัฒนาบุคคล. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2523.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537.

ดวงผา นิยมชัย. "การใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาประเทศชาติ," วารสารวิชาการ - อุดมศึกษา. 3(2) : 59 ; มกราคม - เมษายน 2537.

ดวงเดือน เทศวานิช. "รูปแบบการสอน," พิฆเนศวร. 1(2) : 13 - 24 ; ธันวาคม 2534 - พฤษภาคม 2535.

ต้นหยง อิ่มมาก. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกที่ให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยกระบวนการแก้ปัญหากับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537. อัดสำเนา.

ทวีศักดิ์ ไชยมาโย. "กลวิธีการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้," วิชาการ - อุดมศึกษา. 1 : 2 ; มกราคม - เมษายน 2535.

ธงชัย ชิวปรีชา. "การจัดการเรียนการสอนเทคโนโลยีโรงเรียน," สสวท. 1(16) : 18 ; มกราคม - มีนาคม 2531.

ธีระพงษ์ ภาระบุญ. การอบแห้งเนื้อวัวโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานจากก๊าซชีวมวล. วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2538. อัดสำเนา.

นริศ คล้ายเพชร. ผลของกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2537. อัดสำเนา.

นงนุช มาบุตร. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.

นิพนธ์ จิตต์ภักดี. "สำหรับครูวิทยาศาสตร์," สารพัฒนาหลักสูตร. อันดับที่ 55 : 57 - 59 ; ตุลาคม 2529.

นิตยา ฤทธิ์โยธี. การทำและการใช้แบบฝึกหัดเสริมทักษะ. กรุงเทพฯ : เอกสารเผยแพร่ความรู้ทางการสอนภาษาไทย หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา, 2520.

นิตยา ปานทิพย์. การทดลองสอนอ่านภาษาไทยโดยการใช้แบบฝึกเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษาวิทยาเขตบพิตรพิมุข มหาเมฆ. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.

นิออน กลิ่นรัตน์. ค่านิยมและระบบค่านิยมของอาจารย์และนักศึกษาในมหาวิทยาลัยกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ วท.ม. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2526. อัดสำเนา.

นิเวศ ยิ้มขาว. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่ไม่ได้รับและนักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมาบตาพุดพันพิทยาคาร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2535. อัดสำเนา.

บุญยิ่ง วรรณศิริกุล. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามปกติ. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2540. อัดสำเนา.

ประมวล ศิริผันแก้ว และคณะ "การจัดค่ายวิทยาศาสตร์," สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 13 : 11 - 33 ; เมษายน 2528

ประกายวรรณ์ มณีแจ่ม. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย และตามคู่มือครูของ สสวท. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2536. อัดสำเนา.

ประสาน มาลากุล ณ อยุธยา. "การเรียนการสอนทัศนคติและค่านิยม," จิตวิทยาสำหรับครู (เล่ม 1). หน้า 45 - 57. กรุงเทพฯ : ภาควิชาจิตวิทยา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522.

เปรมวดี รักษวลี. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดฝึกกระบวนการทางเทคโนโลยี กับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2539. อัดสำเนา.

ประจักษ์ วิเชียรศรี. การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ศึกษาในระดับมัธยมศึกษาของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2535. อัดสำเนา.

ผ่องพรรณ เกิดพิทักษ์. การศึกษาค่านิยมในการทำงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 1. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.

ผดุงยศ ดวงมาลา. "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์," วารสารศึกษาศาสตร์. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทรวิโรฒ วิทยาเขตปัตตานี. 4(12) : มิถุนายน - กันยายน 2531.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2538.

พัชรา จิตรเพ็ชร. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537. อัดสำเนา.

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. เอกสารประกอบการบรรยายเรื่องพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และการเขียนข้อสอบโดยเน้นทักษะกระบวนการ 29 - 30 ตุลาคม. 2536.

ไพรัช วรเวช. "การหาพลังงานอย่างอื่นมาทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิง," เอกสารการอบรมสัมมนาอาจารย์ผู้สอนวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตในท้องถิ่น 4 - 10 สิงหาคม 2529, หน้า 1 - 49. พระนครศรีอยุธยา : สหวิทยาลัยศรีอยุธยาร่วมกับหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู, 2529.

ไพรัตน์ สุวรรณแสน. "การทำและใช้แบบฝึกเสริมทักษะ," ใน คู่มือครูแนวคิดและทัศนะบางประการเกี่ยวกับกุศโลบายการสอนเด็กเริ่มเรียนที่พูดสองภาษา. หน้า 188 - 190. กรุงเทพฯ : สำนักงานศึกษาธิการเขต 11, 2517.

ไพฑูรย์ สุขศรีงาม. ค่านิยมของวิทยาศาสตร์กับการสอนวิทยาศาสตร์. เอกสารประกอบการเรียน ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2534.

ไพโรจน์ นาคะสุวรรณ และวันนอร์ มะทา. กิจกรรมเสริมหลักสูตร. กรุงเทพฯ : อักษรบัณฑิต, 2528.

เพียร ซ้ายขวัญ. วิทยาศาสตร์กับสังคม. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2536.

ภพ เลาหไพบูลย์. แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, 2537.

มหาวิทยาลัย, ทบวง. ชุดเสริมประสบการณ์สำหรับครูวิทยาศาสตร์. คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, 2525. อัดสำเนา.

เย็นใจ เลาหวนิช. "การวิจัยเพื่อนำไปสู่การพึ่งพาตนเอง," สสวท. และเทคโนโลยี. 1(2) : 3 - 8 ; พฤษภาคม - สิงหาคม 2530.

ยุพา ตันติเจริญ. "โครงการพัฒนาเจตคติที่ดีในการเรียนวิทยาศาสตร์ของเด็กไทย," วิทยาศาสตร์. 42 : 33 - 39 ; มิถุนายน - กันยายน 2531.

ราชบัณฑิตยสถาน. พจนานุกรมไทยฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2525. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์, 2538.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2539.

วรนาถ พ่วงสุวรรณ. การสร้างแบบฝึกการผันวรรณยุกต์สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518. อัดสำเนา.

วรวิทย์ รุ่งจิวารักษ์. การศึกษาระบบอบแห้ง กล้วยน้ำว้าด้วยแสงอาทิตย์ขนาดอุตสาหกรรม. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2538. อัดสำเนา.

วรรณทิพา รอดแรงค้า. เอกสารประกอบคำสอน กศ. - วท. 521 : การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529.

_____. เพื่อพัฒนาการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2533.

_____. CONSTRUCTIVISM. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2540.

วรรณทิพา รอดแรงค้า และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว), 2532.

วราภรณ์ กุศลมโน. การนำความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันตามการรับรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในพื้นที่การพัฒนาชายฝั่งทะเลตะวันออก. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535. อัดสำเนา.

วิชาญ ภู่พัฒน์. "กรอบแนวความคิด : การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับสังคมไทย," วารสารวิทยาศาสตร์. 42(5) : 307 ; พฤษภาคม 2531.

วิชาการ, กรม, กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา, 2535.

วิจิตร ดงพลู. พลังงานกับชีวิต. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2524.

วิมลรัตน์ คงภิรมย์ชื่น. การศึกษาผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้เกมกับแบบฝึกทักษะ. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.

แววตา ตันวัฒนกุล. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านมโนมติทางฟิสิกส์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง ที่มีแผ่นโปร่งใสซ้อนภาพประกอบ กับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2538. อัดสำเนา.

ศจี อนันตโสภาจิตร์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การสอนด้วยการจัดกิจกรรมมุมวิทยาศาสตร์กับการสอนที่ไม่ได้จัดกิจกรรมมุมวิทยาศาสตร์. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2540. อัดสำเนา.

ศศิธร สุทธิแพทย์. แบบฝึกหัดสำหรับสอนเรื่องวลีในภาษาไทยสำหรับระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518. อัดสำเนา.

ศิริ ฮามสุโพธิ์. เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตในท้องถิ่น. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, ม.ป.ป.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. คู่มือการจัดกิจกรรมนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. แก้ไขเพิ่มเติม ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ, 2528.

_____. คู่มือการจัดกิจกรรมตามระเบียบกระทรวงศึกษาธิการในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2535.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. กรมวิชาการ. ผลการประเมินคุณภาพการศึกษา ระดับประถมศึกษา ปีการศึกษา 2539. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2541.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. หน่วยศึกษานิเทศก์. ชุดการสอนการปลูกฝังและสร้างเสริมค่านิยมพื้นฐานเรื่องการสอนรักชาติ. กรุงเทพฯ : คุรุสภา, 2529.

_____. สรุปผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีการศึกษา 2536. กรุงเทพฯ : 2536. อัดสำเนา.

โสจิกานต์ ศรีวิเชียร. การเปรียบเทียบค่านิยมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบโครงการที่มีการใช้แบบฝึกกิจกรรมปัญหาพิเศษทางชีววิทยาและคู่มือครู. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2540. อัดสำเนา.

สมชาย สุวราห์วรรณ. การวิเคราะห์ทางด้านเทคนิคและเศรษฐกิจของระบบสูบน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อตรงเพื่อการเกษตร. วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2538. อัดสำเนา.

สมหมาย วัฒนะคีรี. แนวการจัดชุมนุมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน. นนทบุรี : สถานสงเคราะห์เด็กชายบ้านปากเกร็ด, 2533.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2526.

_____. การจัดค่ายวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2530.

_____. "การจัดการเรียนการสอนเทคโนโลยีในโรงเรียน," ภาคผนวกของเอกสารระยะยาวเพื่อส่งเสริมการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี (2535 - 2539. 2533. อัดสำเนา.

_____. การวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เอกสารสำหรับวิทยากรแกนนำ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไปและสาขาวิจัยประเมินผล. 2537. อัดสำเนา.

สมจิต สวธนไพบูลย์. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535.

_____. รายงานการวิจัยเรื่อง : การศึกษาความสามารถทางการพึ่งพาตนเองด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาจากการเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ภาควิชาหลักสูตรการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537. อัดสำเนา.

สมชัย อุ่นอนันต์. การศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมเทคโนโลยีในท้องถิ่นที่มีต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2539. อัดสำเนา.

สิปปนนท์ เกตุทัต. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ เรื่องการศึกษาไทยในกระแสโลกาภิวัฒน์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537.

สุจริต เพียรชอบ และสายใจ อินทรัมพรรณ์. วิธีสอนภาษาไทยระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2523.

