

การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
โดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สารนิพนธ์
ของ
กิติภูมิ เลิศกิตติกุลโยธิน

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
มกราคม 2550

การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
โดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

บทคัดย่อ
ของ
กิติภูมิ เลิศกิตติกุลโยธิน

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
มกราคม 2550

กิติภูมิ เลิศกิตติกุลโยธิน. (2550). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ : รองศาสตราจารย์ ดร. ชุตินา วัฒนศิริ.

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนช่างตากุ้งคอนแวนท์ เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 50 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยการจับฉลากมา 1 ห้องเรียน จาก 4 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แผนการจัดการเรียนรู้ วิชาโครงงานและสิ่งประดิษฐ์ (ว 30202) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใช้แบบแผนการทดลองเป็นแบบ One Group Pretest – Posttest Design และการวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการทางสถิติแบบ t – test Dependent Samples

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A STUDY OF PROBLEM SOLVING ABILITY AND SCIENTIFIC CREATIVE
THINKING BY PRACTICAL SCIENCE PROJECT AND TECHNOLOGY OF
MATHAYOMSUKSA II STUDENTS

AN ABSTRACT
BY
KITIBHUM LERTKITTIKULYOTHIN

Present in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University
January 2007

Kitibhum Lertkittikulyothin. (2007). *The study of problem solving ability and scientific creative thinking by practical science project and technology of Mathayom Suksa II students*. Master's Project, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok: Graduate School, Srinakarinwirot University. Advisor Committee: Assoc. Prof. Dr. Chutima Wattanakeeree.

The purpose of this study was to the problem solving ability and scientific creative thinking by practical science project and technology of Mathayom Suksa II students. The subjects of study were 50 Mathayom Suksa II students of Santacruz Convent School, khet Thonburi, bangkok ; in the first semester of academic year 2006. They were randomly from the population by simple random sampling 4 group assigned into experimental group. The research instruments included practical science project and technology, learning plan of subject project and inventive (SC 30202), problem solving ability test, scientific creative thinking test and science project and technology test. The research design was One Group Pretest – Posttest Design. The data was analyzed by t – test of dependent samples.

The results of the study indicated that:

1. The problem solving ability of the students taught with teaching by practical science project and technology was significantly increased than before the experiment at .01 level.
2. The scientific creative thinking of the students taught with teaching by practical science project and technology was significantly increased than before the experiment at .01 level.

การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
โดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สารนิพนธ์
ของ
กิติภูมิ เลิศกิตติกุลโยธิน

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

มกราคม 2550

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร และคณะกรรมการสอบ
ได้พิจารณาสารนิพนธ์เรื่อง การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ของ กิติภูมิ เลิศกิตติกุลโยธิน ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนศิริ)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนศิริ)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนศิริ)

..... กรรมการสอบสารนิพนธ์
(อาจารย์ ดร.ราชนันท์ บุญธิมา)

..... กรรมการสอบสารนิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สันธยา ศรีบางพลี)

อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)
วันที่ เดือน มกราคม พ.ศ. 2550

ประกาศคุณูปการ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี จากความกรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยอย่างยิ่ง ของรองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนศิริ ประธานควบคุมสารนิพนธ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้ง และขอกราบขอบพระคุณด้วยความเคารพอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนศิริ และคณาจารย์ภาควิชาหลักสูตรและการสอนทุกท่าน ที่ประสาทวิชาให้กับผู้วิจัย

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญในด้านต่าง ๆ ที่กรุณาให้คำแนะนำ คำปรึกษาแก้ไขเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนศิริ

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ คณะครู และนักเรียนโรงเรียนช่างตากุ้งคอนแวนท์ เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร ที่ให้ความร่วมมือ และมีส่วนช่วยเหลือในงานวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณคุณพ่อน้า คุณแม่ประภา เลิศกิตติกุลโยธิน ที่ล่วงลับไปแล้ว

คุณค่าประโยชน์ใดๆ ที่พึงได้จากสารนิพนธ์ครั้งนี้ ผู้วิจัยขอกราบบูชาพระคุณบิดา - มารดา ครูอาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

กิติภูมิ เลิศกิตติกุลโยธิน

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการศึกษา.....	3
ความสำคัญของการศึกษา.....	3
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า.....	7
กรอบแนวความคิดในการวิจัย.....	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
เอกสาร และงานวิจัยเกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์.....	8
เอกสาร และงานวิจัยเกี่ยวกับแบบฝึก.....	24
เอกสาร และงานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์...	34
เอกสาร และงานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.....	54
3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	70
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	70
ประชากร.....	70
กลุ่มตัวอย่าง.....	70
ระยะเวลาในการวิจัย.....	70
เนื้อหาที่ทำการวิจัย.....	70
เครื่องมือและการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	71
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	79
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	80

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	84
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	84
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	84
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	85
5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	88
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	88
สมมติฐานในการวิจัย.....	88
วิธีดำเนินการวิจัย.....	88
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	89
สรุปผลการวิจัย.....	89
อภิปรายผลการวิจัย.....	90
ข้อเสนอแนะ.....	94
บรรณานุกรม.....	95
ภาคผนวก.....	108
ภาคผนวก ก.....	109
ภาคผนวก ข.....	111
ภาคผนวก ค.....	137
ภาคผนวก ง.....	165
ภาคผนวก จ.....	199
ภาคผนวก ฉ.....	206
ภาคผนวก ช.....	211
ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์.....	218

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แบบแผนการทดลอง.....	79
2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....	85
3 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....	86
4 แสดงคะแนนก่อนและหลังได้รับแบบทดสอบโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....	200
5 แสดงคะแนนก่อนและหลังได้รับแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	202
6 แสดงคะแนนก่อนและหลังได้รับแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.....	204
7 คะแนนการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน.....	210
8 ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....	212
9 ค่าอำนาจจำแนก (t) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	213
10 ค่าอำนาจจำแนก (t) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.....	215
11 คะแนนประสิทธิภาพของแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (E1/E2).....	216

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ในปัจจุบันเป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับชีวิตมนุษย์มาก โดยมนุษย์เอาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ในการพัฒนาประเทศทั้งทางด้านเศรษฐกิจ และอุตสาหกรรม นอกจากนั้นวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียังทำให้สังคมเปลี่ยนแปลงไป มนุษย์จึงจำเป็นต้องเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่กำลังเปลี่ยนแปลงไป และนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ และที่สำคัญมนุษย์ที่จะสามารถพัฒนาประเทศได้นั้น ต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ สามารถคิด ตัดสินใจอย่างมีเหตุผล มีความคิดสร้างสรรค์ และแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผล

ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตมาก การที่บุคคลจะอยู่รอดในสังคมปัจจุบันจะต้องเป็นผู้มีประสิทธิภาพ รู้จักคิด รู้จักปัญหา รู้วิธีการแก้ปัญหา ไม่เชื่อในสิ่งที่มกมาย นักการศึกษาได้มองเห็นความสำคัญของการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเป็นคน คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น (พนัส หันนาคินทร์. 2521 : 34) คุณสมบัติเหล่านี้เป็นการพัฒนาศักยภาพส่วนบุคคลที่สามารถปรับปรุงและพัฒนาไว้หลายลักษณะ เช่น ปรับปรุงโดยมองภาพรวมทั้งหมด หรือมุ่งพัฒนาตอนใดตอนหนึ่งของการจัดการศึกษา (พยอม ตัญมณี. 2524 : 1) โดยคำนึงเสมอว่า ความสามารถในการแก้ปัญหของแต่ละบุคคลนั้นจะแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับว่าบุคคลนั้นมี สติปัญญา ความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ ตลอดจนการได้รับการจูงใจดีหรือไม่เพียงใด การแก้ปัญหอาจไม่เป็นไปตามขั้นตอนก็ได้ ดังนั้นการเรียนการสอนจึงเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาปัจจัยต่าง ๆ อันจะส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนดีขึ้น และวิธีการที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหได้วิธีหนึ่ง คือ การให้นักเรียนได้ผ่านกระบวนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2533 : 5 - 8) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มองปัญหาด้วยตนเอง คิดหาแนวทางในการหาคำตอบนั้น ๆ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจถึงการแก้ปัญหอย่างมีระบบ การทำโครงการวิทยาศาสตร์มักคิดกันว่าเป็นกิจกรรมที่ทำได้ยาก เป็นกิจกรรมเฉพาะนักเรียนที่เก่งสติปัญญาดีเท่านั้นจึงจะทำได้ (เบญจพร ศรีสุวรรณมาศ. 2531 : 24 - 27) แต่ในความเป็นจริงหาได้เป็นเช่นนั้นไม่ โครงการวิทยาศาสตร์สามารถทำได้กับนักเรียนทุกคนโดยการฝึกที่ถูกต้อง ปัญหาของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่มักพบอยู่เสมอคือ นักเรียนทำโครงการไม่เป็น คิดหวั่นไหวในการทำโครงการไม่ได้ ไม่เข้าใจถึงขั้นตอนการทำ และวิธีการทำ ครูผู้สอนเองก็ขาดวัสดุอุปกรณ์ ขาดความเข้าใจในหลักการที่แท้จริงของการทำโครงการวิทยาศาสตร์

สำหรับความคิดสร้างสรรค์ก็เป็นคุณสมบัติพิเศษอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญยิ่งในการพัฒนาประเทศ เป็นสิ่งที่บ่งชี้คุณภาพของมนุษย์ (กรมการฝึกหัดครู) และในปัจจุบันยุคนี้เป็นยุคของการปฏิรูปการศึกษาสถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตลอดจนกระทรวงศึกษาธิการ ได้มีวิสัยทัศน์ของการเรียนรู้ ข้อหนึ่งกล่าวว่า “...ผู้เรียนทุกคนจะได้รับการส่งเสริมให้พัฒนากระบวนการคิด ความสามารถในการเรียนรู้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา และการคิดสร้างสรรค์องค์ความรู้...”

จากวิสัยทัศน์ที่กล่าวมาข้างต้นนี้ สอดคล้องกับแนวความคิดของ Jean Piaget นักจิตวิทยาชาวสวิส ที่กล่าวไว้ว่า “...เป้าหมายสำคัญของการศึกษา คือ การสร้างคนให้เป็นผู้ที่สามารถทำสิ่งใหม่ ๆ มิใช่เพียงแต่เป็นผู้คอยลอกเลียนแบบผู้อื่น ต้องการคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ รู้จักประดิษฐ์ และค้นคว้าแสวงหาความรู้...”

ความคิดสร้างสรรค์จึงควรเป็นเป้าหมายสำคัญที่ควรพัฒนาและส่งเสริมเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งถึงแม้ว่าในขณะนี้นับได้ว่าประเทศไทยมีความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีไปมากแล้วก็ตาม แต่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเยาวชนของประเทศยังคงมีบทบาทที่สำคัญ เพื่อที่จะได้มีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และกล้าที่จะนำความคิดสร้างสรรค์ ความฝัน จินตนาการนั้นมาปฏิบัติจริง

อาจกล่าวได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นส่วนหนึ่งจากการถ่ายทอดพันธุกรรมจากบิดา – มารดา แต่ประสบการณ์ภายหลัง ซึ่งครูต้องเป็นผู้ปลูกฝังให้อีกทางหนึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เป็นอย่างมาก หากครูไม่มีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ อาจจะเป็นความล้มเหลวของครูในยุคปฏิรูปการศึกษานี้ และรวมไปถึงเป็นความล้มเหลวของอนาคตของประเทศชาติด้วย

เมื่อการจัดการเรียนรู้สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเยาวชนไทยได้แล้ว บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์หรือมีความคิดริเริ่มแปลก ๆ ใหม่ ๆ มีความคิดคล่อง มีความคิดยืดหยุ่น ย่อมเป็นที่ต้องการของสังคมประเทศไทย เนื่องจากประเทศไทยมีปัญหามากมาย การแก้ปัญหาต่าง ๆ ย่อมต้องการความคิดสร้างสรรค์ อันจะก่อให้เกิดประโยชน์แก่สังคมโดยรวม

จากการที่ความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิต เทคโนโลยี และความเจริญก้าวหน้าของประเทศ การจัดการเรียนรู้ จึงมีส่วนสำคัญที่จะช่วยพัฒนาบุคลากรให้เป็นไปตามความต้องการของสภาพสังคม อนึ่ง วิธีการสอนที่สามารถช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิด ความอยากรู้อยากเห็น อยากแสวงหาความรู้ เกิดทักษะกระบวนการ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ จึงนับเป็นสิ่งสำคัญ ที่ครูผู้สอนต้องมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ มีกิจกรรมที่เหมาะสมต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ รวมไปถึงทักษะกระบวนการด้านอื่น ๆ อีกด้วย

จากข้อมูลและเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้เสนอรูปแบบของแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อใช้สอนกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ อันมีเนื้อหาที่ประกอบด้วยความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์ ความสำคัญของโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์ ขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ คุณค่าของโครงงานวิทยาศาสตร์ ตลอดจนตัวอย่างของ

โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทต่าง ๆ อันจะเป็นแนวทางในการคิดหัวข้อโครงการวิทยาศาสตร์ และทำโครงการวิทยาศาสตร์ของตนเองต่อไป

ในแบบฝึกโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น ประกอบด้วยชุดแบบฝึกโครงการวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทสำรวจ และโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์ โดยเน้นความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นสำคัญ เพื่อเป็นประโยชน์แก่นักเรียนในการนำความรู้ไปสู่ขั้นตอนการนำเสนอหัวข้อและลงมือปฏิบัติการทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและสมบูรณ์ตามขั้นตอนการจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบฝึกโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. เพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบฝึกโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีความสำคัญดังต่อไปนี้

1. ผลการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ทำให้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถคิดหัวข้อหรือเลือกเรื่อง และลงมือปฏิบัติทำโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ดียิ่งขึ้น
2. ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา ได้แสดงออกซึ่งความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ รู้จักการทำงานเป็นหมู่คณะ มีความกระตือรือร้นในการศึกษาค้นคว้ามากขึ้น และสามารถจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์
3. ผลการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดแบบฝึกโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์จากการมีส่วนร่วมในการเรียน โดยผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น สำหรับครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ท่านอื่นยังสามารถนำชุดแบบฝึกนี้ไปปรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของตนให้เหมาะสมและเกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร กลุ่มประชากรในการศึกษาค้นคว้านี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนช่างตากอรัสคอนแวนท์ เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวน 198 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนช่างตากครูสคอนแวนท์ เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 50 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยการจับฉลากมา 1 ห้องเรียนจาก 4 ห้องเรียน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หมายถึง สื่อการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วยกิจกรรมการศึกษาค้นคว้าหาคำตอบจากสถานการณ์ มีการกำหนดปัญหาดังสมมติฐาน คาดคะเนคำตอบของปัญหา การรวบรวมข้อมูลหรือการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน และสรุปผลของการศึกษาค้นคว้า เป็นการแสดงให้เห็นถึงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งแบบฝึกออกตามลักษณะของกิจกรรมได้ดังนี้

1.1 แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประเภทการทดลอง เป็นกิจกรรมการศึกษาหาคำตอบของปัญหาใดปัญหาหนึ่งจากสถานการณ์ที่กำหนด เพื่อฝึกให้นักเรียนออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลองหาคำตอบที่ต้องการทราบหรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ขั้นตอนในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทนี้ ประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง ซึ่งจะต้องมีการควบคุมตัวแปรที่ต้องการศึกษาแล้วดำเนินการทดลองรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม มีการแปลผลและสรุปผลการทดลอง

1.2 แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประเภทการสำรวจ เป็นกิจกรรมการศึกษารวบรวมข้อมูลจากธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาหาความรู้ที่มีอยู่หรือเป็นอยู่ในธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยใช้วิธีการสำรวจและรวบรวมข้อมูล แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาจัดกระทำ เช่น จำแนกเป็นหมวดหมู่ นำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้เห็นลักษณะหรือความสัมพันธ์ในเรื่องที่ศึกษา โดยไม่มีการกำหนดหรือควบคุมตัวแปร

1.3 แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประเภทการประดิษฐ์หรือการพัฒนา เป็นกิจกรรมที่ฝึกให้นักเรียนได้พัฒนาหรือประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อใช้งานได้ตามประสงค์ อาจเสนอหรือสร้างเป็นแบบจำลองทางความคิดเพื่อแก้ปัญหา โดยอาศัยความรู้หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์

2. การสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หมายถึง การสอนวิทยาศาสตร์ แบบสืบเสาะหาความรู้โดยให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประกอบในกิจกรรมการเรียนการสอน ตามลักษณะของกิจกรรมดังนี้

2.1 การสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประเภทการทดลอง หมายถึง การสอนที่ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์เพื่อระบุปัญหา

และตั้งสมมติฐาน มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร ออกแบบการทดลอง โดยเขียนเป็นเค้าโครงให้ครูตรวจพิจารณาก่อน แล้วจึงดำเนินการทดลอง เพื่อหาคำตอบที่ต้องการหรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมดังนี้

2.1.1 ขั้นตอนอภิปรายก่อนทำกิจกรรม

นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน กำหนดและควบคุมตัวแปร เลือกวัสดุอุปกรณ์และออกแบบการทดลองจากสถานการณ์ในแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประเภทการทดลองโดยเขียนเป็นเค้าโครงของโครงงานให้ครูพิจารณา

2.1.2 ขั้นตอนปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนดำเนินการทดลองตามที่ได้วางแผนและออกแบบการทดลองตามเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์

2.1.3 ขั้นตอนอภิปรายหลังทำกิจกรรม

- นักเรียนรายงานผลที่ได้จากการทดลอง
- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปผลการทำกิจกรรมเพื่อสรุปเป็นความรู้ และเพื่อนำไปสู่การคิดหัวข้อโครงงานวิทยาศาสตร์

2.2 การสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประเภทการสำรวจ หมายถึง การสอนที่ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ เพื่อระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน จากนั้นให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประกอบในกิจกรรมการเรียนการสอน ตามลักษณะของกิจกรรมดังนี้

2.2.1 ขั้นตอนอภิปรายก่อนทำกิจกรรม

นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อระบุปัญหาและตั้งสมมติฐานจากสถานการณ์ในแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประเภทการสำรวจ

2.2.2 ขั้นตอนปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนสำรวจและรวบรวมข้อมูล ปฏิบัติกิจกรรมตามแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประเภทการสำรวจ

2.2.3 ขั้นตอนอภิปรายหลังทำกิจกรรม

- นักเรียนรายงานผลที่ได้จากการสำรวจและรวบรวมข้อมูล
- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปผลการทำกิจกรรมเพื่อสรุปเป็นความรู้ และเพื่อนำไปสู่การคิดหัวข้อโครงงานวิทยาศาสตร์

2.3 การสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประเภทการประดิษฐ์และการพัฒนา หมายถึง การสอนที่ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ เพื่อระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน จากนั้นให้นักเรียนออกแบบสร้างหรือพัฒนาสิ่งประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้ อุปกรณ์ต่าง ๆ หรือเสนอเป็นแบบจำลองทางความคิดเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ได้ศึกษาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมดังนี้

2.3.1 ขั้นตอนการปฏิบัติก่อนทำกิจกรรม

นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อระบุปัญหาและตั้งสมมติฐานจากสถานการณ์ พร้อมทั้งออกแบบสร้างหรือประดิษฐ์อุปกรณ์ เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในแบบฝึกโครงงาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประเภทการประดิษฐ์และการพัฒนา

2.3.2 ขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนสร้างหรือประดิษฐ์อุปกรณ์เครื่องใช้ตามที่วางแผนไว้ในแบบฝึก โครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประเภทการประดิษฐ์และการพัฒนา

2.3.3 ขั้นตอนการปฏิบัติหลังทำกิจกรรม

- นักเรียนนำเสนอสิ่งประดิษฐ์ พร้อมทั้งอภิปรายขั้นตอนการประดิษฐ์
- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการทำกิจกรรมเพื่อสรุปเป็นความรู้ และเพื่อนำไปสู่การคิดหัวข้อโครงงานวิทยาศาสตร์

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้ ความรู้ ความคิด ของผู้เรียนแก้ปัญหาที่พบ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิด แก้ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 4 ขั้นตอนดังนี้

3.1 ขั้นระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกปัญหาที่สำคัญที่สุด ภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

3.2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกสาเหตุที่แท้จริงหรือ สาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากข้อเท็จจริงตามสถานการณ์

3.3 ขั้นกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการวางแผน เพื่อ ตรวจสอบสาเหตุของปัญหาหรือข้อเท็จจริงหรือเพื่อหาข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหา ที่ระบุไว้

3.4 ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายได้ว่าผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหานั้นสอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาที่ระบุไว้หรือไม่และ ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ วัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

4. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิด หาคำตอบของปัญหา โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบทดสอบที่ ปรับปรุงมาจากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของสุมาลี กาญจนชาติ (2525) ซึ่งมีองค์ประกอบ 3 ด้าน ดังนี้

4.1 ความคล่องแคล่วในการคิดทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดหา คำตอบในทางวิทยาศาสตร์ได้มากในเวลาที่จำกัด

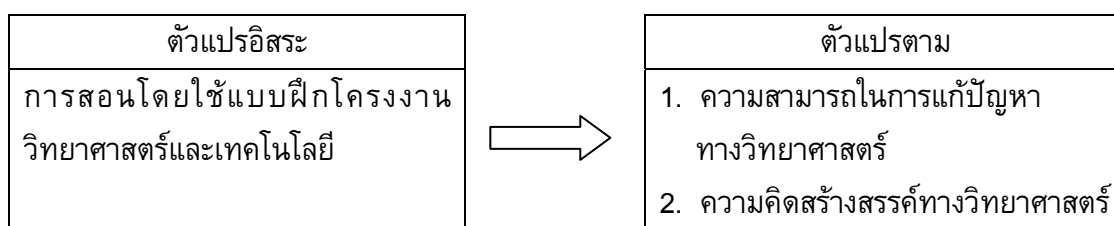
4.2 ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่จะคิดหาคำตอบในทางวิทยาศาสตร์ได้หลายแนวทาง

4.3 ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดแปลกใหม่ทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ซ้ำกับคนส่วนใหญ่

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

กรอบแนวคิดในการวิจัย



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสาร และงานวิจัยเกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์
2. เอกสาร และงานวิจัยเกี่ยวกับแบบฝึก
3. เอกสาร และงานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
4. เอกสาร และงานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1. เอกสาร และงานวิจัยเกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์

1.1 ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์

โครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมวิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่งที่นักการศึกษาได้ให้ความสนใจ ได้มีสถาบันการศึกษาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายดังนี้

สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย (2528 : 13) ให้ความหมายของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างมีหลักเกณฑ์และต้องสำเร็จในตัวเอง ผู้ศึกษาจะต้องมีความละเอียดรอบคอบ มีการศึกษาและบันทึกผลที่ได้จากการศึกษาไว้ตามลำดับทุกชั้น การวางรูปโครงการวิทยาศาสตร์ควรจะต้องดำเนินการล่วงหน้าให้รัดกุม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531 : 1) ให้ความหมายของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การทำโครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นคว้า และลงมือปฏิบัติด้วยตนเองภายใต้การดูแลและให้คำปรึกษาของครู หรือผู้ทรงคุณวุฒิตั้งแต่การเลือกหัวข้อที่จะศึกษาค้นคว้า ดำเนินการ วางแผน ออกแบบ ประดิษฐ์ สืบรวจ ทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งการแปรผล สรุปผล และการเสนอผลงาน

ธีระชัย ปุณณโชติ (2531 : 16) ให้ความหมายของการดำเนินงานโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ภายใต้การแนะนำ ปรึกษา และการดูแลของครู หรือผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้น ๆ และอาจใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ช่วยเพื่อให้การศึกษาค้นคว้านั้นบรรลุผลตามจุดประสงค์

จิรพรรณ แสงหล้า (2532 : 9) ให้ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามความถนัดหรือความสนใจ นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ภายใต้การแนะนำ

ปรึกษา ช่วยเหลือ และดูแลจากอาจารย์ที่ปรึกษา หรือผู้ทรงคุณวุฒิโครงการวิทยาศาสตร์อาจจัดในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้ รวมทั้งสามารถดำเนินกิจกรรมได้ทั้งในและนอกบริเวณโรงเรียน ซึ่งอาจเป็นรายกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้

กระทรวงศึกษาธิการ (2533 : 5) ให้ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ว่า เป็นการทำกิจกรรมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า และลงมือปฏิบัติด้วยตนเองภายใต้การดูแลและให้คำปรึกษาของครู อาจารย์ หรือผู้ทรงคุณวุฒิ ตั้งแต่การเลือกหัวข้อที่จะศึกษาค้นคว้า ดำเนินการวางแผน ออกแบบประดิษฐ์ สำรวจ ทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งการแปลผล สรุปผล และการเสนอผลงาน

ประภาพร สุวรรณรัตน์ (2533 : 16) ให้ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ว่าเป็นกิจกรรมที่ประกอบด้วยกระบวนการแก้ปัญหาทางด้านวิทยาศาสตร์ มีการปฏิบัติตามขั้นตอนที่วางไว้ โดยใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ จนโครงการนี้สัมฤทธิ์ผล เป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตรในวิชาวิทยาศาสตร์

สรุปได้ว่า โครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรืองานวิจัยเล็ก ๆ ของนักเรียนที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์หรือการแก้ปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า เพื่อตอบข้อสงสัยหรือปัญหาที่พบ ตามความสนใจและระดับความรู้ความสามารถของนักเรียน โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์อันประกอบด้วยการระบุปัญหา การตั้งสมมติฐานการพิสูจน์หรือทดลอง ตลอดจนการสรุปผลและการนำไปใช้ซึ่งนักเรียนจะต้องเป็นผู้เลือกปัญหา วางแผน และลงมือปฏิบัติด้วยตนเองภายใต้การดูแล และให้คำปรึกษาของครู หรือผู้ทรงคุณวุฒิ

1.2 จุดมุ่งหมายของการทำโครงการวิทยาศาสตร์

หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา (2526 : 34) ได้ระบุจุดมุ่งหมายของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. เพื่อส่งเสริมการศึกษาค้นคว้า หรือวิจัยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสนใจและมีความสามารถทางวิทยาศาสตร์
2. เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ ค้นคว้าและประดิษฐ์ผลงานทางวิทยาศาสตร์ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อคุณค่าทางวิชาการ
3. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสเผยแพร่ผลงานของตนเอง
4. เพื่อให้นักเรียนได้รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์
5. เพื่อให้นักเรียนได้รู้จักการทำงานร่วมกับบุคคลอื่น ๆ

นอกจากนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ระบุจุดมุ่งหมายของการให้ทำโครงการวิทยาศาสตร์ ในโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529 : 1) ไว้ดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนใช้ความรู้และประสบการณ์เลือกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ตามที่
ตนสนใจ
2. เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง
3. เพื่อให้นักเรียนได้แสดงออกซึ่งความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
4. เพื่อให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเห็นคุณค่าของการใช้กระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา
5. เพื่อให้นักเรียนมองเห็นแนวทางในการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ใน
แต่ละท้องถิ่น

สรุปได้ว่าการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนผู้ทำโครงงาน
วิทยาศาสตร์ได้พัฒนาความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาได้แสดงออก
ซึ่งความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ได้รู้จักการใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ รวมทั้งได้รู้จักการทำงาน
ร่วมกับบุคคลอื่น ๆ นอกจากนี้โครงงานวิทยาศาสตร์บางโครงงาน อาจเป็นพื้นฐานให้มีการพัฒนา
ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอีกด้วย

1.3 หลักการของกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2530 : 4) ได้ระบุหลักการที่
สำคัญของกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ มีดังต่อไปนี้คือ

1. เน้นการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนริเริ่มวางแผน และ
ดำเนินการศึกษาด้วยตนเอง โดยมีอาจารย์เป็นผู้ชี้แนะแนวทางและให้คำปรึกษา
2. เน้นกระบวนการในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตั้งแต่การ
กำหนดปัญหาหรือเลือกหัวข้อที่สนใจ การวางแผนการศึกษาค้นคว้า การรวบรวมข้อมูลหรือการ
ทดลองและการสรุปผลการศึกษาค้นคว้า
3. เน้นการคิดเป็น ทำเป็น และการแก้ปัญหาด้วยตนเอง
4. การทำกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ มุ่งฝึกให้นักเรียนเรียนรู้วิธีการศึกษาค้นคว้า
และแก้ปัญหาดด้วยตนเองมิได้เน้นการส่งเข้าประกวดเพื่อรับรางวัล

1.4 ขอบเขตเนื้อหาของโครงงานวิทยาศาสตร์

ขอบเขตเนื้อหาของโครงงานวิทยาศาสตร์ ควรจะเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
ซึ่งควรเป็นเรื่องง่าย ๆ ของนักเรียน เหมาะสมกับวัย ระดับชั้น ความรู้ความสามารถ

โครงงานวิทยาศาสตร์ ถ้าแบ่งตามวิธีการได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา หรือแบ่งตาม
วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ชีระชัย ปุณณโชติ (2531 : 7 - 29) สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531 : 7-17) และ มาฆะ ทิพย์ศิริ (2543 : 7 - 8) ได้แบ่งโครงงาน
วิทยาศาสตร์ ออกเป็น 4 ประเภท คือ

1. โครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจรวบรวมข้อมูล

เป็นโครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภทที่ตอบปัญหาหรือข้อสงสัย โดยการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูล ไม่จำเป็นต้องจัดหรือกำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้อง นักเรียนจะทำงานโดยใช้ทักษะการสำรวจ ทักษะการรวบรวมข้อมูล เพื่อให้เห็นความสำคัญของเรื่องหรือปัญหาที่นักเรียนสงสัยนั้น

ในการสำรวจและรวบรวมข้อมูลทำได้หลายแบบ เช่น การออกไปเก็บข้อมูลภาคสนาม โดยเก็บเป็นภาพถ่าย หรือบันทึกข้อมูล หรือเก็บข้อมูลมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการอีกครั้งหนึ่งก็ได้

ตัวอย่างโครงการงานประเภทนี้ ได้แก่

- การสำรวจชนิดของพืชในท้องถิ่น
- การสำรวจสัตว์ในท้องถิ่น
- การสำรวจพฤติกรรมของมด แมลง และอื่น ๆ
- การสำรวจของใช้ในบ้าน
- การสำรวจวงจรชีวิตของแมลง ฯลฯ

โครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภทนี้เป็นโครงการที่นำไปใช้ประโยชน์ได้น้อย ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาเพื่อตอบคำถามเพื่อรู้เท่านั้น การนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้น้อย และจุดอ่อนของโครงการงานประเภทนี้อยู่ตรงที่ไม่ได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร

2. โครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง

ลักษณะเด่นของโครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง คือ ต้องมีการออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาผลของตัวแปรหนึ่งที่มีผลต่ออีกตัวแปรหนึ่งที่ต้องการศึกษา โดยมีการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อการศึกษาไว้ หรืออาจกล่าวได้ว่า โครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองจะต้องมีการกำหนดตัวแปร ซึ่งได้แก่

- ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ คือสิ่งที่เราต้องการจะศึกษา
- ตัวแปรตาม คือสิ่งที่เราต้องการจะวัดหรือผลการทดลอง
- ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือสิ่งที่ไม่ต้องการจะศึกษา เป็นสิ่งที่เราต้องควบคุมไว้ให้คงที่ มิฉะนั้น จะมีผลทำให้ตัวแปรตามเคลื่อนที่

ตัวอย่างเช่น ต้องการจะศึกษาว่า แสงสีอะไรเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักคะน้า อาจจะกำหนดสีของแสงนั้นขึ้น 5 สี ได้แก่ แดง ม่วง เขียว เหลือง และน้ำเงิน โดยออกแบบการทดลองต้องมีการปลูกผักคะน้า 5 แปลง แต่ละแปลงให้แสงแต่ละสีจากที่กล่าวข้างต้น

- ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ คือ สีของแสง
- ตัวแปรตาม คือ การเจริญเติบโต ซึ่งอาจใช้เกณฑ์วัดความสูง นับจำนวนใบชั่งน้ำหนัก

- ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ พันธุ์ผักคะน้า ปริมาณน้ำที่รดดิน ระยะห่างระหว่างต้น ขนาดของแปลง จำนวนต้นต่อแปลง

ที่กล่าวมาทั้งหมดเป็นลักษณะของโครงการประเภทการทดลอง ซึ่งโครงการประเภทนี้ทำกันอย่างแพร่หลายมาก ข้อดีของโครงการประเภทนี้จะมีการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 5 ขั้นตอน คือ ตั้งแต่การกำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน วางแผนการทดลอง รวบรวมข้อมูล และสรุปผล นอกจากนั้นโครงการประเภทการทดลองเป็นโครงการที่ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปรอีกด้วย ซึ่งถือเป็นพื้นฐานในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ

3. โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์

เป็นการนำเอาหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประดิษฐ์เป็นเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ ซึ่งอาจคิดประดิษฐ์ใหม่ หรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงจากของเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นก็ได้ โครงการนี้จะรวมถึงแบบจำลองได้ เช่น เครื่องพ่นยาอัตโนมัติ เครื่องอบกล้วยเล็บมือนาง หุ่นยนต์ใช้งานในบ้าน เป็นต้น

4. โครงการวิทยาศาสตร์ประเภททฤษฎี

เป็นการเสนอทฤษฎี หรือหลักการ หรือแนวความคิดใหม่ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของสูตร สมการ หรือคำอธิบายก็ได้ โดยผู้เสนอจะต้องกำหนดข้อตกลงขึ้นมาแล้วนำเสนอ

1.5 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

มาฆะ ทิพย์ศิริ (2543 : 5) ได้กล่าวถึงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ใช้ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ มี 5 ขั้นตอนคือ

1. ปัญหา หรือข้อสงสัยที่นักเรียนพบเห็น
2. สมมติฐาน หรือคำตอบชั่วคราว
3. กำหนดวิธีที่ดีที่สุดในการตอบปัญหา ซึ่งอาจทำได้โดยการสังเกต หรือการทดลอง
4. เก็บรวบรวมข้อมูล โดยข้อมูลที่ได้อาจจะขัดแย้งกับสมมติฐาน หรือสนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ก็ได้
5. นำข้อมูลที่ได้มาสร้างองค์ความรู้ใหม่

1.6 ขั้นตอนของการทำโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การทำโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นกิจกรรมที่ต่อเนื่องและมีการดำเนินงานหลายขั้นตอน ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงขั้นสุดท้ายดังนี้

1. การคิดและเลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงการ
2. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง
3. การจัดทำเค้าโครงย่อของโครงการ
4. การลงมือทำโครงการ
5. การเขียนรายงาน
6. การแสดงผลงาน

ขั้นที่สำคัญที่สุดของการทำโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คือการคิดหัวข้อเรื่องของโครงการ ซึ่งนักเรียนจะต้องคิดและเลือกด้วยตนเอง โดยทั่วไปหัวข้อเรื่องของโครงการมักจะได้อาจมาจากปัญหา คำถาม หรือความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ ของนักเรียนเอง หัวข้อเรื่องของโครงการควรเฉพาะเจาะจงและชัดเจนบ่งชี้ว่าจะศึกษาสิ่งใดหรือตัวแปรใด และควรเป็นเรื่องแปลกใหม่หรือมีแนวทางการศึกษาทดลองที่แปลกใหม่ ซึ่งแสดงถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ด้วย นอกจากนั้นหากคำนึงถึงเรื่องที่เป็นประโยชน์ด้วยก็จะทำให้โครงการนั้นมีคุณค่ายิ่งขึ้น