สุทัศน์ ยกส้าน. "การพัฒนาเด็กไทยด้านวิทยาศาสตร์ : ทัศนของนักวิทยาศาสตร์ดีเด่น," สรุปการสัมมนาทางวิชาการเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาเด็กไทย. 3 - 4 ธันวาคม 2530. ชมรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการศึกษา, สมาคมการศึกษาแห่งประเทศไทย, 2530.

สุนันทา มานะปรีชาธร. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ชุดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์กับกิจกรรมตามปกติ. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2535. อัดสำเนา.

สุนันทา รามัญวงศ์. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับความมั่นคงของประเทศในทศวรรษหน้า. รายงานวิจัย หลักสูตรการป้องกันราชอาณาจักรภาครัฐร่วมเอกชน รุ่นที่ 7. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร, 2537 - 2538. อัดสำเนา.

สุประดิษฐ์ สืบรัตนสกุล. "วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปัจจัยหลักในปัจจุบันและอนาคต," ครุปริทัศน์ 12 ; กรกฎาคม 2530.

สุพล บริพันธุ์. ทัศนา วิทยาศาสตร์พลังงาน. กรุงเทพฯ : เบสท์ บุ๊คส์, ม.ป.ป.

สุมณฑา พรหมบุญ และคณะ. พลังงาน. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์, 2531.

สุวัฒก์ นิยมค้า. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2517.

_____. ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 1. กรุงเทพฯ : บริษัท เจเนอรัลบุ๊คส์ จำกัด, 2531.

สุมาลี ดำรงไชย. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองจากวัสดุในท้องถิ่นกับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537. อัดสำเนา.

สุมาลี พิตรากูล. นิเวศวิทยา. กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู, 2532. (เอกสารวิชาการฉบับที่ 24).

สุนีย์ ขวัญคีรี. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์และความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยมีการใช้แบบฝึกตามเทคนิคการวิจัยกับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2536. อัดสำเนา.

สุขฤดี สุขใจ. สมรรถนะของเครื่องอบแห้งกล้วยน้ำว้าด้วยแสงอาทิตย์ : แบบหมุนเวียนและแบบต่อเนื่อง. วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ : สถาบันพระจอมเกล้าธนบุรี, 2535. อัดสำเนา.

สุนทรี วัฒนพันธุ์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองกับที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.

สุนทรี โคมิน และสนิท สัมครถาวร. 23 ค่านิยมและระบบค่านิยม. กรุงเทพฯ : สำนักวิจัยสถาบันบัณฑิตพัฒนาบริหารศาสตร์, 2523.

เสริมพล รัตสุข. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับการพัฒนาประเทศ. กรุงเทพฯ : สมาคมเทคโนโลยีที่เหมาะสม, 2526.

เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์. การบริหารกิจการนักเรียน. พิษณุโลก : แผนกการตลาดและการพิมพ์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก, 2520.

โสรจ คีรีเลิศ. การอบแห้งกระเทียมโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานจากก๊าซชีวมวล. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2538. อัดสำเนา.

อนันต์ เลขวรรณวิจิตร. ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้วิถีทัศน์วิชาวิทยาศาสตร์ คหกรรม และศิลปะหัตถกรรมสำหรับนักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2538. อัดสำเนา.

อรางค์ลักษณ์ อยู่สุข. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านมโนมติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผนภาพโพลาโมชั่น. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.

อรุณี เมฆาธร. ผลการใช้รูปแบบการสอนโดยการฝึกแบบสืบเสาะหาความรู้กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.

อัญชลีพร เตชะศิรินุกูล. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยยุทธวิธีการตัดสินใจกับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.

อารี สัณหฉวี. รายงานการวิจัยเรื่องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีการใช้แบบทดสอบวินิจฉัย และแบบฝึกหัดซ่อมเสริม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.

เอมอร กิตติภัทเมธา. การศึกษาผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้เทคนิคการเรียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537. อัดสำเนา.

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

Barnet, J.A. "Geottery Broughton and Thomal Greenwood," Teacher's Hand Book 2 Sucess with English the Penguin Course. Middless, penquin Book Company, 1969.

Butts, D.P. The Teaching of Science a Directed Planning Guide. New York : Harper & Row Publisher, 1974.

Chandra, R., N.P. Singh and M.S. Sodha. "Thermal Performance of a Triple-Pass Solar Air Collector," Energy Conversion and Management. 30(1) : 41 - 48 ; 1990.

Collins, O.W. "The lmpact of Computer - Assisted Instruction upon Student Achievement in Magnet School," Dissertation Abstracts International. 50 : 2783 - A ; March, 1990.

Davis, Maynard. "The effectiveness of a guided - inguiry discovery Approach in an elementary school science curriculum," Dissertation Abstracts International. 39(7) : 4164 - A ; January, 1979.

Edward, J. Kormondy and E. Bernice. Essential Biology. Addison - Wesley Publishing Company, Inc., 1984.

Fan, Chung - Teh. Item Analysis Table. New Jersey : Educational Testing Sevice, 1952.

Good, Carter V. Dictionary of Education. 3rd ed. New York : McGrow - Hill Book Company, 1973.

Halsay, W.D. School Dictionary. New York : Macmillan Publishing Co., Inc., 1974.

Haress, J.H. "The Two Meaning of Mathematics," A Hand of Programmed Learning. p. 93 - 94. India : Anand Press, n.d.

Haukoos, G.d. and J.E. Penick. "The Influence of Classroom Climated on Science Process and Content Achievement of Community College Students," Journal of Research in Science Teaching. 20 : 629 - 637 ; October, 1983.

Heathers, Glan. "Aworking Definition of Individualized Instructional," Journal the Educational Leadership. 8 : 342 - 344 ; 1977.

Levy, Milton Glenn. "A Study of High Student Academic Achivement and Participation in Extracurricula Activities," Dissertation Abstracts International. 40 : 1107 - A ; October, 1982.

Marcus, J.B. "The Effects of a Camp Program on the peading Abilities and Attitudes of Educationally and Socioeconomically Disadvantaged Children," Dissertation Abstracts Inter - national. 38 : 3934 - 3935A ; July, 1977.

Myers, J.L. "The Association between Leadership Compoment of the Resident Camp Experience and Compare Development in Self - Concept, Interpersonal Affect and Environmental Attitude," Dissertation Abstracts International. 39 : 1103 - A ; August, 1978.

Norman, John T. "Systematic Modeling Versus the Learning Cycle : Comparative Effects of Integrated Science Process Skill Achievement," Journal of Research in Science Teaching. 29 : 715 - 727 ; September, 1992.

Olarinoye, Raphel Dele. "A Comparative Study of The Effectiveness of Three Methods of Teaching A Secondary School Physics Course in a Nigerian Secondary School," Dissertation Abstracts International. 8(39) : 4848 - A ; February, 1979.

Pappelis, C.K., M.M. Pohlmann and A.J. Pappelis. "Can Instruction Improve Science Process Skill of Premedical and Predental Students?," Journal of Research in Science Teaching. 15 : 30 - 36 ; January, 1980.

Petty, Green. "Language Workbook and Practices Materials," Developing Language Skills in the Elementary School. New York : Allyn and Bacon, 1968.

Raths, Lousis E., Merril Harmin and Sidney Simon. Value and Teaching. Ohio : Merrill, 1966.

Riley, Joseph Philip. "The Effects of Science process Training on Preservice Elementary Teacher's process Skill Abilities, Understanding of Science, and Attitudes Toward Science and Science Teaching," Dissertation Abstracts International. 35(8) : 5152 - A ; February, 1975.

River, Willga M. Teaching Foreign Language Skills. The University of Chicago Press, 1968.

Rokeach, Miltion. The Nature of Human Values. New York : Free Press Publishing, 1973.

_____. "A Study of Organization and Change With in Values - attitude System," Journal of Social Issue. June, 1976.

_____. The Nature of Human Values. New York : Holt, Rinehart and Winston, 1977.

Soponronnarit, S., M. Assayo and W. Rakwichian. "Performance Evalution of a Solar Banana Dryer," RERIC International Energy Journal. 13(2) : 71 - 79 ; 1991.

Soponronnarit, S. et al. "Computer Simulation of Solar Assisted Fruit Cabinet Dryer," RERIC International Energy Journal. 14(1) : 59 - 70 ; 1992.

Strawitz, M. Barbara and Mark R. Malone. "Preservice Teachers" Acquisition and Retention of integrated Science Process Skills : A Comparision of Teacher - Directed and Self - Instructional Strategies," Joural of Research in Science Teaching. 24(1) : 53 - 60 ; January, 1987.

Sund, Robert B. and L.W. Trowbridge. Teaching Science by Inquiry in the Secondary Schools. Ohio : Charles E. Merrill, 1967.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบ

ตาราง 6 ค่าความยากง่าย (p) ค่าความยากมาตรฐาน (Δ) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าความยากมาตรฐาน (Δ)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	.67	11.2	.25
2	.27	15.5	.55
3	.54	12.6	.34
4	.70	10.9	.48
5	.54	12.6	.04
6	.48	13.2	.15
7	.33	14.8	.53
8	.53	12.9	.37
9	.34	14.6	.45
10	.42	13.8	.42
11	.46	13.4	.55
12	.23	16.0	.35
13	.22	16.1	.47
14	.62	11.8	.42
15	.52	12.8	.44
16	.77	10.0	.35
17	.62	11.8	.36
18	.44	13.6	.24
19	.65	11.4	.56
20	.32	14.8	.41

ตาราง 6 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าความยากมาตรฐาน (Δ)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
21	.52	12.8	.58
22	.42	13.8	.20
23	.39	14.1	.28
24	.44	13.6	.51
25	.27	15.4	.32
26	.20	16.3	.04
27	.50	12.8	.40
28	.52	12.8	.30
29	.25	15.7	.38
30	.46	13.4	.41
31	.35	14.6	.29
32	.38	14.2	.42
33	.35	14.6	.56
34	.35	14.6	.20
35	.30	15.1	.38
36	.16	17.1	.32
37	.22	16.0	.59
38	.14	17.4	.28
39	.17	16.8	.37
40	.14	17.4	.28

ตาราง 7 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดค่านิยมทางเทคโนโลยี เป็นรายข้อ

ข้อที่	กลุ่มคะแนนสูง		กลุ่มคะแนนต่ำ		t
	$\bar{X}$	S^2	$\bar{X}$	S^2	
1	2.88	0.19	2.56	0.51	1.88
2	2.72	0.38	1.80	0.67	4.60
3	2.88	0.19	2.16	0.97	1.50
4	2.76	0.27	2.08	0.66	3.58
5	2.20	0.83	1.64	0.66	2.33
6	2.56	0.42	2.00	0.67	2.67
7	2.40	0.33	1.88	0.36	3.06
8	2.56	0.34	1.68	0.48	4.89
9	2.88	0.11	1.68	0.64	7.06
10	2.52	0.43	2.00	0.50	2.74
11	2.36	0.49	1.88	0.61	2.29
12	2.20	0.50	1.56	0.42	3.37
13	2.44	0.34	1.76	0.52	3.58
14	2.64	0.32	2.28	0.46	2.00
15	2.40	0.50	1.60	0.58	3.81
16	2.52	0.26	1.92	0.41	3.75
17	2.20	0.25	1.84	0.56	2.00
18	2.28	0.71	1.60	0.33	3.40
19	2.56	0.51	1.76	0.61	3.81
20	2.48	0.76	2.08	0.49	1.82

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 K.R. 20 ของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน

เมื่อ $\Sigma pq = 8.51$

$\Sigma X = 1654$

$\Sigma X^2 = 29790$

$n = 100$

จากสูตร

$$S_t^2 = \frac{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{n(n-1)}$$

$$S_t^2 = \frac{100(29790) - (1654)^2}{100(100-1)}$$

$$S_t^2 = 24.57$$

จากสูตร

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

$$= \frac{40}{40-1}\left(1 - \frac{8.51}{24.57}\right)$$

$$r_{tt} = 1.03 \times 0.65$$

$$= 0.67$$

การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดค่านิยมทางเทคโนโลยี โดยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α-Coeffient) ของครอนบัค

เมื่อ $\Sigma S_i^2 = 12.19$

$\Sigma S_t^2 = 19.99$

$n = 20$

จากสูตร

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

$$= \frac{20}{20-1}\left[1 - \frac{12.19}{19.99}\right]$$

$$= 1.05 \times 0.39$$

$$= 0.41$$

ภาคผนวก ค

คะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่าง

ตาราง 8 คะแนนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง และกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก

คนที่	กลุ่มของจริง	กลุ่มแบบฝึก
1	18	22
2	16	20
3	21	17
4	17	12
5	11	12
6	20	14
7	12	15
8	18	22
9	15	20
10	19	15
11	17	21
12	12	16
13	24	23
14	16	19
15	18	17
16	15	20
17	15	23
18	14	12
19	8	21
20	15	16
21	12	13
22	10	16
23	19	19
24	23	30

ตาราง 9 คะแนนวัดค่านิยมทางเทคโนโลยีของกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง และกลุ่มที่สอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก

คนที่	กลุ่มของจริง	กลุ่มแบบฝึก
1	39	56
2	43	55
3	45	51
4	35	50
5	43	49
6	37	42
7	43	42
8	39	45
9	50	38
10	38	55
11	47	49
12	41	39
13	44	46
14	43	44
15	35	43
16	39	36
17	45	38
18	46	39
19	53	45
20	50	39
21	42	46
22	36	43
23	38	36
24	42	46

ภาคผนวก ง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

- ตัวอย่างแผนการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง
- ตัวอย่างแผนการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก
- ตัวอย่างใบงานสร้างเทคโนโลยี
- ตัวอย่างแบบฝึกสร้างเทคโนโลยี
- ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- ตัวอย่างแบบทดสอบวัดค่านิยมทางเทคโนโลยี

แผนการสอนกลุ่มทดลองที่ 1

วิชา วิทยาศาสตร์ **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่** 2

เรื่อง การทำตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ **เวลา** 6 คาบ

ความคิดรวบยอด

ตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ เป็นการใช้หลักการพาความร้อนและไล่ความชื้นของอากาศออกจากวัสดุที่ใช้ในการอบแห้งเพื่อให้วัสดุนั้นแห้ง

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. ทำตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ได้
2. นำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการทำตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ได้
3. พึงพอใจ เห็นคุณค่า และมีอุดมการณ์ในการทำตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นอภิปรายก่อนปฏิบัติกิจกรรม

- ครูอภิปรายขั้นตอนในการปฏิบัติกิจกรรมพร้อมทั้งแจกใบงานและอุปกรณ์

ขั้นปฏิบัติกิจกรรม

- ให้นักเรียนศึกษาใบงาน ตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่เป็นต้นแบบในการทำและดำเนินการทำเลียนแบบตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์
- ให้นักเรียนทดสอบตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่ทำขึ้น พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไข

ขั้นอภิปรายหลังปฏิบัติกิจกรรม

- ให้นักเรียนอภิปรายถึงปัญหาในการสร้างตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ และแนวทางแก้ไข
- ให้นักเรียนอภิปรายถึงประโยชน์และความสำคัญของตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่ทำขึ้น สามารถนำไปปรับปรุงแก้ไข และใช้ในชีวิตประจำวัน

อุปกรณ์การเรียนการสอน

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม และการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจจากชิ้นงาน

แผนการสอนกลุ่มทดลองที่ 2

วิชา วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เรื่อง การทำตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ เวลา 6 คาบ

ความคิดรวบยอด

ตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ เป็นการใช้หลักการพาความร้อนและไล่ความชื้นของอากาศออกจากวัสดุที่ใช้ในการอบแห้งเพื่อให้วัสดุนั้นแห้ง

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. ทำตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ได้
2. นำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการทำตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ได้
3. พึงพอใจ เห็นคุณค่า และมีอุดมการณ์ในการทำตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นอภิปรายก่อนปฏิบัติกิจกรรม

- ครูอภิปรายขั้นตอนในการปฏิบัติกิจกรรมพร้อมทั้งแจกแบบฝึกและอุปกรณ์

ขั้นปฏิบัติกิจกรรม

- ให้นักเรียนศึกษาแบบฝึก และปฏิบัติกิจกรรมทำตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ตามขั้นตอนในแบบฝึก
- ให้นักเรียนทดสอบตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่ทำขึ้น พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไข

ขั้นอภิปรายหลังปฏิบัติกิจกรรม

- ให้นักเรียนอภิปรายถึงปัญหาในการสร้างตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ และแนวทางแก้ไข
- ให้นักเรียนอภิปรายถึงประโยชน์และความสำคัญของตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่ทำขึ้น สามารถนำไปปรับปรุงแก้ไข และใช้ในชีวิตประจำวัน

อุปกรณ์การเรียนการสอน

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม และการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจจากชิ้นงาน

ใบงาน

การทำตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์

ชื่อ.....นามสกุล.....

โรงเรียน.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่.....กลุ่ม... .....

คำชี้แจง

ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมทำตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการทำ ตามขั้นตอนดังนี้

1. ให้นักเรียนเลือกประธาน และเลขานุการ
2. ให้นักเรียนศึกษาจุดประสงค์ของกิจกรรม เวลา และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์
3. ให้นักเรียนศึกษาตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่เป็นต้นแบบในการทำ
4. ให้ประธานกำหนดหน้าที่ในการทำตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ให้สมาชิกภายในกลุ่ม
5. ให้นักเรียนทำตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ให้เหมือนตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่เป็นต้นแบบในการทำ
6. ให้นักเรียนทดลองใช้ตู้อบแห้งที่ทำขึ้น พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไข
7. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย และตอบคำถามลงในเอกสารหมายเลข 1

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. ทำตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ได้
2. นำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการทำตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ได้
3. พึงพอใจ เห็นคุณค่า และมีอุดมการณ์ในการทำตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์

เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรม

1. ศึกษาใบงาน ตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่เป็นต้นแบบในการทำ และลงมือทำ (3 คาบ)
2. ทดสอบใช้ตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่ทำขึ้น พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไข (2 คาบ)
3. นักเรียนร่วมกันอภิปราย และตอบคำถามในเอกสารหมายเลข 1 (1 คาบ)

<u>หมายเหตุ</u>

1 คาบ ใช้เวลา 50 นาที

อุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรม

1. เหล็กฉาก มีขนาด 70 เซนติเมตร จำนวน 6 ท่อน
   ขนาด 75 เซนติเมตร จำนวน 2 ท่อน
   ขนาด 80 เซนติเมตร จำนวน 17 ท่อน
   ขนาด 85 เซนติเมตร จำนวน 10 ท่อน
   ขนาด 110 เซนติเมตร จำนวน 8 ท่อน
2. ไม้อัดทาสีดำด้าน มีขนาด 77 x 78 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น
   ขนาด 80 x 85 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น
   ขนาด 75 x 110 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น
3. โฟม ขนาด 75 x 110 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น
4. สังกะสีทาสีดำด้าน ขนาด 75 x 75 เซนติเมตร จำนวน 2 แผ่น
5. ตะแกรงลวด ขนาด 75 x 80 เซนติเมตร จำนวน 3 ชุด
6. น็อต จำนวน 100 ชุด
7. ฉากสามเหลี่ยม จำนวน 50 ชุด
8. พลาสติกใส จำนวน 4 เมตร
9. ตลับเมตร จำนวน 1 อัน
10. กรรไกร จำนวน 1 อัน
11. บานพับ จำนวน 2 ชุด
12. สายยู จำนวน 1 ชุด

เอกสารหมายเลข 1

1. นักเรียนพบปัญหาอะไรบ้างจากการทำตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ หรือไม่ พร้อมทั้งบอกแนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่นักเรียนทำขึ้นมีประโยชน์ และความสำคัญ หรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่นักเรียนทำขึ้นสามารถนำไปปรับปรุงใช้ในชีวิตประจำวันได้ หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