แนวความคิดในการเลือกหัวข้อเรื่องเพื่อทำโครงการ พอสรุปได้ดังนี้

1. จากการอ่านหนังสือต่าง ๆ เช่น ตำรา หนังสือพิมพ์ วารสาร เป็นต้น
2. จากการไปเยี่ยมชมสถานที่ต่าง ๆ เช่น สวนอุทยาน สวนสัตว์ พิพิธภัณฑ์ โรงงานอุตสาหกรรม สถานที่เพาะเลี้ยงพืชและสัตว์ หน่วยงานวิจัย ห้องปฏิบัติการ เป็นต้น
3. จากการฟังบรรยายทางวิชาการ การฟังและชมรายการทางวิทยุโทรทัศน์
4. จากกิจกรรมการเรียนการสอนในโรงเรียน
5. จากงานอดิเรกของนักเรียนเอง
6. จากการเข้าชมนิทรรศการ หรืองานประกวดโครงการวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี
7. จากการศึกษาโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีผู้อื่นทำไว้แล้ว
8. จากการสนทนากับครู อาจารย์ เพื่อน ๆ หรือบุคคลอื่น ๆ
9. จากการสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ รอบตัว

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องในขั้นนี้ยังรวมถึงการขอคำปรึกษาจากผู้ทรงคุณวุฒิและการสำรวจวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องด้วยหลังจากที่นักเรียนได้หัวข้อเรื่องกว้าง ๆ ที่สนใจจะศึกษาค้นคว้าแล้ว ขั้นตอนต่อไปที่อาจารย์ที่ปรึกษาควรแนะนำคือแหล่งที่นักเรียนจะสามารถศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องนี้จะช่วยให้นักเรียนได้แนวความคิดที่จะกำหนดขอบเขตของเรื่องที่จะศึกษาค้นคว้าให้เฉพาะเจาะจงมากขึ้น และได้ความรู้ในเรื่องที่จะทำการศึกษาเพิ่มเติมมากขึ้น จนสามารถออกแบบและวางแผนดำเนินการทำโครงการนั้นได้อย่างเหมาะสม

การจัดทำเค้าโครงย่อของโครงการ เค้าโครงย่อของโครงการโดยทั่ว ๆ ไปจะเขียนขึ้นเพื่อแสดงแนวความคิด แผนงาน และขั้นตอนของการทำโครงการนั้น ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

1. ชื่อโครงการ

ควรเป็นข้อความที่กะทัดรัดชัดเจนสื่อความหมายตรงและมีความเฉพาะเจาะจงว่าจะศึกษาเรื่องอะไร

2. ชื่อผู้ทำโครงการ
3. ชื่อที่ปรึกษาโครงการ

4. ที่มาและความสำคัญของโครงการ

อธิบายว่า เหตุใดจึงเลือกทำโครงการนี้ โครงการเรื่องนี้มีความสำคัญอย่างไร มีหลักการหรือทฤษฎีอะไรเกี่ยวข้อง เรื่องที่ทำเป็นเรื่องใหม่หรือมีผู้อื่นได้เคยศึกษาค้นคว้าเรื่องทำนองนี้ไว้บ้างแล้ว ถ้ามีได้ผลเป็นอย่างไร เรื่องที่ทำนี้ได้ขยายเพิ่มเติมปรับปรุงจากเรื่องที่มีผู้อื่นทำไว้ อย่างไร หรือเป็นการทำซ้ำเพื่อตรวจสอบผล

5. จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

ควรมีความเฉพาะเจาะจงและเป็นสิ่งที่สามารถวัดได้ เป็นการบอกขอบเขตของงานที่จะทำได้ชัดเจนขึ้น

6. สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า (ถ้ามี)

สมมติฐานเป็นคำตอบหรือคำอธิบายที่คาดไว้ล่วงหน้าซึ่งอาจจะถูกหรือไม่ก็ได้ การเขียนสมมติฐานควรมีเหตุผลคือ มีทฤษฎีหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์รองรับและที่สำคัญคือเป็นข้อความที่มองเห็นแนวโน้มในการดำเนินการทดลองหรือสามารถทดสอบได้

7. วิธีดำเนินงาน

7.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้

ระบุว่าวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้มีอะไรบ้าง จะได้วัสดุอุปกรณ์เหล่านั้นมาจากไหน วัสดุอุปกรณ์อะไรบ้างที่ต้องจัดซื้อ อะไรบ้างที่ต้องจัดทำ อะไรบ้างที่ขอยืมได้

7.2 แนวการศึกษาค้นคว้า

อธิบายว่าจะออกแบบการทดลองอะไร อย่างไร จะสร้างหรือประดิษฐ์อะไร อย่างไร จะเก็บข้อมูลอะไรบ้าง เก็บข้อมูลอย่างไรและเมื่อใดบ้าง

8. แผนปฏิบัติงาน

อธิบายเกี่ยวกับกำหนดเวลาเริ่มต้นและเวลาเสร็จของการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอน

9. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

10. เอกสารอ้างอิง

การลงมือทำโครงการ เป็นชั้นลงมือปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในเค้าโครงย่อที่เสนออาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งควรคำนึงถึงเรื่องต่อไปนี้

1. เตรียมวัสดุอุปกรณ์และสถานที่ให้พร้อมก่อนลงมือทดลอง

2. มีสมุดสำหรับบันทึกกิจกรรมประจำวันว่าทำอะไรไป ได้ผลอย่างไร มีปัญหาและข้อคิดเห็นอย่างไร

3. ปฏิบัติการทดลองด้วยความละเอียดรอบคอบ และบันทึกข้อมูลไว้ให้เป็นระเบียบและครบถ้วน

4. คำนึงถึงความปลอดภัยและความปลอดภัยในการทำงาน

5. พยายามทำตามแผนงานที่วางไว้ในตอนแรก แต่อาจเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมบ้างหลังจากที่ได้เริ่มต้นทำงานไปแล้ว ถ้าคิดว่าจะทำให้ผลงานดีขึ้น

6. ควรปฏิบัติการทดลองซ้ำ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้มากขึ้น
7. ควรแบ่งงานเป็นส่วนย่อย และทำแต่ละส่วนให้สำเร็จก่อนทำส่วนอื่นต่อไป
8. ควรทำงานส่วนที่เป็นหลักสำคัญ ๆ ให้เสร็จก่อนแล้ว จึงทำส่วนที่เป็นส่วนประกอบหรือส่วนเสริมเพื่อตกแต่งโครงการ
9. อย่าทำงานต่อเนื่องจนเมื่อยล้า จะทำให้ขาดความระมัดระวัง
10. ถ้าเป็นโครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์ควรคำนึงถึงความคงทน แข็งแรงและขนาดที่เหมาะสมของสิ่งประดิษฐ์นั้น

การเขียนรายงาน เมื่อดำเนินการทำโครงการจนครบขั้นตอนได้ข้อมูลทำการวิเคราะห์ข้อมูลพร้อมทั้งแปลผลและสรุปผลแล้ว งานขั้นตอนต่อไปที่ต้องทำก็คือการเขียนรายงาน

การเขียนรายงานเกี่ยวกับโครงการเป็นวิธีสื่อความหมายที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง เพื่อให้คนอื่น ๆ ได้เข้าใจถึงแนวความคิด วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้าข้อมูล ผลที่ได้ ตลอดจนข้อสรุป ข้อเสนอแนะต่าง ๆ เกี่ยวกับโครงการนั้น

การเขียนรายงานควรจะใช้ภาษาที่อ่านเข้าใจง่าย ๆ ชัดเจน สั้น ๆ และตรงไปตรงมา โดยให้ครอบคลุมหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

1. ชื่อโครงการ
2. ชื่อผู้ทำโครงการ
3. ชื่อที่ปรึกษา
4. บทคัดย่อ

อธิบายถึงที่มาและความสำคัญของโครงการ วัตถุประสงค์ วิธีดำเนินการ และผลที่ได้ ตลอดจนข้อสรุปต่าง ๆ อย่างย่อ

5. ที่มาและความสำคัญของโครงการ

อธิบายความสำคัญของโครงการ เหตุผลที่เลือกทำโครงการนี้และหลักการหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับโครงการ เรื่องที่ทำเป็นเรื่องใหม่หรือมีผู้อื่นเคยศึกษาไว้บ้างแล้วถ้ามีได้ผลเป็นอย่างไร เรื่องที่ทำนี้ได้ขยายเพิ่มเติม หรือปรับปรุงจากเรื่องที่มีผู้อื่นได้ทำไว้อย่างไรบ้าง หรือเป็นการทำซ้ำเพื่อตรวจสอบผล

6. จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า
7. สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า
8. วิธีดำเนินการ อาจแยกเป็น 2 ข้อย่อย คือ

8.1 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

8.2 วิธีดำเนินการทดลอง อธิบายขั้นตอนการดำเนินงานโดยละเอียด

9. ผลการศึกษาค้นคว้า นำเสนอข้อมูลหรือผลการทดลองต่าง ๆ ที่สังเกตรวบรวมได้ รวมทั้งเสนอผลงานการวิเคราะห์ข้อมูลที่วิเคราะห์ได้ด้วย

10. สรุปและข้อเสนอแนะ อธิบายผลสรุปที่ได้จากการทำโครงการ ถ้ามีการตั้งสมมติฐานควรระบุว่า ข้อมูลที่ได้สนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือยังสรุปไม่ได้

นอกจากนี้ยังควรกล่าวถึงการนำผลการทดลองไปใช้ประโยชน์ อุปสรรคของการทำโครงการ หรือข้อสังเกตที่สำคัญ หรือข้อผิดพลาดบางประการที่เกิดขึ้นจากการทำโครงการนี้ รวมทั้งข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงแก้ไขหากจะมีผู้ศึกษาค้นคว้าในเรื่องทำนองนี้ต่อไปในอนาคตด้วย

11. คำขอบคุณ ส่วนใหญ่โครงการวิทยาศาสตร์มักจะเป็นกิจกรรมที่ได้ความร่วมมือจากหลายฝ่าย ดังนั้นเพื่อเป็นการเสริมสร้างบรรยากาศของความร่วมมือจึงควรได้กล่าวขอบคุณบุคลากรหรือหน่วยงานต่าง ๆ ที่มีส่วนช่วยให้โครงการนี้สำเร็จด้วย

12. เอกสารอ้างอิง อ้างถึงหนังสือและ / หรือเอกสารต่าง ๆ ที่ผู้ทำโครงการใช้ค้นคว้า หรืออ่านเพื่อศึกษาหาข้อมูลและรายละเอียดต่าง ๆ ที่นำมาใช้ประโยชน์ในการทำโครงการนี้ ที่กล่าวมานี้เป็นรูปแบบหนึ่งของการเขียนรายงานเท่านั้น ซึ่งเป็นการเขียนรายงานในลักษณะทั่ว ๆ ไป รูปแบบดังกล่าวนี้อาจไม่เหมาะสมกับโครงการทุกประเภทก็ได้ ทั้งนี้แล้วแต่ลักษณะโครงการ อย่างไรก็ตามไม่ว่าจะเป็นโครงการประเภทใดสิ่งสำคัญที่สุดที่ผู้เขียนรายงานควรตระหนักไว้อย่างเสมอก็คือควรเขียนรายงานให้ชัดเจนใช้ศัพท์เทคนิคที่ถูกต้อง ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย และครอบคลุมประเด็นสำคัญ ๆ ทั้งหมดของโครงการ

การแสดงผลงาน การแสดงผลงานจัดได้ว่าเป็นขั้นตอนสำคัญอีกประเภทหนึ่งของการทำโครงการ เรียกได้ว่าเป็นงานขั้นสุดท้ายของการทำโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นการแสดงผลผลิตของงาน ความคิด และความพยายามทั้งหมดที่ผู้ทำโครงการได้ทุ่มเทลงไป และเป็นวิธีการที่จะทำให้ผู้อื่นได้รับรู้และเข้าใจถึงผลงานนั้น ๆ มีผู้กล่าวว่า การวางแผนออกแบบเพื่อจัดแสดงผลงานนั้นมีความสำคัญเท่า ๆ กับการทำโครงการนั่นเอง ผลงานที่สร้างขึ้นจะดียอดเยี่ยมเพียงใด แต่ถ้าวางแผนจัดแสดงผลงานทำไม่ได้ไม่ดี ก็เท่ากับไม่ได้แสดงคามดียอดเยี่ยมของผลงานนั้นนั่นเอง

การแสดงผลงานนั้น อาจทำได้ในรูปแบบต่าง ๆ กัน เช่น การแสดงในรูปแบบนิทรรศการซึ่งมีทั้งการจัดแสดงและการอธิบายด้วยคำพูด หรือในรูปแบบของการจัดแสดงโดยไม่มี การอธิบายประกอบ หรือในรูปแบบของการรายงานปากเปล่า ไม่ว่าการแสดงผลงานจะอยู่ในรูปแบบใด ควรจะจัดให้ครอบคลุมประเด็นสำคัญดังต่อไปนี้

1. ชื่อโครงการ ชื่อผู้จัดทำโครงการ ชื่อที่ปรึกษา
2. คำอธิบายย่อ ๆ ถึงเหตุจูงใจในการทำโครงการและความสำคัญของโครงการ
3. วิธีการดำเนินการ โดยเลือกเฉพาะขั้นตอนที่สำคัญ
4. การสาธิตหรือแสดงผลที่ได้จากการทดลอง
5. ผลการสังเกตและข้อมูลเด่น ๆ ที่ได้จากการทำโครงการ

การประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

การประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นการประเมินผลโครงงานเพื่อจะได้ทราบว่าโครงงานที่นักเรียนทำไปแล้วนั้นถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด นับว่าเป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญมาก (สสวท. 2531 : 52 – 58) ตามปกติครูผู้สอนจะเป็นผู้ประเมินโครงงานหรืออาจประเมินโดยคณะกรรมการของโรงเรียน เพื่อคัดเลือกโครงงานไปแสดงในโอกาสอื่น ๆ ต่อไป ส่วนการประเมินโครงงานเพื่อตัดสินให้รางวัลในวันแสดงโครงงาน ส่วนใหญ่จะประเมินโดยกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิจากบุคคลภายนอกที่ได้รับเชิญ การประเมินผลไม่ว่าจะเพื่อวัตถุประสงค์ใด จะมีหลักเกณฑ์ใหญ่ ๆ ที่คล้ายกัน จะแตกต่างกันบ้างในรายละเอียดและแบบที่ใช้ประเมิน ในที่นี้จะเสนอแบบการประเมินผลโครงงานไว้ดังต่อไปนี้

ตัวอย่างแบบประเมินโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชื่อผู้ทำโครงงาน.....

ชั้น / ห้องโรงเรียน.....

ชื่อโครงงาน.....

คะแนนที่ได้.....

ชื่อผู้ประเมินโครงงาน.....

ให้วงกลมล้อมรอบคะแนนที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมในตารางข้างล่างนี้

รายการพิจารณา	ดีเยี่ยม	ดีเยี่ยม	ดี	พอใช้
ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ	10 9	8 7 6	5 4 3	2 1
การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงงานหรือเทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในการประดิษฐ์คิดค้น	10 9	8 7 6	5 4 3	2 1
การเขียนรายงาน การจัดแสดงโครงงานและการอธิบายปากเปล่า	10 9	8 7 6	5 4 3	2 1
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	10 9	8 7 6	5 4 3	2 1

การที่นักเรียนสามารถทำโครงงานจนสำเร็จ และนำมาแสดงในงานได้ แสดงว่านักเรียนได้ใช้สติปัญญา กำลังความสามารถและได้เกิดการเรียนรู้แล้ว การประเมินผลโครงงานจึงไม่ควรมีคำว่าตก หรือใช้ไม่ได้ หรือไม่ผ่าน ทุกโครงงานที่นำมาแสดงถือว่าอย่างน้อยอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้แล้ว ดังนั้นการแปลความหมายของคะแนนที่ได้จึงอาจแปลดังนี้

36 – 40	ดียอดเยี่ยม
24 – 35	ดีเยี่ยม
12 – 23	ดี
4 – 11	พอใช้

สำหรับเกณฑ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการพิจารณาประเมินโครงการในแบบประเมินดังกล่าว อาจอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

1. ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ การพิจารณาตัดสินให้คะแนนในข้อนี้ต้องคำนึงถึง ระดับชั้นและอายุของนักเรียนด้วย ซึ่งอาจพิจารณาในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1.1 ใช้ศัพท์เทคนิคได้ถูกต้องและมีความเข้าใจในศัพท์เทคนิคที่ใช้เพียงใด

1.2 ได้ค้นหาเอกสารอ้างอิงได้เหมาะสม และมีความเข้าใจในเรื่องที่อ้างอิง มากน้อยเพียงใด

1.3 มีความเข้าใจในหลักการสำคัญ ๆ ของเรื่องที่ทำมากน้อยเพียงใด

1.4 ได้รับความรู้เพิ่มเติมจากการทำโครงการนี้นอกจากที่เรียนตาม หลักสูตรปกติมากน้อยเพียงใด

2. การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงการ หรือเทคนิคที่ใช้ในการ ประดิษฐ์คิดค้น

ถ้าเป็นโครงการประเภทการทดลอง หรือสำรวจรวบรวมข้อมูล การประเมินใน หัวข้อนี้ควรพิจารณาในด้านต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ปัญหาหรือสมมติฐานได้แถลงไว้ชัดเจนเพียงใด

2.2 การออกแบบการทดลอง หรือการวางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลทำได้ รัดกุมเพียงใด

2.3 การวัดและการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ทำได้ดีเพียงใด

2.4 การจัดกระทำและการนำเสนอข้อมูลทำได้เหมาะสมเพียงใด

2.5 การแปลผลเหมาะสมและตั้งบนรากฐานของข้อมูลที่รวบรวมได้เพียงใด

2.6 การบันทึกประจำวันเกี่ยวกับการทำโครงการทำไว้เรียบร้อย และเหมาะสม เพียงใด

ถ้าเป็นโครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์ การประเมินโครงการในหัวข้อนี้ควรพิจารณา ดังนี้

2.7 วัสดุที่ใช้มีความเหมาะสมเพียงใด

2.8 การออกแบบมีความเหมาะสมกับงานที่จะใช้เพียงใด เช่น ขนาด รูปร่าง ตำแหน่งของปุ่มควบคุมต่าง ๆ ฯลฯ

2.9 มีความคงทนถาวรเพียงใด

2.10 ได้คำนึงถึงความปลอดภัยในการใช้งานเพียงใด

2.11 การออกแบบได้คำนึงถึงการซ่อมบำรุงรักษามากน้อยเพียงใด เช่น ส่วนที่จำเป็นต้องถอดออกเปลี่ยนบ่อย ๆ หรือต้องซ่อมบำรุงบ่อย ๆ อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมเพียงใด

2.12 มีความประณีตเรียบร้อย สวยงามจูงใจผู้ใช้เพียงใด

2.13 เทคนิควิธีการที่ใช้มีความเหมาะสมกับเทคโนโลยีในปัจจุบันเพียงใด
ถ้าเป็นโครงการเชิงทฤษฎี การประเมินโครงการในหัวข้อนี้อาจพิจารณาดังนี้

2.14 แนวความคิดมีความต่อเนื่องเพียงใด

2.15 แนวความคิดมีเหตุผลและมีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใด

2.16 กติกาหรือข้อตกลงเบื้องต้นที่ใช้มีความเหมาะสมเพียงใด

2.17 การอธิบายหรือการสรุปแนวความคิดตั้งบนกติกา หรือข้อตกลงเบื้องต้นที่ตั้งไว้หรือไม่เพียงใด

3. การเขียนรายงาน การจัดแสดงโครงการ และการอธิบายปากเปล่า การประเมินโครงการในหัวข้อนี้เป็นการประเมินในด้านต่าง ๆ ดังนี้

3.1 รายงานที่นักเรียนได้เขียนขึ้นทำได้เหมาะสมเพียงใด ซึ่งอาจพิจารณาในด้านต่าง ๆ ดังนี้ ความถูกต้องของแบบฟอร์ม ความชัดเจนและครอบคลุมของบทคัดย่อศัพท์ที่ใช้ ความชัดเจนและรัดกุมของภาษาที่ใช้ ความเหมาะสมของตาราง กราฟ รูปภาพที่ใช้ประกอบ

3.2 การจัดแสดงโครงการ ทำได้เหมาะสมเพียงใด คำอธิบายที่เขียนในแผ่นโปสเตอร์ที่จัดแสดงชัดเจน และช่วยให้เข้าใจโครงการที่ทำได้เพียงใด ออกแบบและติดตั้งได้สวยงามน่าชมเพียงใด วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาแสดงจัดได้เหมาะสมเพียงใด ดึงดูดความสนใจเพียงใด ช่วยให้เข้าใจโครงการได้ดีขึ้นเพียงใด

3.3 การอธิบายปากเปล่า อธิบายได้ชัดเจน รัดกุมเพียงใด ใช้ภาษาได้เหมาะสมเพียงใด ตอบคำถามได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและแคล่วคล่องเพียงใด

4. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การประเมินในข้อนี้ต้องคำนึงถึงระดับผู้ทำโครงการ คือ เป็นความคิดริเริ่มสร้างสรรค์หรือความแปลกใหม่ในระดับผู้ทำโครงการ ไม่ใช่ในระดับของผู้ประเมินโครงการ ซึ่งอาจพิจารณาในหัวข้อต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

4.1 ปัญหาหรือเรื่องที่มีความสำคัญ และมีความใหม่แปลกเพียงใด

4.2 ได้มีการดัดแปลง เปลี่ยนแปลง หรือเพิ่มเติมแนวความคิดที่แปลกใหม่ลงไปโครงการที่ทำมากน้อยเพียงใด

4.3 มีการคิดและใช้วิธีการที่ใหม่แปลกในการควบคุม หรือวัดตัวแปร หรือเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ มากน้อยเพียงใด

4.4 มีการประดิษฐ์คิดค้นเครื่องมือที่ใหม่แปลกในการทำโครงการมากน้อยเพียงใด

4.5 มีการออกแบบ ประดิษฐ์ ดัดแปลง หรือใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ใหม่แปลกในการทำโครงการมากน้อยเพียงใด

1.7 คุณค่าของโครงการวิทยาศาสตร์

การทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน นอกจากจะมีคุณค่าทางด้านการฝึกให้นักเรียนมีความรู้ความชำนาญ และมีความมั่นใจในการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหา ประดิษฐ์คิดค้น หรือค้นหาความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเองแล้วยังให้คุณค่าในด้านอื่น ๆ อีก คือ

1. สร้างความสำนึกและความรับผิดชอบในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง
2. เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนา และแสดงความสามารถตามศักยภาพของตนเอง
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้าและเรียนรู้ในเรื่องที่ตนเองสนใจ
4. ช่วยให้นักเรียนแสดงความสามารถพิเศษของตนเองออกมา
5. สร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนอยากเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น
6. สร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างครู นักเรียน และชุมชน
7. ช่วยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างชุมชนกับโรงเรียนให้ดีขึ้น โรงเรียนได้มีโอกาสเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่ชุมชน ซึ่งจะช่วยกระตุ้นให้ชุมชนได้สนใจวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากขึ้น
8. ช่วยให้นักเรียนได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ในทางสร้างสรรค์

1.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิทยาศาสตร์

1. พรรณา หิมารัตน์ (2527 : 57) ได้วิจัยเพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในการทำกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์และที่เรียนตามชุดการเรียนรู้ มีความคล่องในการคิดและความยืดหยุ่นในการคิด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่า นักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ มีความคิดริเริ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่นักเรียนทั้งสองกลุ่มนี้ มีความคิดริเริ่มสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามชุดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ซึ่งจากผลการวิจัยสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะความคิดริเริ่มของนักเรียน สามารถพัฒนาให้มีเพิ่มเติมได้โดยการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ทำโครงการวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

2. วารี รุจิโรตม (2529 : 75 – 78) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่า

1. ด้านการกระตุ้นให้นักเรียนทำโครงการวิทยาศาสตร์ พบว่าอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ใช้วิธีแนะนำให้ให้นักเรียนไปชมนิทรรศการเกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สอดคล้องกับข้อเสนอแนะของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่กล่าวในหนังสือคู่มือการทำและการจัดแสดงโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(2529 : 11) ว่างังนี้ เทคนิคในการกระตุ้นหรือรื้อให้นักเรียนมีความสนใจในการทำโครงการอาจทำได้โดยพานักเรียนไปชมงานแสดงโครงการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การที่นักเรียนได้เข้าชมนิทรรศการเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะทำให้เห็นความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์ ที่แสดงออกมาในรูปสิ่งประดิษฐ์หรือทฤษฎีใหม่ ๆ อันจะมีผลทำให้นักเรียนเกิดความคิดที่จะประดิษฐ์หรือดัดแปลงสิ่งที่ได้เห็น ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ โกศล เพ็ชรสุวรรณ (2527 : 67) ที่ว่าการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อเราได้พยายามรู้ เลียนแบบเทคโนโลยีที่ได้มีการพัฒนามาแล้ว นอกจากการชมนิทรรศการเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จะทำให้นักเรียนเกิดความคิดดังกล่าวแล้ว ยังเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ เป็นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

2. ด้านการคัดเลือกนักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนผู้ทำโครงการรวมกลุ่มกันมาก่อนแล้วจึงมาหาอาจารย์ที่ปรึกษาที่หลัง โดยอาจารย์ที่ปรึกษาไม่ได้เป็นผู้คัดเลือกเองนั้น แสดงให้เห็นว่านักเรียนทำโครงการวิทยาศาสตร์ด้วยความสนใจของตนเองโดยการรวมกลุ่มกับเพื่อนที่มีความสนใจตรงกัน ในการที่นักเรียนได้รวมกลุ่มกันเองนี้จะมีผลให้การทำโครงการประสบความสำเร็จลงด้วยดี

3. ด้านการคิดหัวข้อโครงการวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนเป็นผู้คิดหัวข้อโครงการวิทยาศาสตร์เอง อันแสดงให้เห็นว่าอาจารย์ที่ปรึกษาต้องการฝึกให้นักเรียนรู้จักคิดและเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำในเรื่องที่พวกเขาสนใจ อันจะทำให้เขามีอิสระในการคิดสอดคล้องกับข้อเสนอแนะของ เซอร์เบิร์น (Sherburne. 1975 : 15) ที่ว่าการเลือกหัวข้อโครงการวิทยาศาสตร์เสนอแนะหัวข้อโครงการ พร้อมการอธิบายถึงผลได้ผลเสียของการทำตามหัวข้อนั้น ๆ ก็ไม่สมควรอย่างยิ่งที่จะให้ตนเองเป็นผู้ตัดสินใจเลือกหัวข้อโครงการวิทยาศาสตร์

4. ด้านการวางแผนเพื่อทำโครงการวิทยาศาสตร์ การจัดหาเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้การทำโครงการวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ขณะทำโครงการวิทยาศาสตร์ การสรุปผลการทดลองหรือผลงานที่ได้จากโครงการการคิดรูปแบบของรายงานโครงการ พบว่า ในแต่ละด้านอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์และนักเรียนผู้ทำโครงการร่วมมือกันทำงานทั้งสิ้น แสดงให้เห็นว่าอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์เข้าใจบทบาทหน้าที่ของการเป็นที่ปรึกษาเป็นอย่างดี บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ที่ เซอร์เบิร์น (Sherburne. 1975: 15) กล่าวไว้คือ อาจารย์ที่ปรึกษาเป็นผู้ชี้แนะแนวทางและให้คำปรึกษาแก่นักเรียนทุกขั้นตอนของการทำโครงการ นอกจากนี้ผลการวิจัยครั้งนี้ยังสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ ศิลปชัย บุรณพานิช (2528 :106) ที่ว่าลักษณะการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่อาจารย์ที่ปรึกษากิจกรรมและนักเรียนมีความเห็นตรงกันว่ามีความเหมาะสมในระดับมากคือ ครูที่ปรึกษากิจกรรมและนักเรียนร่วมมือกันวางแผนงานและโครงการจัดกิจกรรม

5. ด้านการหาแหล่งวิทยาการที่จำเป็นในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ พบว่า อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นผู้แนะนำให้เรียนทราบถึงแหล่งที่ควรไปหาความรู้เพิ่มเติม การกระทำดังกล่าวนี้เป็นการทำให้นักเรียนผู้ทำโครงการวิทยาศาสตร์ มีความ

สะดวกและประหยัดเวลา นอกจากนี้การที่นักเรียนได้ทราบถึงแหล่งวิทยาการ และได้ติดต่อกับบุคคลหรือเจ้าหน้าที่แหล่งวิทยาการนั้นเป็นการฝึกให้นักเรียนได้รู้จักการติดต่อขอความช่วยเหลือจากบุคคลอื่น และอาจได้แนวความคิดหรือข้อมูลใหม่ ๆ เพิ่มเติมจากบุคคลเหล่านั้นอีกด้วย

6. ด้านอุปกรณ์ที่จำเป็นในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์และด้านสถานที่ที่ใช้ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ พบว่าในการดำเนินการทำโครงงานวิทยาศาสตร์นั้นใช้เครื่องมือทดลองวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนและใช้โรงเรียนเป็นสถานที่ที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าอาจารย์ที่ปรึกษาและนักเรียนมีความสะดวก และเครื่องมือทดลองวิทยาศาสตร์มีเพียงพอ ทั้งยังเป็นการประหยัดเวลาและทุนทรัพย์ ที่จะต้องเสียไปเพื่อการเดินทางไปหยิบยืมจากสถานที่อื่น และซื้อหาเพิ่มเติม

7. ด้านเงินทุนที่ใช้ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ พบว่าใช้เงินทุนที่ทางโรงเรียนมอบให้ แสดงว่าผู้บริหารเห็นความสำคัญของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ จึงให้การสนับสนุนเนื่องจากโครงงานที่ทำเสร็จแล้วส่วนใหญ่จะส่งเข้าประกวดเพื่อแข่งขันกับโรงเรียนอื่น ๆ ในงานวันวิทยาศาสตร์แห่งชาติซึ่งมีรางวัลให้สำหรับผู้ทำโครงงานอันเป็นการเพิ่มชื่อเสียงให้แก่โรงเรียน

8. ด้านเวลาที่อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานให้นักเรียนทำโครงงานวิทยาศาสตร์ พบว่า ส่วนใหญ่ให้นักเรียนใช้เวลาหลังเลิกเรียน อาจเป็นเพราะในเวลาดังกล่าว อาจารย์ที่ปรึกษาหมดภาระหน้าที่ในการสอนตามปกติแล้ว และนักเรียนผู้ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ก็ว่างจากการเรียน รวมทั้งสถานที่และอุปกรณ์ซึ่งใช้ของโรงเรียนก็มีอย่างเพียงพอ ทำให้การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นไปอย่างราบรื่น และนักเรียนผู้ทำโครงงานเองก็จะไม่เสียเวลาเรียนในวิชาต่าง ๆ อีกด้วย

9. ด้านการนำเสนอโครงงานวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์แล้ว พบว่า อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ ใช้วิธีส่งผลงานเข้าประกวดในงานวันวิทยาศาสตร์แห่งชาติที่จัดโดยสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ซึ่งวิธีดังกล่าวจะทำให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจที่ได้แสดงผลงานของตนต่อสาธารณชน และถ้าได้รับการกระตุ้นให้มีการพัฒนาความสามารถด้านการคิด ดังคำกล่าวของ บรูเนอร์ (Bruner. 1968 : 165) ที่ว่าการจะพัฒนาความสามารถด้านการคิดของนักเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ ครูจะต้องจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้กระทำอย่างอิสระให้หลุดพ้นจากการควบคุมภายนอก มีการให้รางวัล

10. ด้านปัญหาในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ พบว่า โดยเฉลี่ยแล้วอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์เห็นว่า การทำโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นปัญหาในระดับปานกลาง และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่าข้อที่เป็นปัญหาในระดับมากมีเพียง 2 ข้อ คือจำนวนนักเรียนที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์มีน้อยและเวลาที่ใช้ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์มีน้อย อาจเป็นเพราะโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ค่อนข้างดี มีความคิดสร้างสรรค์ ดังคำกล่าวของ วราภรณ์ ชัยโอภาส (2521 : 52) ที่สรุปได้ว่า โครงงานวิทยาศาสตร์และการค้นคว้าวิจัยทางวิทยาศาสตร์ เหมาะสมกับนักเรียนที่เรียนดี ส่วนนักเรียนที่ช่วยตัวเองไม่ได้ คิดไม่เป็น ไม่มีอิสระในการคิดก็จะรู้สึกกังวลและล้มเหลว จึงเป็นการยากที่แต่ละคนจะทำได้ นอกจากนี้การเรียนการ

สอนในปัจจุบันนี้นักเรียนต้องแข่งขันในด้านการเรียนเป็นอย่างมาก บางคนต้องเตรียมตัวเพื่อสอบแข่งขันเข้าเรียนต่อในระดับมหาวิทยาลัย บางคนต้องรีบกลับบ้านเพื่อช่วยพ่อแม่และผู้ปกครองค้าขายหรือทำงานบ้าน งานพิเศษ เนื่องจากภาวะเศรษฐกิจในปัจจุบันนี้ไม่ดีนัก จากเหตุผลดังกล่าว ทำให้นักเรียนที่เข้ามาร่วมทำโครงการวิทยาศาสตร์จึงมีน้อย รวมทั้งเวลาที่ใช้ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์จึงมีน้อยด้วย

11. ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการวิทยาศาสตร์ พบว่าโดยเฉลี่ยแล้วอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์เห็นว่า ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการเป็นประโยชน์ในระดับมาก อาจเป็นเพราะโครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่นักเรียนจะได้แสดงความสามารถของตนได้อย่างเต็มที่ เป็นการพัฒนาทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ ประชุมสุข อาชวอำรุง (2524 : 9) ที่สรุปได้ว่า กิจกรรมเสริมหลักสูตรวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการพัฒนาทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ การที่นักเรียนได้ทำโครงการวิทยาศาสตร์ร่วมกันเป็นการฝึกทักษะทางสังคม (Social Skill) ได้ทางหนึ่ง ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ มังกร ทองสุขดี (2522 : 14 – 15) ที่ได้สรุปว่า การฝึกให้เด็กมีทักษะทางสังคมนั้นครูควรแนะนำให้เด็กได้ร่วมมือกับเพื่อนนักเรียนด้วยกัน เช่น ช่วยกันทำงาน การทดลอง การค้นคว้า ร่วมกันรับผิดชอบ

3. จิรพรรณ แสงหล้า (2532 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านกาดวิทยาคม อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า นักเรียนร้อยละ 88.9 สามารถทำโครงการวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ 80 คะแนนขึ้นไป และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นจากเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ประภาพร สุวรรณรัตน์ (2538 : 82) ได้วิจัยเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างโครงการวิทยาศาสตร์ และบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์กับโดยครูเป็นผู้สอนโครงการวิทยาศาสตร์ พบว่า

1. ความสามารถในการสร้างโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ กับครูเป็นผู้สอนโครงการวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. บุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์กับครูเป็นผู้สอนโครงการวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สำหรับงานวิจัยในต่างประเทศที่พบยังมีน้อยมาก คืองานวิจัยของ ฟิลิป นอร์วิน และซิลเดรส (Philip, Norvin and Childress. 1983 : 3280 – A) ซึ่งวิจัยเกี่ยวกับผลของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับพุทธิปัญญาของวัยรุ่นโดยผู้วิจัยได้แบ่งนักเรียนจากโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 73 คน จาก 12 เขตการศึกษา ออกเป็น 2 กลุ่ม