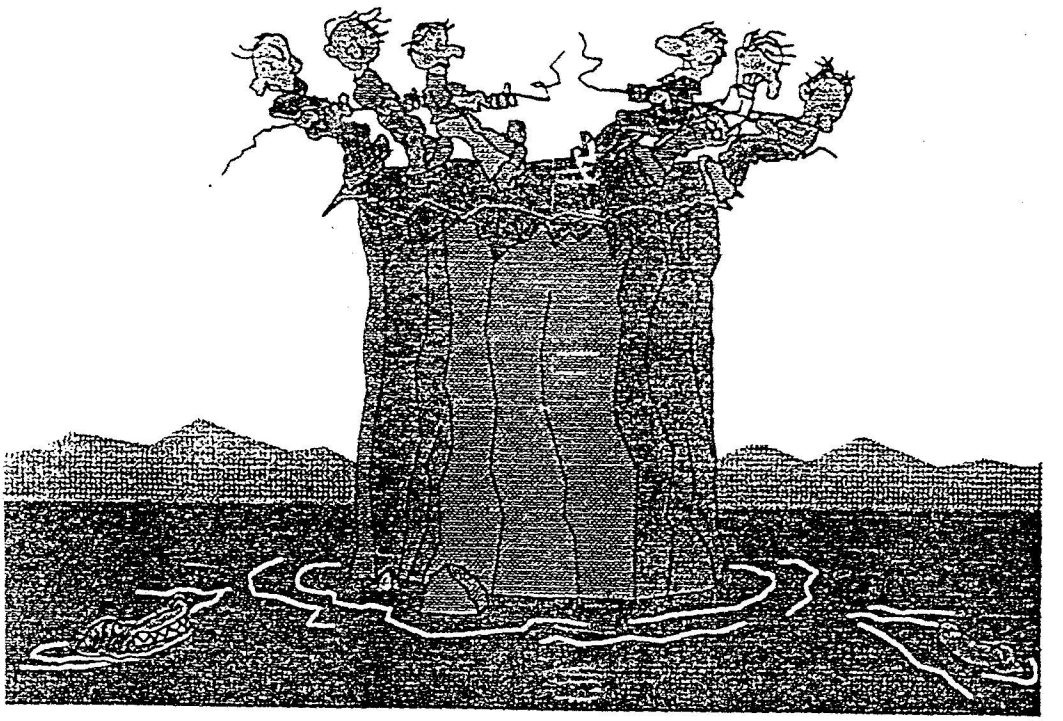
.....

.....

.....

แบบฝึก

การทำตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์



ชื่อ.....นามสกุล.....

โรงเรียน.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่.....กลุ่ม... .....

คำชี้แจง

แบบฝึกนี้จะช่วยให้นักเรียนทำตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จะเป็นประโยชน์กับนักเรียนมากถ้านักเรียนปฏิบัติตามแบบฝึกไปทีละขั้นตอน ดังนี้

1. ให้นักเรียนเลือกประธาน และเลขานุการ
2. ให้นักเรียนศึกษาจุดประสงค์ของกิจกรรม เวลา และอุปกรณ์ที่ใช้ในแบบฝึก
3. ให้ประธานกำหนดหน้าที่ในการทำตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ให้กับสมาชิกภายในกลุ่ม
4. ให้นักเรียนลงมือทำตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ตามเอกสารหมายเลข 1
5. ให้นักเรียนทดสอบใช้ตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไข
6. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย และตอบคำถามลงในเอกสารหมายเลข 2



จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. ทำตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ได้

2. นำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการทำตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ได้

3. พึงพอใจ เห็นคุณค่า และมีอุดมการณ์ในการทำตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ได้

เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรม

1. ศึกษาแบบฝึก และลงมือทำตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ตามเอกสารหมายเลข 1 (3 คาบ)

2. ทดสอบใช้ตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไข (2 คาบ)

3. นักเรียนร่วมกันอภิปราย และตอบคำถามในเอกสารหมายเลข 2 (1 คาบ)

<u>หมายเหตุ</u>

1 คาบ ใช้เวลา 50 นาที

อุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรม

1. เหล็กฉาก มีขนาด 70 เซนติเมตร จำนวน 6 ท่อน
   ขนาด 75 เซนติเมตร จำนวน 2 ท่อน
   ขนาด 80 เซนติเมตร จำนวน 17 ท่อน
   ขนาด 85 เซนติเมตร จำนวน 10 ท่อน
   ขนาด 110 เซนติเมตร จำนวน 8 ท่อน
2. ไม้อัดทาสีดำด้าน มีขนาด 77 x 78 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น
   ขนาด 80 x 85 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น
   ขนาด 75 x 110 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น
3. โฟม ขนาด 75 x 110 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น
4. สังกะสีทาสีดำด้าน ขนาด 75 x 75 เซนติเมตร จำนวน 2 แผ่น
5. ตะแกรงลวด ขนาด 75 x 80 เซนติเมตร จำนวน 3 ชุด
6. น็อต จำนวน 100 ชุด
7. ฉากสามเหลี่ยม จำนวน 50 ชุด
8. พลาสติกใส จำนวน 4 เมตร
9. ตลับเมตร จำนวน 1 อัน
10. กรรไกร จำนวน 1 อัน
11. บานพับ จำนวน 2 ชุด
12. สายยู จำนวน 1 ชุด

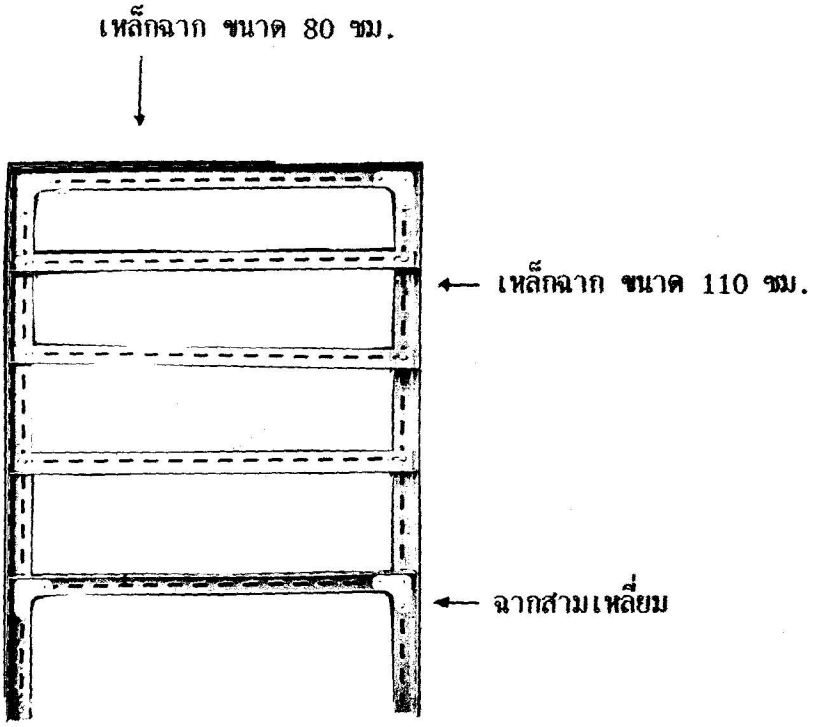
เอกสารหมายเลข 1

ตัวต้อบ มีวิธีการทำดังนี้

1. โครงทำด้วยเหล็กฉาก โดยมีขนาดสูง 110 เซนติเมตร กว้าง 80 เซนติเมตร ลึก 80 เซนติเมตร

1.1 นำเหล็กฉากขนาด 110 เซนติเมตร จำนวน 2 ท่อน และเหล็กฉากขนาด 80 เซนติเมตร จำนวน 5 ท่อนมาประกอบกันโดยให้ฉากตั้งขึ้น โดยใช้ฉากสามเหลี่ยมจำนวน 4 อัน เป็นตัวยึด

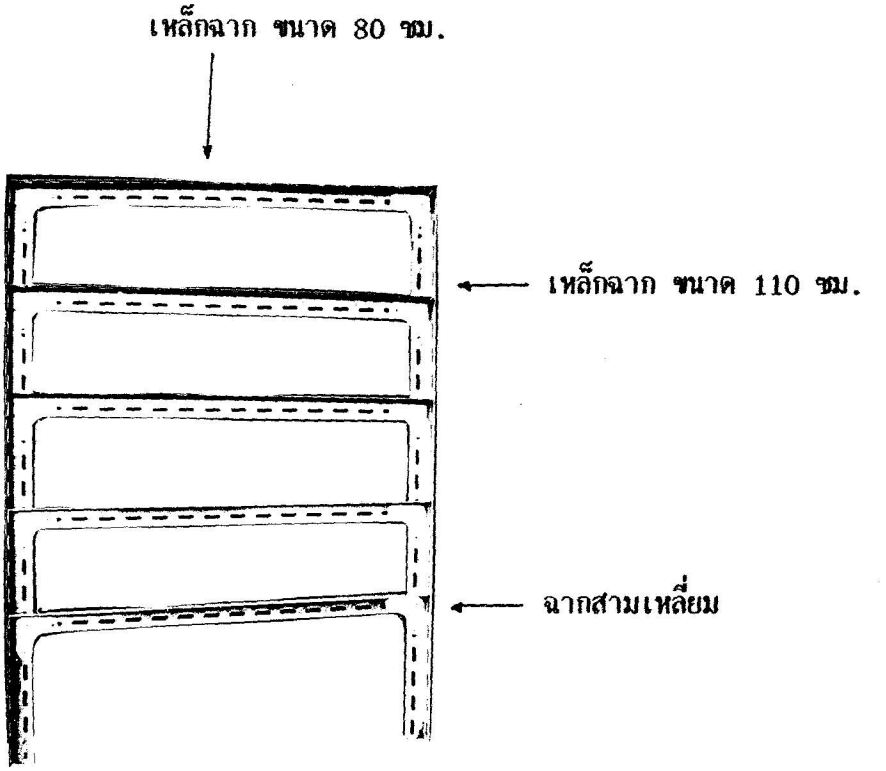
(ดูภาพที่ 1)



ภาพที่ 1

1.2 นำเหล็กฉากขนาด 110 เซนติเมตร จำนวน 2 ท่อน และเหล็กฉากขนาด 80 เซนติเมตร จำนวน 5 ท่อน มาประกอบกันโดยให้ฉากคว่ำลง โดยใช้ฉากสามเหลี่ยมจำนวน 10 อัน เป็นตัวยึด