ดังนี้ 1. กลุ่มที่ต้องทำโครงการวิทยาศาสตร์ 2. กลุ่มที่ไม่ต้องทำโครงการวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าการพัฒนาการเรียนรู้ตามทฤษฎีของเพียร์เจย์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มที่ผ่านการศึกษาทดลองเป็นเวลา 9 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่ากิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับส่วนรวมนักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ มักเข้าไปร่วมด้วยมากที่สุด นอกจากนี้จากการวัดโดยใช้แบบทดสอบการคิดเชิงตรรกศาสตร์ พบว่านักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์มีระดับการพัฒนาการเรียนรู้ ตามขั้นตอนของการเรียนรู้ตามทฤษฎีของเพียร์เจย์สูงจากเดิมมากที่สุดอีกด้วย

จากงานวิจัยเกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์ พอสรุปได้ว่า กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้แสดงความสามารถของตนเองอย่างเต็มที่ สามารถนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหา อีกทั้งยังช่วยให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางด้านวิทยาศาสตร์ ตลอดจนระดับการพัฒนาการเรียนรู้ตามขั้นตอนในทฤษฎีของเพียร์เจย์สูงกว่า ผู้ที่ไม่ได้ทำกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์จึงนับเป็นกิจกรรมที่ควรส่งเสริมให้นักเรียนโดยทั่วไปได้ทำกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์นี้

2. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับแบบฝึก

2.1 ความหมายของแบบฝึก

แบบฝึกเป็นกิจกรรมที่มีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการเรียนการสอนโดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ เพราะช่วยให้ผู้เรียนได้แก้ไขข้อบกพร่องของการเรียน ด้วยการฝึกฝน ฝึกปฏิบัติ จากแบบฝึกที่ครูสร้างขึ้น มีผู้เรียกชื่อแตกต่างกัน เช่น แบบฝึก ชุดฝึก ชุดการฝึก เป็นต้น การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ใช้ชื่อ “...แบบฝึก...” ซึ่งมีผู้ให้ความหมายเกี่ยวกับแบบฝึกไว้ดังนี้

ชาญชัย สวัสดิ์ธสีมาและเชิดวิทย์ ฤทธิ์ประศาสน์ (2523 : 144) ได้ให้ความหมายของแบบฝึกว่าเป็นการจัดประสบการณ์เพื่อให้ผู้ฝึกเปลี่ยนพฤติกรรมจนสามารถปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการสร้างแบบฝึกต้องคำนึงถึงหลักการทางจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก ลักษณะของแบบฝึกที่ดี ประโยชน์ของแบบฝึก หลักการนำไปใช้

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน 2525 (2525 : 483) ได้ให้ความหมายของแบบฝึกไว้ว่า หมายถึง แบบตัวอย่างปัญหา หรือ คำสั่งที่ตั้งขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนฝึกตอบ ซึ่งสอดคล้องกับที่เว็บสเตอร์ (Webster. 1979 : 640) ได้กล่าวถึงความหมายของแบบฝึกว่าแบบฝึกหมายถึงโจทย์ปัญหา หรือตัวอย่างที่ยกมาจากหนังสือ เพื่อนำมาสอน หรือให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะต่าง ๆ ให้ดีขึ้น หลังจากที่ยกมาทบทวน เช่น การฝึกทักษะการคำนวณ การทบทวนไวยากรณ์ เป็นต้น ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2528 : 123) ได้กล่าวถึงความหมายของแบบฝึกไว้สรุปได้ว่า หมายถึง สิ่งที่นักเรียนต้องใช้ควบคู่กับการเรียน มีลักษณะเป็นแบบฝึก ที่ครอบคลุมกิจกรรมที่นักเรียนพึงกระทำ อาจกำหนดแยกเป็นแต่ละหน่วย หรืออาจจะรวมเล่มก็ได้

วาสนา สุพัฒน์ (2530 : 11) กล่าวว่า แบบฝึกหมายถึง งานหรือกิจกรรมที่ครูมอบหมายให้นักเรียนทำเพื่อทบทวนความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะและเพิ่มทักษะซึ่งสามารถนำไปแก้ปัญหาได้

อดุลย์ วงศ์ก้อม (2544 : 23) ได้ให้ความหมายของแบบฝึกว่า เป็นกิจกรรมหรือสิ่งที่ครูกำหนดขึ้นเป็นสถานการณ์ เพื่อเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมผู้เรียนให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้

จากการให้ความหมายดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า แบบฝึก หมายถึง นวัตกรรมที่สร้างขึ้น ที่นักเรียนจะต้องใช้ควบคู่กับการเรียน เพื่อฝึกให้นักเรียนได้ปฏิบัติ จนเกิดทักษะหรือแก้ไขทักษะในเรื่องใดเรื่องหนึ่งและสามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างถูกต้องแม่นยำและคล่องแคล่ว

2.2 ความสำคัญของแบบฝึก

แบบฝึกเป็นอุปกรณ์การเรียนการสอนอย่างหนึ่งที่สร้างขึ้นเพื่อฝึกทักษะ หลังจากเรียนเนื้อหาไปแล้ว แบบฝึกเป็นสิ่งที่ช่วยการสอนของครูให้ประสบความสำเร็จ เพราะการใช้แบบฝึกที่ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมดจะช่วยทุ่นเวลาในการสอน การยกตัวอย่างยังเป็นการวัดผลการเรียนการสอนในแต่ละเรื่องด้วย (ศศิธร สุทธิแพทย์. 2518 : 63) ในการฝึกทักษะจำเป็นต้องอาศัยแบบฝึก เพื่อทบทวนความเข้าใจ และในเรื่องที่ได้เรียนไปแล้ว ครูส่วนมากจะใช้แบบฝึกที่มีอยู่ในหนังสือแบบเรียน ให้นักเรียนฝึกหัดหลังจากเรียนเสร็จแล้ว แต่หนังสือแบบฝึกบางเล่มมีแบบฝึกเพียงเล็กน้อย หรือไม่มีเลย จึงเป็นหน้าที่ของครูโดยตรงที่จะต้องสร้างแบบฝึกให้เหมาะสมกับเรื่องที่สอนเพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะเข้าใจมากขึ้น และมีความชำนาญ แม่นยำ ในบทเรียนนั้น ๆ จะก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี (ชูลีพร แจ่มถนอม. 2545 : 30 ; อ้างอิงจาก ประยงค์ งามจิตร. 2533 : 41)

2.3 หลักในการสร้างแบบฝึก

บัทท์ส (ชุตีมา วัฒนะศิริ. 2535 ; อ้างอิงจาก Butts. 1974 The teaching of science A Self Directed Planning Guide.85) ได้เสนอหลักการสร้างชุดการฝึกไว้ดังนี้

1. ต้องกำหนดโครงสร้างของชุดการฝึกไว้คร่าว ๆ ก่อนที่จะเขียนรายละเอียด
2. ศึกษางานด้านวิทยาศาสตร์และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จัดทำ
3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และเนื้อหาให้สอดคล้องกัน
4. แจกแจงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมออกเป็นกิจกรรมย่อย โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของนักเรียน
5. จัดให้มีการประเมินผลทั้งก่อนและหลังเรียน

บาร์เน็ตและคนอื่น ๆ (โคจิกันต์ ศรีวิเชียร . 2540 : 33 อ้างอิงจาก ; Banet and others. 1969 : 11) ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการสร้างแบบฝึกไว้ว่า แบบฝึกที่ดี ควรมีข้อเสนอแนะการใช้ ในการฝึกตอบควรมีการฝึกให้ตอบทั้งแบบจำกัดและแบบเสรี ถ้าต้องการให้ศึกษาด้วยตนเอง คำสั่งหรือตัวอย่างที่ยกมาควรเป็นข้อความที่ไม่ยากเกินไป แบบฝึกนั้นควรมีหลายรูปแบบ และมี

ความหมายแก่ผู้ฝึกทำ ในการสร้างแบบฝึกนั้น ต้องคำนึงถึงหลักจิตวิทยาในการเรียนรู้มา ประกอบการสร้างแบบฝึกด้วย

ดีวีโต และครอกโคเวอร์ (อุดมลักษณ์ นกฟุ้งพุ่ม. 2545 : 10 ;อ้างอิงจาก : Devito and Krockover. 1976 : 388) ได้สร้างชุดการเรียนรู้กิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์มีชื่อว่า “...Creative Sciencing Ideas and Activities for Teacher and Children...” เป็นชุดกิจกรรมที่นำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาสัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่ละกิจกรรมกระตุ้นให้ผู้อ่านเกิดความคิดและกิจกรรมอื่น ๆ ตามมา เหมาะที่ครูจะนำมาใช้ในการพัฒนานักเรียน รูปแบบของชุดการเรียนรู้ประกอบด้วย

1. ปัญหาที่นำไปสู่กิจกรรม
2. กำหนดสถานการณ์ที่เป็นการบรรยายหรือกิจกรรมทดลอง
3. คำถามจากสถานการณ์ หรือกิจกรรมการทดลอง คำถามที่ไม่มีคำตอบ นักเรียนจะตอบอย่างไรก็ได้
4. ข้อเสนอแนะหรือข้อคิด เพื่อแนะนำนักเรียนให้ทำกิจกรรมต่อเนื่องไปอีก
5. คำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดความคิด และสนใจที่จะดำเนินการหาข้อเท็จจริงตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

เอ็ดเวิร์ดและเบอร์ไนซ์ (อุดมลักษณ์ นกฟุ้งพุ่ม. 2545 : 10 ; Edward and Bernice. 1984 : 53) ได้เสนอการฝึกด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) และแฟรנקิล (Frankel) ได้นำเอาส่วนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งสมมติฐานมาฝึกโดยเฉพาะ ซึ่งมีขั้นตอนพอสรุปได้ดังนี้

1. กำหนดสถานการณ์ที่ได้จากการสังเกต
2. ให้นักเรียนเขียนปัญหาโดยให้อยู่ในรูปของประโยคคำถาม
3. ให้นักเรียนหาเหตุที่เป็นไปได้จากปัญหาที่ตั้งขึ้น
4. นำเอาเหตุผลที่เป็นไปได้มาเขียนเป็นสมมติฐาน โดยให้อยู่ในรูปของข้อความ “ถ้า.....แล้ว.....” และสมมติฐานที่ตั้งมานั้นต้องสามารถตรวจสอบได้จากการวัด การสังเกต การทดลอง อย่างใดอย่างหนึ่ง

รัชนี ศรีไพรวรรณ (2517 : 412 – 413) กล่าวถึงหลักในการสร้างแบบฝึกมีหลายประการดังนี้

1. ให้สอดคล้องกับจิตวิทยา พัฒนาการของเด็ก และลำดับขั้นของการเรียน
2. ให้ตั้งจุดมุ่งหมายว่า จะฝึกในด้านใด แล้วจัดเนื้อหาให้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่วางไว้
3. ต้องคำนึงถึงความแตกต่างของเด็ก
4. ในแบบฝึกมีคำชี้แจงง่าย ๆ สั้น ๆ เพื่อให้เด็กเข้าใจ ถ้าเด็กยังไม่ได้อ่าน ครูต้องชี้แจงด้วยคำพูดที่ใช้ภาษาง่าย ๆ ให้เด็กสามารถทำตามคำสั่งได้
5. แบบฝึกต้องมีความถูกต้อง ครูต้องตรวจพิจารณาดูให้ถี่ถ้วน อย่าให้มีข้อผิดพลาดได้

6. การให้เด็กทำแบบฝึกแต่ละครั้งต้องให้เหมาะสมกับเวลา และความสนใจของเด็ก

7. ควรทำแบบฝึกหลาย ๆ แบบ เพื่อให้เด็กกว้างขวาง และส่งเสริมให้เกิดความคิด

8. กระดาษที่ให้เด็กทำแบบฝึกต้องเหนียวและทนทานพอสมควร

โรจนา แสงรุ่งระวี (2531 : 20) กล่าวถึงการสร้างแบบฝึกให้ตีมีประสิทธิภาพว่า ครูต้องคำนึงถึงตัวนักเรียนเป็นสำคัญ โดยดูความพร้อม ระดับสติปัญญา ความสามารถ ความเหมาะสม ในการใช้สำนวนภาษา ตลอดจนเนื้อหาและระยะเวลาในการทำแบบฝึก ซึ่งจะทำให้ นักเรียนสนใจที่จะนำเอาแบบฝึกที่ครูสร้างขึ้นมาแก้ไขข้อบกพร่อง หรือส่งเสริมทักษะทางภาษาให้ดียิ่งขึ้น

พฐู ทังแดง (ชูลีพร แจ่มถนอม. 2542 : 32 ; อ้างอิงจาก พฐู ทังแดง. 2534 : 17) กล่าวถึงในการสร้างแบบฝึกจะต้องใช้ภาษาที่เหมาะสมกับนักเรียน วัยและความสามารถ คำนึงถึงหลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องในการสร้างแบบฝึก เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว และส่งเสริมความคิดสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

จากแนวคิดของนักการศึกษาสรุปได้ว่า หลักในการสร้างชุดแบบฝึกไม่ว่าจะศึกษาตามแนวคิดของนักการศึกษาท่านใด สิ่งที่ต้องคำนึงถึงหลักใหญ่ ๆ คือ แบบฝึกจะต้องมีคำแนะนำที่ชัดเจน มีโครงสร้างของแบบฝึกครบองค์ประกอบ มีกิจกรรมที่ไม่ยากและไม่ง่ายจนเกินไป และที่สำคัญต้องคำนึงถึงหลักจิตวิทยาในการเรียนรู้มาประกอบการสร้างแบบฝึกด้วย

2.4 หลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบฝึก

การสร้างแบบฝึกนั้นจะต้องอาศัยหลักจิตวิทยา เพราะจะเป็นแนวทางในการสร้างแบบฝึกให้สมบูรณ์ ให้เหมาะสมกับวัย และระดับความสามารถของนักเรียน สุจริต เพียรชอบ และสายใจ อินทรมพรรย์ (2523 : 52 – 62) กล่าวถึงหลักจิตวิทยาที่ใช้ในการสร้างแบบฝึกมีดังนี้

1. กฎการเขียนของธอร์นไดค์ (Thomdike) เกี่ยวกับกฎการฝึกซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของวัตสัน (Watson) นั่นคือ สิ่งใดก็ตามที่มีการฝึกหัดหรือกระทำบ่อยๆย่อมทำให้ผู้ฝึกคล่องแคล่วสามารถทำได้ดี ในทางตรงกันข้าม สิ่งใดก็ตามที่ไม่ได้รับการฝึกหัดทอดทิ้งไปนานแล้ว ย่อมทำได้ไม่ดีเหมือนเดิม ต่อเมื่อมีการฝึกฝนหรือกระทำซ้ำๆ ก็จะช่วยให้เกิดทักษะเพิ่มขึ้น

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล เป็นสิ่งที่ครูควรคำนึงด้วยว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้ความถนัด ความสามารถ และความสนใจที่ต่างกัน ฉะนั้นในการสร้างแบบฝึกจึงควรพิจารณาถึงความเหมาะสม ไม่ยากหรือง่ายจนเกินไป และควรมีหลายแบบ

3. การจูงใจผู้เรียนนั้นครูสามารถทำได้โดยการจัดแบบฝึกจากง่ายไปหายาก เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เป็นการกระตุ้นให้ติดตามต่อไป และทำให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการทำแบบฝึก นอกจากนั้นการใช้แบบฝึกสั้น ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนไม่เกิดความเบื่อหน่าย

4. การนำสิ่งที่มีความหมายต่อชีวิต และการเรียนรู้มาให้นักเรียนได้ทดลองทำ ภาษาที่ใช้พูดเขียนในชีวิตประจำวันจะทำให้ผู้เรียนได้เรียน และทำแบบฝึกในสิ่งที่ใกล้ตัว นอกจากจะจำได้แม่นยำแล้ว นักเรียนยังสามารถนำหลักและความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์อีกด้วย

ฮาลเลส (เบญจมาศ สันประเสริฐ. 2533 : 34 ; อ้างอิงจาก ; Haless. ม.ป.ป. : 93 – 94) ได้กล่าวถึงหลักการสร้างแบบฝึกว่า แบบฝึกจะต้องใช้ภาษาที่เหมาะสมกับนักเรียน และควรสร้างโดยอาศัยหลักจิตวิทยาในการแก้ปัญหาและการตอบสนองไว้ดังนี้

1. สร้างแบบฝึกหลาย ๆ ชนิด เพื่อเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจ
2. แบบฝึกที่สร้างขึ้นนั้น จะต้องให้นักเรียนสามารถพิจารณาได้ว่าต้องการให้นักเรียนทำอะไร

3. ให้นักเรียนได้นำสิ่งที่เรียนรู้จากการเรียน มาตอบในแบบฝึกให้ตรงตามเป้าหมาย
4. ให้นักเรียนตอบสนองสิ่งเร้าด้วยการแสดงความสามารถ และความเข้าใจในแบบฝึก

5. กำหนดให้ชัดเจนว่า นักเรียนตอบแบบฝึกแต่ละชนิดแต่ละรูปแบบด้วยวิธีการตอบอย่างไร

พรณี ชูทัย (2522 : 192 – 195) ได้สรุปแนวความคิดของนักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึกว่าควรประกอบด้วย

1. กฎแห่งผลของธอร์นไดค์ (Thomdike) แบบฝึกที่สร้างขึ้นตามหลักจิตวิทยาข้อนี้ จะต้องให้นักเรียนสามารถทำแบบฝึกนั้นได้พอสมควร และควรมีคำเฉลยให้นักเรียนสามารถตรวจคำตอบได้หลังจากทำแบบฝึกเสร็จแล้ว

2. การฝึกหัดของวัตสัน (Watson) การสร้างแบบฝึกตามหลักจิตวิทยานี้จึงควรเน้นให้มีการกระทำซ้ำ ๆ เพื่อให้จำได้นาน และสามารถเขียนได้ถูกต้อง เพราะการเขียนเป็นทักษะที่ต้องฝึกหัดอยู่เสมอ

3. การเสริมแรงของธอร์นไดค์ (Thomdike) ในการสอนฝึกทักษะ ครูจึงควรให้การเสริมแรงโดยการให้กำลังใจอย่างดีแก่นักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจในตนเอง และรู้สึกประสบผลสำเร็จในงานที่ทำ

4. แรงจูงใจ เป็นสิ่งสำคัญในการเรียน ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนตื่นตัวอยากรู้อยากเห็น แบบฝึกที่น่าสนใจจะเป็นแรงจูงใจอย่างหนึ่งที่ทำให้นักเรียนอยากทำ อยากฝึกและเกิดการเรียนรู้

นิตยา ปานทิพย์ (2527 : 26 – 27) ได้กล่าวไว้ว่า ในการสร้างแบบฝึกต้องอาศัยหลักสำคัญ หมายถึงทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยา ประกอบด้วย

1. ความใกล้ชิด (Contiguition) การใช้สิ่งเร้าและการตอบสนองที่เกิดขึ้นในเวลาใกล้เคียงกันจะสร้างความพอใจให้กับนักเรียน

2. แบบฝึก (Practice) คือ การให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่ซ้ำ ๆ เพื่อช่วยในการสร้างความแม่นยำชำนาญ

3. กฎแห่งผล (Law of Effect) คือ การให้นักเรียนได้ทราบผลการทำงานของตนเองอย่างรวดเร็ว ซึ่งนอกจากจะทำให้นักเรียนได้ทราบว่าการกระทำของตนเองเป็นอย่างไรแล้ว ยังเป็นการสร้างความพอใจให้กับนักเรียนได้อีกด้วย

4. แรงจูงใจ (Motivation) ได้แก่ การเรียนชุดฝึกจากง่ายไปหายาก และจากชุดฝึกสั้นไปสู่ชุดฝึกที่ยาวขึ้น ทั้งนี้เนื้อหาที่จะนำมาสร้างชุดฝึกควรมีหลายรสและหลายรูปแบบ ตลอดจนมีภาพประกอบเรื่องเพื่อสร้างความสนใจของนักเรียน

จากแนวคิดของนักการศึกษาสรุปได้ว่า หลักจิตวิทยาที่เกี่ยวกับแบบฝึก เป็นสิ่งที่สำคัญมากในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ เช่น ความแตกต่างระหว่างบุคคล การจูงใจผู้เรียน แบบฝึกที่สั้นกะทัดรัด รู้ผลการเรียนรู้ของตนเองทันที

2.5 ลักษณะของแบบฝึกที่ดี

ในการสร้างแบบฝึกสำหรับนักเรียนมีองค์ประกอบหลายประการ ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับลักษณะของแบบฝึกที่ดีไว้ดังนี้

บิลโลว์ (Billow 1962 : 87) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกไว้ว่า แบบฝึกที่ดีนั้นจะต้องดึงดูดความสนใจและสมาธิของเด็ก เรียงลำดับจากง่ายไปยากเปิดโอกาสให้เด็กฝึกเฉพาะอย่าง ใช้ภาษาเหมาะสมวัย วัฒนธรรมประเพณี ภูมิหลังทางภาษาของเด็ก แบบฝึกที่ดีควรจะเป็นแบบฝึกสำหรับเด็กเก่ง และซ่อมเสริมสำหรับเด็กอ่อนในขณะเดียวกัน นอกจากนี้แล้วควรใช้หลายลักษณะ และมีความหมายต่อผู้ฝึกอีกด้วย

นิตยา ฤทธิ์โยธี (2520 : 1) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกที่ดีไว้ดังนี้

1. ควรเกี่ยวข้องกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว
2. เหมาะสมกับระดับความรู้ วัย หรือความสามารถของเด็ก
3. ใช้เวลาเหมาะสม คือไม่ใช่เวลานานเกินไป หรือเร็วเกินไป
4. มีคำชี้แจงสั้น ๆ ที่ทำให้เด็กเข้าใจวิธีทำได้ง่าย
5. เป็นสิ่งที่น่าสนใจและท้าทายให้แสดงความสามารถ

ริเวอร์ส (Rivers. 1968. Teaching Foreign Language skills. 97 – 105) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกที่ดีไว้ดังนี้

1. ต้องมีการฝึกฝนนักเรียนมากพอสมควรในเรื่องหนึ่ง ๆ ก่อนที่จะมีการฝึกเรื่องอื่น ๆ ต่อไป ทั้งนี้ทำขึ้นเพื่อการสอน มิใช่ทำขึ้นเพื่อการสอบ
2. ฝึกโครงสร้างใหม่กับสิ่งที่เรียนรู้แล้ว
3. สิ่งที่ฝึกแต่ละครั้งควรเป็นแบบฝึกสั้น ๆ

4. ประโยคและคำศัพท์ควรเป็นแบบที่ใช้พูดกันในชีวิตประจำวันที่นักเรียนรู้จักดีแล้ว
5. แบบฝึกที่ดีควรให้นักเรียนใช้ความคิด
6. แบบฝึกควรมีหลาย ๆ แบบ เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย
7. ควรฝึกให้นักเรียน ใช้สิ่งที่เรียนไปแล้วสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ฮาลเลส (เบญจมาศ สันประเสริฐ. 2533 : 34 ; อ้างอิงจาก ; Haless. ม.ป.ป. : 93 – 94) ได้กล่าวถึงแบบฝึกที่ดีไว้ว่า

1. ควรมีการฝึกหลาย ๆ อย่างเช่น ฝึกการแก้ปัญหา ฝึกทักษะต่าง ๆ เพื่อเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจ
2. แบบฝึกที่ทำขึ้นนั้นต้องให้สามารถแยกพิจารณาได้ว่า แต่ละข้อต้องการให้ทำอะไร
3. ให้นักเรียนได้ฝึกการตอบแบบฝึกแต่ละชนิด แต่ละรูปแบบว่ามีวิธีการตอบอย่างไร
4. ให้นักเรียนได้มีการนำสิ่งที่เรียนรู้จากการเรียน มาตอบในแบบฝึกให้ตรงเป้าหมายมากที่สุด

จากที่กล่าวมาข้างต้น ลักษณะที่ดีของแบบฝึกพอสรุปได้ว่า แบบฝึกจะต้องเรียงลำดับจากง่ายไปยาก มีคำสั่ง และคำอธิบายที่ชัดเจน มีเนื้อหา รูปแบบ น่าสนใจซึ่งจะต้องอาศัยหลักจิตวิทยา เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน และนักเรียนนำสิ่งที่เรียนไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

2.6 ประโยชน์ของแบบฝึก

วีระ ไทยพานิช (2528 : 11) ได้กล่าวถึงความสำคัญของแบบฝึก สรุปได้ว่า แบบฝึกเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่เกิดจากการกระทำจริง เป็นประสบการณ์ตรงที่ผู้เรียนมีจุดมุ่งหมายที่แน่นอน ทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าในสิ่งที่เรียน สามารถเรียนรู้และจดจำสิ่งที่เรียนได้ดี และนำไปใช้ในสถานการณ์เช่นเดียวกันได้

เพ็ญดี (นิตยา กิจโร. 2530 : 42 : อ้างอิงจาก Petty. 1963 : 469 – 472) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแบบฝึกไว้ดังนี้

1. เป็นส่วนเพิ่มหรือเสริมหนังสือเรียนในการเรียนทักษะ เป็นอุปกรณ์การสอนที่ช่วยลดภาระของครูได้มาก เพราะแบบฝึกเป็นสิ่งที่จัดทำขึ้นอย่างเป็นระบบระเบียบ
2. ช่วยเสริมทักษะการใช้ภาษาไทย แบบฝึกเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เด็กฝึกทักษะการใช้ภาษาดีขึ้น แต่ต้องอาศัยการส่งเสริมและเอาใจใส่จากผู้สอน
3. ช่วยในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล เนื่องจากเด็กมีความสามารถในการใช้ภาษาต่างกัน การให้เด็กทำแบบฝึกที่เหมาะสมกับความสามารถของเขา จะช่วยให้เขาประสบความสำเร็จด้านจิตใจมากขึ้น

4. แบบฝึกช่วยส่งเสริมให้ทักษะทางภาษาให้คงทนโดยกระทำดังนี้
 - 4.1 ฝึกทันทีหลังจากนักเรียนได้เรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ แล้ว
 - 4.2 ฝึกซ้ำหลาย ๆ ครั้ง
 - 4.3 เน้นเฉพาะเรื่องที่ต้องการฝึก
5. แบบฝึกที่ใช้จะเป็นเครื่องมือวัดผลการเรียนหลังจากจบบทเรียนในแต่ละครั้ง
6. แบบฝึกที่จัดทำขึ้นเป็นรูปเล่ม นักเรียนสามารถเก็บรักษาไว้เป็นแนวทางเพื่อทบทวนด้วยตนเองได้ต่อไป
7. การให้นักเรียนทำแบบฝึก ช่วยให้ครูมองเห็นจุดเด่นหรือปัญหาต่าง ๆ ของนักเรียนได้ชัดเจน ซึ่งจะช่วยให้ครูดำเนินการปรับปรุงแก้ไขปัญหานั้นได้ทันที
8. แบบฝึกที่จัดทำขึ้นนอกจากจะอยู่ในหนังสือเรียน จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนเต็มที่
9. แบบฝึกที่จัดพิมพ์ไว้เรียบร้อยแล้ว จะช่วยให้ครูประหยัดทั้งแรงงานและเวลาในการที่จะต้องเตรียมแบบฝึกอยู่เสมอ ในด้านผู้เรียนก็ไม่ต้องเสียเวลาลอกแบบฝึกจากตำราเรียน ทำให้มีโอกาสฝึกฝนทักษะต่าง ๆ ได้อย่างเต็มที่มากขึ้น
10. แบบฝึกช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย เพราะการจัดพิมพ์ขึ้นเป็นรูปเล่มที่แน่นอนลงทุนต่ำกว่าที่พิมพ์ในกระดาษไขทุกครั้งและผู้เรียนสามารถบันทึก และมองเห็นความก้าวหน้าของตนเองได้อย่างเป็นระบบ

สมจิต สวธนไพบุลย์ (2532 : 39) ได้กล่าวถึงข้อดีของแบบฝึกเรียนด้วยตนเองไว้ดังนี้

1. ช่วยให้นักเรียนเรียนด้วยตนเองตามอัธยาศัย
2. ช่วยแก้ปัญหาคำถามที่คลาดเคลื่อน
3. ช่วยสอนซ่อมเสริมให้นักเรียนที่เรียนไม่ทัน
4. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการอ่าน
5. ช่วยไม่ให้เกิดความเบื่อหน่ายจากการเรียนรู้ที่ครูทบทวนซ้ำซาก
6. สนองความต้องการระหว่างบุคคล ไม่จำเป็นต้องเรียนให้พร้อมกัน
7. นักเรียนตอบผิดไม่มีผู้เยาะเย้ย
8. นักเรียนไม่ต้องคอยฟังการสอนจากครู
9. ช่วยลดภาระของครูในการสอน
10. ช่วยประหยัดรายจ่ายค่าอุปกรณ์ที่มีนักเรียนจำนวนมาก
11. ผู้เรียนจะเรียนเมื่อใดก็ได้ไม่ต้องคอยฟังครูสอน
12. การเรียนไม่จำกัดเวลาและสถานที่
13. ช่วยส่งเสริมความรับผิดชอบของผู้เรียน

2.7 การนำแบบฝึกไปใช้ในการเรียนการสอน

บัทท์ส (ชุตินา วัฒนศิริ. 2535 ; อ้างอิงจาก Butts. 1974 The teaching of science A Self Directed Planning Guide. 2) ได้เสนอแนะในการนำแบบฝึกไปใช้ในการเรียนการสอนดังนี้

1. อ่านและศึกษาวัตถุประสงค์ให้เข้าใจก่อน
2. ลองทำกิจกรรมในแบบฝึกว่าทำได้หรือไม่
3. พิจารณาเนื้อหาและกิจกรรมของแบบฝึกว่าสอดคล้องกันหรือไม่
4. พิจารณาวัตถุประสงค์ของแบบฝึก และกิจกรรมการเรียนการสอนว่าสอดคล้องกันหรือไม่
5. แบบฝึกนั้นเหมาะสมกับผู้เรียนหรือไม่
6. เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกให้เหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรม
7. พิจารณาเวลาที่ใช้ในการฝึกว่าเหมาะสมหรือไม่
8. อภิปรายร่วมกันกับนักเรียนหลังจากที่นักเรียนได้ทำแบบฝึกแล้ว เพื่อศึกษาถึงปฏิกิริยาตอบสนองของนักเรียนว่าเข้าใจหรือไม่

จากเอกสารที่เกี่ยวกับแบบฝึก ผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่า แบบฝึกทักษะนั้นจะช่วยทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยสร้างแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อฝึกให้นักเรียน สามารถแก้ปัญหาและเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยนำแนวคิดมาจากขั้นตอนและหลักการสร้างแบบฝึกของบัทท์ส (Butts. 1974 : 85) ดีวิตและครอกโคเวอร์ (Devito and Krockover. 1976 : 388) เอ็ดเวิร์ดและเบอร์นีย์ (Edward and Bernice. 1984 : 53) มาประยุกต์ใช้ในการสร้างแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก

1. งานวิจัยต่างประเทศ

วิลสัน (Wilson. 1989 : 416) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์ผลการใช้ชุดการสอนของครู เพื่อแก้ปัญหาในการเรียนของเด็กเรียนช้าด้านคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับการบวก การลบ ผลการวิจัยพบว่า ครูผู้สอนยอมรับชุดการสอนมีผลดีว่าการสอนตามปกติ ซึ่งชุดการสอนเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยให้ครูสามารถแก้ปัญหการสอนที่ใช้ในหลักสูตรคณิตศาสตร์สำหรับเด็กเรียนช้า

คล้าก (Klag. 1990 : 1983 – A) ได้ศึกษาผลของการฝึกใช้วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่มีต่อเจตคติและความชำนาญในการนำเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ประโยชน์ กลุ่มตัวอย่างเป็นครูฝึกสอนซึ่งได้รับการฝึกใช้วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมมากกว่า 252 กิจกรรม และบทเรียนเป็นจำนวนมาก ผลการวิจัยพบว่าครูฝึกสอนที่ได้รับการสอนโดยฝึกใช้วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ มีความชำนาญในการนำเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ประโยชน์มากขึ้นและมีคุณภาพในการปฏิบัติจริงในห้องเรียนสูงขึ้น

2. งานวิจัยในประเทศ

สมศรี เพชรขจร (2531 : 160) ได้ศึกษาผลการใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมาลี ดำรงไชย (2537 : 111 - 121) ได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองจากวัสดุในท้องถิ่นกับการสอนตามคู่มือครู โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนคณทิพย์พิทยาคม จังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 60 คน แบบฝึกทักษะการทดลองจากวัสดุในท้องถิ่นสร้างขึ้นมาจากวัสดุที่มีลักษณะที่ให้ข้อมูลเป็นสถานการณ์ที่มีภาพการตั้งประกอบ เพื่อให้ให้นักเรียนศึกษาและตอบปัญหาจากสถานการณ์ที่ศึกษาตามลำดับ ฝึกให้ออกแบบการทดลองจากวัสดุในท้องถิ่น ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

บุญยิ่ง วรรณศิริกุล (2540 : 81) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู โดยที่กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

โคจิกันต์ ศรีวิเชียร (2540 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบค่านิยมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทักษะกระบวนการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบโครงการที่มีการใช้แบบฝึกกิจกรรมปัญหาพิเศษทางชีววิทยาและคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบโครงการที่มีการใช้แบบฝึกกิจกรรมปัญหาพิเศษทางชีววิทยากับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ทักษะกระบวนการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบโครงการที่มีการใช้แบบฝึกกิจกรรมปัญหาพิเศษทางชีววิทยากับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เตือนใจ ตรีเนตร (2544 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้แบบฝึกการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่องพื้นที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า หลังการใช้แบบฝึกการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่องพื้นที่ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังฝึกสูงกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อดุลย์ วงศ์ก้อม (2544 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนประกอบการใช้แบบฝึกนิยายวิทยาศาสตร์กับการสอนประกอบฝึกเขียนนิยายทางวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนประกอบการใช้แบบฝึกนิยายวิทยาศาสตร์ และนักเรียนที่ได้รับการสอนประกอบการฝึกเขียนนิยายทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการคิดเชิงจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนประกอบการใช้แบบฝึกนิยายวิทยาศาสตร์ และนักเรียนที่ได้รับการสอนประกอบการฝึกเขียนนิยายทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึกสรุปได้ว่า แบบฝึกเป็นเครื่องมือที่ดีสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ เนื่องจากแบบฝึกที่สร้างตามหลักการจะช่วยให้นักเรียนได้รับทั้งเนื้อหาความรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหาทั้งความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อีกทั้งยังช่วยปลูกฝังค่านิยมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

3. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของการแก้ปัญหา

การแก้ปัญหาคือสิ่งที่จำเป็นที่ทุกคนต้องใช้ในชีวิตประจำวัน คนทุกคนจึงเป็นนักแก้ปัญหา แต่มีได้หมายความว่าทุกคนจะเป็นนักแก้ปัญหาที่ดี หรือรู้วิธีในการแก้ปัญหาในบางครั้งเมื่อเกิดปัญหาหรือความยุ่งยากขึ้น คนบางคนอาจจะแก้ปัญหานั้นด้วยการเลือกทางออกแรกที่เกิดขึ้น หรือทางออกที่ง่ายที่สุด ซึ่งอาจจะไม่ใช่ทางเลือกที่ให้ผลดีที่สุดในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลดีที่สุดนั้น ควรจะมีความรู้ในการแก้ปัญหาและได้รับการฝึกหัดในการแก้ปัญหานอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ อีกด้วย เช่น ระดับความสามารถของเขาวัดปัญญา การเรียนรู้ การรู้จัก การคิดแบบมีเหตุผล ประสบการณ์เดิม เป็นต้น

เกอเออร์ (Gaier. 1953 : 138 – 141) กล่าวว่าในการแก้ปัญหานั้นจำเป็นต้องอาศัยข้อเท็จจริง แต่ข้อเท็จจริงเพียงอย่างเดียวไม่เป็นการเพียงพอในการแก้ปัญหา จำเป็นต้องรู้จักสังเกตพิจารณาคัดเลือกหาแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา การสอนที่บอกแนวทางและข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหานั้นไม่สามารถช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้ ควรฝึกให้นักเรียนรู้จักสังเกตและคิดหาทางออกในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

สโตรเบอร์ (Stollburg. 1956 : 225 – 228) ให้ความเห็นว่าปัญหาที่เกิดขึ้นและวิธีการแก้ปัญหานั้น ผู้แก้ปัญหาแต่ละคนย่อมมีลักษณะเฉพาะเอกลักษณ์ การแก้ปัญหาก็ไม่เหมือนกัน การแก้ปัญหาก็ไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนตายตัว และไม่เป็ลลำดับขั้น อาจสลับก่อนหลังหรือบางขั้นตอนไม่มีก็ได้ นอกจากนี้การแก้ปัญหายังขึ้นอยู่กับ

1. ประสบการณ์ของแต่ละบุคคล
2. วุฒิภาวะของสมอง
3. สภาพการณ์ที่แตกต่างกัน
4. กิจกรรมและความสามารถของแต่ละคนที่มีต่อปัญหานั้น

กานเย (Gagne. 1970 : 63) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญห่าเป็นรูปแบบของการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่ 2 ประเภทขึ้นไป และใช้หลักการนั้นผสมผสานกันจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ที่เรียกว่าความสามารถด้านการแก้ปัญหา โดยการเรียนรู้ประเภทหลักการนี้ต้องอาศัยหลักการเรียนรู้เป็นพื้นฐานของการเรียน การเรียนรู้ประเภทนี้ กานเย ได้อธิบายว่าเป็นการเรียนรู้อีกประเภทหนึ่งที่ต้องอาศัยการมองเห็นลักษณะร่วมกันของสิ่งเหล่านั้น

บอร์น เอกสเตรน และโดมิโนสกี (Bourne, Ekstrand and Dominoski. 1971 : 44) ได้กล่าวไว้ว่า การแก้ปัญห่าเป็นกิจกรรมที่เป็นทั้งการแสดงความรู้ ความคิดจากประสบการณ์ก่อน ๆ และส่วนประกอบของสถานการณ์ที่เป็นปัจจุบัน โดยนำมาจัดเรียงลำดับใหม่เพื่อผลของความสำเร็ลในจุดมุ่งหมายเฉพาะอย่าง

กิลฟอร์ด (Guilford. 1971 : 104) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญา (The Structure of Intellect) กับขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาของดิวี่ ได้สรุปว่าขั้นตอนในการวิเคราะห์ปัญห่ามีความสัมพันธ์กับความสามารถทางด้านการรู้ (Cognition) ขึ้นในการเสนอวิธีการแก้ปัญห่ามีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับการคิดแบบเอกนัยและแบบอนกนัย (Convergent and Divergent) ส่วนขั้นตอนในการตรวจสอบผลลัพธ์มีความสัมพันธ์กับความสามารถทางด้านการประเมินค่า (Evaluation) ความยุ่งยากในการแก้ปัญห่าทางคณิตศาสตร์นั้น มีสาเหตุหลายประการคือ

1. เนื่องจากขาดวุฒิภาวะทางสมอง หรือสมองพิการ
2. ไม่เข้าใจปัญหาที่อ่าน
3. ขาดประสบการณ์ด้านการสร้างความคิดรวบยอด ซึ่งเป็นพื้นฐานที่จะนำมาสัมพันธ์เป็นลิ่งใหม่
4. ขาดประสบการณ์เกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญห่าอย่างมีประสิทธิภาพ
5. ขาดทักษะในการคิดคำนวณ
6. ได้รับการสอนไม่ดีพอ
7. ขาดแรงจูงใจ

อาย์เซน, อูซเบิร์ก และเบิร์น (Eysenck, Wurzburg and Berne 1972 : 44) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาว่าเป็นกระบวนการที่จำเป็นต้องอาศัยความรู้ในการพิจารณาสังเกตปรากฏการณ์ และโครงสร้างของปัญหา รวมทั้งต้องใช้กระบวนการคิดเพื่อให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

กูต (Good.1973 : 518) ได้ให้ความเห็นว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ คือการแก้ปัญหานั้นเอง ซึ่งกูตได้กล่าวว่าการแก้ปัญหานั้นเป็นแบบแผนหรือวิธีดำเนินการซึ่งอยู่ในสภาวะที่ยากลำบาก ยุ่งยาก หรืออยู่ในสภาวะที่พยายามตรวจสอบข้อมูลที่หามาได้ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับปัญหา มีการตั้งสมมติฐานและมีการตรวจสอบสมมติฐานภายใต้การควบคุม มีการรวบรวมเก็บข้อมูลจากการทดลอง เพื่อหาความสัมพันธ์ที่จะทดสอบสมมติฐานนั้นว่าเป็นจริงหรือไม่

พยอม ดันมณี (2524 : 42) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาว่า ต้องอาศัยกฎที่ได้เรียนรู้ไปแล้วช่วยแก้ปัญหาค้นพบ การแก้ปัญหาก็แก้ได้โดยการสอน โดยการบอกวิธีให้ อย่างไรก็ตามส่วนประกอบที่ช่วยในการแก้ปัญหาก็คือการใช้กฎที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว ดังนั้นการแก้ปัญหาก็คือกระบวนการซึ่งผู้เรียนตั้งสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้วมาใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

นอกจากนี้ สมจิต สวธน์ไพบูลย์ (2527 : 8) ได้สรุปว่าในการดำเนินการแก้ปัญหาจะสำเร็จลุล่วงอย่างมีประสิทธิภาพเพียงไรย่อมขึ้นอยู่กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กมลรัตน์ หล้าสูงษ์ (2528 : 259-261) ได้อธิบายเกี่ยวกับการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

การแก้ปัญหา หมายถึง ประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ทั้งทางตรง (มีผู้อบรมสั่งสอน) และทางอ้อม (เรียนรู้ด้วยตนเอง) มาแก้ปัญหาใหม่ที่ประสบ ซึ่งการแก้ปัญหาแต่ละครั้งจะสำเร็จหรือได้ผลดีขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่อไปนี้

1. ระดับความสามารถของเชาว์ปัญญา ผู้เรียนที่มีระดับเชาว์ปัญญาสูง ย่อมสามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่าผู้เรียนที่มีระดับเชาว์ปัญญาดำ

2. การเรียนรู้ในการแก้ปัญหาได้สำเร็จ และรวดเร็วเกิดจากการที่ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง สามารถจับหลักการต่าง ๆ ในขณะที่เรียนรู้ไว้ได้อย่างถ่องแท้ เมื่อประสบกับปัญหาเช่นนั้นอีก หรือปัญหาที่คล้ายคลึงกันจะแก้ปัญหาก็ได้รวดเร็วถูกต้อง

3. การรู้จักคิดแบบเป็นเหตุเป็นผล โดยอาศัยสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

3.1 ข้อเท็จจริงและความรู้จากประสบการณ์เดิม

3.2 จุดมุ่งหมายในการคิดและการแก้ปัญหา

3.3 ระยะเวลา การรู้จักคิดอย่างมีเหตุผลจำเป็นต้องอาศัยเวลา ดังนั้นผู้ฉลาดมักจะทิ้งระยะเวลาสักระยะหนึ่งเมื่อประสบปัญหา เพื่อไตร่ตรองหาเหตุผลที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา

วิธีการต่าง ๆ ในการแก้ปัญหามักแตกต่างกันออกไป แล้วแต่ประสบการณ์ของผู้เรียนและสภาพการณ์ของปัญหาที่เกิดขึ้น ดังนี้

1. การแก้ปัญหาโดยใช้พฤติกรรมแบบเดียว

2. การแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก

3. การแก้ปัญหาโดยเปลี่ยนแปลงทางความคิด

4. การแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

สำหรับการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหาในระดับนี้ถือว่า เป็นระดับที่สูงสุดและใช้ได้ผลที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการแก้ปัญหาที่ยุ่งยาก ซับซ้อน การแก้ปัญหาด้วยวิธีนี้จะต้องอาศัยองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

1. ระดับเซวาร์ปัญญา โดยต้องมีระดับเซวาร์ปัญญาอย่างน้อยระดับปกติขึ้นไป (I.Q. = 90 – 109)

2. การคิดแบบมีเหตุผล คือรู้จักไตร่ตรองสภาพต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นว่าอะไรเป็นเหตุ และทำให้เกิดผลอย่างไร

3. ประสบการณ์เดิม ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม

4. เวลาในการแก้ปัญหา การแก้ปัญหาวิธีนี้จำเป็นต้องอาศัยเวลาเพื่อไตร่ตรองหาเหตุผล ตั้งสมมติฐาน และทดสอบสมมติฐานก่อนนำไปใช้แก้ปัญหาจริง ๆ

วินัย คำสุวรรณ (2528 : 41) ได้ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาแล้วสรุปว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กับประสบการณ์ การเรียนรู้ การฝึกฝน วิธีการแก้ปัญหา ระดับสติปัญญาและสภาพแวดล้อมทางสังคม

2. ผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหามีความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง และหลักการในการแก้ปัญหาดี

3. แรงจูงใจที่เกี่ยวกับความชอบในการแก้ปัญหาพฤติกรรมในการแก้ปัญหา และสภาพแวดล้อมรอบตัวนักเรียน ส่งผลถึงความสามารถในการแก้ปัญหา

4. นักเรียนชายและหญิง ระดับอายุเท่ากัน มีความสามารถในการแก้ปัญหาไม่แตกต่างกัน

5. ความสามารถในการแก้ปัญหาพัฒนาขึ้นตามระดับอายุ

6. ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์ กับทักษะวิทยาศาสตร์มูลฐาน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

รุ่งชีวา สุขดี (2531 : 35) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นทักษะอย่างหนึ่งที่จะต้องฝึกฝนอยู่เสมอ และความสามารถในการแก้ปัญหของแต่ละบุคคลยังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลาย ๆ ด้านด้วยกันคือ

1. ประสบการณ์ของแต่ละบุคคล หรือความรู้เดิม

2. วุฒิภาวะของสมองและความสามารถทางสติปัญญา

3. สภาพการณ์ที่แตกต่างกัน

4. กิจกรรมและความสนใจของแต่ละคนที่มีต่อปัญหานั้น

5. ความสามารถในการมองเห็นลักษณะร่วมกันของสิ่งเร้าทั้งหมด

3.2 การเรียนการสอนกับการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหของแต่ละบุคคลนั้น จะแตกต่างกันออกไป เพราะคนเราจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีหรือไม่นั้น ก็ขึ้นอยู่กับว่าบุคคลนั้นมีระดับสติปัญญา ความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ ตลอดจนได้รับการจูงใจหรือไม่เพียงใด ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และเราจะเห็นว่าวิธีการแก้ปัญหานั้นก็ไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนตายตัวเสมอไป ดังนั้นการเรียนการสอนจึงเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาปัจจัยต่าง ๆ อันที่จะส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนดีขึ้นได้ ดังเช่น

โกสตีนท์ (Goldstein. 1949 : 233 – 39) ได้กล่าวว่าครูควรสอนการแก้ปัญหาโดยตรงแก่นักเรียน ซึ่งควรจะมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะช่วยให้นักเรียนได้รู้จักคิด รู้จักพิสูจน์หาข้อสรุป และให้เด็กมองเห็นคุณค่าของการแก้ปัญหา

ธอร์นไดค์ (Thorndike. 1952 : 192 – 216) กล่าวว่า การเรียนรู้ข้อเท็จจริงกับการนำข้อเท็จจริงไปใช้เพื่อแก้ปัญหาใหม่ เป็นกระบวนการที่แตกต่างกัน การเรียนรู้จากการแก้ปัญหาได้สำเร็จในสถานการณ์หนึ่ง ไม่ได้หมายความว่าต้องแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นได้เสมอไป

เดรสเซล (Dressel. 1955 : 418 – 420) ได้อธิบายว่า การแก้ปัญหเป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษาในทุกสาขา การแก้ปัญหเป็นส่วนหนึ่งที่มีอิทธิพลในระหว่างหลักสูตรต่าง ๆ การแก้ปัญหเป็นส่วนที่สำคัญและจำเป็นสำหรับการศึกษาในโรงเรียนทั่ว ๆ ไป การแก้ปัญหไม่ใช่เป็นส่วนหนึ่งเฉพาะการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เท่านั้น

เบเกอร์ (Baker. 1960 : 1530 - 155) เห็นด้วยกับโกสตีนท์ที่ว่าครูควรสอนให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยการปรับปรุงเทคนิคในการสังเกต การอภิปรายการวางแผนงาน และพยายามส่งเสริมให้เด็กมีประสบการณ์เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา

แครอล (Caroll. 1964 – 76) กล่าวว่า ถ้านักเรียนมีคุณสมบัติในการคิดหาเหตุผล เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหอย่างมีประสิทธิภาพ และปลูกฝังนิสัยในการไต่ถามเพื่อสืบสวนข้อเท็จจริงย่อมสามารถนำคุณสมบัติเหล่านี้ไปใช้ในการแก้ปัญหอื่น ๆ ได้

ความสามารถในการแก้ปัญหเป็นทักษะอย่างหนึ่งที่จะต้องมีการฝึกฝนอยู่เสมอ แม้ว่าครูไม่อาจจะฝึกฝนให้นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหทางวิทยาศาสตร์อย่างเดียวกับที่เราฝึกให้เด็กเล่นดนตรี แต่การให้เด็กมีโอกาสฝึกฝนอยู่เสมอ นั้นย่อมเป็นประโยชน์แก่เด็กอย่างแน่นอน วิธีการต่าง ๆ ที่ครูจะช่วยฝึกให้เด็กมีความสามารถในการแก้ปัญหา มังกร ทองสุคดี (2522 : 5 – 10) กล่าวถึงกิจกรรมที่ครูควรทำไว้ดังนี้

1. ฝึกให้เด็กทำงานอยู่เสมอ (the persistency process) วิธีการแบบนี้เป็นวิธีการที่ใช้กันมานาน เป็นวิธีการที่มีประโยชน์อยู่เสมอ การทำงานช่วยให้เรามีประสบการณ์เพิ่มขึ้น ย่อมจะช่วยให้เรามีหนทางในการแก้ปัญหามากขึ้น ในการสอนวิทยาศาสตร์นั้นครูและนักเรียนจะต้องเผชิญปัญหายอยู่ตลอดเวลา

2. ฝึกให้เด็กมีการทดสอบอยู่เสมอ (the testimonial process) บางครั้งครูอาจกำหนดปัญหาให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบโดยแนะนำให้นักเรียนกระทำกิจกรรมบางอย่างหรือการแสดง การสาธิตเพื่อให้นักเรียนหาคำตอบให้ได้ นักเรียนที่มีโอกาสฝึกการแก้ปัญหายุ่งยากนั้น อาจจะหาแนวทางต่าง ๆ ช่วยได้เป็นอย่างดีการสอนเนื้อหาวิชาบางครั้ง ครูไม่อาจทำการทดลองได้เช่น การวัดระยะทางจากโลกกับดวงดาวในท้องฟ้า ก็ให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยการทดสอบค้นคว้าจากแหล่ง วิชาการต่าง ๆ

3. ฝึกให้เป็นผู้มีเหตุผลแก่ตนเอง (the innate process) การฝึกแบบนี้เป็นการฝึก ให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง บางครั้งอาจจะเป็นการเชื่อแบบมีลางสังหรณ์ (intuition) ซึ่งเป็น สัญชาตญาณของคนที่ผลงานของนักวิทยาศาสตร์หลายอย่างที่เกิดจากลางสังหรณ์ เช่น Schwab ได้ ค้นพบจุดดับในดวงอาทิตย์

4. ให้อำนาจการวิจารณ์ (critical thinking) จอห์น ดิวอี้ นักการศึกษาผู้มีชื่อเสียงได้ กำหนดวิธีการแก้ปัญหาโดยการวิเคราะห์ วิเคราะห์ปัญหานั้นออกเป็นขั้น ๆ ดังนี้

- ก. การกำหนดปัญหา
- ข. รวบรวมข้อเท็จจริง
- ค. ตั้งสมมติฐาน
- ง. ทดสอบสมมติฐาน
- จ. ประเมินผล

การแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ได้รับความนิยมมากเพราะช่วยให้เราแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่าง กว้างขวาง สามารถนำไปใช้ได้กับทุกสาขาวิชา บางทีเรียกวิธีการนี้ว่า การแก้ปัญหาโดยวิธี วิทยาศาสตร์ (the scientific method) หรือวิธีการใช้ปัญญา (the method of intelligence)

วิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ ครูควรจะให้ฝึกให้นักเรียนใช้อยู่เสมอ เพราะสามารถจะ นำไปใช้ในโอกาสอีกด้วย นอกจากนั้นครูควรจะได้แนะนำหรือหาทางช่วยให้นักเรียนรู้จักคิด หรือ กระทำในเรื่องเหล่านี้โดย

- 4.1 ฝึกให้อำนาจการวิเคราะห์ - สังเคราะห์
- 4.2 ฝึกให้อำนาจการออกความเห็น (suggestion)

การฝึกหรือกระตุ้นยั่วให้ให้นักเรียนรู้จักแสดงความคิดเห็นอยู่เสมอ นั้น จะเป็นการช่วย ให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ความคิดของตนเอง เพราะการคิดจะช่วยให้การเรียนรู้ของนักเรียนดีขึ้นดีกว่า การจะฝึกให้นักเรียนใช้แต่ความจำอย่างเดียว ครูจะต้องคอยช่วยเหลือนักเรียนอยู่เสมอ เพราะ นักเรียนอาจจะออกความเห็นในสิ่งที่ไม่ถูกต้องมากนักก็ได้

นอกจากนี้ ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 232 – 234) ยังได้กล่าวว่าขั้นตอนในการ แก้ปัญหานั้นอาจแจกแจงได้มากกว่าหรือน้อยกว่า 4 ขั้นก็ได้ แล้วแต่ความละเอียดในการแบ่งและ ทบวงมหาวิทยาลัยก็ได้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนคือ

1. การระบุปัญหา สิ่งสำคัญในขั้นนี้ก็คือ ความสนใจที่มีต่อสิ่งที่พบเห็น ซึ่ง เกิดเนื่องจากความอยากรู้อยากเห็น และทักษะในการสังเกต

2. การตั้งสมมติฐาน เป็นการคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ ซึ่งในทางวิทยาศาสตร์เรียกว่า สมมติฐาน

3. การทดลอง เป็นการกำหนดวิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยทักษะในการควบคุม ตัวแปร การสังเกต และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4. การสรุปผลการทดลอง เป็นการแปลความ อธิบายความหมายของข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้ออกกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

นักจิตวิทยาในกลุ่ม Cognitive - field มีความคิดเห็นในการสอนให้แก่ปัญหาว่าการใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้จะช่วยให้เด็กมีประสบการณ์ในการเก็บข้อมูล สำรวจ ทดลอง เป็นแรงกระตุ้นให้เกิดการแสวงหาความรู้ต่อไป และการสอนเพื่อให้เกิดการแก้ปัญหานั้น พรรณี ชูทัย (2528 : 219) ได้เสนอไว้ดังนี้

1. ขั้นแรกสอน Verbal Association, Concepts และ Principles ซึ่งถือว่าเป็นพื้นฐานที่สำคัญสำหรับแสวงหาความรู้ต่อไป

การที่ครูจะสอนโดยวิธีการสืบเสาะหาความรู้นั้นควรใช้กับระดับเด็ก ป. 5 ให้เด็กอยู่ในขั้นที่สามารถคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นามธรรมได้ (Formal Operations หรือ Symbolic Representation) ถ้าใช้กับชั้นเด็ก ๆ ไม่สู้จะเหมาะสม เพราะการใช้ภาษาของเด็กยังไม่กว้างขวาง ถ้าหากจะใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้กับชั้นเด็ก ๆ ก็ต้องใช้ความพยายาม

2. สร้างบรรยากาศที่จะช่วยกระตุ้นให้เด็กเกิดรู้สึกเป็นอิสระที่จะซักถามบรรยากาศจะต้องไม่เข้มงวดตึงเครียด ถ้าเด็กเกิดความรู้สึกลัว ถ้าทำผิดหรือถูกหัวเราะเยาะเด็กจะไม่กล้าซักถาม ซึ่งจะไม่ก่อให้เกิดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

3. กระตุ้นให้เด็กแสดงความคิดเห็นและให้อิสระในการบรรยายเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ต่อชั้นเรียนที่พร้อมจะเข้าใจและรับฟัง

4. กระตุ้นให้เด็กมีการเดา วิเคราะห์คำตอบ ซึ่งจะให้ผลดีกว่าการที่ครูจะเป็นผู้วิเคราะห์คำตอบเองทุกครั้ง

5. สอนเทคนิคในการแก้ปัญหาหรือการใช้การสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

5.1 ขั้นเตรียม ครูเป็นผู้เสนอปัญหาหรือกระตุ้นให้นักเรียนตั้งปัญหาด้วยตนเอง หรืออาจให้ตั้งสมมติฐานและให้ทดสอบ

5.2 ขั้นสำรวจ กระตุ้นและช่วยให้นักเรียนหาข้อมูล ซึ่งเกี่ยวข้องกับปัญหา ครูอาจช่วยได้ด้วยการสอนให้ใช้หนังสืออ้างอิง การใช้ห้องสมุด หรือการใช้คำถามกระตุ้นดังเช่นของ Bruner ขั้นนี้เป็นขั้นที่ครูเปิดโอกาสให้เด็กคิดหาคำตอบอย่างอิสระ หาทางแก้ปัญหาด้วยตนเอง

5.3 ขั้นของการแก้ปัญหา เมื่อเด็กคิดหาคำตอบได้ กระตุ้นให้เด็กเรียนรู้วิธีที่ตนเองแก้ปัญหาได้ บางครั้งคำตอบนั้น ๆ เป็นเรื่องจริงที่ไม่ต้องมีการทดสอบ ครูก็ให้เด็กหยุดอยู่เพียงขั้นที่ 3 นี้ แต่บางครั้งบางเรื่องอาจจะต้องมีการทดสอบเพื่อยืนยันผลที่ได้ให้ครูใช้วิธีต่อไปนี้ คือ การทดสอบ

5.4 ขั้นทดสอบ โดยการกระตุ้นให้นักเรียนติดตามผลนอกห้องเรียนว่าจะสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้หรือไม่ ถ้านำไปใช้แสดงว่า เกิดถ่ายโยงความรู้ ซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญของการสอนให้แก้ปัญหานั้นคือ สามารถนำความรู้ที่เรียนมาไปใช้ได้จริง

6. ในการสอนให้เด็กรู้จักการแก้ปัญหานั้น ให้คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ดังนั้น ในการฝึกให้ใช้การสืบเสาะหาความรู้ จะต้องคำนึงถึงเรื่องนี้ให้มาก มิใช่จะใช้ได้กับเด็กทุกคน

3.3 ขั้นตอนในการแก้ปัญหา

ซึ่งมีขั้นตอนในการแก้ปัญหาดังนี้

1. พิจารณาปัญหา โดยอาศัยการสังเกต
2. ตั้งสมมติฐานจากประสบการณ์เดิมต่าง ๆ
3. ทดสอบสมมติฐาน
4. คงสมมติฐานที่ถูกไว้ แต่ถ้าผิดให้ตัดสมมติฐานเดิมทิ้งไป ย้อนกลับไปพิจารณาปัญหาแล้วตั้งสมมติฐานขึ้นใหม่
5. นำสมมติฐานที่ดีที่สุดไปใช้ อาจเป็นการใช้ทั้งหมด หรือประยุกต์ไปใช้เฉพาะบางส่วนที่เหมาะสมกับสภาพปัญหา

จากความสำคัญของการแก้ปัญหา จึงมีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้ให้ความสนใจและเสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้หลาย ๆ แนวคิดด้วยกัน เช่น

บรูเนอร์ (Bruner. 1966 : 123 – 127) ได้ศึกษาวิธีการคิดแก้ปัญหาและได้สรุปว่าการคิดแก้ปัญหานั้นต้องการกลไกแห่งความสามารถในการอ้างอิงและจำแนกประเภทของสิ่งเร้า ประสบการณ์รับรู้ต่าง ๆ ก็เป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งของกระบวนการการจัดประเภทที่จะนำไปสู่การตอบสนองในขั้นสุดท้าย ขั้นตอนต่าง ๆ ในการคิดแก้ปัญหา มีดังนี้

1. ขั้นรู้จักปัญหา (Problem isolation) เป็นขั้นที่บุคคลรับรู้สิ่งเร้าที่ตนกำลังเผชิญอยู่ว่าเป็นปัญหา
2. ขั้นแสวงหาเค้าเงื่อน (Search for cues) เป็นขั้นที่บุคคลใช้ความพยายามอย่างมากในการระลึกถึงประสบการณ์เดิม
3. ขั้นตรวจสอบความถูกต้อง (Confirmation check) ก่อนที่จะตอบสนองในลักษณะของการจัดประเภทหรือแยกแยะโครงสร้างของเนื้อหา
4. การตัดสินใจตอบสนองที่สอดคล้องกับปัญหา

กิลฟอร์ด (Guilford. 1967 : 313) กล่าวว่า ความสามารถด้านการคิดปัญหาเป็นผลที่เกิดจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมิติทั้งสามในโครงสร้างทางสติปัญญา สำหรับจิตอี (Guilford. 1971 : 130) เห็นว่ากระบวนการในการแก้ปัญหานั้นควรประกอบด้วย กระบวนการต่าง ๆ 5 ขั้นตอนคือ

1. ขั้นเตรียมการ (preparation) หมายถึง ขั้นในการตั้งปัญหาหรือค้นพบปัญหาว่าปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้น ๆ คืออะไร

2. ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา (analysis) หมายถึงขั้นในการพิจารณาว่าสิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุที่สำคัญของปัญหาหรือสิ่งใดที่ไม่ใช่สาเหตุที่สำคัญของปัญหา

3. ขั้นในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (production) หมายถึงการหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงสาเหตุของปัญหาแล้วเสนอออกมาในรูปวิธีการผลสุดท้ายจะได้ผลลัพธ์ออกมา

4. ขั้นตรวจสอบ (verification) หมายถึง ขั้นในการเสนอเกณฑ์เพื่อการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีแก้ปัญหา ถ้าเห็นว่าผลลัพธ์นั้นยังไม่ใช่ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง ก็ต้องมีการเสนอวิธีแก้ปัญหานี้ใหม่ จนกว่าจะได้วิธีการที่ดีที่สุดหรือถูกต้องที่สุด

5. ขั้นในการนำไปประยุกต์ใหม่ (reapplication) หมายถึง การนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสต่อไปเมื่อพบกับเหตุการณ์ที่เป็นปัญหาที่คล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยพบมาแล้ว

การมองความสามารถทางด้านการคิดแก้ปัญหาในลักษณะเป็นขั้นตอนของการคิดนับว่ามีประโยชน์ต่อการคิดแก้ปัญหา ซึ่งกิลฟอร์ด (Guilford. 1971 : 104) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญา (the structure of intellect) กับขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาของดิวอี้ ได้สรุปว่า ขั้นตอนในการวิเคราะห์ปัญหามีความสัมพันธ์กับความสามารถทางด้านการรู้ (cognition) ขั้นในการเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับการคิดแบบแยกนัย และแบบอเนกนัย (convergent and divergent thinking) ส่วนขั้นตอนในการตรวจสอบผลลัพธ์มีความสัมพันธ์กับความสามารถทางด้านการประเมินค่า (evaluation)

ดิวอี้ (กึ่งฟ้า สินธุวงศ์. 2529 : 5 – 6 ; อ้างอิงมาจาก Dewey. 1971 : 139) ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เรียกว่า Dewey's Problem Solution ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. การรับรู้และเข้าใจปัญหาเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น คนส่วนใหญ่จะต้องพบกับความตึงเครียด ความสงสัยและความยากลำบากที่จะต้องแก้ปัญหานั้นให้หมดไป ในขั้นต้นผู้พบปัญหาจะต้องรับรู้และเข้าใจในตัวปัญหานั้นก่อน

2. การระบุและแจกแจงลักษณะของปัญหา ปัญหาที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะแตกต่างกันมีระดับความยากง่ายที่จะแก้ไขได้ต่างกัน จึงต้องพิจารณาสืบต่อไป

2.1 มีตัวแปรต้น หรือองค์ประกอบอะไรบ้าง

2.2 มีอะไรบ้างที่จะต้องทำในการแก้ปัญหาโดยที่อาจจะเป็นการระบุปัญหาได้ไม่แจ่มชัด เป็นต้น

2.3 ต้องจัดการมองปัญหาในวงกว้างออกไปโดยให้มองเฉพาะสิ่งที่เกิดขึ้นเพื่อที่จะแก้ปัญหาไปที่ละตอน

2.4 ต้องรู้จักถามคำถามที่จะเป็นกุญแจนำไปสู่การแก้ปัญหา

2.5 พยายามดูเฉพาะสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจริง ๆ บางครั้งอาจมีสิ่งที่เรา มองไม่เห็นชัด ที่เป็นตัวก่อกำปัญหา ถ้าขจัดสิ่งนั้นได้ก็จะแก้ปัญหาได้

3. การรวบรวมข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหาเพื่อการตั้งสมมติฐาน ควรพิจารณา
สิ่งต่อไปนี้

3.1 จะมีวิธีการหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหานั้นอย่างไร ใครจะเป็นผู้ให้
ข้อมูลเหล่านั้น

3.2 สร้างสมมติฐานหรือคำถามที่อาจเป็นไปได้เพื่อช่วยแก้ปัญหา

4. การเลือกวิธีแก้ปัญหา หลังจากได้ความคิดว่าจะแก้ปัญหายังไรแล้ว ก็ลอง
พิจารณาดูว่าควรจะใช้วิธีการใดได้บ้าง

5. การทดลองนำเอาวิธีการแก้ปัญหามาใช้

สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ (2520 : 4 – 5) ได้กล่าวถึงกระบวนการในการคิดแก้ปัญหาหรือ
วิธีดำเนินการการคิด หรือการแสวงหาวิธีทางเพื่อแก้ปัญหาให้ได้ผล โดยใช้หลัก system approach
นั้นมีระบบการคิดเป็นขั้น ๆ ดังต่อไปนี้

1. ขั้นนิยามปัญหาเป็นการศึกษา วิเคราะห์ วิพากษ์ วิจารณ์ ให้รู้ถ่องแท้เสียก่อน
ว่าปัญหาที่ต้องการแก้ไขนั้นคืออะไรกันแน่ ถ้าเราไม่รู้จักตัวปัญหาที่แท้จริงแล้วก็จะทำให้การทำงานของ
ของเราปราศจากความมุ่งหมาย ไม่รู้ว่าทำงานเพื่ออะไร

2. ขั้นตั้งวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดเป้าหมายเพื่อการกำหนดปัญหานั้น ๆ ว่า
จะให้ผลสัมฤทธิ์ผลทางด้านใด เป็นปริมาณมากน้อยเพียงใด และมีคุณภาพสูงต่ำเพียงใด ต้องเขียน
ให้แจ่มแจ้ง ชัดเจน สามารถมองเห็นภาพการกระทำได้

3. ขั้นสร้างเครื่องมือไว้ตรวจสอบผลลัพธ์

4. ขั้นเลือกหาวิธีการปฏิบัติ เป็นการมองแนวทางในการปฏิบัติหลาย ๆ แนวทาง
มองแนวทางอย่างใจกว้างและเป็นธรรม พิจารณาข้อดีข้อเสียและข้อจำกัดต่างๆ

5. ขั้นเลือกวิธีที่ดีที่สุดมาดำเนินงาน

6. ขั้นทดลอง

7. ขั้นการวัดและประเมินผล

8. ขั้นการปรับปรุงและการขยายการปฏิบัติงาน

พยอม ตันมณี (2524 : 95 – 98) ได้แบ่งขั้นการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตามแนว
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้คือ

1. ขั้นนิยามปัญหา

2. ขั้นวิเคราะห์หาสาเหตุแห่งปัญหา

3. ขั้นรวบรวมวิธีการแก้ปัญหา

4. ขั้นวิเคราะห์ผลที่จะเกิดขึ้นจากวิธีการที่เสนอในการแก้ปัญหานั้น

จากแนวความคิดเรื่องการสอนแบบสืบสวนสอบสวนหรือการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้สรุป ขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่จะให้
นักเรียนบอกหรือตอบคำถามในแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็น
4 ลักษณะ ดังนี้คือ

1. ชั้นระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกปัญหาที่สำคัญที่สุดภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้
2. ชั้นวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกสาเหตุที่แท้จริงหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากข้อเท็จจริงตามสถานการณ์
3. ชั้นกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการวางแผน เพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหาหรือข้อเท็จจริงหรือเพื่อหาข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่ระบุไว้
4. ชั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายได้ว่าผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหานั้นสอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาที่ระบุไว้หรือไม่และผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

สมบัติ สุวรรณพิทักษ์ (2530 : 6 – 8) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการแก้ปัญหาด้วยวิธีระบบดังนี้คือ

ขั้นที่หนึ่ง กำหนดปัญหาและความต้องการ

ในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีระบบนี้จะเริ่มต้นด้วยการศึกษาถึงปัญหาที่แท้จริงว่าคืออะไรแน่ ซึ่งอาจจะพิจารณาสภาพที่เป็นอยู่ว่าเป็นอย่างไร มีปัญหาอะไรเกิดขึ้นบ้าง ใครบ้างเป็นบุคคลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเหล่านั้น พร้อมทั้งการพิจารณาว่าหน่วยงานหรือองค์กรดังกล่าวมีความต้องการที่จะให้มีอะไรเกิดขึ้น หรือมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ยกตัวอย่าง เช่น ในการเรียนการสอนการศึกษาผู้ใหญ่แบบเบ็ดเสร็จขั้นพื้นฐานในจังหวัดภาคใต้ กำหนดให้ผู้สอนสร้างบทเรียนขึ้นมาเอง ถ้าหากสภาพปัญหาที่เป็นเนื้อหาของการเรียนเป็นปัญหาเฉพาะในท้องถิ่น แต่สภาพที่ปรากฏก็คือว่าผู้สอนไม่ได้สร้างบทเรียน เรามีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาวิเคราะห์ให้ได้ว่าปัญหาที่แท้จริงอยู่ที่ใด ซึ่งอาจจะเป็นเพราะผู้สอนไม่มีความรู้ความสามารถในการเขียนบทเรียน หรือเป็นเพราะผู้สอนไม่มีเวลามากพอ ถ้าหากพบว่าผู้สอนยังขาดความรู้และทักษะในเรื่องการสร้างสื่อการเรียน การสอน ความต้องการก็คือ ต้องช่วยให้ผู้สอนมีความรู้และทักษะในการสร้างสื่อการเรียน จนสามารถทำด้วยตนเองได้ เหล่านี้เป็นต้น

ขั้นที่สอง การกำหนดจุดมุ่งหมาย

เมื่อได้มีการระบุปัญหาและความต้องการที่ชัดเจนแล้ว ก็ทำให้ทราบว่าเป้าหมายที่ต้องการบรรลุนั้นคืออะไร และทำให้สามารถกำหนดได้ว่าจุดมุ่งหมายที่แน่ชัดสามารถตรวจสอบได้นั้นคืออะไร การกำหนดจุดมุ่งหมายนั้นต้องให้สามารถสอบวัดได้ และถือว่าเป็นหัวใจที่สำคัญของวิธีระบบ ส่วนมากจะเขียนอยู่ในรูปของจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ทั้งนี้ก็เพราะว่าจุดมุ่งหมายที่ชัดเจนจะนำไปสู่การหาคำตอบที่แจ่มชัดเช่นกัน