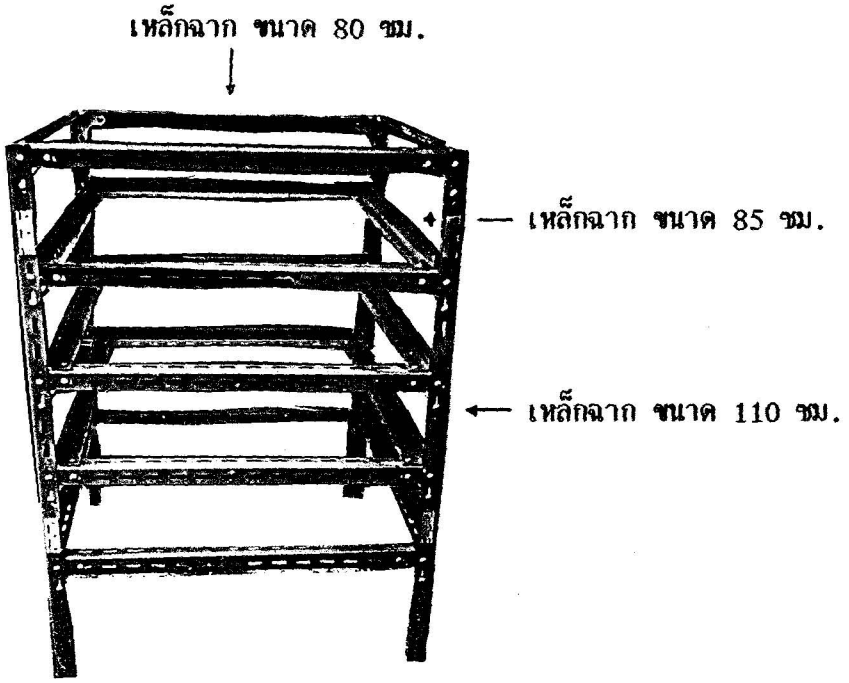
(ดูภาพที่ 2)



ภาพที่ 2

1.3 นำโครงที่ประกอบไว้ในข้อ 1.1 และ 1.2 มาประกอบกันโดยใช้เหล็กฉากขนาด 85 เซนติเมตร จำนวน 10 ท่อน มาประกอบเชื่อมระหว่างโครงทั้งสอง โดยให้ฉากตั้งขึ้นและวางฉากชั้นที่ 2 ถึง 4 ให้เหลื่อมเข้ามา 5 เซนติเมตร เพื่อที่จะทำรางไว้สำหรับใส่ถาดวางตะแกรงลาด เมื่อประกอบเสร็จแล้วจะได้โครงเหล็ก จำนวน 4 ชั้น โดยแต่ละชั้นห่างกัน 20 เซนติเมตร

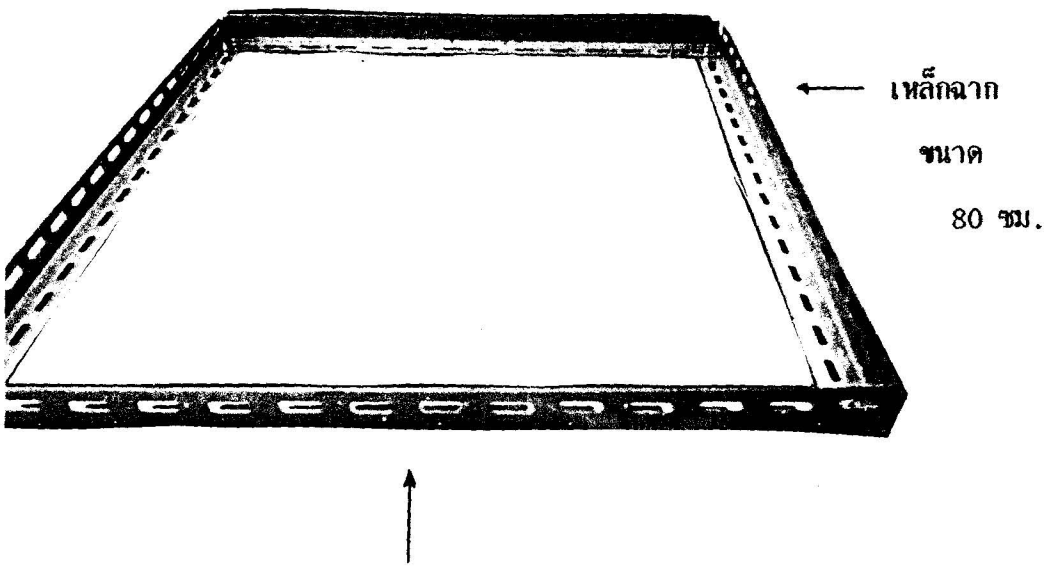
(ดูภาพที่ 3)



ภาพที่ 3

2. โครงสำหรับวางตะแกรงลวดเพื่อเป็นชั้นสำหรับเลื่อนเข้า – ออกได้ทำด้วยเหล็กฉากขนาด 70 เซนติเมตร จำนวน 2 ท่อน และขนาด 80 เซนติเมตร จำนวน 2 ท่อน มาประกอบกันเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ทำทั้งหมด จำนวน 3 ชุด

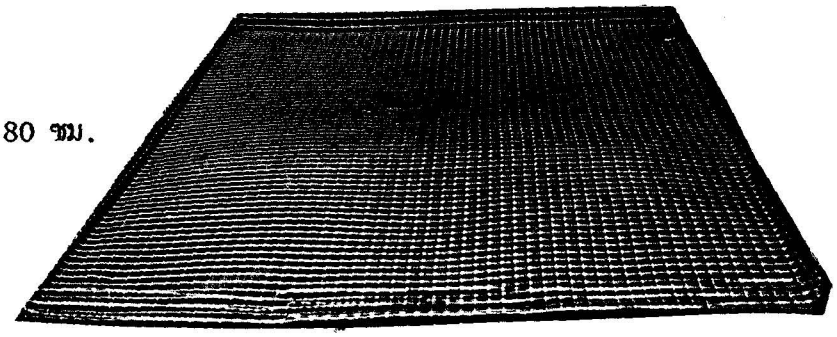
(ดูภาพที่ 4)



ภาพที่ 4

3. ตะแกรงลวดทำเป็นฉาก ขนาดกว้าง 70 เซนติเมตร และยาว 80 เซนติเมตร ซึ่งมีขนาดเท่ากับโครงเหล็กที่ทำไว้ในข้อที่ 2 ทำทั้งหมด 3 ชุด

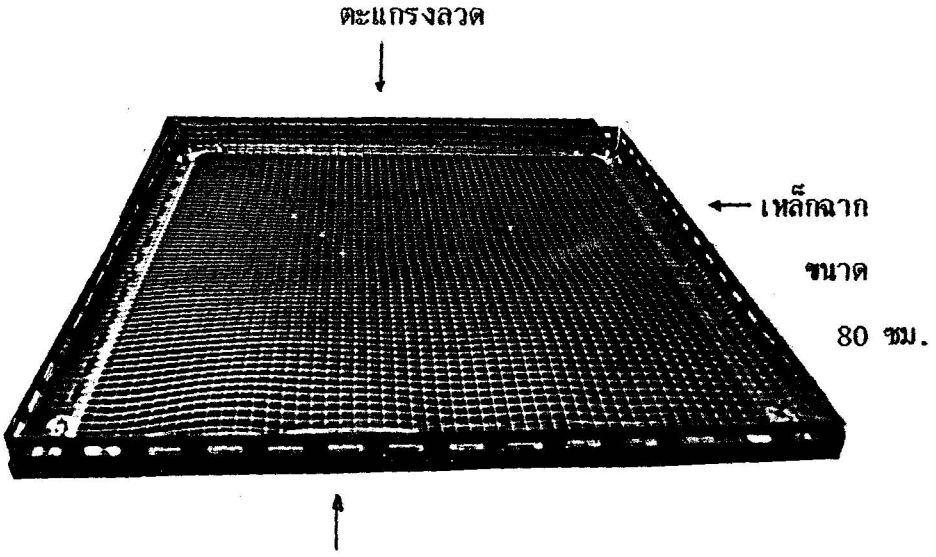
(ดูภาพที่ 5)



ภาพที่ 5

4. นำตะแกรงลวดที่ทำไว้ในข้อ 3 มาประกอบเข้ากับโครงเหล็กที่ทำไว้ในข้อ 2 โดยใช้ฉากสามเหลี่ยมปิดทั้งสี่ด้าน จะได้ถาดทั้งหมด 3 ชุด

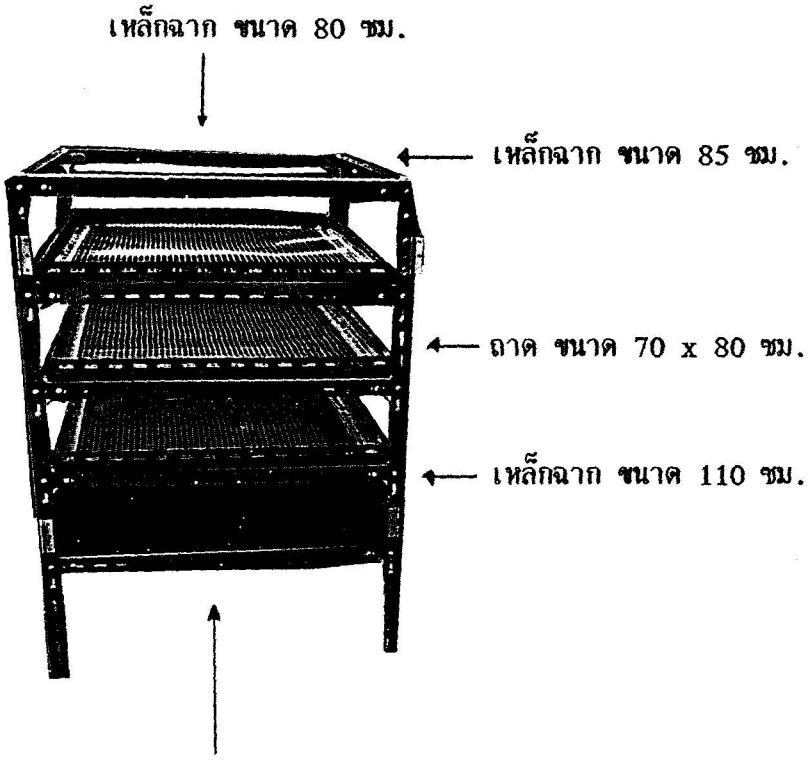
(ดูภาพที่ 6)



ภาพที่ 6

5. พื้นด้านล่างของตัวตู้ทำด้วยไม้อัดทาสีดำด้าน ขนาดกว้าง 80 เซนติเมตร ยาว 85 เซนติเมตร จำนวน 1 อัน มาวางไว้ชั้นล่างสุด แล้วนำฉากที่ทำไว้ในข้อที่ 4 มาวางบนชั้นที่ 2 ถึง 4