ขั้นที่สาม การพิจารณาข้อจำกัดต่าง ๆ

ในการดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหามิว่าจะใช้วิธีการใด ๆ ก็แล้วแต่ เราไม่สามารถที่จะมองว่าปัญหาเหล่านั้นมีความเป็นอิสระไม่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบอื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สภาพแวดล้อมต่าง ๆ ปัญหาต่าง ๆ ไม่มีความเป็นเอกเทศในตัวของมันเอง ตรงกันข้ามยัง

มีปัจจัยอื่น ๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้องอีกด้วย สิ่งเหล่านี้กลายเป็นข้อจำกัดที่ผู้แก้ปัญหาจำเป็นต้องพิจารณาอย่างละเอียดรอบคอบ เพราะข้อจำกัดนี้จะเป็นเครื่องชี้ที่บ่งบอกว่าสิ่งใดทำได้ สิ่งใดทำไม่ได้ ในการพิจารณาข้อจำกัดจึงต้องดูทั้งในส่วนทางตรงและในส่วนทางอ้อม และถ้าเป็นไปได้ควรจะมีการจัดลำดับความสำคัญของข้อจำกัดเหล่านั้นด้วยว่ามีผลต่อสิ่งที่เรากำลังพิจารณามากน้อยเพียงใด

นอกจากพิจารณาข้อจำกัดแล้ว เรามีความจำเป็นที่ต้องพิจารณาว่ามีปัจจัยเอื้ออำนวยหรือส่งเสริมสนับสนุนต่อการพิจารณาแก้ไขปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่อะไรบ้าง ปัจจัยสนับสนุนเหล่านี้เรียกว่าเป็น ทรัพยากร (Resource) นั่นเอง โดยทั่วไปการพิจารณาว่าสิ่งใดจะเป็นปัจจัยเอื้ออำนวยหรือปัจจัยกีดขวาง เราจะพิจารณาจากคุณประโยชน์ที่เอื้ออำนวยให้นั่นเอง สิ่งนี้เรียกว่าเป็นปัจจัยเอื้ออำนวยหรือปัจจัยกีดขวางอันเป็นข้อจำกัด

ขั้นที่สี่ การพิจารณาทางเลือกต่าง ๆ

การแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่งนั้น โดยปกติจะไม่มีเพียงวิธีการหนึ่งวิธีการใดแต่เพียงอย่างเดียว อาจจะมีทางเลือกได้หลาย ๆ ทางเลือก ด้วยเหตุนี้เราจำเป็นที่จะต้องแสวงหาแนวทางเลือกอื่น ๆ อีกด้วย มิใช่ปักใจเชื่อหรือยึดถือแต่เพียงวิธีใดเพียงอย่างเดียว ในการแสวงหาแนวทางเลือกต่าง ๆ นี้ที่ใช้กันส่วนมากได้แก่ การใช้วิธีการระดมพลังสมองจากบุคคลที่เกี่ยวข้องหลาย ๆ ฝ่าย โดยพยายามรวบรวมความคิดและข้อคิดเห็นต่าง ๆ จากการระดมพลังสมองให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้

ขั้นที่ห้า การเลือกแนวทางใดแนวทางหนึ่งมาทดลองปฏิบัติ

ในขั้นที่สี่ จะเห็นได้ว่ามีแนวทางหลาย ๆ แนวทางที่เราสามารถนำมาปฏิบัติเพื่อการบรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ แต่ในทางปฏิบัติเราไม่สามารถที่จะนำเอาแนวทางต่าง ๆ เหล่านั้นไปปฏิบัติได้ทุกแนวทาง จำเป็นที่จะต้องมีการพิจารณาคัดเลือกแนวทางเพียงอย่างเดียวหนึ่งหรือสองอย่างมาทดลองปฏิบัติ จึงเห็นได้อย่างชัดเจนว่าขั้นที่ห้าเป็นหัวเลี้ยวหัวต่อที่มีความสำคัญมาก หรือถ้าจะเรียกว่าเป็นขั้นตอนที่วิกฤตก็ว่าได้ เพราะเมื่อมีการตัดสินใจเลือกแนวทางใดแล้วก็ย่อมจะใกล้เคียงยู่ติ ผลที่เกิดขึ้นย่อมแสดงถึงความบรรลุจุดมุ่งหมายหรือไม่บรรลุจุดมุ่งหมาย ดังนั้นการพิจารณาคัดเลือกแนวทางเลือก จึงจะต้องทำอย่างรอบคอบและระมัดระวัง เพื่อสามารถเลือกแนวทางที่มีประสิทธิภาพมาทดลองปฏิบัติ วิธีการที่จะนำมาใช้ส่วนมากได้แก่การกำหนดเกณฑ์ที่ได้รับการยอมรับเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพิจารณา จากนั้นจึงมีการพิจารณาว่าทางเลือกเหล่านั้นสอดคล้องกับเกณฑ์ดังกล่าวมากน้อยเพียงใด คัดเลือกแนวทางที่สอดคล้องกับเกณฑ์มากที่สุด จากนั้นจึงมีการลงความเห็นกันอีกครั้งหนึ่ง สิ่งที่สำคัญในการพิจารณาทางเลือกนี้ก็คือว่าจะต้องใช้วิธีการที่เป็นวิทยาศาสตร์ อย่าให้มีอคติส่วนตัวหรือเอาค่านิยมส่วนตัวเข้ามาเกี่ยวข้อง ไม่เช่นนั้นแล้วจะทำให้เกิดความเสียหาย เป็นการทำงานโดยไร้ประโยชน์

ขั้นที่หก การทดลองปฏิบัติตามแนวทางที่เลือกไว้

เมื่อได้ตัดสินใจเลือกแนวทางใดแล้ว ขั้นต่อไปก็คือ การลงมือทดลองปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ตามแนวทางที่กำหนดไว้ สิ่งจำเป็นในขั้นนี้ก็คือ การเตรียมปัจจัยเครื่องมือและ

อุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับการดำเนินงาน ตลอดจนจะต้องมีการควบคุมติดตามการดำเนินงานให้เป็นไปตามแนวทางที่ได้วางไว้ การทดลองปฏิบัติ จะต้องให้ระยะเวลาพอสมควร ไม่รีบด่วนสรุปผลเร็วจนเกินไป

ขั้นที่เจ็ด การประเมินผล

ในขั้นตอนนี้เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ของการดำเนินการปฏิบัติ ตามแนวทางเลือก การประเมินผลเป็นการพิจารณาตามจุดมุ่งหมายที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า ส่วนมากเป็นการประเมินผลที่เกิดขึ้น (Outcome) และผลกระทบต่าง ๆ (Impact) นั้นเอง

ขั้นที่แปด การปรับปรุง

การประเมินผลช่วยตอบคำถามได้ว่าการบรรลุจุดมุ่งหมายเพียงใด ซึ่งโดยปกติแล้วการดำเนินงานใด ๆ มักจะไม่สามารถบรรลุจุดมุ่งหมายได้ร้อยเปอร์เซ็นต์ มักจะมีข้อบกพร่องเกิดขึ้นอยู่เสมอ ข้อมูลจากการประเมินผลจะช่วยบ่งบอกให้เห็นว่ามีข้อบกพร่องในส่วนใด ข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการปรับปรุงการดำเนินงานให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

การปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องโดยทั่วไปจะเริ่มจากการดูความแตกต่างระหว่างสิ่งที่คาดหวังซึ่งได้กำหนดไว้ในจุดมุ่งหมาย กับสิ่งที่เกิดขึ้นจริงว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร หรือไม่เพียงใด ถ้าพบความแตกต่างก็จะต้องมีการดำเนินการแก้ไขปรับปรุงต่อไป

การแก้ไขปัญหโดยวิธีระบบมิได้สิ้นสุดอยู่เพียงการปรับปรุงแก้ไข แต่ยังคงต้องมีการดำเนินการในช่วงต่อ ๆ ไป และมีการประเมินผลอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้มีการปรับปรุงอยู่เสมอ ไม่มีสิ่งใดที่จะสมบูรณ์ที่สุด โดยไม่มีการปรับปรุงอีกต่อไป ดังมีคำกล่าวที่ว่า “...มนุษย์เราพยายามที่จะแสวงหาความสุขที่สมบูรณ์ที่สุด แท้จริงแล้วในโลกนี้ไม่มีอะไรที่สมบูรณ์ที่สุด แม้แต่ตัวของมนุษย์เอง ...”

สมจิต สวชนไพบุลย์ (2527 : 8) ได้เสนอว่า การแก้ปัญหามีวิธีการที่ใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบจะมีมากมายหลายวิธี เช่น วิธีลองผิด – ลองถูก วิธีคิดกลับไปกลับมา แต่ที่นิยมนำมาใช้ฝึกฝนนักเรียนให้เป็นคนช่างแสวงหาความรู้เยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลำดับขั้นตอน 4 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ดังนี้ คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นตั้งสมมติฐาน

ขั้นที่ 3 ขั้นพิสูจน์หรือทดลอง

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปผลและนำไปใช้

สำหรับกระบวนการแก้ปัญหาก็จะสำเร็จลุล่วงอย่างมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้น สมจิต สวชนไพบุลย์ (2527 : 8) ได้ให้ความเห็นว่า ย่อมขึ้นอยู่กับการใช้ทักษะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแก้ปัญหานั้น ๆ ซึ่งเรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการสังเกต การวัด การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร

การทดลอง การแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป โดยนำทักษะเหล่านี้ไปใช้ในแต่ละขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยไม่จำเป็นต้องใช้ทุกทักษะ

อนันต์ คงจันทร์ (2529 : 47 – 48) ได้สรุปว่า การแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลดีที่สุดหรือเหมาะสมที่สุดนั้นควรจะได้มีการปฏิบัติตามขั้นตอนหรือกระบวนการในการแก้ปัญหามีหลักเกณฑ์ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 4 ขั้นตอน

1. ค้นหาปัญหาที่แท้จริงและสาเหตุของปัญหา
2. กำหนดทางเลือกหลาย ๆ ทางสำหรับการแก้ปัญหา
3. เลือกทางออกที่ดีที่สุด
4. ประเมินผล

จากแนวคิดในการแก้ปัญหาและขั้นตอนในการแก้ปัญหาดังกล่าว พบว่า การแก้ปัญหาที่ดีนั้นจะต้องเป็นขั้นตอน มีระบบแบบแผน ซึ่งเป็นระบบแบบแผนที่สอดคล้องกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ อาจมีการแจกแจงขั้นตอนที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความละเอียดในการแบ่งขั้นตอนนั้น ๆ ซึ่งกู๊ด (Good. 1973 : 486) ได้ให้ความเห็นว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ก็คือการแก้ปัญหานั้นเอง และการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ถือว่าเป็นเครื่องมือสำคัญในการแก้ปัญหาที่สมบูรณ์ที่สุด เพราะเป็นวิธีที่มีกระบวนการหาคำตอบหรือหาความรู้ที่มีขั้นตอนต่อเนื่อง มีระบบแบบแผน มีการใช้เหตุผลขั้นสูง (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2530 : 14) โดยสรุปของขั้นตอนในการแก้ปัญหด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้ว มีอยู่ 4 ขั้นตอนด้วยกัน ดังที่ เวียร์ (Weir. 1974 : 17) ได้สรุปไว้ดังนี้

1. ขั้ระบุปัญหา (Statement of the Problem)
2. ขั้วิเคราะห์ปัญหา (Defining the Problem or Distinguishing Essential Features)
3. ขั้เสนอวิธีการแก้ปัญหา (Searching for and Formulating a Hypothesis)
4. ขั้ตรวจสอบผลลัพธ์ (Verifying the Solution)

จากจุดมุ่งหมายทางการศึกษา แบ่งออกเป็นหกชนิด คือ ความรู้ – ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า (Bloom. 1956 : 62) จากการอธิบายความหมายของแต่ละจุดประสงค์ของการศึกษา บลูมชี้ให้เห็นว่า ขั้นตอนของขบวนการคิดแก้ปัญหา มีอยู่ 6 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 เมื่อผู้เรียนได้พบปัญหา ผู้เรียนจะคิดค้นหาสิ่งที่เคยพบเคยเห็นและเกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 2 ผู้เรียนจะใช้ประโยชน์จากขั้นที่ 1 มาสร้างรูปแบบของปัญหาขึ้น

ขั้นที่ 3 การจำแนกแยกแยะปัญหา

ขั้นที่ 4 การเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิด และวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา

ขั้นที่ 5 การใช้ข้อสรุปของวิธีการมาแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

นอกจากนี้ บลูม (Bloom. 1956 : 122) ได้อธิบายเพิ่มเติมว่า ความสามารถทางสมองที่นำมาใช้คิดแก้ปัญหาในขั้นที่ 1 ถึงขั้นที่ 4 เป็นส่วนของการนำไปใช้ (Application) ขั้นที่ 5 และขั้นที่ 6 เป็นส่วนของความเข้าใจ (Comprehension) ส่วนความรู้ - ความจำ (Knowledge) นับว่าเป็นพื้นฐานที่จำเป็นต่อการคิดแก้ปัญหา สำหรับความสามารถในการวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถทางสมองอีกอย่างหนึ่งที่นำมาใช้ในขบวนการคิดแก้ปัญหาในขั้นที่ 3

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยจะใช้ตามแนวขั้นตอนการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางในการพิจารณาเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ไนท์ และ มิคเคสัน (พยนต์ แสงเดช 2535 : 38 อ้างอิงมาจาก Knight & Mickelson. 1949) ได้เปรียบเทียบผลการสอน 2 แบบคือ แบบเน้นปัญหา และแบบเน้นเนื้อหาวิชาว่าแบบใดจะดีกว่ากันในเรื่องการรับรู้ข้อเท็จจริง และการแก้ปัญหา ผลปรากฏว่า กลุ่มเน้นปัญหามีความรู้เรื่องวิธีการแก้ปัญหาและดีกว่าในเรื่องการเรียนรู้ข้อเท็จจริง

ครอส และ เกเออร์ (Cross and Gaier. 1955 : 193 – 206) ได้ศึกษาวิธีการแก้ปัญหาที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยสร้างแบบทดสอบขึ้นฉบับหนึ่ง เรียกว่า

The Balance Problem Test (BPT) ซึ่งแยกพฤติกรรมในการแก้ปัญหาออกเป็น 2 ด้านคือ หลักการกับข้อเท็จจริง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษา จำนวน 39 คน ผลปรากฏว่า วิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักการมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

จอห์นส์ (Johns. 1956 : 994 – 995A) ได้ศึกษาผลการเรียนของนักเรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไปเกรด 8 จากการใช้วิธีการสอนสองวิธี โดยแบ่งเป็นสองกลุ่ม กลุ่มละ 56 คน ชาย 17 คน หญิง 29 คน ทั้งสองกลุ่มมีความถนัดทางการเรียนและความสามารถในการอ่านพอ ๆ กัน กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบบรรยาย แบบสาธิตให้มีส่วนร่วมในการทดลอง และทำการบ้านตามที่กำหนดให้ กลุ่มทดลองให้เรียนโดยวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง มีแต่เพียงเอกสารแนะนำที่ครูแจกให้ ซึ่งจะแนะนำกิจกรรมที่นักเรียนจะเลือกนำไปปฏิบัติอันจะก่อให้เกิดความรู้ข้อเท็จจริง และมีมีโนภาพด้วยตนเอง ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลการแก้ปัญหา ทักษะคิดต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะในการเรียนดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มควบคุมดีกว่ากลุ่มทดลองในด้านเนื้อหา

เมอร์ดิท (Meridith. 1962 : 3550 – A) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการจัดเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์สองแบบ โดยศึกษากลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 42 คน แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งทั้งสองกลุ่มต่างก็มีเพศ อายุ คะแนนความสามารถในการเรียนและคะแนนสอบครั้งแรกของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อยู่ในเกณฑ์เดียวกัน นักเรียนกลุ่มทดลองเรียนเนื้อหาที่จัดโดยคำนึงถึงสิ่งที่นักเรียนและกลุ่มมี

ควบคุมเรียนเนื้อหาตามปกติ ผลจากการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหา มากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการแก้ปัญหา วิทยาศาสตร์มีสหสัมพันธ์อย่างสูงกับความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง และหลักการทางวิทยาศาสตร์

มาฮาน (Mahan. 1963 : 1097 – 1098A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการใช้วิธีสอน 2 วิธี คือ การสอนโดยการแก้ปัญหา (Problem - Solving) กับการบรรยายประกอบการอภิปราย (Lecture – Discussion) ในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทัศนคติ ความสนใจและการปรับตัว พบว่า

1. ไม่พบความแตกต่างในการพัฒนาทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
2. การสอนโดยวิธีแก้ปัญหา จะสร้างความมั่งคั่งทางด้านความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ การนำไปใช้ และทักษะในการแก้ปัญหา โดยเฉพาะเด็กที่มีสติปัญญาต่ำ
3. การสอนโดยการแก้ปัญหา จะสร้างความสนใจได้ดีเยี่ยม
4. การสอนโดยการแก้ปัญหา จะสร้างความสนใจทางด้านช่างกลแก่เด็กที่มี สติปัญญาต่ำเป็นอย่างดี
5. การสอนโดยวิธีแก้ปัญหา จะสร้างความมั่งคั่งด้านการปรับตัวและทัศนคติ แก่นักเรียนทั้งสองเพศได้เป็นอย่างดี
6. นักเรียนมีความมั่งคั่งด้านความรู้ ทักษะด้านแก้ปัญหา และความสนใจด้าน วิทยาศาสตร์เกินกว่าที่คาดไว้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเด็กชาย

ฮีธ (Heath. 1964 : 531 – 544) วิจัยพบว่า การแก้ปัญหาโดยใช้พฤติกรรมหลักการ พื้นฐานและการค้นคว้าหาคำตอบของนักเรียนมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในวิชาฟิสิกส์ที่ เรียนตามหลักสูตร PSSC มากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เรียนตามหลักสูตร PSSC ส่วนนักเรียนที่เลือกใช้ วิธีการแก้ปัญหาด้านความรู้ความจำ และการนำไปใช้ จะมีความสัมพันธ์ในทางลบกับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ที่เรียนตามหลักสูตร PSSC มากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เรียนตามหลักสูตร PSSC

เกบริลลี (Gabrielli. 1972 : 5650) ได้ศึกษาถึงความสามารถในการแก้ปัญหของ นักศึกษาคณะใหม่มหาวิทยาลัยซีราคิวส์ (Syracuse) จำนวน 50 คน โดยแบ่งนักศึกษาออกเป็น 3 กลุ่มตามความสามารถในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหของ นักศึกษามีความสัมพันธ์ทางบวกกับความรู้ ประสบการณ์ การฝึกหัด ระดับการศึกษาและ ประสิทธิภาพในการติดต่อสื่อสารกับผู้อื่น แต่ความสามารถในการแก้ปัญหาไม่มีค่าความสัมพันธ์กับ ทัศนคติต่อการศึกษารวมไป

นอร์ตัน (Norton. 1972 : 204 – A) ได้ศึกษาถึงความสามารถในการแก้ปัญหใน วิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 4, 5, 6 จำนวน 27 คน โดยคัดเลือกจากโรงเรียน ต่าง ๆ หลายโรงเรียนในเมืองออสติน (Austin) รัฐเท็กซัส (Texas) ที่ระดับ I.Q. 80 – 147 I.Q. เฉลี่ย 116 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 12.4 อายุเฉลี่ย 127.2 เดือน ในการศึกษาครั้งนี้ความสามารถในการ แก้ปัญหาพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบการแก้ปัญหาซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ตอน คือ

1. นิเทศเข้าสู่ปัญหาหรือทำความเข้าใจกับปัญหา
2. ชี้แจงปัญหาหรือกำหนดปัญหา
3. การแก้ปัญหา หาคำตอบ หรือหาวิธีการแก้ปัญหา
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. พิสูจน์ปัญหา

ผลปรากฏว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา มีความสัมพันธ์กับความรู้ของนักเรียนที่มีอยู่ก่อนแล้ว

เคมปา (Kempa. 1973) ได้ทำการวิเคราะห์แนวคิดแก้ปัญหาวิชาเคมี โดยใช้แบบทดสอบวัดแนวคิดแก้ปัญหา ซึ่งแต่ละข้อจะมีพฤติกรรมแก้ปัญหา 3 ด้าน คือ ความรู้ความจำหลักการ และการคิดค้นคว้าหาคำตอบ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษา จำนวน 284 คน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีสูงและต่ำ มีความสัมพันธ์กับการเลือกใช้วิธีแก้ปัญหาคนละแบบ ส่วนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง ไม่ค่อยแตกต่างกันมากนักในการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหา

เนเบอร์ (Nabor. 1975 : 3241 - A) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนในระดับเกรด 5 และเกรด 6 โดยใช้แบบทดสอบ Iowa Test of Education Progress : Science วัดความสามารถในการแก้ปัญหาและใช้แบบทดสอบ Iowa Test of Basic Skill Form 5 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนเกรด 6 มีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนเกรด 5
2. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

3. นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีความสามารถในการแก้ปัญหาไม่แตกต่างกัน

เซอร์มัน (Sherman. 1977 : 519) ได้ศึกษาค่าสหสัมพันธ์ภายในคุณลักษณะ 3 อย่างในการแก้ปัญหา คือ ในการเตรียมพร้อมของการแก้ปัญหา ความสามารถในการเสนอวิธีแก้ปัญหาและความสามารถในการประเมินผลการแก้ปัญหา กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาวิจัยเป็นนักเรียนระดับประถมศึกษา จำนวน 127 คน หญิง 66 คน ชาย 61 คน ผลการวิจัยพบว่าความสามารถทั้ง 3 อย่าง ต่างก็มีความสัมพันธ์กัน

ชอร์ (Shaw. 1977 : 5227 - A) ได้ศึกษาถึงวิธีการฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษา ในการศึกษาครั้งนี้ ชอร์กำหนดให้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะการแก้ปัญหา ได้แบ่งกลุ่มเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มทดลอง ใช้วิธีฝึกกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 24 สัปดาห์
2. กลุ่มควบคุม ไม่ให้ฝึก

เมื่อครบ 24 สัปดาห์ นำเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษามาใช้ทดสอบผลปรากฏว่า

1. กลุ่มทดลองมีคะแนนสูงด้านทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เป็นการแสดงว่า ทักษะการแก้ปัญหาสามารถสอนโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการเหล่านั้นจะถ่ายทอดไปยังวิชาสังคมศึกษาได้

2. ไม่พบความแตกต่างในความสามารถพื้นฐาน คือ ด้านความรู้

3. กลุ่มทดลองได้คะแนนการจำแนกประเภทสูงในวิชาสังคมศึกษา

อีโนไอยิจู (Eniayeju. 1983 : 795 – 801) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนโดยครูสาธิต (Teacher - demonstration) กับการสอนโดยศึกษาเอกสาร (Self – paced Modes If Teaching Concepts) และทักษะในการแก้ปัญหาในวิชาเคมีระดับมหาวิทยาลัย กลุ่มตัวอย่างจำนวน 60 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างง่าย แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกสอนโดยให้นักเรียนศึกษาด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง (A Self – paced Instruction Package) กลุ่มที่สองสอนโดยครู พบว่าการสอนโดยศึกษาด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ส่งผลต่อมโนคติและทักษะในการแก้ปัญหาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนส่วนมากชอบบทเรียนด้วยตนเองมากกว่าการสอนโดยครูสาธิต

น้อยทิพย์ ศัสตรศาสตร์ (2521 : 76) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐานกับความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วรรณดี วรรณศิลป์ (2522 : 1 – 36) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษาในเขตกทม. จำนวน 3 โรงเรียน คือ วัดสุทธิวราราม สายน้ำผึ้ง หอวัง จำนวนทั้งหมด 310 คน ผลการศึกษาพบว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยตลอดทั้งภาคเรียนสูงและต่ำ มีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พยอม ตันมณี (2524 : 137 – 153) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบความแตกต่างของผลการสอนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษาในรูปแบบเชิงปัญหากับรูปแบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษาในรูปแบบเชิงปัญหาจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษาความคิดวิจารณ์ญาณและความสามารถในการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้นมากกว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยตำราวิชาจิตวิทยาการศึกษารูปแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และผู้เรียนที่เรียนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษารูปแบบเชิงปัญหาและรูปแบบทั่วไป จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษา ความคิดวิจารณ์ญาณและความสามารถในการแก้ปัญหาจากการสอบครั้งหลังเพิ่มขึ้นมากกว่าการสอบครั้งแรกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

โยธิน ศรีโสภา (2524 : 1 – 72) ได้ศึกษาการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2521 ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงและต่ำเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาไม่แตกต่างกัน

2. การเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้และด้านการคิดค้นหาคำตอบ ไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

มานัส เพ็ญโรจน์ (2527 : 49 - 57) ได้วิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนจากการใช้ภาพประกอบคำบรรยายในลักษณะเน้นให้ค้นพบด้วยตนเอง และการใช้ภาพประกอบคำบรรยายในลักษณะบอกเล่า กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชัยนาทพิทยาคม จังหวัดชัยนาท โดยให้กลุ่มทดลองเรียนจากการใช้ภาพประกอบคำบรรยายในลักษณะให้ค้นพบด้วยตนเอง ส่วนกลุ่มควบคุมการเรียนจากการใช้ภาพประกอบคำบรรยายในลักษณะบอกเล่า ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางด้านการเรียนด้านความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมพงษ์ ตระกูลหุ่นวัฒน์ (2527 : 48 – 52) ได้วิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมที่นำเสนอเนื้อหาแบบสืบสวนสอบสวนกับแบบบรรยาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 60 คน จากโรงเรียนพิชัยาราม จังหวัดชุมพร กลุ่มทดลองได้รับการเรียนจากบทเรียนที่นำเสนอเนื้อหาแบบสืบสวนสอบสวน กลุ่มควบคุมเรียนจากบทเรียนโปรแกรมที่นำเสนอเนื้อหาแบบบรรยาย ผลการวิจัยปรากฏว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมที่นำเสนอเนื้อหาแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมที่นำเสนอเนื้อหาแบบบรรยายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

หอมหวาน ใจชื่อ (2529 : 63 – 64) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และระหว่างครูกับนักเรียนพบว่า กลุ่มนักเรียนที่สอนโดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่สอนโดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อุทัย บุญมาดี (2529 : 60 – 61) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงด้วย

รุ่งชีวา สุขดี (2531 : 69) ได้ศึกษาผลการฝึกออกแบบการทดลองในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกออกแบบการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่มีการฝึกออกแบบการทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

กาญจนา ลากรวาย (2532 : 76) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน โดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง และการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กิตติ กล่อมเกลี้ยง (2532 : 70) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยมีการใช้สถานการณ์ฝึกการกำหนดปัญหา และตั้งสมมติฐานกับไม่มีการใช้สถานการณ์ฝึกการกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการใช้สถานการณ์ฝึกการกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐานกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่มีการใช้สถานการณ์ฝึกการกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นันทเดช โชคถาวร (2532 : 75) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 2 โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นกับไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางการแก้ปัญหาลงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้นการระบุแนวทางอย่างมีนัยสำคัญที่สถิติที่ระดับ .05

จากงานวิจัยดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา สามารถพัฒนาได้จากการสอนที่มีลักษณะให้นักเรียนได้มีโอกาสค้นพบด้วยตนเอง เช่น การเรียนจากชุดการเรียน การเรียนจากบทเรียนโปรแกรมที่นำเสนอเนื้อหาแบบสืบสวนสอบสวน การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน เป็นต้น ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาและคิดปัญหาพร้อมทั้งลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง จะเป็นวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอน ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง โดยใช้แบบฝึกโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1.1 ความคิดสร้างสรรค์

มีผู้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์แยกออกไปหลายแนวทาง ซึ่งสามารถสรุปความคิดสร้างสรรค์ได้ 3 ลักษณะ คือ

1. ลักษณะทางกระบวนการ หมายถึง ความรู้สึกไวต่อปัญหา และสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างมีขั้นตอนและเป็นระบบ และนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในสิ่งใหม่

2. ลักษณะของบุคคล หมายถึง บุคคลที่มีความอยากรู้อยากเห็น กระตือรือร้น กล้าคิด กล้าแสดงออก มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีอารมณ์ขัน มีจินตนาการ และมีความคิดยืดหยุ่น ทั้งความคิดและการกระทำ และเป็นบุคคลที่มีความสุขกับการทำงานหรือสิ่งที่ตนพอใจ และยังไม่หวั่นผลจากการประเมินภายนอก

3. ลักษณะทางผลิตผล หมายถึง คุณภาพของผลงานที่เกิดขึ้น มีตั้งแต่ขั้นต่ำซึ่งแสดงผลที่เกิดจากความพอใจของตนที่แสดงออกซึ่งความคิดและการกระทำจนกระทั่งพัฒนาขึ้นเป็นการฝึกทักษะและค่อยคิดได้เองจนถึงระดับการค้นพบทฤษฎีหลักการและการประดิษฐ์คิดค้นต่าง ๆ

ความคิดสร้างสรรค์ในลักษณะของกระบวนการ Torrance (1967 : 47) ได้ให้ความหมายไว้ว่า

“...ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการคิดที่บุคคลสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ และสามารถตั้งแนวความคิด หรือสมมติฐานที่สามารถพิสูจน์ได้และเมื่อทดสอบสมมติฐานนั้นแล้ว ก็สามารถถ่ายทอดการค้นพบนั้นให้ผู้อื่นทราบได้...”

กระบวนการคิดสร้างสรรค์ (Creative Process) หมายถึง วิธีการคิดหรือกระบวนการทำงานของสมองอย่างเป็นขั้นตอน และสามารถคิดแก้ปัญหาได้สำเร็จ Torrance (1964) ได้ให้คำอธิบายว่า “...เป็นกระบวนการของความรู้สึกไวต่อปัญหาหรือสิ่งที่บกพร่องขาดหายไป แล้วจึงรวบรวมความคิดตั้งเป็นสมมติฐานขึ้น ขึ้นต่อไปจึงเป็นการรายงานผลที่ได้รับจากการทดสอบสมมติฐาน เพื่อเป็นแนวทางใหม่ต่อไป...” ความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ Torrance (อ้างถึงใน อารี, 2527 : 6) เรียกกระบวนการนี้ว่า “กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ Creative Problem Solving” สามารถแบ่งเป็นขั้น ๆ ดังนี้

1. การพบความจริง (Fact Finding) ในขั้นนี้เริ่มตั้งแต่เกิดความรู้สึกกังวล มีความสับสนวุ่นวายเกิดขึ้น และหาข้อมูลของความยุ่งยาก สับสน

2. การค้นพบปัญหา (Problem Finding) เกิดต่อจากขั้นที่ 1 เมื่อพิจารณาแล้วสรุปว่า ความกังวลใจ ความสับสนก็คือ การเกิดปัญหาขึ้น

3. การตั้งสมมติฐาน (Idea Finding) เมื่อมีปัญหาก็พยายามคิดและตั้งสมมติฐานขึ้น รวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

4. การค้นพบคำตอบ (Solution Finding) จะพบคำตอบจากการทดสอบสมมติฐาน

5. ยอมรับผลจากการค้นพบ (Acceptance Finding) ยอมรับคำตอบที่ได้จากการพิสูจน์เรียบร้อยแล้วว่าจะแก้ปัญหาได้สำเร็จได้อย่างไร การค้นพบนำไปสู่แนวคิดหรือสิ่งใหม่เรียกว่า New Challenges

ความคิดสร้างสรรค์พิสูจน์ตามบุคลิกภาพหรือลักษณะบุคคล ความหมายตามแนวคิดนี้ยึดถือลักษณะพฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกมา ดังที่ Cropley (1976) ได้สรุปลักษณะพฤติกรรมของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ 4 ประการ คือ เป็นผู้มีประสบการณ์กว้างขวาง มีความเต็มใจจะเสี่ยง มีความรักที่จะก้าวไปข้างหน้า มีความสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดได้อย่างคล่องแคล่วในระดับสูง

นอกจากนี้ อารี รังสินันท์ (2527 : 63) กล่าวว่า เด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์จะมีพฤติกรรม ดังนี้

1. อยากรู้ อยากเห็น มีความกระหายใคร่รู้อยู่เป็นนิจ
2. ชอบ และแสวงหา สำรวจ ศึกษา ค้นคว้า ทดลอง
3. ช่างสงสัย เป็นเด็กที่มีความรู้สึกแปลกประหลาดใจในสิ่งที่พบเห็นเสมอ
4. ชอบซักถาม และตั้งคำถามแปลก ๆ
5. ช่างสังเกต
6. ชอบแสดงออกมากกว่าเก็บกด
7. มีอารมณ์ขัน มองสิ่งต่าง ๆ ในแง่มุมที่แปลก
8. มีสมาธิในสิ่งที่ตนสนใจ
9. สนุกสนานกับการใช้ความคิด
10. สนใจสิ่งต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง
11. มีความเป็นตัวของตัวเอง

ความคิดสร้างสรรค์ในแง่ของผลิตผล เป็นโครงสร้างหรือรูปแบบของความคิดที่ได้แสดงกลุ่มความหมายใหม่ออกมาเป็นอิสระต่อความหมายของความคิดใดความคิดหนึ่งที่เกิดขึ้น อาจเป็นความคิดหรือสิ่งของที่ผลิตขึ้น ซึ่งจะเป็นได้ทั้งรูปธรรมและนามธรรม เป็นผลงานที่เกิดขึ้นจากความพอใจของตนเอง ความคิดสร้างสรรค์ในแง่ผลิตผล Torrance (อ้างถึงใน ปรีชา , 2530 : 19) กล่าวว่า

...ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของบุคคลในการสร้างผลิตผลหรือสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ซึ่งไม่เคยรู้จักมาก่อน สิ่งเหล่านี้อาจจะเกิดจากการรวบรวมความรู้ที่ได้จากประสบการณ์ต่าง ๆ แล้วเชื่อมโยงให้เข้ากับสถานการณ์ใหม่และสิ่งที่เกิดขึ้นใหม่นั้นไม่จำเป็นต้องสมบูรณ์อย่างแท้จริง

ผลงานนั้นอาจจะอยู่ในรูปของผลิตผลทางศิลปะ วรรณคดี วิทยาศาสตร์ หรือ อาจจะเป็นเพียงกระบวนการหรือวิธีการเท่านั้นก็ได้...

เรื่องคุณภาพของผลผลิตสร้างสรรค์นั้น Taler (1964) ได้ให้ข้อคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ของคน ไม่จำเป็นต้องเป็นขั้นสุดยอด หรือการค้นคว้าประดิษฐ์ของใหม่ขึ้นมาเสมอไป แต่ผลของความคิดสร้างสรรค์อาจจะอยู่ในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งต่อไป ซึ่งเขาได้แบ่งผลผลิตสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. การแสดงออกอย่างอิสระในขั้นนี้ไม่จำเป็นต้องอาศัยความคิดริเริ่ม และทักษะขั้นสูงแต่อย่างใด เป็นเพียงกล้าแสดงออกอย่างอิสระ เช่น เด็กวาดภาพตามใจชอบโดยที่ครูไม่ได้เป็นผู้กำหนด
2. ผลิตงานออกมาโดยที่งานนั้นอาศัยทักษะบางประการ แต่ไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งใหม่
3. ขั้นสร้างสรรค์เป็นขั้นที่แสดงถึงความคิดใหม่ ของบุคคลไม่ให้ออกเลียนจากใครแม้ว่างานนั้นอาจจะมีคนอื่นคิดไว้แล้วก็ตาม
4. ขั้นคิดประดิษฐ์อย่างสร้างสรรค์ เป็นขั้นที่คิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ขึ้นโดยไม่ซ้ำแบบใคร
5. เป็นขั้นการพัฒนาผลงานในขั้นที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น
6. เป็นขั้นความคิดสร้างสรรค์สุดยอด สามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมขั้นสูงได้ เช่น ชาร์ล ดาวิน คิดค้นทฤษฎี วิวัฒนาการ

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ต่าง ๆ กัน เช่น อรรถเจษฎ์ สุขสาสน์ (2530 : 15 – 17) กล่าวว่า “...ความคิดสร้างสรรค์ คือความสามารถในการคิดสิ่งต่าง ๆ แปลก ๆ ใหม่ ๆ ไม่ซ้ำแบบอย่างที่มีอยู่แล้ว เป็นกระบวนการคิดที่เกิดขึ้นหลายทิศทาง หลายลักษณะ...”