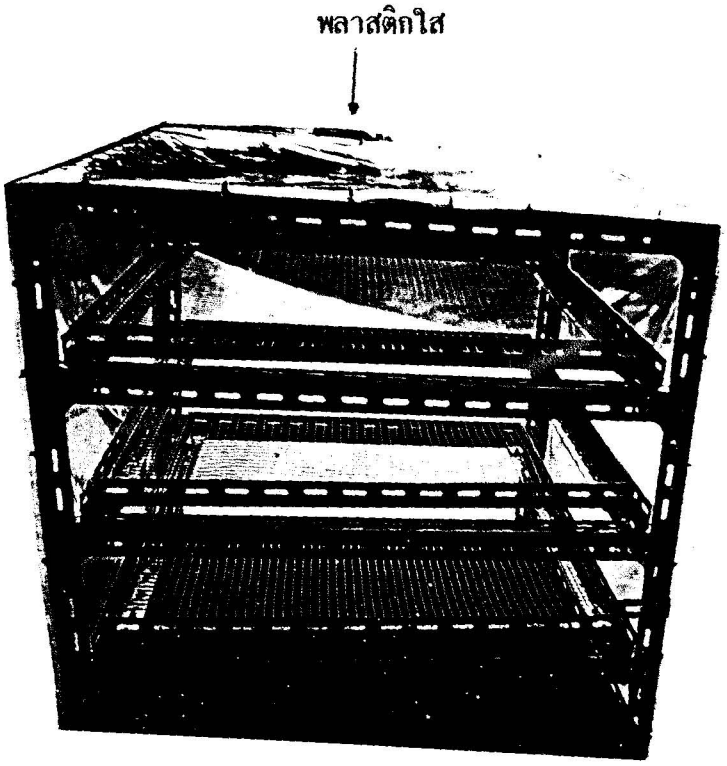
(ดูภาพที่ 7)



ภาพที่ 7

6. ทำพนังตู้ทั้ง 3 ด้าน ด้วยพลาสติกใส

(ดูภาพที่ 8)



ภาพที่ 8

7. ด้านหลังของตู้ทำด้วยไม้อัดทาสีดำด้านสามารถปิด – เปิดได้ เพื่อนำสิ่งของที่ต้องการอบเข้าและออกจากตู้ได้ ขนาด กว้าง 77 เซนติเมตร ยาว 78 เซนติเมตร จำนวน 1 ชุด พร้อมทั้งมีช่องระบายอากาศเพื่อระบายความชื้นภายในตู้อบออกไป ขนาดกว้าง 5 เซนติเมตร ยาว 78 เซนติเมตร จำนวน 1 ช่อง ซึ่งอยู่ด้านบน

(ดูภาพที่ 9)



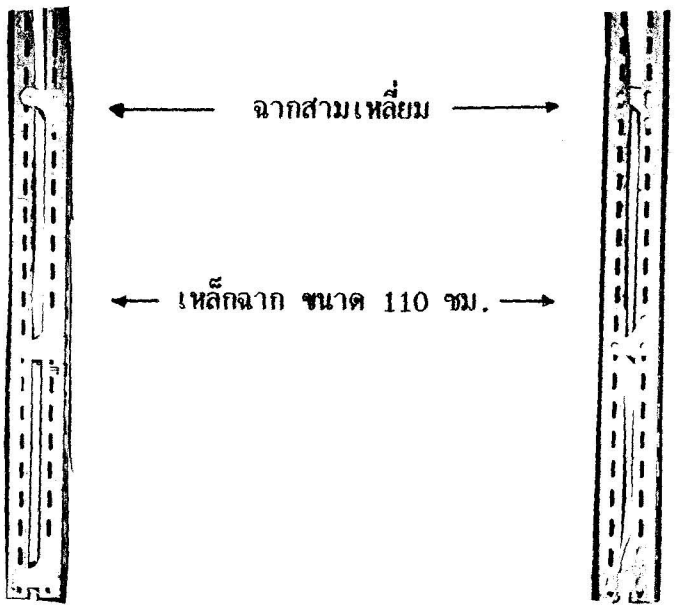
ภาพที่ 9

<u>แผงรับรังสี</u> มีวิธีการทำดังนี้

1. ตัวแผงรับรังสีเป็นกล่องแบบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าทำด้วยอลูมิเนียมมีขนาดกว้าง 110 เซนติเมตร ยาว 80 เซนติเมตร ลึก 8 เซนติเมตร

1.1 นำเหล็กฉากขนาด 110 เซนติเมตร จำนวน 2 ท่อน มาประกอบกันโดยใช้ฉากสามเหลี่ยม จำนวน 3 อัน เป็นตัวเชื่อม โดยทำทั้งหมด 2 ชุด

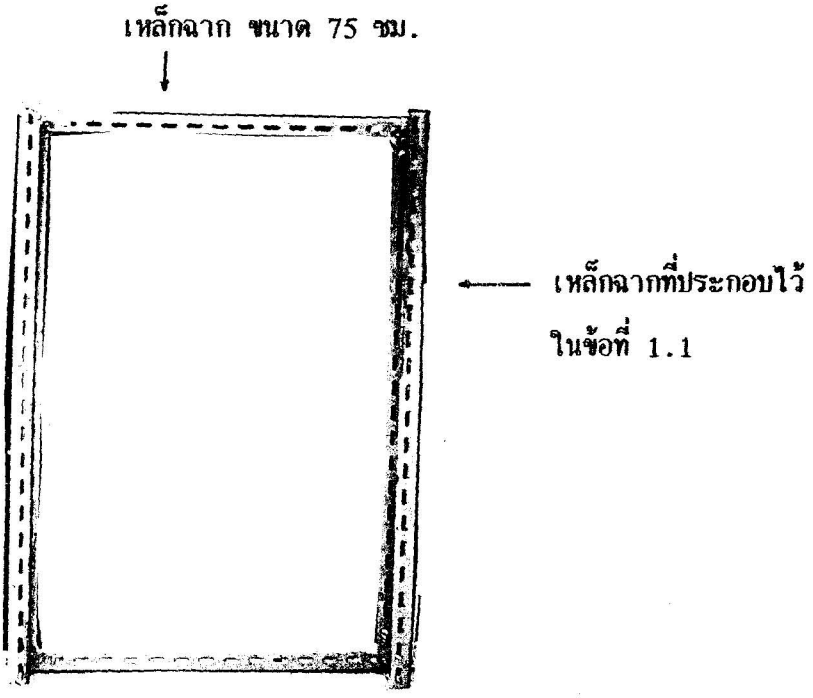
(ดูภาพที่ 10)



ภาพที่ 10

1.2 นำโครงเหล็กฉากที่ประกอบไว้ในข้อ 1.1 มาประกอบเป็นแผงรับรังสี โดยนำเหล็กฉากขนาด 75 เซนติเมตร จำนวน 2 ท่อน มาประกอบเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยให้เหล็กฉากขนาด 75 เซนติเมตร คร่อมฉากลง

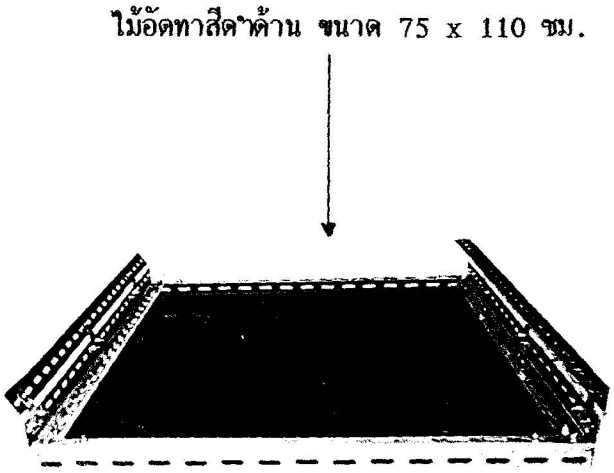
(ดูภาพที่ 11)



ภาพที่ 11

2. นำไม้อัดทาสีดำด้าน ขนาดกว้าง 75 เซนติเมตร ยาว 110 เซนติเมตร วางลงบนโครงเหล็กฉากที่ทำไว้ในข้อที่ 1

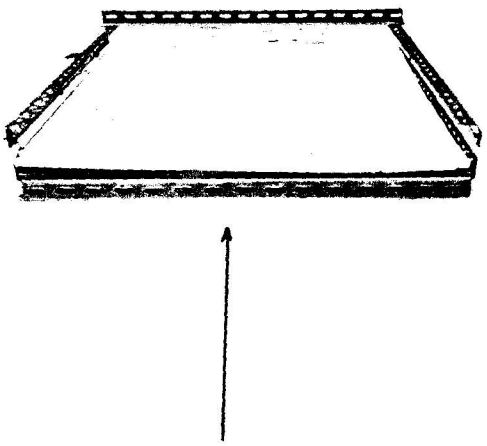
(ดูภาพที่ 12)



ภาพที่ 12

3. นำโฟม ขนาดกว้าง 75 เซนติเมตร ยาว 110 เซนติเมตร มาวางลงบนไม้อัดทาสีดำด้านเพื่อเป็นฉนวน

(ดูภาพที่ 13)

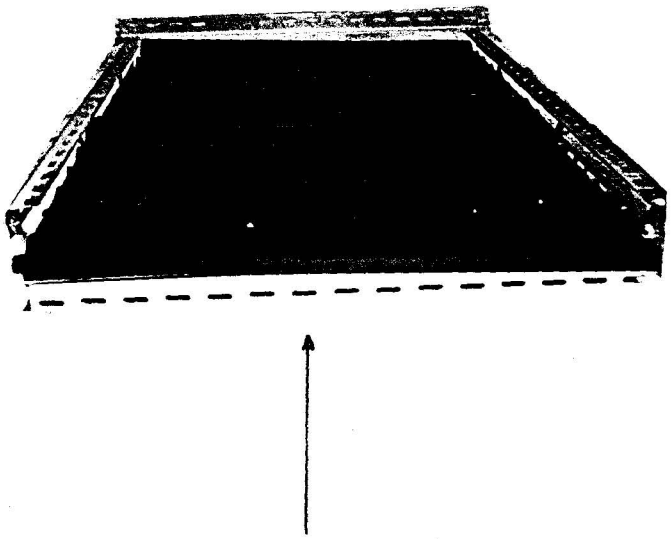


โฟม ขนาด 110 x 75 ซม.

ภาพที่ 13

4. วางสังกะสีทาสีดำด้าน ขนาดกว้าง 75 เซนติเมตร ยาว 75 เซนติเมตร จำนวน 2 แผ่น มาวางลงบนแผ่นโฟม เพื่อเป็นตัวดูดรังสี

(ดูภาพที่ 14)

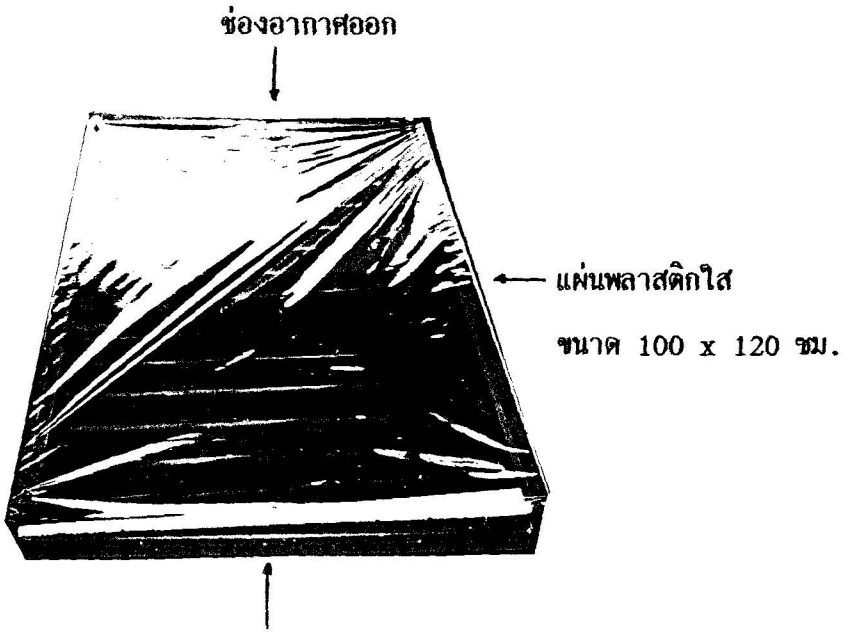


แผ่นสังกะสี

ภาพที่ 14

5. นำพลาสติกใส ขนาดกว้าง 100 เซนติเมตร ยาว 120 เซนติเมตร มาปิดบนผนังด้านบน และด้านข้างของแผงรับรังสีโดยให้มีช่องว่างด้านหน้าและด้านหลังของแผงรับรังสี (ช่องว่างระหว่างสังกะสีกับแผ่นพลาสติกใสด้านบน) เพื่อให้อากาศเข้า

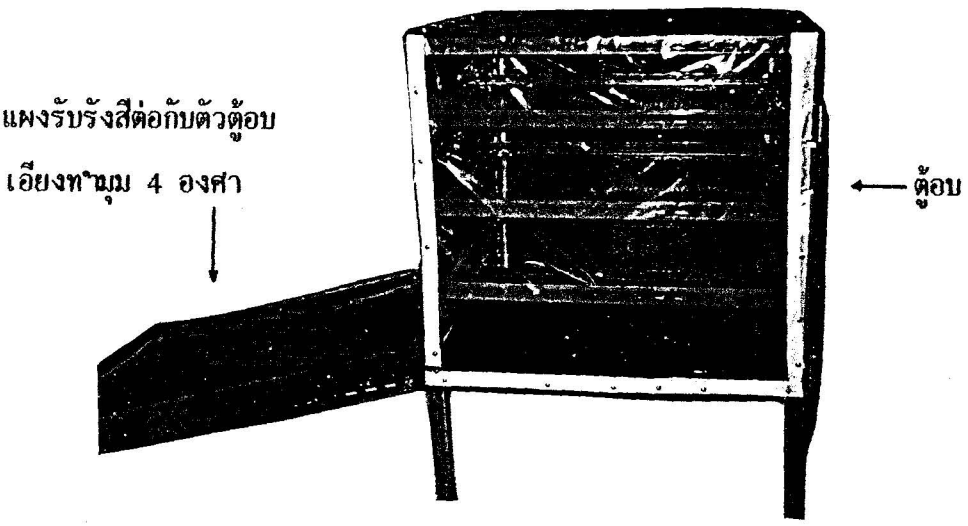
(ดูภาพที่ 15)



ภาพที่ 15

6. นำแผงรับรังสีมาประกอบกับตัวตู้ที่ทำไว้แล้วโดยที่แผงรับรังสีจะเอียงทำมุมประมาณ 4 องศา กับพื้นราบ โดยด้านบนของแผงรับรังสีจะมีช่องว่างต่อกับด้านล่างของตู้อบ

(ดูภาพที่ 16)



ภาพที่ 16

เอกสารหมายเลข 2

1. นักเรียนพบปัญหาอะไรบ้างจากการทำตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ หรือไม่ พร้อมทั้งบอกแนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่นักเรียนทำขึ้นมีประโยชน์ และความสำคัญ หรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ตู้อบแห้งพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่นักเรียนทำขึ้นสามารถนำไปปรับปรุงใช้ในชีวิตประจำวันได้ หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะการสังเกต

1. อ๊อดกล่าวว่า "ขนมสอดไส้หวาน" เป็นการสังเกตทางใด
   - ก. ตา
   - ข. หู
   - ค. จมูก
   - ง. ลิ้น
   - จ. กายสัมผัส
2. สุดา มองนกตัวหนึ่งที่เกาะอยู่บนกิ่งไม้ ข้อใดเป็นผลที่ได้จากการมองของสุดาโดยตรง
   - ก. นกตัวนี้เป็นนกแก้ว
   - ข. นกตัวนี้กำลังหาที่ทำรัง
   - ค. นกตัวนี้กินหนอนเป็นอาหาร
   - ง. นกตัวนี้กำลังรอคอยคู่ของมัน
   - จ. นกตัวนี้มีขนสีเขียว จงอยปากงุ้มแหลม
3. เมื่อสุดาทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ ข้อมูลที่สุดาสามารถบันทึกลงไปในสมุดได้ทันที คือข้อใด
   - ก. บุหรี่มีสารนิโคติน
   - ข. ในที่แออัดจะมีเชื้อโรคมากในอากาศ
   - ค. เมื่อเผาเกลือไอโอดีนจะเกิดไอสีม่วง
   - ง. บุหรี่เป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดโรคมะเร็ง
   - จ. ถ้าต้องการหาปริมาณของน้ำไม่เกิน 10 ซีซี ควรใช้กระบอกตวงขนาดเล็ก

ทักษะการวัด

4. พี่อายุ 14 ปี น้องอายุ 13 ปี ทำการวัดความกว้างของห้อง ๆ หนึ่ง ได้ผลดังตาราง

ชื่อคน	อุปกรณ์ที่ใช้	ความกว้างของห้อง
พี่	ตลับเมตร	3.5
น้อง	ไม้เมตร	3.6

ผลการวัดของพี่ถูกต้องกว่าของน้องเพราะเหตุใด

ก. น้องอ่านตัวเลขบนไม้เมตรไม่ถูกต้อง

ข. น้องอ่านค่าตัวเลขที่เป็นส่วนย่อยบนไม้เมตรผิด

ค. พี่สังเกตค่าที่อ่านผิดพลาดของน้องได้ง่าย

ง. น้องอาจวางไม้เมตรเอียงไปทางด้านหนึ่งด้านใดมากเกินไป

จ. น้องต้องยกไม้เมตรหลายครั้งจึงมีโอกาสเกิดความคลาดเคลื่อน

5. ข้อใดใช้หน่วยการวัดได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

ก. เขาทรายชั่งน้ำหนักตัวเองได้ 59,500 กรัม

ข. เรวดีวิ่ง 100 เมตร ใช้เวลา 12.03 วินาที

ค. ธงชัยวัดความยาวของห้องได้ 1,500 เซนติเมตร

ง. มานะตวงข้าวสารได้ 20,000 ลูกบาศก์เมตร

จ. นิดวัดรอบเอวได้ 70 เซนติเมตร

6. ข้อใดที่ใช้หน่วยการวัดเหมาะสมที่สุด

ก. ถนนยาว 10,500 เมตร

ข. ถนนยาว 10.5 กิโลเมตร

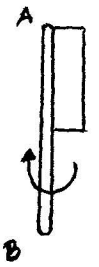
ค. ถนนยาว 5,250 วา

ง. ถนนยาว 1,050,000 เซนติเมตร

จ. ถนนยาว 1,050 ไมล์

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส สเปสกับเวลา

7. ถ้าหมุนแผ่นกระดาษที่ติดกับแกนไม้นี้อย่างเร็วจะเห็นเป็นรูปใด



ก. ปิรามิด

ข. ทรงกรวย

ค. ทรงกระบอก

ง. สี่เหลี่ยมมุมฉาก

จ. สามเหลี่ยมด้านเท่า

8. ราตรีแต่งตัวไปทำงาน โดยผูกนาฬิกาข้อมือข้างซ้าย หิ้วกระเป๋าเอกสารด้วยมือข้างขวา เสื้อสูทวางพาดไว้บนไหล่ด้านซ้าย ถ้าราตรีไปยืนอยู่หน้ากระจกจะปรากฏกายให้เห็นตามข้อใด

ก. ภาพราตรีผูกนาฬิกาข้างซ้าย หิ้วกระเป๋าข้างขวา เสื้อสูทอยู่บนไหล่ซ้าย

ข. ภาพราตรีผูกนาฬิกาข้างขวา หิ้วกระเป๋าข้างซ้าย เสื้อสูทอยู่บนไหล่ขวา

ค. ภาพราตรีผูกนาฬิกาข้างซ้าย หิ้วกระเป๋าข้างซ้าย เสื้อสูทอยู่บนไหล่ซ้าย

ง. ภาพราตรีผูกนาฬิกาข้างขวา หิ้วกระเป๋าข้างขวา เสื้อสูทอยู่บนไหล่ขวา

จ. ภาพราตรีผูกนาฬิกาข้างขวา หิ้วกระเป๋าข้างซ้าย เสื้อสูทอยู่บนไหล่ซ้าย

9. กล่องชอล์กเป็นรูปทรงกี่มิติ

ก. 1

ข. 2

ค. 3

ง. 4

จ. 5

ทักษะการทดลอง

10. การทดลองเพื่อหาปริมาณการละลายของสารต่าง ๆ ในน้ำ ณ อุณหภูมิห้อง ควรเลือกใช้เครื่องมือชนิดใดจึงเหมาะสม

ก. หลอดทดลอง, สารต่าง ๆ, น้ำ

ข. หลอดทดลอง, สารต่าง ๆ, น้ำ, ตะเกียงแอลกอฮอล์

ค. บีกเกอร์, สารต่าง ๆ, กรวย, ท่อนำก๊าซ

ง. บีกเกอร์, สารต่าง ๆ, กรวย, ท่อนำก๊าซ, ตะเกียงแอลกอฮอล์

จ. บีกเกอร์, สารต่าง ๆ, ขาตั้งอุปกรณ์, ตะเกียงแอลกอฮอล์

11. เมื่อต้องการทำให้สารละลายกรดเจือจางลง ควรปฏิบัติอย่างใด

ก. ค่อย ๆ รินน้ำใส่กรด แล้วคนให้เข้ากัน

ข. ค่อย ๆ รินกรดใส่น้ำ แล้วคนให้เข้ากัน

ค. เติมน้ำร้อนลงในกรด แล้วคนให้เข้ากัน

ง. ค่อย ๆ รินกรดและน้ำพร้อม ๆ กันแล้วคน

จ. ผสมน้ำธรรมดากับกรดอย่างละเท่า ๆ กัน แล้วคนให้เข้ากัน

12. จากสมมติฐานที่กล่าวว่า "ความเข้มข้นของสารละลายผงชักฟอก มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชน้ำ" จะออกแบบการทดลองตามขั้นตอนใด

ก. ใช้ภาชนะขนาดต่างกัน ความเข้มข้นของสารละลายเท่ากัน พืชน้ำชนิดเดียวกัน

ข. ใช้ภาชนะขนาดต่างกัน ความเข้มข้นของสารละลายต่างกัน พืชน้ำต่างชนิดกัน

ค. ใช้ภาชนะขนาดเท่ากัน ความเข้มข้นของสารละลายเท่ากัน พืชน้ำชนิดเดียวกัน

ง. ใช้ภาชนะขนาดเท่ากัน ความเข้มข้นของสารละลายต่างกัน พืชน้ำชนิดเดียวกัน

จ. ใช้ภาชนะขนาดต่างกัน ความเข้มข้นของสารละลายเท่ากัน พืชน้ำต่างชนิดกัน

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดค่านิยมทางเทคโนโลยี

สถานการณ์ที่ 1

"สมชายอ่านข่าวพบว่า มีการสร้างโรงงานเผาขยะมูลฝอยที่มีระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าอยู่ในระบบงานเผาด้วย" ถ้านักเรียนเป็นสมชาย นักเรียนคิดอย่างไร

ก. ประเทศไทยน่าจะมีโรงงานชนิดนี้ดูบ้าง

ข. ถ้าประเทศไทยก่อสร้างโรงงานชนิดนี้น่าจะเป็นประโยชน์ในการช่วยผลิตกระแสไฟฟ้าได้

ค. มั่นใจว่าถ้าประเทศไทยก่อสร้างโรงงานชนิดนี้แล้วจะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าและกำจัดขยะให้หมดไปได้

สถานการณ์ที่ 2

"ชัยยศอ่านข่าวหนังสือพิมพ์พบว่า บริษัทฮอนด้า สามารถผลิตรถยนต์โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ได้" ถ้านักเรียนเป็นชัยยศจะมีความคิดอย่างไร

ก. ชื่นชมบริษัทฮอนด้าว่าสามารถประดิษฐ์รถยนต์โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ได้

ข. ถ้าใช้รถยนต์พลังงานแสงอาทิตย์นี้แล้วจะลดปัญหาการขาดแคลนน้ำมัน

ค. มั่นใจว่าในอนาคตจะมีการใช้รถยนต์พลังงานแสงอาทิตย์กันมากขึ้น เพราะจะช่วยลดปัญหาการขาดแคลนพลังงานน้ำมันและช่วยลดปัญหาสภาพแวดล้อม

สถานการณ์ที่ 3

"สุรัตน์อ่านข่าวหนังสือพิมพ์พบว่า การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) มีโครงการสาธิตระบบการผลิต และจำหน่ายกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้าน 10 หลังแรก" ถ้านักเรียนเป็นสุรัตน์จะมีความรู้สึกอย่างไร

ก. น่าจะมีการขยายโครงการออกไปทั่วประเทศ

ข. เชื่อว่าเซลล์แสงอาทิตย์จะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าแทนพลังงานชนิดอื่นได้

ค. มั่นใจว่าเซลล์แสงอาทิตย์จะใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ดีกว่าการใช้พลังงานชนิดอื่นและประหยัด

สถานการณ์ที่ 4

"สมศรีดูข่าวคนไทยวันนี้ พบว่า มีคนไทยสามารถผลิตเครื่องทำน้ำอุ่นโดยใช้พลังงานจากดวงอาทิตย์โดยอุปกรณ์ทุกอย่างสามารถผลิตขึ้นเอง" ถ้านักเรียนเป็นสมศรีจะมีความรู้สึกอย่างไร

ก. ชื่นชมว่าคนไทยเราก็มีความสามารถในการประดิษฐ์เครื่องทำน้ำอุ่นได้

ข. เห็นว่าเครื่องทำน้ำอุ่นพลังงานจากดวงอาทิตย์จะสามารถนำมาใช้แทนเครื่องทำน้ำอุ่นที่ใช้กระแสไฟฟ้า เป็นการประหยัดพลังงานอีกทางหนึ่งด้วย

ค. มั่นใจว่าต่อไปจะมีการนำพลังงานจากดวงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์มากขึ้นในอนาคต

ภาคผนวก จ

รายนามและสถาบันผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

รายนามและสถาบันผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

แผนการสอน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์วนา	ชลประเวศ	สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์มีศรี	แก้วราตรี	สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์
อาจารย์ตันหยง	อิ่มมาก	โรงเรียนโคกกระเทียมวิทยาลัย
อาจารย์โศจิกานต์	ศรีวิเชียร	โรงเรียนพรหมานุสรณ์จังหวัดเพชรบุรี
อาจารย์มงคล	รักษาทรัพย์	โรงเรียนชุมชนวัดบำรุงธรรม

ใบงานสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์วนา	ชลประเวศ	สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์มีศรี	แก้วราตรี	สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์
อาจารย์ตันหยง	อิ่มมาก	โรงเรียนโคกกระเทียมวิทยาลัย

แบบฝึกสร้างเทคโนโลยี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์วนา	ชลประเวศ	สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์มีศรี	แก้วราตรี	สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์
อาจารย์ตันหยง	อิ่มมาก	โรงเรียนโคกกระเทียมวิทยาลัย

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

อาจารย์ตันหยง	อิ่มมาก	โรงเรียนโคกกระเทียมวิทยาลัย
อาจารย์เฉลียว	ผดุงวงษ์	โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย
อาจารย์โศจิกานต์	ศรีวิเชียร	โรงเรียนพรหมานุสรณ์จังหวัดเพชรบุรี

แบบทดสอบวัดค่านิยมทางเทคโนโลยี

รองศาสตราจารย์พวงรัตน์	ทวีรัตน์	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
รองศาสตราจารย์นิภา	ศรีไพโรจน์	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์เชาวนา	ชวลิตธำรง	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
อาจารย์เปรมวดี	รักษวลี	โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ บดินทรเดชา
อาจารย์โศจิกานต์	ศรีวิเชียร	โรงเรียนพรหมานุสรณ์จังหวัดเพชรบุรี

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวสุรีย์ สุธาสิโนบล
เกิดวันที่	11 กันยายน 2513
สถานที่เกิด	นครนายก
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	154 หมู่ 3 ต.เกาะหวาย อ.ปากพลี
	จ.นครนายก 26130 โทร (037) 399821
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนชุมชนวัดบำรุงธรรม อ.แก่งคอย จ.สระบุรี 10180

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2526	ประถมศึกษาจากโรงเรียนชลนายกสงเคราะห์ จ.นครนายก
พ.ศ. 2532	มัธยมศึกษาจากโรงเรียนนครนายกวิทยาคม จ.นครนายก
พ.ศ. 2536	ค.บ. (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) จากวิทยาลัยครูเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จ.ปทุมธานี
พ.ศ. 2541	กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

L41

การศึกษาผลการจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และค่านิยมทางเทคโนโลยี

บทคัดย่อ

ของ

สุรีย์ สุธาสิโนบล

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

ตุลาคม 2541

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษาผลการจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางเทคโนโลยี

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 โรงเรียนชุมชนวัดบำรุงธรรม อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี จำนวน 48 คน และสุ่มเข้ากลุ่มทดลองโดยกลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 24 คน ได้รับการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบของจริง และกลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 24 คน ได้รับการสอนกิจกรรมสร้างเทคโนโลยีเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก ดำเนินการทดลองโดยใช้แบบแผน Randomized Control Group Posttest - Only Design การวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ t-test สองกลุ่มเป็นอิสระจากกัน

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยการจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ด้วยการเลียนแบบของจริงกับการเลียนแบบโดยใช้แบบฝึก แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ค่านิยมทางเทคโนโลยีของนักเรียนโดยการจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ด้วยการเลียนแบบของจริงกับการเลียนแบบโดยใช้แบบฝึกแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งสองกลุ่มมีค่านิยมทางเทคโนโลยีอยู่ในระดับการเห็นคุณค่า

183

A STUDY ON THE EFFECTS OF ORGANISING SOLAR ENERGY TECHNOLOGICAL CAMP ACTIVITIES FOR MATHAYOM SUKSA II STUDENTS ON SCIENCE PROCESS SKILLS AND TECHNOLOGICAL VALUES

AN ABSTRACT

BY

SUREE SUTASINOBOL

Presented in partial fulfillment of the requirement for the
Master of Education degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University
October 1998

The purpose of this study was to investigate the effects of organising solar energy technological camp activities for Mathayom Suksa II students on science process skills and technological values.

The sample used in this study was 48 Mathayom Suksa II students of Chumchon Wat Bamrungtham School, Amphoe Kaengkoi, Saraburi, during the frist semester of 1998 academic year. They were devided into 2 groups ; the experimental group I with 24 students was taught through the technological task which imitated the authentic materials and the experimental group II with 24 students was taught through the technological task which imitated the pattern practices. The Randomized Control Group Posttest - Only Design was used in this study. The data were statistically analyzed by the t-test for independent samples.

The results of this study indicated that;

1. The science process skills of organising solar energy technological camp activities were taught through the technological task which imitated the authentic materials and the technological task which imitated the pattern practices were not significantly different at the .05 level.

2. The technological values of organising solar energy technological camp activities were taught through the technological task which imitated the authentic materials and the technological task which imitated the pattern practices were not significantly different at the .05 level. Furthermore, the technological values of both groups were certified.