โรเมย์ (Romey. 1970 : 4) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถที่จะรวบรวมความคิด สิ่งของ เทคนิค หรือวิธีการต่าง ๆ ในแนวทางใหม่ และเทลเลอร์ (Taylor. 1964 :108 – 109) ให้ความหมายความสามารถทางสร้างสรรค์ว่าเป็นความสามารถที่จะคิดย้อนกลับเพื่อการแก้ปัญหาแนวทางใหม่ ซึ่งเสนอว่าความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยความคล่องแคล่วในการคิด เป็นการกระตุ้นความคิดจากภายในและร่วมกันใช้ความคิดเหล่านี้ เพื่อให้เกิดความคล่องตัว และความมั่นใจมากขึ้น ความคิดยืดหยุ่นเป็นการพิจารณาปัญหาได้หลายแง่และความคิดริเริ่มเป็นการพิจารณาสิ่งต่าง ๆ ในทางที่แปลก สอดคล้องกับแนวคิดของกาเย่ (De Cecco. 1968 : 458 อ้างอิงมาจาก Gagne n.d.) ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นการแก้ปัญหาแบบหนึ่งซึ่งเกี่ยวกับความคิดที่เกิดขึ้นเองในใจอย่างรวดเร็ว (Intuitive leaps) หรือเกี่ยวข้องกับการรวบรวมความคิดจากความรู้ในสาขาต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง

ทอร์เรนซ์ (Torrance. 1974 : 16) กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นกระบวนการของความรู้สึกไวต่อช่องว่าง หรือความไม่สมบูรณ์ของข้อมูล การสร้างความคิดและการตั้งสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับความคิดเหล่านั้น การทดสอบสมมติฐาน การปรับปรุง แก้ไขและการทดสอบสมมติฐานเหล่านั้นซ้ำอีก ตลอดจนการสื่อความหมายผลที่ได้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ สอดคล้องกับแมคแคนเลส (McCandless. 1973 : 216 – 217) ที่ว่าความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง พฤติกรรมที่เป็นทั้งกระบวนการและผลผลิต ในแง่ของกระบวนการ การสร้างสรรค์สามารถพิจารณาในรูปของการคิดอย่างซับซ้อน ความคิดที่จะเห็นความสัมพันธ์ใหม่ ๆ ระหว่างวัตถุหรือเหตุการณ์ การตั้งสมมติฐานและทดสอบสมมติฐาน และทักษะในการสื่อความหมายความคิดของตนต่อผู้อื่นแทนของคำจำกัดความในแง่ของกระบวนการประกอบด้วยความคล่องในการโยงสัมพันธ์ และความเป็นเอกลักษณ์ (ซึ่งเป็นตัวประกอบของการคิดแบบอเนกนัย) หรืออาจจะพิจารณาการสร้างสรรค์ในรูปของผลผลิตที่แปลกใหม่หรือมีความคิดริเริ่มซึ่งเป็นที่ยอมรับ มีประโยชน์ มีความหมาย และมีคุณค่าต่อผู้สร้างและต่อวัฒนธรรม

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ที่กล่าวมาแล้วนี้ จะมีแนวคิดโดยส่วนรวมเป็นแนวเดียวกันคือ เป็นความสามารถโดยทั่ว ๆ ไปที่ทุกคนมีได้ ดัง กิลฟอร์ด (Guilford. 1967 : 100) เสนอว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถทั่ว ๆ ไปที่ทุกคนมีไม่ว่าเป็นบุคคลอาชีพใดโดยเฉพาะ และลักษณะเด่นของความคิดสร้างสรรค์ คือ การคิดแบบอเนกนัย ซึ่งมีลักษณะพิเศษคือความยืดหยุ่น ความริเริ่ม และความคล่องแคล่วในการคิด แต่อชชูเบล (De Cecco. 1968 : 458 อ้างอิงมาจาก Ausubel. 1965) มีความเชื่อว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถพิเศษเฉพาะด้านใดด้านหนึ่ง ซึ่งหาได้ยากและไม่เหมือนใคร ตามความคิดของอชชูเบล คนที่สร้างสรรค์จะต้องมีความสามารถพิเศษที่จะพัฒนาความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง ความรู้สึกไว และการรู้คุณค่าในสาขาวิชาบางประเภท หรือในด้านศิลปะ

จะเห็นว่า ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ ที่ผู้วิจัยค้นคว้ามาพอจะสรุปได้ว่ากล่าวเป็น 2 นัย ดังนี้

1. เป็นความสามารถที่มีอยู่ในตัวมนุษย์ทุกคน ซึ่งขึ้นอยู่กับศักยภาพการสร้างสรรค์ และสามารถพัฒนาได้ทุกระดับอายุ ทุกสาขาวิชา ถ้าจัดประสบการณ์ให้เหมาะสม
2. เป็นความสามารถพิเศษที่มีอยู่เฉพาะคนยากที่จะพัฒนาให้มีในตัวมนุษย์ได้ทุกคน ฉะนั้นในการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนจึงควรยึดหลักตามความหมายนี้แรก

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

Piltz และ Sund (1974 : 4) ได้กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการคิดการกระทำเพื่อแก้ปัญหา โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เน้นถึงความคิดริเริ่มโดยมุ่งเน้นที่การพัฒนาความคิด เพื่อให้ได้

ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ที่มีความแปลกใหม่ มีศิลปะ นอกจากนี้บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ควรจะสามารถ คือ

1. ความสามารถในการจดจำปัญหา
2. ความสามารถในการผลิตความคิดใหม่
3. ความสามารถในการจัดระเบียบความคิด
4. ความสามารถในการประเมินผล

ทศนีย์ พุกษชลธาร (2517 : 59) และ นฤมล ยุตาคม (2522 : 24) ได้ให้ความเห็นว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น เป็นการแสดงความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น ความคิดคล่อง แก้ปัญหาต่าง ๆ

4.2 ลำดับขั้นตอนของความคิดสร้างสรรค์

ในการคิดสร้างสรรค์มีลำดับขั้นตอนการคิด ตามทัศนะของนักจิตวิทยาและนักการศึกษา ดังนี้

ฮัทชินสัน (Hutchinson. 1949 : 42 – 44) กล่าวว่า การคิดสร้างสรรค์เกิดจากการหยั่งรู้ ซึ่งมีขั้นต่าง ๆ ของการคิด ดังนี้

1. ขั้นเตรียม (The stage of Preparation) เป็นขั้นการรวบรวมประสบการณ์เก่า ๆ
2. ขั้นขัดแย้งยุ่งยาก (The stage of Frustration) เป็นระบบของการครุ่นคิดปัญหาอย่างหนัก แต่ยังไม่ออก
3. ขั้นของการมองเห็น (The stage of Moment of Insight) ความคิดเกิดแวบขึ้นในสมอง คิดคำตอบออกทันที
4. ขั้นพิสูจน์ (The stage of Verification) เป็นการตรวจสอบประเมินผลโดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อดูว่าคำตอบที่คิดออกนั้นเป็นจริงหรือไม่

ทอแรนซ์ (Torrance. 1964 : 47) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์นี้ประกอบด้วย

1. กระบวนการของความรู้สึกรู้ว่ามีปัญหา มีความยุ่งยากเกิดขึ้น (Sensing problem)
2. กระบวนการคาดคะเน หรือตั้งสมมติฐานที่เกี่ยวกับปัญหานี้ (Formulating hypothesis)
3. กระบวนการทดสอบสมมติฐานนั้น (Testing questes)
4. การสื่อสารผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบสมมติฐาน (Communicating the result)

นอกจากนี้ทอแรนซ์ยังได้รวบรวมความคิดเห็นของไทเลอร์ ไว้ว่า ผลของการคิดสร้างสรรค์นั้น ไม่จำเป็นต้องเป็นขั้นสูงเสมอไป ไม่จำเป็นต้องค้นพบหรือประดิษฐ์ของใหม่ที่ยังไม่เคยมีผู้ใดคิดมาก่อน แต่อาจเป็นขั้นใดขั้นหนึ่ง ดังนี้

ชั้น 1 แสดงออกมาอย่างอิสระในด้านความคิดริเริ่มโดยไม่ต้องคำนึงถึงคุณภาพ
ของงาน

ชั้น 2 งานที่เป็นผลผลิต ที่ต้องอาศัยทักษะบางอย่าง

ชั้น 3 งานขั้นประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่ ๆ โดยไม่ซ้ำแบบใคร

ชั้น 4 ปรับปรุงงานชั้นที่ 3

ชั้น 5 ความสามารถในการคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมขั้นสูงสุดคิดหลักการใหม่ ๆ

ในทำนองเดียวกัน ไวแกนด์ (Weigand. 1971 : 208) เสนอความคิดว่าขบวนการ
คิดสร้างสรรค์ไม่จำเป็นต้องไปที่ละขั้นตอน แต่โดยทั่วไปแล้วจะเป็นไปตามลำดับขั้น และขบวนการ
คิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วยขั้นต่างๆ 5 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา
2. ขั้นการปฏิบัติ
3. ขั้นความคิดติดขัด
4. ขั้นเกิดความกระจ่าง
5. ขั้นพิสูจน์

ส่วน กิลฟอร์ด (นฤมล ยุพาคม 2522 : 9 – 13 อ้างอิงมาจาก Guilford. 1967) ได้
จัดพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์อยู่ในมิติหนึ่งของโครงสร้างสติปัญญาในด้านวิธีการคิด ซึ่งเป็นการ
คิดแบบอบเนกนัย (Divergent Thinking) และความคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking) หมายถึง
ความสามารถที่จะคิดคำตอบได้หลายแนวทางจากข้อมูลที่กำหนดให้ พบว่า องค์ประกอบของ
ความสามารถในการคิดแบบอบเนกนัยมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความคิดสร้างสรรค์ในแต่ละด้าน คือ

1. ความคล่องในความคิด (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการคิดได้
จำนวนมาก ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดในเรื่องหน่วย ความสัมพันธ์ระบบ
2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความพร้อมที่จะเปลี่ยนแนวหรือ
ดัดแปลงข้อมูล ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดเรื่องจำพวก และการแปลงรูป
3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถในการคิดสิ่งที่ไม่เหมือนใคร
หรือคิดสิ่งที่ดีเหมือนไม่สัมพันธ์กันให้เข้ากันได้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดในเรื่องการแปลงรูป
4. ความคิดละเอียดรอบคอบ (Elaboration) หมายถึง ความสามารถที่จะต่อ
เติมความคิดให้สมบูรณ์ ซึ่งเกี่ยวกับผลของการคิดเรื่องการแสดงความหมาย

หลักความคิดสร้างสรรค์ ของ กิลฟอร์ด (พเยาว์ ทักษิณ. 2523 : 13 อ้างอิงมาจาก
Guilford. 1908) มุ่งไปที่ความสามารถของบุคคลที่จะคิดได้รวดเร็วกว้างขวาง และมีความคิดริเริ่ม
ถ้ามีสิ่งเร้ามากระตุ้นให้เกิดความคิดนั้น ๆ สิ่งเร้าที่จะมากระตุ้นให้เกิดความคิดนั้นมีอยู่ด้วยกัน
4 ชนิด คือ

1. รูปภาพ
2. สัญลักษณ์
3. ภาษา

4. พฤติกรรม

ผู้วิจัยพอจะสรุปขั้นตอนของการคิดสร้างสรรค์ตามที่ศึกษาค้นคว้ามาได้ว่ามีขั้นตอนครั้งแรกเกิดจากการปะทะปัญหา แล้วหาทางวิเคราะห์ปัญหาเพื่อไปสู่การพิสูจน์ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์อย่างมากกับความคิดแบบอเนกนัย และจุดกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ได้ ถ้ามีสิ่งเร้ามากระตุ้น จากหลักการนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ กล่าวคือ ควรจัดสิ่งเร้าต่าง ๆ มากกระตุ้น ให้ผู้เรียนได้เกิดปัญหา วิเคราะห์ พิสูจน์ปัญหาด้วยตนเอง จะช่วยให้ผู้เรียนมีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ได้รวดเร็วขึ้น

4.3 การสอนวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์

วอสตัน และ โรเมย์ (นฤมล ยุตาคม 2522 : 26 อ้างอิงมาจาก Washton. 1968 Romey.1968) มีความเห็นตรงกัน การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ควรใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหรือการทดลองที่เปิดกว้าง ซึ่งสอดคล้องกับความคิดของ ชันด์ และ ไทรว์บริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1974 : 345 – 355) กล่าวเสริมว่า สิ่งแวดล้อมมีบทบาทสำคัญมากในการกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ นอกจากคาร์เตอร์ (Carter. 1968 : 686 – 688) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนในลักษณะที่ครูเป็นใหญ่ กับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จากการศึกษาได้พบข้อสังเกตว่าวิธีสอนที่ครูเป็นใหญ่ กิจกรรมการสอนมีโครงสร้างตามตำรา มีคำตอบตายตัวง่ายต่อการควบคุม แต่ถ้าครูที่ยึดวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จะไม่มีการควบคุม กิจกรรมตายตัว มักจะละทิ้งบรรยายตามแบบแผน แต่ครูจะทำหน้าที่เสมือนผู้ดำเนินรายการ หรือ ผู้จัดบันทึกข้อมูลบนกระดาน เพื่อให้ให้นักเรียนได้วิเคราะห์วิจารณ์ ครูผู้สร้างบรรยากาศสืบเสาะหาความรู้จะสังเกตเห็นความเจริญงอกงามของความยืดหยุ่นในการคิดความคิดสร้างสรรค์และความอยากรู้อยากเห็นปรากฏขึ้นในตัวนักเรียน

ส่วน ทอแรนซ์ (Torrance. 1964 : 7 – 9) ได้เสนอกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ควรมีแนวทาง ดังนี้

1. ยอมรับฟังคำถามที่แปลกใหม่ (Unusual) ของนักเรียน
2. ยอมรับความคิดและวิธีการแก้ปัญหาแปลกใหม่ที่นักเรียนคิด
3. แสดงให้นักเรียนเห็นว่าความคิดของเขามีคุณค่า
4. จัดโอกาสให้นักเรียนได้คิดและค้นพบโดยไม่ต้องมีการประเมินผล
5. ในการประเมินผลจะต้องให้นักเรียนได้ทราบเหตุผล และผลของการ

ประเมินผลนั้น

ซึ่ง ชันด์ และ ไทรว์บริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1974 : 209 – 210) ได้พิจารณาหลักเกณฑ์ในการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา คือ

1. ทุกคน ทุกวัย และทุกเชื้อชาติ มีความคิดสร้างสรรค์ทั้งนั้น
2. แต่ละบุคคลมีความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกันมาก รวมทั้งการแสดงออกก็ต่างกัน
3. อิสระภาพที่จะสร้างสรรค์มีผลต่อสุขภาพจิต

4. นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้น เมื่ออยู่ในสิ่งแวดล้อมที่สร้างสรรค์
 5. มีโรงเรียนเพียงบางโรงเรียนเท่านั้น ที่ได้รับความสำเร็จในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

6. ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงมักจะไม่ได้คะแนนทางการเรียนสูง
 7. โรงเรียนเป็นแหล่งที่จะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กได้ จึงควรจัดสิ่งแวดล้อมภายในโรงเรียน เพื่อให้นักเรียนมีโอกาสดแสดงความคิดสร้างสรรค์

8. การใช้ Positive reinforcement มากเกินไปในชั้นเรียนอาจไปขัดขวางการตอบสนองซึ่งสร้างสรรค์ได้

9. การให้เวลานานพอจะส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ได้ พบว่า ชนิดของคำถามที่ใช้ถามนักเรียนสัมพันธ์กับการตอบสนองอย่างสร้างสรรค์ของเด็ก นอกจากนี้ยังขึ้นกับการให้เวลาในการตอบคำถามและการให้รางวัลด้วย

เดอ เซ็คโก (De Cecco. 1968 : 459) กล่าวว่า ครูสามารถที่จะจัดสถานการณ์ที่จะส่งเสริมความคิดยืดหยุ่น ความคล่องแคล่วในการคิด และความคิดริเริ่มในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ของนักเรียนได้ เขามองว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นการแก้ปัญหาในระดับสูงซึ่งสามารถจัดการเรียนการสอนให้พัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ได้เขาได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอนไว้ 3 วิธีคือ

1. การจำแนกชนิดของปัญหาที่จะให้นักเรียนแก้ เขาอ้างถึงข้อเสนอของเกสเซลส์ (Getzel) ว่า ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ในสถานการณ์ซึ่งครูได้เตรียมปัญหาไว้ให้ แต่ไม่ได้บอกวิธีการแก้ปัญหาแก่นักเรียน และจากสถานการณ์ดังกล่าวจะนำไปสู่สถานการณ์ที่ไม่บอกทั้งปัญหาแก่นักเรียน และจากสถานการณ์ดังกล่าวจะนำไปสู่สถานการณ์ที่ไม่บอกทั้งปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาแก่นักเรียนถ้านักเรียนรู้สถานการณ์ของปัญหาน้อยเท่าไร นักเรียนก็จะสามารถคิดสร้างสรรค์ได้มากเท่านั้น อย่างไรก็ตามสถานการณ์ที่นักเรียนไม่รู้ทั้งปัญหา ครูจะต้องช่วยเหลือแนะนำมากพอสมควร

2. ให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยใช้วิธีระดมพลังสมอง การตั้งสมมติฐานและทดสอบสมมติฐาน การอ่าน

3. การให้รางวัลเมื่อนักเรียนสามารถทำกิจกรรมที่สร้างสรรค์

ฟิลทซ์ และซันด์ (ประทุม ทองพูน 2522 : 15 อ้างอิงมาจาก Piltz and Sund. 1968) ได้เสนอการสร้างหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เพื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ความสามารถในการสร้างสรรค์มีอยู่แล้วในตัวเด็กทุกคน แต่จะมีความแตกต่างกัน เด็กควรมีโอกาสได้แสดงถึงความแตกต่างของแต่ละคนออกมาในรูปของกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในหลายรูปแบบ เพื่อจะเกิดผลตอบสนองในทางสร้างสรรค์

2. การจัดกิจกรรมการสืบเสาะ ซึ่งประกอบด้วยจินตนาการ การริเริ่มการตั้งและทดสอบสมมติฐาน การค้นพบปัญหา การตัดสินใจ และการเลือกความหมายไว้ในหลักสูตร

3. อุปกรณ์การสอนในหลักสูตร ย่อมมีลักษณะในการสร้างสรรค์มากก็ยิ่งจะกระตุ้นให้ครูและนักเรียนเกิดการสร้างสรรค์มากขึ้น

4. ครูควรได้รับการสนับสนุนให้มีการดัดแปลง และออกแบบอุปกรณ์การสอนใหม่ ๆ

5. เราสามารถนำวิธีการทำงานเป็นคณะมาใช้ในการทดสอบการประเมินผล และการออกแบบอุปกรณ์การสอนที่สร้างสรรค์ได้

6. การเกิดความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวข้องกับปริมาณ และความแตกต่างของประสบการณ์ในอดีต ฉะนั้นจึงควรจัดประสบการณ์ที่แตกต่างกันมาก ๆ เท่าที่จะเป็นไปได้ และก็ควรจัดทำโอกาสที่จะสังเคราะห์ประสบการณ์เหล่านี้ เพื่อให้เกิดความคิดใหม่ ๆ ขึ้นด้วย

วอสตัน (Washton. 1967 : 220) กล่าวว่า การสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างสรรค่นั้น นักเรียนควรมีโอกาสกระทำในสิ่งต่อไปนี้

1. ได้ซักถาม ทั้งในระหว่างก่อนและหลังการบรรยาย การอภิปรายและการปฏิบัติ

2. ได้อ่านตำราที่นอกเหนือไปจากบทเรียน และไม่จำเป็นต้องได้รับคำตอบที่สมบูรณ์เสมอไป

3. ได้เสนอความคิดหรือกระบวนการ ถึงแม้ว่าจะเป็นเรื่องที่ทุกคนตอบรับแล้ว ทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาสให้ได้พบสิ่งใหม่ ๆ

4. ครูสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนให้นักเรียนได้ยอมรับว่า วิธีการลองผิด – ลองถูก เป็นวิธีวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับได้อย่างหนึ่ง

5. ได้มีอิสระในการสร้างสรรค์งาน นอกเหนือจากที่ครูมอบหมายให้

6. ให้การยอมรับว่าความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญเท่าเทียมกับความสามารถในการจำเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

จากผลงานที่ศึกษาค้นคว้ามา พอสรุปได้ว่า การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะนั้น จะช่วยส่งเสริมพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์ เพราะเป็นวิธีสอนที่มีการกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักคิด ตัดสินใจ ค้นพบปัญหา แก้ปัญหาด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้ซักถามอย่างอิสระ มีอิสระในการสร้างสรรค์งาน

การสอนเพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์

Davis ได้เสนอแนวการสอนเพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์พอสรุปได้ดังนี้

1. สอนให้เกิดจินตนาการ หรือใช้เทคนิคการสอนแบบสร้างสรรค์ หมายถึง กระตุ้นและส่งเสริมความคิดที่เป็นการสร้างจินตนาการของเด็ก ส่งเสริมให้เด็กคิดสิ่งที่แปลกใหม่

2. สอนให้เรียนรู้การสร้างสรรคโดยการกระทำ เน้นการเรียนรู้โดยการปฏิบัติที่ได้ใช้ความคิดจริง ๆ

3. สอนให้เด็กเรียนรู้โดยวิธีระดมสมอง (brainstorming) คือส่งเสริมให้คิดหลายทิศทางจากหลาย ๆ คน และคิดได้มากในเวลาที่ยำกัก

4. การระดมความคิดและการปรุงแต่งความคิด หมายถึง หลังจากระดมความคิดออกมาแล้วนำความคิดทั้งหมดมาประมวลกัน และพิจารณาตัดสินร่วมกันว่าความคิดใดมีค่าควรจะคงไว้หรือนำไปปฏิบัติได้

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ตามแนวความคิดของ Frank E. William

1. การสอนความคิดเห็นที่ขัดแย้งในตัวเอง (Paradox) หมายถึง การสอนเกี่ยวกับความคิดเห็นในลักษณะความคิดเห็นที่ค้านกับสามัญสำนึก ความจริงที่ยากจะเชื่อถือ หรืออธิบายได้ยาก ความเห็นหรือความเชื่อที่ฝังใจมานาน

2. การพิจารณาลักษณะ (Attribute) หมายถึง การสอนที่ให้นักเรียนคิดพิจารณาถึงลักษณะต่าง ๆ ที่ปรากฏอยู่ ทั้งมนุษย์ สัตว์ สิ่งของ ในลักษณะที่แปลกแตกต่างไปกว่าที่เคยคิดรวมทั้งลักษณะที่คาดไม่ถึงด้วยก็ได้

3. การเปรียบเทียบอุปมาอุปมัย (Analogies) หมายถึง การเปรียบเทียบสิ่งของหรือสถานการณ์ที่เหมือนกันคล้ายคลึงกัน แตกต่างกันหรือตรงกันข้าม อาจอยู่ในรูปของคำเปรียบเทียบ คำพังเพย สุภาษิต

4. การบอกสิ่งคลาดเคลื่อนไปจากความจริง (Discrepancies) หมายถึง การแสดงความคิดเห็นระบุชี้ถึงสิ่งที่คลาดเคลื่อนจากความจริง ขาดตกบกพร่องผิดปกติหรือสิ่งที่ยังไม่สมบูรณ์

5. การใช้คำถามยั่วและกระตุ้นให้ตอบ (Provocative question) หมายถึง การตั้งคำถามแบบปลายเปิด และเป็นคำถามที่ยั่วและเร้าความรู้สึกนึกคิดให้ชวนคิดค้นคว้าให้ได้ความหมายที่ลึกซึ้งสมบูรณ์ที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

6. การเปลี่ยนแปลง (Example of change) หมายถึง การฝึกให้คิดถึงการเปลี่ยนแปลง ดัดแปลง การปรับปรุงสิ่งต่าง ๆ ที่คงสภาพมาเป็นเวลานานให้เป็นไปในรูปอื่นและเปิดโอกาสให้ใช้วิธีการต่าง ๆ อย่างอิสระ

7. การเปลี่ยนแปลงนิสัยความเชื่อ (Example of habit) หมายถึง การฝึกให้นักเรียนเป็นคนมีความยืดหยุ่น ยอมรับการเปลี่ยนแปลง คลายความยึดมั่นต่าง ๆ เพื่อปรับตนเข้ากับสถานการณ์ใหม่ ๆ

8. การสร้างสิ่งใหม่ ๆ จากโครงสร้างเดิม (An organized Random Search) หมายถึง การฝึกให้นักเรียนรู้จักสร้างสิ่งใหม่ กฎเกณฑ์ที่ใหม่ ความคิดใหม่ โดยอาศัยโครงสร้างเดิมหรือกฎเกณฑ์เดิมที่เคยมี แต่พยายามพลิกแพลงให้ต่างจากเดิม

9. ทักษะการค้นคว้าหาข้อมูล (Skill of Search) หมายถึง การฝึกให้นักเรียนสำรวจค้นคว้าเพื่อหาข้อมูล

10. การค้นหาคำตอบจากคำถามที่กำกวมไม่ชัดเจน (Tolerance for Ambiguity) เป็นการฝึกให้นักเรียนมีความอดทนและพยายามที่จะค้นหาคำตอบต่อปัญหาที่คำถามไม่ชัดเจนหรือเป็นสองนัย ลึกลับหรือท้าทายความนึกคิดต่าง ๆ

11. การแสดงออกจากการหยั่งรู้ (Intuitive Expression) เป็นการฝึกให้รู้จักการอธิบายความคิดและความรู้สึกที่เกิดขึ้นเองจากสิ่งมาเร้าอวัยวะสัมผัสทั้งห้า

12. การปรับตัวเพื่อพัฒนาตน (Adjustment for Development) หมายถึง การฝึกให้นักเรียนรู้จักพิจารณาศึกษาความผิดพลาดล้มเหลวที่เกิดขึ้นโดยตั้งใจหรือไม่ตั้งใจก็ตามแล้วหาประโยชน์จากความผิดพลาด หรือข้อบกพร่องของตนเอง หรือผู้อื่น ใช้ความผิดพลาดเป็นบทเรียนนำไปสู่ความสำเร็จ

13. ลักษณะของบุคคลและกระบวนการคิดสร้างสรรค์ (Creative Person and Creative Process) หมายถึง การให้ศึกษาประวัติบุคคลสำคัญ ทั้งในแง่ลักษณะพฤติกรรมและกระบวนการคิด ตลอดจนวิธีการและประสบการณ์ของเขาด้วย

14. การประเมินสถานการณ์ (Evaluate Situation) หมายถึง การฝึกให้หาคำตอบโดยคำนึงถึงผลที่เกิดขึ้น และความหมายเกี่ยวเนื่องกัน เช่น การตั้งคำถามว่า ถ้าสิ่งนี้เกิดขึ้นแล้วจะเกิดผลอย่างไร

15. พัฒนาทักษะการอ่านอย่างสร้างสรรค์ (Creative Reading Skill) หมายถึง การฝึกให้รู้จักคิด แสดงความคิดเห็น แสดงความรู้สึกนึกคิดต่อเรื่องที่อ่าน ในการอ่านหนังสือประกอบทุกวิชาควรส่งเสริมและให้โอกาสเด็กได้แสดงความคิดเห็น และความรู้สึกต่อเรื่องที่อ่านมากกว่ามุ่งทบทวนข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้หรือเข้าใจ

16. พัฒนาการฟังอย่างสร้างสรรค์ (Creative Listening Skill) หมายถึง การฝึกให้เกิดความรู้สึกนึกคิดในขณะที่ฟัง หลังจากฟังบทความ เรื่องราว ดนตรี เพื่อเป็นการศึกษาข้อมูลความรู้ซึ่งโยงไปหาสิ่งอื่น ๆ ต่อไป

17. พัฒนาการเขียนอย่างสร้างสรรค์ (Creative Writing Skill) หมายถึง การฝึกให้แสดงความคิดความรู้สึก และจินตนาการด้านการเขียนบรรยาย หรือ พรรณนาให้เห็นภาพชัดเจน

18. ทักษะการใช้สายตามองภาพในมิติต่าง ๆ (Visualization Skill) หมายถึง การฝึกให้แสดงความรู้สึกนึกคิดจากการมองเห็นในแง่มุมแปลก ๆ ใหม่ ๆ

การพัฒนาส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ไม่สามารถบังคับให้เกิดขึ้นได้ แต่สามารถส่งเสริมให้เกิดขึ้นได้ในตัวบุคคล จากแนวคิดนี้การสอนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์นั้นจะต้องสอนอย่างต่อเนื่องกันไปเป็นลำดับในทางตรง ส่วนในทางอ้อมได้แก่ การจัดกิจกรรมต่าง ๆ และการปรับปรุงสภาพแวดล้อม

บรรยากาศที่ช่วยเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์นั้น ควรเป็นบรรยากาศที่เต็มไปด้วยการยอมรับ และเปิดโอกาสให้เกิดความคิดอย่างอิสระ ไม่ว่าจะเป็นการอภิปรายหรือกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ผู้เรียนต้องมีอิสระทางความคิด คืออยู่ในภาวะที่ปลอดภัยทางจิต และเป็น

อิสระทางจิต ตลอดจนมีการส่งเสริมให้แต่ละคนได้รู้จักสำรวจศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง นักจิตวิทยาเชื่อว่า การที่ถูกจำกัดเป็นการสกัดกั้นความคิดสร้างสรรค์ได้ เช่น

1. การเอาอย่างกันหรือตามเพื่อนไม่ว่าจะเป็นการกระทำหรือการแต่งกาย
2. การไม่ชอบให้เด็กซักถาม
3. การเน้นบทบาทและความแตกต่างทางเพศ เช่น สังคมกำหนดกิจกรรมบางอย่างให้เป็นเฉพาะเพศหญิงหรือเพศชายเท่านั้น
4. สังคมเน้นความสำเร็จและประณามความล้มเหลว ทำให้เด็กไม่กล้าออกนอกกลุ่ม นอกทาง ไม่กล้าลองทำสิ่งใหม่ ๆ กลัวความล้มเหลว
5. บรรยากาศที่เคร่งเครียดเกินไป เช่น เล่นก็ต้องเล่น เรียนก็ต้องเรียน แทนที่จะให้คิดว่าการเรียนคือการเรียน

อุปสรรคที่สกัดกั้นความคิดสร้างสรรค์

1. การต้องการคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว (One right answer) บุคคลทั่ว ๆ ไป หรือแม้แต่ผู้ที่ชอบวิเคราะห์จะพยายามหาคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว และจะมีความพอใจเมื่อได้พบคำตอบแล้ว แต่ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ เมื่อพบคำตอบแล้ว เขาจะหาคำตอบหรือผลเพิ่มเติมที่นอกเหนือจากคำตอบที่ถูกต้องนั้น
2. การจำกัดความคิดตนเอง (Self – imposed barrier) บุคคลทั่ว ๆ ไป จะคิดในขอบเขตที่จำกัด ซึ่งในบางปัญหาก็จะไม่สามารถหาคำตอบได้ แต่ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์จะคิดเกินขอบเขตไม่อยู่ในวงจำกัด และเขาจะพบวิธีแก้ปัญหานั้นที่สุด
3. ความเคยชิน (Conformity) บุคคลทั่ว ๆ ไป จะคิดเท่าที่เห็นปรากฏตามความเคยชินหรือประสบการณ์ที่ตนมี แต่ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์จะคิดในแง่มุมต่าง ๆ นอกเหนือจากที่เป็นอยู่ เช่น อาจจะมีสิ่งหนึ่ง ในหลายมิติในขณะที่คนทั่ว ๆ ไปมองเห็นเพียงมิติเดียว
4. การไม่สนใจในสิ่งที่ท้าทายความคิด (Failing to Challenge the Obvious) มีการกระทำบางอย่างที่ท้าทายความสนใจและความคิด ซึ่งถ้าพิจารณาแล้วก็ไม่น่าเป็นไปได้ แต่ก็อาจเป็นไปได้ คนทั่วไปจะไม่สนใจทำสิ่งเหล่านี้ แต่ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์จะพยายามทำสิ่งนั้นให้เป็นจริงขึ้นมาให้ได้
5. การประเมินผลการคิดเร็วเกินไป (Evaluating ideas too quickly) นักวิทยาศาสตร์หรือคนทั่วไปมักจะประเมินผลความคิดของเขาเกือบจะทันทีเมื่อเริ่มใช้ความคิดเกี่ยวกับสิ่งนั้น ๆ เช่น อาจประเมินค่าความคิดของตนเป็นความคิดโง่ ๆ หรือไม่อาจเป็นไปได้ ซึ่งจะทำให้ความคิดนั้น ๆ ไม่ถูกนำมาใช้เลย การประเมินผลยังไม่ควรมีบทบาทในขณะที่คนเราใช้ความคิดสร้างสรรค์

6. ความกลัวจะถูกมองว่าโง่ (Fear of looking a fool) บุคคลทั่วไปจะไม่พยายามแสดงความคิดเห็นของตนเองออกมาด้วยกลัวจะถูกมองว่าโง่ แต่ผู้มีความคิดสร้างสรรค์จะไม่คิดเช่นนั้น เขาจะกล้าแสดงความคิดเห็นออกมาให้มากที่สุดเท่าที่ทำได้ โดยไม่คำนึงถึงคุณภาพของความคิดเห็นเหล่านั้น เพราะอาจจะมีความคิดเห็นใดความคิดเห็นหนึ่งที่เป็นความคิดสร้างสรรค์ที่ดีมากก็ได้

4.4 บทบาทของครูวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ตัวจักรสำคัญก็คือ ครูนั่นเอง ครูต้องทำการศึกษาค้นคว้าให้เข้าใจเกี่ยวกับวิธีสอนและการจัดกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ บทบาทของครูในการที่จะส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน ได้แก่ (สมจิต สวชนไพบูลย์. 2527 : 36 – 37)

1. ต้องชวนขยายหาความรู้ เทคนิคการสอนใหม่ ๆ อยู่เสมอ เพื่อนำมาประกอบและปรับปรุงการสอนให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์
2. ครูต้องตระหนักถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ดังนั้นในการจัดกิจกรรมจึงควรจัดให้เหมาะสมกับนักเรียน
3. ส่งเสริมการพัฒนาความคิด การแสดงความคิด ตลอดจนการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
4. สนใจต่อคำถามของนักเรียน กระตุ้นให้นักเรียนคิดต่อไปเพื่อหาคำตอบให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
5. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความคิดอย่างอิสระ มีเหตุผล มีวินัยในตนเองเห็นคุณค่าของเวลา และสนุกต่อการค้นคว้าหาความรู้ตามแนวความคิดของนักเรียน
6. สนับสนุนและช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในตนเอง ได้ทำงานตามแนวความคิดใหม่ ๆ ให้นักเรียนเป็นตัวของตัวเองบ้างในการทำงานสร้างสรรค์
7. ยกย่องชมเชยให้กำลังใจแก่นักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ หรือมีผลงานที่สร้างสรรค์
8. เน้นความสนใจและให้เป็นคุณค่าต่อกระบวนการแก้ปัญหา การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ การตั้งสมมติฐานมากกว่าการจดจำเนื้อหา
9. จัดสิ่งแวดล้อมและอุปกรณ์อย่างเหมาะสม เพื่อให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้
10. ให้โอกาสนักเรียนได้อธิบาย ลงความคิดเห็นจากข้อมูล ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการแก้ปัญหาและพยากรณ์ตามความเหมาะสม
11. ไม่เร่งรัดคำตอบจากนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีเวลาคิดแก้ปัญหา เพราะการสร้างสรรค์จำเป็นต้องใช้เวลาแก่นักเรียน
12. ให้โอกาสนักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนการสอน และให้นักเรียนได้ตระหนักถึงความสำคัญของคำถามของเพื่อนนักเรียน

13. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดของตนเองอย่างอิสระ และการระดมพลังทางสมอง
14. แสดงผลงานทางสร้างสรรค์ของนักเรียน เพื่อเป็นตัวอย่าง
15. พัฒนาทักษะการใช้คำถามของครู เพื่อเป็นแนวทางในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวกับวิธีการสอนและความคิดสร้างสรรค์

บิล (Bill. 1971 : 417 – 421) ทำการทดลองสอนวิทยาศาสตร์นักเรียนเกรด 8 โดยวิธีสืบสอบของ ชุคแมน โดยจัดพฤติกรรมของครูให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่ส่งเสริมให้มีความคิดแบบอเนกนัย เช่น การตั้งสมมติฐานที่เหมาะสมกับการทดลองที่ครูสาธิตให้ดู ผลการวิจัยปรากฏว่าความคิดสร้างสรรค์โดยทั่วไปไม่สูงขึ้น

เมคคอคแมค (McCormack. 1971 : 301 – 305) ทำการสอนวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาของนิสิตมหาวิทยาลัยปีที่ 3 – 4 ผลปรากฏว่า กลุ่มที่สอนโดยที่ภาคปฏิบัติการมีการฝึกกิจกรรมสร้างสรรค์โดยเฉพาะ ได้แก่ brainstorming, inquiry development session, morphological analysis of problem invitation to creative thinking มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยมีภาคปฏิบัติการปกติอย่างมีนัยสำคัญ แต่ผลลัพธ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

ฮิล (Hill. 1976 : 71 – 77) ทำการวิจัยพบว่า การสอนเคมีในระดับมหาวิทยาลัยโดยใช้เทคนิคการทดลองซึ่งจัดขึ้น เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยเฉพาะ เช่น การสอนปัญหา ระหว่างทำการทดลอง เพื่อให้ผู้เรียนปรับปรุงอุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดลอง คิดค้นวิธีการอื่น ๆ เพื่อทำการทดลองในเรื่องเดียวกัน เป็นต้น และการบอกคะแนนความคิดสร้างสรรค์แก่นักเรียนทำให้ความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และพบว่า การสอนอย่างสร้างสรรค์เป็นองค์ประกอบสำคัญที่มีอิทธิพลในการปรับปรุงเทคนิคการทดลอง

ฟินิค (Penick. 1976 : 307 – 314) ทำการวิจัยเรื่องผลการสอน 2 แบบต่อความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนเกรด 5 การสอน 2 แบบ คือ การสอนโดยให้นักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง และการสอนโดยให้ครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรมแก่นักเรียน ผลปรากฏว่า กลุ่มที่สอนโดยนักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง และการสอนโดยให้ครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรมแก่นักเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

สำหรับงานวิจัยภายในประเทศ

นฤมล ยุตาคม (2522 : 57) ทำการศึกษาอิทธิพลของการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้การทดลองแบบกำหนดแนวทาง และการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่สอนโดยใช้การทดลองแบบกำหนด

แนวทางกับนักเรียนกลุ่มที่สอนโดยใช้การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กอตักดิ์ ศรีน้อย (2526 : 76 – 78) ทำการศึกษาการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองก่อนเรียนและหลังเรียน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือนักเรียนที่สอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ส่วนความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนที่สอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการมีความสามารถในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการแตกต่าง และสูงกว่าสอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐาน และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐาน และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ แตกต่างและสูงกว่าโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐาน และการสอนโดยใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล (2526 : 71 – 72) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ใช้แบบฝึกหัดที่ให้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มีการประเมินผลและไม่มีการประเมินผล และเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกโดยมีการประเมินผลทุกครั้งและไม่มีการประเมินผลไม่แตกต่างกันและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายและหญิงไม่แตกต่าง

ยงยุทธ สายคง (2527 : 68) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยวิธีการจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางและวิธีการจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นักเรียนที่เรียนโดยวิธีการจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีการจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริอร ไช้ภูพิรัตน์ (2527 : 50) ได้ศึกษารูปแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้านการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมองและแบบฝึกแบบรายบุคคล พบว่า นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมองและแบบฝึกแบบรายบุคคล มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์รวมทั้งองค์ประกอบทั้ง 3 ด้าน แตกต่างจากกลุ่มที่มีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ แต่กลุ่มที่มีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมองและการฝึกแบบรายบุคคล มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์รวมทั้งองค์ประกอบทั้ง 3 ด้านไม่แตกต่างกัน

จากเอกสารและงานวิจัย จะเห็นว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่สามารถพัฒนาให้เกิดในตัวผู้เรียนได้ แต่ต้องมีการจัดสภาพแวดล้อมในการเรียนการสอนให้เหมาะสมและสภาพการเรียนการสอนแบบสืบเสาะจะเอื้ออำนวยต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพราะมีการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งผู้วิจัยมีความสนใจในการสอนแบบสืบเสาะมาก จึงศึกษารูปแบบของการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ คือ การสอนสืบเสาะโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในด้านที่เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เพื่อทำ การวิจัยในครั้งนี้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง
3. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง
4. เครื่องมือและการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนช่างตากครูสุคอนแวนท์ เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร จำนวน 4 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 198 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนช่างตากครูสุคอนแวนท์ เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 50 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยการจับฉลากมา 1 ห้องเรียน จาก 4 ห้องเรียน

2. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

เวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ใช้เวลา 13 คาบเรียน คาบเรียนละ 1 ชั่วโมง ของภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 ตั้งแต่เดือน มิถุนายน ถึง กันยายน พ.ศ. 2549

3. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง เป็นเนื้อหา เรื่อง โครงการงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต ของ สสวท.

4. เครื่องมือและการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. แผนการจัดการเรียนรู้ วิชาโครงงานและสิ่งประดิษฐ์ (ว 30202)
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
4. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
5. แบบทดสอบโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

1. แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการจัดทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดลำดับขั้นตอนของเนื้อหา และลำดับขั้นตอนของแบบฝึก ในชุดกิจกรรมแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้งหมดและในแต่ละกิจกรรมย่อย

2. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ในรายวิชาโครงงานและสิ่งประดิษฐ์ (ว 30202) และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดความคิดรวบยอด จุดมุ่งหมาย เนื้อหา และกิจกรรม ในแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. ศึกษาขอบข่ายของความสามารถในการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินกิจกรรม

4. ศึกษารายละเอียดในหลักการ วิธีสร้างแบบฝึก เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5. กำหนดรูปแบบของแบบฝึก โดยผู้วิจัยทำการปรับปรุงมาจากสารนิพนธ์ของ ชุติมา ทองสุข (2547 : 42 – 43) ซึ่งภายในแบบฝึกแต่ละแบบฝึกประกอบไปด้วยรายละเอียดดังนี้

5.1 ชื่อเรื่องที่จะศึกษา

5.2 คำชี้แจง เป็นส่วนที่อธิบายการใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

5.3 จุดประสงค์ของแบบฝึก เป็นส่วนที่ระบุเป้าหมายที่นักเรียนต้องทำในแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์

5.4 เวลา เป็นส่วนที่ระบุช่วงเวลาในการทำแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5.5 สื่อ เป็นส่วนที่ระบุอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5.6 เนื้อหา คือรายละเอียดที่ต้องการให้นักเรียนทราบ

5.7 สถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นรูปแบบการบรรยายหรือการทดลอง

5.8 กิจกรรม เป็นส่วนที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในรูปแบบฝึกโครงงาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

6. นำแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้ผู้เชี่ยวชาญในการสอน ด้วยแบบฝึก 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมทางด้านต่าง ๆ แล้วนำไปปรับปรุง ซึ่งมีรายชื่อผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1. อาจารย์ทองสุข แดงสังวาลย์
หัวหน้าวัดผลการศึกษา โรงเรียนชัยสิทธิ์वास “พัฒนสายบำรุง”
2. อาจารย์กิตติมา บุญชม
อาจารย์ 2 ระดับ 7 โรงเรียนบางปะอิน (ราชานุเคราะห์ ๑)
3. อาจารย์ลือศักดิ์ มาตรฐาน
ผู้ช่วยอาจารย์ใหญ่ฝ่ายวิชาการ โรงเรียนแสงอรุณ

7. นำแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขางตาครุสคอนแวนท์ เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร จำนวน 50 คน เพื่อหาประสิทธิภาพโดยเกณฑ์ที่ใช้ในการปรับปรุงแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พิจารณาจากการตอบคำถามในแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และแบบทดสอบโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ใช้เกณฑ์ 80/80

80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยนักเรียนทั้งหมดที่ตอบคำถามในแบบฝึก โครงงานวิทยาศาสตร์แต่ละแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้คะแนนไม่ต่ำกว่า 80%

80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบ โครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้คะแนนไม่ต่ำกว่า 80%

เมื่อพิจารณาข้อมูล 80 ตัวแรกและ 80 ตัวหลังถ้าได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ถือว่าเป็นแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่สมบูรณ์ แต่ถ้าไม่ถึงเกณฑ์ 80/80 ถือว่า เป็นแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ไม่สมบูรณ์ต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไข ประสิทธิภาพของแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีประสิทธิภาพ 88.08/88.40

8. นำแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขางตาครุสคอนแวนท์ เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร จำนวน 50 คน

2. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาโครงงานและสิ่งประดิษฐ์ (ว 30202) ดำเนินการ สร้างดังนี้

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการ กำหนดขั้นตอน ลำดับเนื้อหา และลำดับขั้นตอนของกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้

2. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ในรายวิชา โครงการ และสิ่งประดิษฐ์ (ว 30202) และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนด ความคิดรวบยอด จุดมุ่งหมาย เนื้อหา และกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้

3. ศึกษาขอบข่ายของความสามารถในการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน

4. ศึกษารายละเอียดในหลักการ การสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

5. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิชาโครงการและสิ่งประดิษฐ์ (ว 30202) โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 สารระการการเรียนรู้

5.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

5.3 กระบวนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย

- ขั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม เป็นขั้นที่ครูกับนักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนและให้ความรู้ด้านเนื้อหาด้วยสื่อชนิดต่าง ๆ และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดทักษะการคิด อยากรู้อยากเห็น สงสัย หรือเป็นการชี้แนวทางในการจัดทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทต่าง ๆ

- ขั้นปฏิบัติกิจกรรม เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือทำแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำปรึกษา และแนะนำข้อสงสัยของนักเรียน

- ขั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยครูและนักเรียนใช้ข้อมูลจากแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาหาข้อสรุปเพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนสามารถคิดหวัข้อการจัดทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และสามารถจัดทำโครงงานวิทยาศาสตร์ จนสำเร็จลุล่วงในโอกาสต่อไป และให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังการเรียน

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญในการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์และวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาและแก้ไขปรับปรุง ซึ่งมีรายชื่อผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1. อาจารย์ทองสุข แดงสังวาลย์

หัวหน้าวัดผลการศึกษา โรงเรียนชัยสิทธิ์वास “พัฒนสายบารุง”

3. อาจารย์กิตติมา บุญชม

อาจารย์ 2 ระดับ 7 โรงเรียนบางปะอิน (ราชานุเคราะห์ ๑)

3. อาจารย์ลือศักดิ์ มาตรพรหม

ผู้ช่วยอาจารย์ใหญ่ฝ่ายวิชาการ โรงเรียนแสงอรุณ

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนช่างตากุ้งศรีคอนแวนท์ เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร จำนวน 50 คน

8. นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงอีกครั้ง ก่อนที่จะนำไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยปรับปรุงมาจาก ชุตินา วัฒนะศิริ (2535 : 164 – 168), ดร.ณิ พรายแสงเพ็ชร (2548 : 96 – 99)

ลักษณะแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จะกำหนดสถานการณ์ โดยแต่ละสถานการณ์ จะมีคำถาม 4 ข้อ ดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา
3. ขั้นกำหนดวิธีการ
4. ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์

การประเมิน ประเมินโดยอิงเกณฑ์ Rubrics Score) โดยแบ่งระดับการให้คะแนนแต่ละข้อเป็น 3 ระดับ คือ 3, 2 และ 1 ซึ่งหมายถึง ดี พอใช้ และควรปรับปรุง ตามลำดับ

1. หาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ คือ

1.1 หาความตรงของแบบทดสอบ (Face Validity) โดยให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบหาความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ (Face Validity) เพื่อให้เหมาะสมและสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะและกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

1.2 นำแบบทดสอบที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนช่างดาครู้สคอนแวนท์ เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร จำนวน 50 คน

2. เมื่อนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนช่างดาครู้สคอนแวนท์ เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร จำนวน 50 คน เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้เทคนิค 25% แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ แล้วหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแต่ละข้อโดยใช้ t - test ผลปรากฏว่าข้อทดสอบแต่ละข้อสามารถจำแนกนักเรียนตามความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001

3. การหาคุณภาพของแบบทดสอบดังกล่าว ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้ นำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองจำนวน 50 คน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของครอนบาค ได้ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.94

4. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ สุมาลี กาญจนชาติ (2525 : 31 – 38) ซึ่งใช้แนวคิดพื้นฐานจากขั้นพัฒนาการของ Piaget และ ผลการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance

1. ลักษณะของแบบทดสอบ เป็นแบบที่ให้นักเรียนตอบได้อย่างอิสระในเวลา ที่กำหนด มีจำนวน 3 ข้อ ดังนี้

“...การใช้ประโยชน์...” กำหนดสถานการณ์ที่เป็นภาพเกี่ยวกับธรรมชาติ ให้ บอกประโยชน์ของสิ่งที่กำหนดให้

“...นักประดิษฐ์...” กำหนดอุปกรณ์มาให้ ให้เลือกอุปกรณ์ที่กำหนดให้นั้นมา ประกอบเป็นเครื่องมือเพื่อให้เกิดประโยชน์ในด้านต่าง ๆ

“...นักค้นคว้า...” กำหนดปัญหาและอุปกรณ์ให้ ให้วางแผนและออกแบบการ ทดลองเพื่อแก้ปัญหา

การตรวจให้คะแนน แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ข้อ แต่ละข้อตรวจให้คะแนน 3 ด้าน คือ ด้านความคล่องในการคิด ด้านความคิดยืดหยุ่น และด้าน ความคิดริเริ่ม

ความคล่องในการคิด พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของแบบทดสอบ โดยให้คะแนนคำตอบที่เป็นไปได้คำตอบละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่

ความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนแต่ละคนตามวิธีที่ แตกต่างกันไปแล้วให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่

ความคิดริเริ่ม พิจารณาโดยการหาความถี่จากคำตอบของนักเรียนทั้งหมด

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

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละข้อได้จากผลรวม ของคะแนนความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมดของนักเรียน หาได้จากผลรวม ของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 ข้อ

2. คุณภาพของแบบทดสอบ

สมาลี กาญจนชาติ (2525 : 31 – 38) ได้วิเคราะห์แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ 3 ด้านด้วยกันคือ

1. หาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ คือ

1.1 หาความตรงของแบบทดสอบ (Face Validity) โดยให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบหาความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ (Face Validity) เพื่อให้เหมาะสมและสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะและกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

1.2 นำแบบทดสอบที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนช่างตากุ้งคอนแวนท์ เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร จำนวน 50 คน

2. เมื่อนำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนช่างตากุ้งคอนแวนท์ เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร จำนวน 50 คน เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้เทคนิค 25% แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ แล้วหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแต่ละข้อโดยใช้ t - test ผลปรากฏว่าข้อทดสอบแต่ละข้อสามารถจำแนกนักเรียนตามความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001

3. การหาคุณภาพของแบบทดสอบดังกล่าว ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้ นำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองจำนวน 50 คน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของครอนบาค ได้ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.86

5. แบบทดสอบโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การสร้างแบบทดสอบโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง วิธีการสร้างแบบทดสอบ และการสร้างข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์

2. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ในรายวิชาโครงงานและสิ่งประดิษฐ์ (ว 30202) และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนด ความคิดรวบยอด จุดมุ่งหมาย เนื้อหา และกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้

3. สร้างแบบทดสอบโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยอาศัยหลักการตามขั้นตอนการดำเนินงานของโครงงานประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การตั้งจุดประสงค์หรือสมมุติฐาน การออกแบบการทดลอง การดำเนินการทดลอง การรวบรวมข้อมูล การแปลผลและการสรุป

4. แบบทดสอบโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ในแต่ละข้อจะมีคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว การตรวจให้คะแนน ถ้าตอบถูกในแต่ละข้อให้คะแนนข้อละ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดในแต่ละข้อให้ 0 คะแนน

ตัวอย่างแบบทดสอบโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่สอดคล้องกับขั้นตอนการดำเนินงานของโครงงานประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การตั้งจุดประสงค์หรือสมมุติฐาน การออกแบบการทดลอง การดำเนินการทดลอง การรวบรวมข้อมูล การแปลผลและการสรุป

(0) ข้อใด **ไม่จัด** เป็นโครงงานวิทยาศาสตร์ (การกำหนดปัญหา)

- ก. การทำการทดลองเรื่อง การสกัดสารกำจัดศัตรูพืชจากสะเดา ซึ่งซ้ำกับการทดลองของนักวิทยาศาสตร์
- ข. การประกอบอาหารแปลก ๆ ตามสูตรอาหารที่คิดขึ้น
- ค. การสำรวจปริมาณการใช้น้ำประปาในเขตดอนเมือง โดยแยกตามอาชีพของประชาชน
- ง. การทำยาหม่องจากสูตรที่คิดขึ้นเอง

(00) ในการตั้งสมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้านั้น มีประโยชน์อย่างไร (การตั้งจุดประสงค์หรือสมมุติฐาน)

- ก. เพื่อเป็นการบอกผลสรุปจากการทำโครงงานล่วงหน้า
- ข. เพื่อเป็นการคาดคะเนคำตอบชั่วคราวของปัญหาที่ตั้งไว้
- ค. เพื่อเป็นการพิสูจน์ผลของปัญหาที่ตั้งไว้
- ง. เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการโครงงานนั้น ๆ

(000) โครงงานประเภทใดที่มีการกำหนดตัวแปรค่อนข้างเด่นชัด (การออกแบบการทดลอง)

- ก. สำรวจรวบรวม – ทดลอง
- ข. ทฤษฎี – สำรวจรวบรวม
- ค. ทฤษฎี – สิ่งประดิษฐ์
- ง. สิ่งประดิษฐ์ – ทดลอง

(0000) โครงงานวิทยาศาสตร์ในข้อใดต่อไปนี้ **ไม่จัด** เป็นโครงงานประเภททดลอง (การดำเนินการทดลอง)

- ก. พิสูจน์ว่าไข่และเหรียญเงินถอนพิษไข่ได้จริงหรือไม่
- ข. การทำกระดาษจากสับปะรด และฟางข้าวแล้วทดสอบคุณสมบัติของกระดาษที่ใช้
- ค. การเพิ่มผลผลิตเห็ดนางฟ้าด้วยการใช้ไฟฟ้ากระตุ้น
- ง. เลี้ยงผึ้งเพื่อการศึกษาวงจรชีวิต

(00000) ในการศึกษาการทำเนื้อมูมโดยใช้ยางมะละกอ ซึ่งมีเอนไซม์ปาเปน เปรียบเทียบกับผงเนื้อมูมที่ทำจากเอนไซม์โดยการชิม พบว่า ปริมาณยางมะละกอ ดิบที่เหมาะสมกับการทำให้เนื้อมูม คือ 0.20 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อปริมาณเนื้อมูม

10.0 กรัม ซึ่งคลุกเคล้าเป็นเวลา 5 นาที เมื่อเปรียบเทียบกับผงเนื้อนุ่มที่ผลิตจาก เอนไซม์ โดยการชิม พบว่า ผู้ชิมให้คะแนนความนุ่มใกล้เคียงกัน ในการทดลอง ดังกล่าวมีความไม่เหมาะสมในเรื่องใด (การแปรผลและการสรุป)

- ก. ไม่มีกลุ่มควบคุม
- ข. ไม่ได้ระบุปริมาณของผงเนื้อนุ่ม
- ค. ผลการทดลองผิดพลาดไม่สามารถระบุได้
- ง. การวัดความนุ่มโดยการชิมเป็นวิธีการที่ไม่เหมาะสม

วิธีการหาคุณภาพแบบทดสอบโครงการงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1. นำแบบทดสอบโครงการงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ตรวจสอบหาความถูกต้อง ความชัดเจน ความเหมาะสม ข้อผิดพลาดต่างๆ
2. นำแบบทดสอบโครงการงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ได้รับการปรับปรุง แก้ไข ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งมีรายชื่อผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้
 1. อาจารย์ทองสุข แดงสังวาลย์
หัวหน้าวัดผลการศึกษา โรงเรียนชัยสิทธิ์นิเวศ “พัฒนสายบารุง”
 2. อาจารย์กิตติมา บุญชม
อาจารย์ 2 ระดับ 7 โรงเรียนบางปะอิน (ราชานุเคราะห์ ๑)
 3. อาจารย์ลือศักดิ์ มาตรพรหม
ผู้ช่วยอาจารย์ใหญ่ฝ่ายวิชาการ โรงเรียนแสงอรุณ
3. ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างความชัดเจนของข้อคำถาม ความเหมาะสมของตัวเลือก ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ และความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด เลือกแบบทดสอบข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.66 – 1.00
4. นำแบบทดสอบโครงการงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่คัดเลือกแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน
5. ตรวจข้อสอบ และนำคะแนนที่ได้โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนที่เข้าสอบออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน แล้วใช้เทคนิค 27% วิธีของ จุง เทห์ ฟาน ของนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด มาวิเคราะห์หาดัชนีความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เลือกข้อสอบที่มีความยากง่าย อยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 และอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 20 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบโครงการงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีค่าความยากง่าย (P) ระหว่าง 0.38 – 0.73 และค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.39 - 0.75

6. นำแบบทดสอบโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่คัดเลือกแล้วไปหาความเชื่อมั่น โดยนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน แล้ววิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากสูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.81
7. นำแบบทดสอบโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริงต่อไป

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) มีกลุ่มทดลองจำนวน 1 กลุ่ม โดยผู้วิจัยใช้แบบแผนการพัฒนากลุ่มทดลองแบบ One – Group , Pretest – Posttest Design (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538. 248 : 249) ซึ่งมีแบบแผนการวิจัยตามตาราง 1

ตาราง 1 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	ทดสอบก่อน	ทดลอง	ทดสอบหลัง
E	T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิจัย

T_1	แทน	การทดสอบก่อนการทดลอง
T_2	แทน	การทดสอบหลังการทดลอง
X	แทน	การทดลองโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์
E	แทน	กลุ่มทดลองที่ได้มาด้วยการสุ่ม

2. ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจับฉลากมาจำนวน 1 ห้องเรียน จาก 4 ห้องเรียน จำนวน 50 คน
2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
3. ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองใช้เวลาในการสอน 13 ชั่วโมง
4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนด จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

5. นำผลคะแนนจากการตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

6. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ยคำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 137)

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

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมคะแนนทั้งหมด
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของคะแนน คำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 143)

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

เมื่อ	S	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใช้ดัชนีวัดความสอดคล้อง (IOC) (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2539: 248 - 249)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อจุดประสงค์การเรียนรู้
	$\sum R$	แทน	ผลรวมการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 วิเคราะห์หาความยาก (P) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบโครงการ
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใช้เทคนิค 27 % แล้วเปิดตารางสำเร็จรูปของ จุง เตห์ ฟาน
(ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2543 : 334 - 360)

$$P = \frac{P_H + P_L}{2n}$$

$$r = \frac{P_H - P_L}{n}$$

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยากง่าย
	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	P_H	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	P_L	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	n	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดย
คำนวณจากสูตร KR – 20 คูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (ล้วน สายยศ และ อังคณา
สายยศ. 2538 : 197 - 199)

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

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่งๆ
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่งๆ คือ 1 - p
	S_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือฉบับนั้น

2.4 สถิติใช้ในการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2526 : 491)

80 จำนวนแรก หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการเรียน โดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

$$E_1 = \frac{\sum x}{\frac{n}{a}} \times 100$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนจากแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
	$\sum x$	แทน	คะแนนรวมของแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด
	a	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทุกแบบฝึกรวมกัน

80 จำนวนหลัง หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของแบบทดสอบโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

$$E_2 = \frac{\sum f}{\frac{n}{b}} \times 100$$

เมื่อ	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของแบบทดสอบโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
	$\sum f$	แทน	คะแนนรวมของแบบทดสอบโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด
	b	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.5 หาค่าอำนาจจำแนก (t) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เทคนิค 25% ของกลุ่มสูง – กลุ่มต่ำ และใช้วิธีแจกแจง t – distribution จากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 132)

$$t = \frac{\bar{X}_{\text{สูง}} - \bar{X}_{\text{ต่ำ}}}{\sqrt{\frac{s_{\text{สูง}}^2}{n_{\text{สูง}}} + \frac{s_{\text{ต่ำ}}^2}{n_{\text{ต่ำ}}}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาของการแจกแจงแบบที
	$\bar{X}_{\text{สูง}}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง
	$\bar{X}_{\text{ต่ำ}}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ
	$s_{\text{สูง}}^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มสูง
	$s_{\text{ต่ำ}}^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มต่ำ
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มซึ่งเท่ากัน

2.6 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยคำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (α - Coefficient) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 125 – 126)

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

เมื่อ	α	=	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	=	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	S_i^2	=	ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ
	S_t^2	=	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน คำนวณจากสูตร t – test แบบ Dependent Sample (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 165 - 166)

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่พิจารณาใน t – distribution
	D	แทน	ความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่
	N	แทน	จำนวนคู่

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณาการแจกแจง t- test แบบ Dependent Samples
**	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลผลข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอตามลำดับดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนกับหลังเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติ t- test แบบ Dependent Samples ได้ผลดังตาราง 2

ตาราง 2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์	กลุ่มทดลอง	n	$\bar{X}$	S	t
1. ระบุปัญหา	ก่อนการทดลอง	50	21.20	2.01	16.093**
	หลังการทดลอง	50	27.64	1.95	
2. วิเคราะห์ปัญหา	ก่อนการทดลอง	50	22.26	2.45	14.248**
	หลังการทดลอง	50	27.80	2.15	
3. กำหนดวิธีการ	ก่อนการทดลอง	50	21.96	2.47	13.796**
	หลังการทดลอง	50	27.82	2.10	
4. การตรวจสอบ ผลลัพธ์	ก่อนการทดลอง	50	22.44	2.21	12.093**
	หลังการทดลอง	50	27.86	1.95	
รวมทั้ง 4 ด้าน	ก่อนการทดลอง	50	87.86	7.89	15.648**
	หลังการทดลอง	50	111.12	7.20	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 2 แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สูงขึ้นกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนกับหลังเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติ t- test แบบ Dependent Samples ได้ผลดังตาราง 3

ตาราง 3 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ความคิดสร้างสรรค์	กลุ่มทดลอง	n	$\bar{X}$	S	t
1. ความคิดริเริ่ม	ก่อนการทดลอง	50	19.32	2.91	7.440**
	หลังการทดลอง	50	22.08	2.85	
2. ความยืดหยุ่น	ก่อนการทดลอง	50	17.04	3.85	8.132**
	หลังการทดลอง	50	20.90	3.52	
3. ความคิดยืดหยุ่น	ก่อนการทดลอง	50	9.14	2.54	11.110**
	หลังการทดลอง	50	12.56	2.26	
รวมทั้ง 3 ด้าน	ก่อนการทดลอง	50	45.50	8.27	10.644**
	หลังการทดลอง	50	55.54	8.07	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 3 แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สูงขึ้นกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการศึกษาวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถสรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะได้ดังต่อไปนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. เพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนช่างตากุ้งคอนแวนท์ เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 50 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยการจับฉลากมา 1 ห้องเรียน จาก 4 ห้องเรียน
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
 - 2.1 แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 - 2.2 แผนการจัดการเรียนรู้ วิชาโครงงานและสิ่งประดิษฐ์ (ว 30202)
 - 2.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
 - 2.4 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
 - 2.5 แบบทดสอบโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. วิธีดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

- 3.1 สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจับสลากมาจำนวน 1 ห้องเรียน จาก 4 ห้องเรียน เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คน
- 3.2 ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
- 3.3 ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองใช้เวลาในการสอน 13 ชั่วโมง
- 3.4 เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนด จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
- 3.5 นำผลคะแนนจากการตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
2. ตรวจสอบสมมติฐานข้อที่ 1 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใช้ t -test แบบ Dependent Samples
3. ตรวจสอบสมมติฐานข้อที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใช้ t -test แบบ Dependent Samples

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

จากการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. จากการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียน กับหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ซึ่งมีเหตุผลดังนี้

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 4 ขั้น ได้แก่ ขั้นระบุปัญหา ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ ทั้งนี้เพราะแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งเน้นให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง การมีส่วนร่วมในการสร้างความรู้ การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นและการแลกเปลี่ยนความรู้ การได้เคลื่อนไหวทางกาย การเรียนรู้กระบวนการต่างๆ เช่น กระบวนการกลุ่ม กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการจัดการ เป็นต้น และการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีดังกล่าว เป็นวิธีการเรียนรู้ที่แปลกใหม่ ทำให้บรรยากาศในการเรียนรู้เต็มไปด้วยความกระตือรือร้น ตื่นเต้น ไม่เบื่อหน่าย นักเรียนได้ใช้ความสามารถของตนเองอย่างเต็มศักยภาพ มีโอกาสแสดงความคิดเห็น มีอิสระในการตัดสินใจ ในการตอบคำถามและการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจได้รับการยอมรับจากเพื่อนในกลุ่ม การมีเสรีภาพในการแสดงความคิดเห็นในการแก้ปัญหา และเป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนสามารถบอกข้อเท็จจริงของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ สาเหตุที่แท้จริงหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากข้อเท็จจริงตามสถานการณ์ และมีความสามารถในการวางแผนเพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหาหรือข้อเท็จจริงหรือเพื่อหาข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่ระบุไว้ และความสามารถในการอธิบายได้ว่าผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหานั้นสอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาที่ระบุไว้หรือไม่และผลที่ได้จะเป็นอย่างไร ตามหลักกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ จากการทำแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ และสามารถเชื่อมโยง สิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์ หรือความรู้เดิมได้อย่างเหมาะสม มีเหตุผล ซึ่งจะมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ ปรึกษา อำนวยความสะดวก แนะนำวิธีการใช้สารหรือเครื่องมือบางอย่าง ซึ่งในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และจากการสังเกตพฤติกรรมของ

นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากการเรียนการสอนและการทำกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งในและนอกห้องเรียนนั้น นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น โดยสังเกตจากการตอบคำถามในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ การเขียนตอบคำถามในแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับการประติษฐ์ผลงาน พบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในการระบุปัญหา ชี้วิเคราะห์ปัญหา ชี้กำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จอห์นส์ (Johns. 1956 : 994 – 995A) ได้ศึกษาผลการเรียนของนักเรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไปเกรด 8 จากการใช้วิธีการสอนสองวิธี โดยแบ่งเป็นสองกลุ่ม กลุ่มละ 46 คน ชาย 17 คน หญิง 29 คน ทั้งสองกลุ่มมีความถนัดทางการเรียนและความสามารถในการอ่านพอ ๆ กัน กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบบรรยาย แบบสาธิตให้มีส่วนร่วมในการทดลอง และทำการบ้านตามที่กำหนดให้ กลุ่มทดลองให้เรียนโดยวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง มีแต่เพียงเอกสารแนะนำที่ครูแจกให้ ซึ่งจะแนะนำกิจกรรมที่นักเรียนจะเลือกนำไปปฏิบัติอันจะก่อให้เกิดความรู้ข้อเท็จจริง และมีมโนภาพด้วยตนเอง ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลการแก้ปัญหา ทักษะคิดต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะในการเรียนดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งตรงกับงานวิจัยของ เมอริديث (Meridith. 1962 : 3550 – A) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการจัดเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์สองแบบ โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 42 คน แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งทั้งสองกลุ่มต่างก็มีเพศ อายุ คะแนนความสามารถในการเรียนและคะแนนสอบครั้งแรกของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อยู่ในเกณฑ์เดียวกัน นักเรียนกลุ่มทดลองเรียนเนื้อหาที่จัดโดยคำนึงถึงสิ่งที่นักเรียนและกลุ่มมีควมรู้เรียนเนื้อหาตามปกติ ผลจากการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหามากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์มีสหสัมพันธ์อย่างสูงกับความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงและหลักการทางวิทยาศาสตร์ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมพงษ์ ตระกูลหุ่นวัฒน์ (2527 : 48 – 52) ได้วิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมที่นำเสนอเนื้อหาแบบสืบสวนสอบสวนกับแบบบรรยาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 60 คน จากโรงเรียน พิชัยยาราม จังหวัดชุมพร กลุ่มทดลองได้รับการเรียนจากบทเรียนที่นำเสนอเนื้อหาแบบสืบสวนสอบสวน กลุ่มควบคุมเรียนจากบทเรียนโปรแกรมที่นำเสนอเนื้อหาแบบบรรยาย ผลการวิจัยปรากฏว่าความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมที่นำเสนอเนื้อหาแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมที่นำเสนอเนื้อหาแบบบรรยายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ หอมหวาน ใจชื่อ (2529 : 63 – 64) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรียนรู้ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และระหว่างครูกับนักเรียนพบว่า กลุ่มนักเรียนที่สอนโดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนมี

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่สอนโดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงเป็นการสนับสนุนว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. จากการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ซึ่งมีเหตุผลดังนี้

กิจกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบของปัญหา โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ ด้านความคล่องแคล่วในการคิดทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบในทางวิทยาศาสตร์ได้มากในเวลาที่กำหนดความสามารถที่จะคิดหาคำตอบใน ทางวิทยาศาสตร์ได้หลายแนวทาง และความคิดแปลกใหม่ทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ซ้ำกับคนส่วนใหญ่ โดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนได้มีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เพิ่มมากขึ้นได้ ทั้งนี้เพราะผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยให้นักเรียนได้ฝึกคิดพิจารณาสิ่งต่างๆ และหาประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเอง นักเรียนได้คิดค้นหรือริเริ่มสิ่งใหม่ๆ มีการเชื่อมโยงความคิดของตนจากสิ่งที่คุ้นเคยไปหาสิ่งที่แปลกใหม่ และสิ่งที่แปลกใหม่ไปหาสิ่งที่คุ้นเคยโดยใช้จินตนาการของตนได้อิสระไม่จำกัดความคิด ในบรรยากาศการทำกิจกรรมที่อบอุ่นเป็นกันเองจนเกิดความคิดแปลกใหม่ และแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสื่อหรือนวัตกรรมทางการศึกษาที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ ได้แก่ การสร้างความสนใจ การสำรวจและค้นหา การอธิบายและลงข้อสรุป การขยายความรู้ และการประเมินผล โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา และใช้สถานการณ์ในชั้นขยายความรู้เป็นสิ่งที่กระตุ้นให้เกิดปัญหา และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาตามที่วางแผนปฏิบัติไว้ เป็นการสร้างความสนใจ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิด อย่างมีเหตุผล เกิดความอยากรู้อยากทดลอง กระตือรือร้นที่จะแสวงหาคำตอบของปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการคิดไตร่ตรองพิจารณาสิ่งต่างๆ อย่างรอบคอบและมีเหตุผล ส่งผลให้เกิดกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ภายหลังจากการทดลองพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพิ่มมากขึ้น กล่าวคือนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงาน

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความสามารถในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ด้านความคิด
 คล่องแคล่วได้ปริมาณมาก รวดเร็ว ด้านความคิดยืดหยุ่นได้หลายประเภท หลายทิศทาง ความคิด
 ริเริ่มได้แปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร เมื่อผู้วิจัยอธิบายวิธีฝึกตามขั้นตอนที่กำหนดไว้คือ มีขั้นนำ ขั้นสอน ขั้น
 สรุป นักเรียนสามารถฝึกได้อย่างถูกต้อง นักเรียนสนุกสนานและยิ้มแย้มแจ่มใสในการฝึก อันเป็น
 ผลมาจาก นักเรียนมีอิสระในการคิด ได้มีการเคลื่อนไหวร่างกาย มีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ได้แสดงผล
 งานของกลุ่มตัวอย่างภาคภูมิใจ นับว่าการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ฮิล (Hill. 1976 : 71
 – 77) ทำการวิจัยพบว่า การสอนเคมีในระดับมหาวิทยาลัย โดยใช้เทคนิคการทดลองซึ่งจัดขึ้น เพื่อ
 พัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยเฉพาะ เช่น การสอนปัญหาหว่านทำการทดลอง เพื่อให้ผู้เรียน
 ปรับปรุงอุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดลอง คิดค้นวิธีการอื่น ๆ เพื่อทำการทดลองในเรื่องเดียวกัน เป็นต้น
 และการบอกคะแนนความคิดสร้างสรรค์แก่นักเรียนทำให้ความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่
 ระดับ .05 และพบว่า การสอนอย่างสร้างสรรค์เป็นองค์ประกอบสำคัญที่มีอิทธิพลในการปรับปรุง
 เทคนิคการทดลอง ซึ่งตรงกับแนวคิดของ อุษณีย์ โพธิสุข (2537: 90-100) กล่าวว่า แนวการสอนที่
 ทำให้เด็กเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ได้แก่ การได้รับประสบการณ์ตรง การศึกษาหาความรู้
 ความจริงด้วยตนเอง การใช้กิจกรรมเป็นสื่อกระตุ้นความคิด การใช้สถานการณ์สมมติ การให้
 นักเรียนได้เสนอผลงานและการทำกิจกรรมกลุ่มระดมสมอง สิ่งเหล่านี้จะกระตุ้นให้เกิดความคิดอย่าง
 มีวิจารณญาณได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิไลวรรณ ปิยะปกรณ (2535: 84) พบว่า
 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการทดลอง เพื่อพัฒนา
 กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมี
 นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมี
 วิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ดีคาโล (Decaroli . 1973: 67-69)
 กล่าวว่าผู้ที่เกิดกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีความสามารถ ดังนี้ คือ การนิยามปัญหา การ
 แสวงหาสมมติฐาน การประมวลข่าวสาร การตีความหมาย การใช้เหตุผล และการประเมินผล ซึ่ง
 สอดคล้องกับงานวิจัยของ หนึ่งนุช กาพภักดี (2543: 112) พบว่าความสามารถในการคิดระดับสูง
 ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบ
 ปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่
 ระดับ.05

ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงเป็นการสนับสนุนว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึก
 โครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่า
 ก่อนเรียน

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้และการศึกษาวิจัย ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ควรนำโครงงานวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเลือกเนื้อหาอื่นๆ ที่เหมาะสมมาจัดทำเป็นกิจกรรมการทดลองใหม่ เพื่อช่วยพัฒนาผู้เรียนทางด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1.2 ครูผู้สอนควรมีการเตรียมความพร้อมด้านการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ให้กับนักเรียน เพื่อให้คุ้นเคยกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์ และเกิดความเข้าใจในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.3 ครูผู้สอนควรมีการสร้างบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถของตนเองออกมาอย่างอิสระทั้งในด้านความรู้ ความคิด และการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1.4 ในการศึกษาครั้งนี้สำหรับผู้วิจัยที่สนใจ ควรให้นักเรียนได้กำหนดหน้าที่ภายในกลุ่มอย่างชัดเจน และเน้นเรื่องความรับผิดชอบของสมาชิกในกลุ่ม รวมทั้งการตรงต่อเวลา ในการปฏิบัติกิจกรรมและการส่งงาน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการวิจัยการจัดโครงงานวิทยาศาสตร์การทดลองเป็นชุด ในเนื้อหาอื่นๆ เพื่อสะดวกในการจัดการเรียนรู้และเกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.2 ควรศึกษาการใช้โครงงานวิทยาศาสตร์กับตัวแปรอื่นๆ เช่น การคิดอย่างมีเหตุผล การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

2.3 ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์รูปแบบต่างๆ ที่จะก่อให้เกิดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ เช่น รูปแบบการสอนแบบโครงงาน รูปแบบการสอนแบบบูรณาการ รูปแบบการสอนแบบร่วมมือ รูปแบบการสอนแบบวิจัย เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมลรัตน์ หล้าสูงษ์. (2528). จิตวิทยาการศึกษาฉบับปรับปรุงใหม่. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดศรีเดชา.
- กรมสามัญศึกษา. หน่วยศึกษานิเทศก์. (2526). ชุดการสอนการปลูกฝังและสร้างค่านิยมพื้นฐาน เรื่องการสอนรักชาติ. กรุงเทพฯ : ครูสภา.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2533). คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ครูสภา.
- . (2536). หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ฉบับปรับปรุง 2533. กรุงเทพฯ : ครูสภา ลาดพร้าว.
- ก่อศักดิ์ ศรีน้อย. (2526). การศึกษาการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อุดลำนเา.
- กาญจนา ลาภรวย. (2532). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกันโดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางและการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อุดลำนเา.
- กิ่งฟ้า สินธุวงษ์และคณะ. (2529). รายงานการวิจัยเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. ขอนแก่น : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. อุดลำนเา.
- กิตติ กล่อมเกลี้ยง. (2532). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยมีการใช้สถานการณ์ฝึกกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐานกับไม่มีการใช้สถานการณ์ฝึก กำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อุดลำนเา.
- โกศล เพ็ชรสุวรรณ. (2527). เทคโนโลยีกับการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ ในวันสถาปนา กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน. กรุงเทพฯ.

- จิราพรรณ แสงหล้า. (2532). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านกาดวิทยาคมอำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน. อุดสาเนา.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2523). การปรับปรุงการสอนตามแบบจุฬา เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติงานตามโครงการอบรมอาจารย์ ครั้งที่ 1 – 4. ฝ่ายวิชาการจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- . (2523). การผลิตชุดการเรียนการสอน เทคโนโลยีและสื่อการศึกษา เล่มที่ 3 หน่วยที่ 11 – 15. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- . (2526). ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- . (2528). ชุดการสอนในระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ชาญชัย สวัสดิ์สีมาและเชิดวิทย์ ฤทธิ์ประศาสน์. (2523). การพัฒนาบุคคล. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- . (2523). การพัฒนาบุคคล. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ชุติมา วัฒนศิริ. (2535). การศึกษาความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์กับแนวการสอนของ สสวท. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- . (2536). กิจกรรมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สุลีพร แจ่มถนอม. (2545). การสร้างแบบทดสอบที่ใช้ในการฝึกการคิดโจทย์คำนวณเคมี เรื่องสมบัติของก๊าซ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. สารนิพนธ์ กศ.ม. (กรมวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อุดสาเนา.
- ทบวงมหาวิทยาลัย. (2525). ชุดส่งเสริมสำหรับครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : คณะกรรมการพัฒนาการสอนและอุปกรณ์.
- ทัศนีย์ พฤกษ์ชลธาร. (2517). การสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ค.ม. : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. อุดสาเนา.
- ธีระชัย ปุณณโชติ. (2516). การสอนวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ วารสารสามัญศึกษา 10 (0) : 30 – 39 มิถุนายน.
- . (2516). การสอนวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ วารสารสามัญศึกษา 6 : 32 – 33 มิถุนายน.
- . (2517). การสอนวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ วิทยาศาสตร์ 25 : 46 สิงหาคม.

- (2531). การสอนกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ : คู่มือสำหรับครู. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นฤมล ยุทธาคม. (2522). อิทธิพลของการสอนโดยใช้การทดลองแบบกำหนดแนวทางกับการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. อุดรธานี.
- น้อยทิพย์ ศัสตรศาสตร์. (2521). การศึกษาความสัมพันธ์ของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐานความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. อุดรธานี.
- นันทเดช โชคถาวร. (2532). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นกับไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อุดรธานี.
- นิตยา กิจโร. (2530). การศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อุดรธานี.
- นิตยา ปานทิพย์. (2527). การทดลองสอนอ่านภาษาไทยโดยใช้ชุดการฝึกเป็นรายบุคคลและเป็นรายกลุ่มของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา วิทยาเขตบึงพระพิบูลย์มหาเมฆ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อุดรธานี.
- นิตยา ฤทธิ์โยธี. (2520). การทำและการใช้ชุดการฝึกหัดทักษะ ในเอกสารเผยแพร่ความรู้ทางการสอนภาษาไทย. กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา.
- บุญยิ่ง วรรณศิริกุล. (2540). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามปกติ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อุดรธานี.
- เบญจพร ศรีสุวรรณ. (2531). โครงการวิทยาศาสตร์กิจกรรมที่ควรส่งเสริม ข้าราชการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (15) : 24 – 27 เมษายน.

- เบญจมาศ สันประเสริฐ. (2533). การศึกษาผลการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (มัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อุดสาเนา.
- ประชมสุข อาชวบำรุง. (2524). ปรัชญาของการจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์นอกโรงเรียนในกิจกรรมวิทยาศาสตร์นอกห้องเรียน. กรุงเทพฯ : ดาวศิลป์.
- ประภาพร สุวรรณรัตน์. (2538). การเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างโครงงานวิทยาศาสตร์และบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อุดสาเนา.
- พนัส หันนาคินทร์. (2521). การศึกษาของไทย. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.
- พยนต์ แสงเดช. (2535). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยวิธีสอนแบบแก้ปัญหา กับแบบศูนย์การเรียน. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อุดสาเนา.
- พยอม ตันมณี. (2524). การศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของผลการสอนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษาในรูปแบบเชิงปัญหากับรูปแบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อุดสาเนา.
- พรรณนา หิมารัตน์. (2527). การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และที่เรียนตามชุดการสอน. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อุดสาเนา.
- พรรณี ชูทัย. (2522). จิตวิทยาการเรียนการสอน : จิตวิทยาสำหรับครูในชั้นเรียน. ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- มังกร ทองสุดี. (2522). การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย.
- มานัส เพ็ญโรจน์. (2527). การศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนจากภาพประกอบคำบรรยายในลักษณะบอกเล่าและภาพประกอบคำบรรยายในลักษณะแนะให้ค้นพบด้วยตนเอง. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อุดสาเนา.

- ยงยุทธ สายคง. (2527) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- โยธิน ศรีโสภณ. (2524). การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนตามหลักสูตรปีพุทธศักราช 2521. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- รัชณี ศรีไพรวรรณ. (2517). “แบบฝึกวิชาภาษาไทยสำหรับเด็กแรกเรียน” คู่มือแนวความคิดและทรงคนบางประการเกี่ยวกับกลุ่ลบายการสอนเด็กเริ่มเรียนที่พูดสองภาษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. นครราชสีมา : สำนักงานศึกษาธิการเขต 11.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2538). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2525). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์.
- รุ่งชีวา สุขดี. (2531). การศึกษาผลการฝึกออกแบบการทดลองในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- โรจนา แสงรุ่งระวี. (2531). ผลสัมฤทธิ์ในการเขียนสะกดคำด้วยการใช้แบบฝึกของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. อัดสำเนา.
- ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาสน์.
- วรรณดี วรรณศิลป์. (2522). ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. อัดสำเนา.
- วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล. (2526). การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบฝึกที่ให้เสรีในการหาคำตอบที่มีการประเมินผลกับไม่มีการประเมินผล. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- วรารณ ชัยโอภาส. (2521). การพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ประเสริฐศิริ.

- วาริ รุจิโรดม. (2529). การศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา เขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. อัดสำเนา.
- วาสนา สุพัฒน์. (2530). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนตามคู่มือครูโดยการทำแบบฝึกหัดปรนัยชนิดเลือกตอบ แบบฝึกหัดอัตโนมัติกับการทำแบบฝึกหัดในหนังสือแบบเรียน. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วินัย จำสุวรรณ. (2528). ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. อัดสำเนา.
- วีระ ไทยพานิช. (2529). 57 วิธีสอน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศศิธร สิทธิแพทย์. (2518). แบบฝึกหัดสำหรับสอนเรื่องวลีในภาษาไทยระดับประกาศนียบัตร วิชาการศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. อัดสำเนา.
- ศิริอร ไช้ภูพิรัตน์. (2527). การศึกษารูปแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้านการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมอง และแบบฝึกกรายบุคคล. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- ศิลปชัย บุรณพานิช. (2528). ความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์และนักเรียนเกี่ยวกับกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. อัดสำเนา.
- ไศจิกานต์ ศรีวิเชียร. (2540). การเปรียบเทียบค่านิยมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทักษะการจัดการและการสื่อความหมายข้อมูล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบโครงการที่มีการใช้ชุดการฝึกกิจกรรมปัญหาพิเศษทางชีววิทยาและคู่มือครู. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2519). ปรัชญาและการสอน วิทยาศาสตร์และทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- (2521). เอกสารวิธีสอน เรื่องการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้. กรุงเทพฯ : สถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. อัดสำเนา.

- (2529). แนวทางในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในโครงการพัฒนาผู้มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- (2530). การพัฒนาแบบวัดความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ : แบบวัดบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สาขาวิจัยและประเมินผลฝ่ายประสานงานโครงการ สสวท. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- (2531). คู่มือการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- (2536). แบบฝึกกิจกรรมวิชาวิทยาศาสตร์ ว 017 โครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.
- (2546). คู่มือสาระพื้นฐานการเรียนรู้พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.
- สมจิต สวชนไพบูลย์. (2526). การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สมจิต สวชนไพบูลย์. (2526.). วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- (2527). สมรรถภาพของครู : การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- (2535). ประมวลการพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สมจิต สวชนไพบูลย์. (2535). ธรรมชาติวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- (2541). การประชุมปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอนคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สมบัติ สุวรรณพิทักษ์. (2530). แบบเรียนด้วยตนเอง. สงขลา : โรงพิมพ์ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียนภาคใต้แปลจาก M.S.Knowles. Self – Directed Learning : A Guide for Learners and teacher. New York : Association Press.

- สมศรี เพชรขจร. (2531). การศึกษาผลการใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับ
นักเรียนที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. (2528). การประกวดโครงงานและ
กิจกรรมวิทยาศาสตร์ ประจำปี 2528. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พันธ์พิบบลิซซิง.
- สำเร็จ บุญเรืองรัตน์. (2520). การปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- สุจริต เพียรชอบและสายใจ อินทร์พรรย์. (2523). วิธีสอนภาษาไทยระดับชั้นมัธยมศึกษา.
กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- สุภาพร เสี่ยงเรืองแสง. (2540). ผลของการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
บัณฑิตมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุมาลี กาญจนชาติ. (2525). การศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนอายุ 11 – 15 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ
: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. อัดสำเนา.
- หอมหวาน ใจเชื้อ. (2529). การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่าง
นักเรียนกับนักเรียน และระหว่างครูกับนักเรียน. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
บัณฑิตมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- อดุลย์ วงศ์ก้อม. (2544). การศึกษาผลการสอนประกอบการใช้แบบฝึกเขียนนิยาย
วิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดเชิง
จินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.
(การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
อัดสำเนา.
- อนันต์ คงจันทร์. (2529). กระบวนการแก้ปัญหา, จุฬาลงกรณ์ธุรกิจปริทัศน์.
8 (35) : 47 – 52 ; ธันวาคม.
- อารี รังสินนท์. (2526). เข้าใจเด็กก่อนวัยเรียนเล่ม 2 : สมบัติของครูสอนเด็กปัญญาเลิศ.
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์เจริญผล.
- (2527). เอกสารการสอนชุดวิชาการสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ระดับปฐมวัย
หน่วยที่ 8 -15. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมิกราช.
- (2532). เอกสารการสอนชุดวิชาพฤติกรรมวัยรุ่น หน่วยที่ 11. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมิกราช.

- อุดมลักษณ์ นกฟุ้งฟูม. (2545). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับการสอนโดยใช้ผังมโนมิติ. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- อุทัย บุญมาดี. (2529). การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และตามคู่มือครู. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- Baker, T. (1960). "What Can We Do to Make Our Children Capable of Thinking for Themselves," *Science Education*. (34) : 153 – 155 ; March.
- Bills, Frank Lynn. (1971). "Developing Creative Through Inquiry," *Science Education*. 60 (3) : 417 – 421 ; July – September.
- Billow, F.L. (1962). *The Teacher Work Out His Own Exercises. The techniques of language Teaching*. London : Green and Company Ltd.
- Bloom, Benjamin S. (1956). *Taxonomy of Education Objective Hand Book I : Cognitive Domain*. New York, David Mac Kay Company, Inc.
- Bourne, Lyle E., Jr., Ekstrand, Bruce, R., and Roger L. Dominoski. (1971). *The Psychology of Thingking*. New Jersey : Prentice – hall.
- Bruner, Jerome. S. (1966). *Studies in Cognitive Growth : A Collaboration at the center for Cognitive Studies*. New York : John Wiley & Sons.
- (1968). *The Act of Discovery Inquiry Techniques for Eaching Science*. New York : Prentice Hall Englewood.
- Butts, David. (1974). *The Teaching of Science A Self Directed Planning Guide*. New York, Harper Row Publisher.
- Carter, Jack L. (1968). *The Authorillarian U.S. the Inquiry Apprach, School Science and Mathematics*. 8 : 686 – 688 November.
- De Cecco, J.p. (1968). *The Psychology of Learning and Instruction Education Psychology*. Englewood Cliffs, New Jersey : Perntice – Hall. Inc.
- Devito, Alfred and Krockover, Gerald H. (1976). *Creative Sciencing Ideas Activities for Teacher and Children*. Little : Brown and Company (Inc).
- Dressel, Paul L. (1955). *Critical Thinking : The Goal of Education, The Journal of the National Education Association*. 44.

- Edward, Clefford H. (1984, February). *Changing Teacher Behavior through self – Instruction and Supervised Micro Teaching in Competency Based Program*, The Journal of Educational.
- Eniaijeju, Paul A. (1983). *The Comparative Effects of Teacher – Demonstration and Self – Paced Instruction on Concept Acquisition and Problem – Solving Skills of College Level Chemistry Student*, Journal of Research in science Teaching. November.
- Eysenck, H.J. and W. Arnold. (1972). *Encyclopedia of Psychology*. London : Search Press.
- Gabrielli, Ralph B. (1972). *A Study of the Characteristics of Pre – Service Teachers Identified on an Experimental Instrument as High or International*. 32 : 5650 – A, April.
- Gagne, Robert M. (1970). *The Condition of Learning*. : 2nd.ed., New York Holy, Rinehart and Winstin, Inc., 407 p.
- Gaier, B.L. (1953). *The Role of Knowledge in Problem – Solving, Progressive Education*. 30 : 138 – 141.
- Golstein, Joseph. J. (1949). *Thinking can be Learned, Educational Leadership*. 6 : 235 – 239, January.
- Good, Carter, V. (1973). *Dictionary of Education*. Edited by Good, Carter, V. New York, McGraw – Hill Company, 681 p.
- Guilford, J.P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. McGraw – Hill Book Company, 538 p.
- (1971). *The Analysis of Intelligence*. McGraw – Hill Book Company, 538 p.
- Heath, Robert W. (1964). *Curriculum Cognitive and Education Measurement, Education and Psychological Measurement*.
- Hill, D.J., and K. Nakano. (1976). *Effects of Particle Size on Anaerobic Digestion of Tomato Solid Wastes, Agricultural Waster*. 10 : 285 – 295.
- Hutchinson, E.D. (1949). *How to Think Creativity*. New York : Abindon Press.
- John, K.W. (1956). *A Comparison of Two Methods of Teaching Eight Grade General Science : Traditional and Structured Problem Solving*, Dissertation Abstracts International. 27 (4) : 994 – 995 – A ; October.

- Klag, William Prentiss. (1990, December). *Effect of Science Materials and Equipment Instructing on Preservice Elementary Teachers Attitudes Knowledge, and of Science Equipment, Dissertation Abstracts International*. 51 (6) : 1983 - A.
- Mahan, L.A. (1963). *The Effects of Problem Solving and Lecture Discussion in Developing Student Growth in Basic Understanding Problem – Solving, Dissertation Abstract*. 3 : 1097 – 1098 ; September.
- Mc Candless, Boyd R. (1973). *Children and Youth : Psychosocial Development*. New York Holt, 521 p.
- Meridith, C.E. (1962). *Development of Problem Solving Skill in High School Physical Science, Dissertation Abstract*. 10 : 3350, April.
- Nabors, Donald G. (1975). *A Comparative Study of Academic Achievement and Problems Solving Ability of Black Pupils at the Intermediate level in Computet Supported Instructional and Self – Contained Instructional Process, Dissertation Abstract Instructional*. 36 (1) : 3241 – A, December.
- Norton, R.T. (1972). *A Developmental Study in Assesing Children to Solve Problems in Science, Dissertation Abstract Instructional*. 23 (1) : 204 – A, July.
- Penick, John E. (1976). *Creativity in Fifth – Grad Science Student : The Effects of Two Patterns of instruction, Journal of Research in Science Teaching*. 13 (4) : 307 – 314.
- Piltz Albert and Robert Sund. (1974). *Creative Teaching of Science in the Elementary School*. Englewood Cliff N.J. Prentice Hall, 310 p.
- River, Willga M. (1968). *Teaching Foreign Language Skill*. The University of Chicago Press.
- Romay, William D. (1970). *Inquiry technique for teaching Science*. p. 16505 – 4. New Jercey : Prentice – Hall, Inc., Englewood Cliffs.
- Shaw, Terry J. (1977). *The Effect of Problem Solving Training in Science Upon Utisation of Problem Solving Skills in Science and Social Studies, Dissertation Abstracts International*. 9 (38) : 5227 – A March.
- Sherburen, E.D. Jr. (1985). *How to Organize and Conduct : a Science and Engineering Fair*. Washington D.C., (Draft Verion).

- Sherman, Marsha Sue Berbwitz. (1977). *Selected Affective Characteristic in Gifted Elementary School Children*, *Dissertation Abstracts International*.
35 : 519.
- Stollburg, R.J. (1956). *Problem – Solving, The Process Games in Science Teaching*, *Science Teacher*. 23 : 2753 – 2754 – A ; December.
- Sund, Robert B. and Leslic, W. Trowbridge. (1974). *Teaching Science by Inquiry In the Secondary School*. 2nd ed.
- Taylor Calvin W. (1964). *Creativity Progress and Potential*. New York, McGraw – Hill Book Co., 241 p.
- (1968). *Multiple Talent Approach : at teaching scheme in which most students can be above average*, *The Instructor*. 28 April, 142 – 144.
- Thorndike, Robert L. (1952). *How the Children Learn the Principles and Techniques of Problem – Solving, Learning and Instruction*. Chicago, 192 - 216.
- Torrance, E.P. (1964). *Education and The Creative Potential*. Minneapolis : The Lund Press.
- (1967). *Guilding of Creative Talent*. New Jersey : Prentice – Hall, Inc.
- (1974). *Rewarding Creative Behavior : Experiments in Classroom Creativity*.
- Washton, Nathans. (1968). *Teaching Science Creatively*. Philadelphia : W.B. Saunders Company, 430 p.
- Webster, N. (1979). *Webter's New Twentieth Century Dictionary of the English Language Unabridged*. Springfield, Massachusetts : Collins & world company.
- Weigand, James E. (1971). *Developing Teacher Competence*. Englewood Cliffs, Prentice – Hall.
- Weir, John Joseph. (1974). *Problem Solving is Everybody's Problem*, *The Science Teacher*. 4 : 16 – 18, April.
- Wilson, John A.R. and others. (1989). *Psychological Foundations of Learning and Teaching*. McGraw – Hill Book Company.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

- | | |
|------------------------------|--|
| 1. อาจารย์ทองสุข แดงสังวาลย์ | หัวหน้าวัดผลการศึกษา
โรงเรียนชัยสิทธิवास “พัฒนสายบำรุง” |
| 2. อาจารย์กิตติมา บุญชม | อาจารย์ 2 ระดับ 7
โรงเรียนบางปะอิน (ราชานุเคราะห์ ๑) |
| 3. อาจารย์ลือศักดิ์ มาตรพรหม | ผู้ช่วยอาจารย์ใหญ่ฝ่ายวิชาการ
โรงเรียนแสงอรุณ |

ภาคผนวก ข
แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แบบฝึกโครงการวิทยาศาสตร์

- ประเภทการทดลอง
- ประเภทการสำรวจ
- ประเภทสิ่งประดิษฐ์หรือการพัฒนา

รายชื่อกลุ่ม.....

1. เลขที่
2. เลขที่
3. เลขที่
4. เลขที่
5. เลขที่
6. เลขที่
7. เลขที่

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่.....

โรงเรียนช่างตาครูสคอนแวนท์



แบบฝึกทำโครงงาน วิทยาศาสตร์

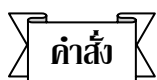


ชุดที่ 1 ประเภทการทดลอง

กลุ่ม.....

แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ ประเภททดลอง

ลักษณะเด่นของโครงการประเภทนี้ คือ **เป็นโครงการที่มีการออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาผลของตัวแปรหนึ่งที่มีต่อตัวแปรอีกตัวหนึ่งที่ต้องการศึกษา โดยควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาไว้** หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง โครงการที่จะจัดเป็นโครงการประเภททดลองได้จะต้องเป็นโครงการที่มีการจัดกระทำกับตัวแปรต้น หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ตัวแปรอิสระ มีการวัดตัวแปรตามและควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่ต้องการศึกษาโดยทั่ว ๆ ไป ขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการประเภทนี้จะประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การตั้งจุดประสงค์หรือสมมุติฐาน การออกแบบการทดลอง การดำเนินการทดลอง การรวบรวมข้อมูล การแปลผลและการสรุป



คำสั่ง

ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วร่วมกันพิจารณาเลือกปัญหาหรือข้อสงสัยที่คิดว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้เมล็ดพืชงอก โดยเขียนเครื่องหมายกากบาท (X) หน้าข้อที่เลือก

สิ่งแวดล้อมมีผลต่อพืชอย่างไร

ในระบบนิเวศหนึ่ง ๆ ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตอยู่ร่วมกันเสมอ สิ่งไม่มีชีวิตในระบบนิเวศโดยทั่วไปประกอบด้วยอากาศ น้ำ ดิน ความร้อน แสงสว่าง เป็นต้น สิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตทั้งหลายที่อยู่ในระบบนิเวศเดียวกันย่อมจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

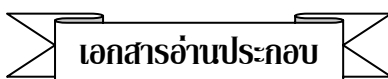
เด็กชายอาณัฐเคยสังเกตพบว่า เมล็ดพืชชนิดเดียวกันเมื่ออยู่ในที่บางแห่ง จะมีรากและลำต้นงอกออกมาแต่เมื่ออยู่ในที่อีกแห่งหนึ่งกลับไม่มีรากหรือลำต้นงอก อาณัฐสงสัยว่าอะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้เมล็ดพืชงอก

จากข้อความดังกล่าว เด็กชายอาณัฐได้ตั้งปัญหาไว้ดังนี้

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



1. เมื่อนักเรียนเลือกปัญหาหรือข้อสงสัยที่อาณัติตั้งไว้แล้วให้นักเรียนศึกษาเอกสารอ่านประกอบเกี่ยวกับ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลองเพื่อเขียนเค้าโครงงานวิทยาศาสตร์ตามแบบฝึก
2. เมื่อนักเรียนเขียนเค้าโครงงานเสร็จแล้วให้ส่งให้ครูตรวจพิจารณา



การตั้งสมมติฐาน – การกำหนดและควบคุมตัวแปร

การตั้งสมมติฐาน

สมมติฐาน คือแนวทางหรือคำตอบที่อาจเป็นไปได้ของปัญหา

การตั้งสมมติฐาน หมายถึงการคาดคะเนหรือเดาคำตอบของปัญหาอย่างมีหลักการและเหตุผล หรือข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ

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

ตัวอย่างการฝึกตั้งสมมติฐาน

ปัญหา “ ปุ๋ยมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่ ”

สมมติฐาน ถ้าปุ๋ยมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชดังนั้นพืชที่ได้รับปุ๋ยจะเจริญเติบโตได้ดีกว่าพืชที่ไม่ได้รับปุ๋ย

การกำหนดและควบคุมตัวแปร

การทดลองเพื่อแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ซึ่งมี 3 ประเภทคือ ตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม

ตัวแปรต้น หมายถึง สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม หมายถึง สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรควบคุม หมายถึง สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากไม่มีการควบคุมให้เหมือนกัน

ตัวอย่างการฝึกการกำหนดตัวแปร (จากปัญหาและสมมติฐานข้างต้น)

ตัวแปรต้น ได้แก่ พืชที่ใส่ปุ๋ย กับ พืชที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย

ตัวแปรตาม ได้แก่ การเจริญเติบโตของพืช

ตัวแปรควบคุม ได้แก่ ชนิดของดิน ปริมาณดิน ขนาดของกระป๋อง ขนาดของพืช ชนิดของพืช ปริมาณแสง ปริมาณน้ำ และจำนวนพืชที่ปลูก

การทดลอง

การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอนคือ

1. **การออกแบบการทดลอง** หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนการปฏิบัติจริง ๆ
2. **การปฏิบัติการทดลอง** หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ใช้อุปกรณ์ได้เหมาะสมถูกต้อง
3. **การบันทึกผลการทดลอง** หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลซึ่งอาจจะเป็นผลจากการสังเกตการวัดและอื่น ๆ ได้อย่างคล่องแคล่ว ชำนาญและถูกต้อง

จากปัญหา		“ ปุ๋ยมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่ ”
สมมติฐาน	คือ	ถ้าปุ๋ยมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นพืชที่ได้รับปุ๋ยจะเจริญเติบโตได้ดีกว่าพืชที่ไม่ได้รับปุ๋ย
ตัวแปรต้น	ได้แก่	การปลูกพืชโดยใส่ปุ๋ย กับ ไม่ใส่ปุ๋ย
ตัวแปรตาม	ได้แก่	การเจริญเติบโตของพืช
ตัวแปรที่ต้องควบคุม	ได้แก่	ชนิด ขนาด ความแข็งแรงของพืช 2 ต้นที่จะนำมาปลูก, ชนิดและปริมาณของดิน, ชนิด ขนาดและรูปร่างของภาชนะที่ใส่, ปริมาณน้ำและเวลาที่ให้น้ำ, สิ่งแวดล้อมที่วางพืชทั้ง 2 ต้น
นิยามเชิงปฏิบัติการของการเจริญเติบโตของพืช คือการที่พืชมีจำนวนใบเพิ่มขึ้น มีความสูงเพิ่มขึ้น โดยการวัดมีหน่วยเป็นเซนติเมตร		

ในการออกแบบการทดลองจะต้องให้สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ดังนี้

ในการทดลองสิ่งที่ต้องจัดให้แตกต่างกัน (ตัวแปรต้น) คือ ปลูกพืชโดยใส่ปุ๋ยกับปลูกพืชโดยไม่ใส่ปุ๋ย ส่วนสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ คือ ชนิดของดิน ปริมาณดิน ขนาดของกระป๋อง ปริมาณน้ำที่รดและจำนวนพืชที่ปลูกเป็นสิ่งที่ต้องจัดหรือควบคุมให้เหมือนกัน (ตัวแปรที่ต้องควบคุม) จากนั้นนักเรียนจะต้องสังเกตการเจริญเติบโตของพืช (ตัวแปรตาม) โดยเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย

ให้นักเรียนเขียนเค้าโครงโครงงานต่อไปนี้ ภายในเวลา 15 นาที

จากปัญหา....

สมมติฐาน คือ

ตัวแปรต้น ได้แก่

ตัวแปรตาม ได้แก่

ตัวแปรที่ต้องควบคุม ได้แก่

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือก วัสดุอุปกรณ์จากรายการต่อไปนี้ เพื่อทดสอบสมมติฐานที่กลุ่มตั้งไว้ โดยเขียนเครื่องหมาย (✓) หน้ารายการอุปกรณ์ที่ต้องการ

รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
..... กระป๋องนม	2 ใบ
..... กล้องทึบ	1 กล้อง
..... ไม้บรรทัด	1 อัน
..... หลอดฉีดยา	1 อัน
..... ปีกเกอร์	1 ใบ
..... ตาชั่ง	1 อัน
..... เชือกยาว 1 เมตร	1 เส้น
..... เมล็ดถั่วเขียว	ตามที่กลุ่มกำหนด
..... น้ำ	"
..... ดินแห้ง	"
..... สำลี	"

2. ให้นักเรียนเขียนวิธีดำเนินการทดลองเป็นข้อ ๆ แล้วส่งให้ครูตรวจพิจารณา

3. นักเรียนดำเนินการทดลองตามที่วางแผน ติดตามและบันทึกผลการทดลอง 7 วัน
4. ถ้าภายหลังจากที่ทำการทดลองครบ 7 วันแล้ว ได้ผลการทดลองดังนี้

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

ถ้ากระป๋องหมายเลข 1 ทำหน้าที่เปรียบเทียบกับนักเรียนคิดว่ากระป๋องหมายเลข 2, 3 และ 4 ต้องการศึกษาเรื่องอะไร

กระป๋องหมายเลข 2 ศึกษาเรื่อง _____

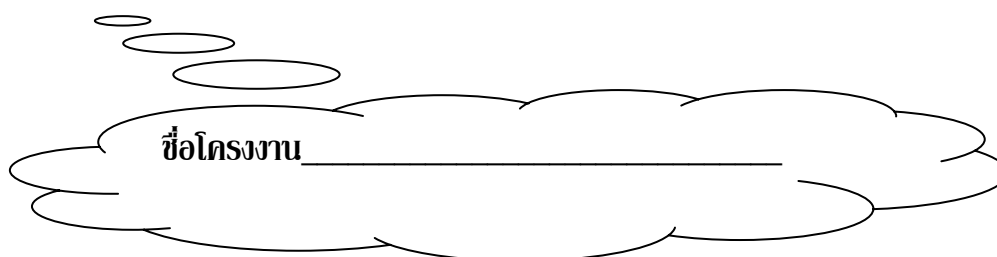
กระป๋องหมายเลข 3 ศึกษาเรื่อง _____

กระป๋องหมายเลข 4 ศึกษาเรื่อง _____

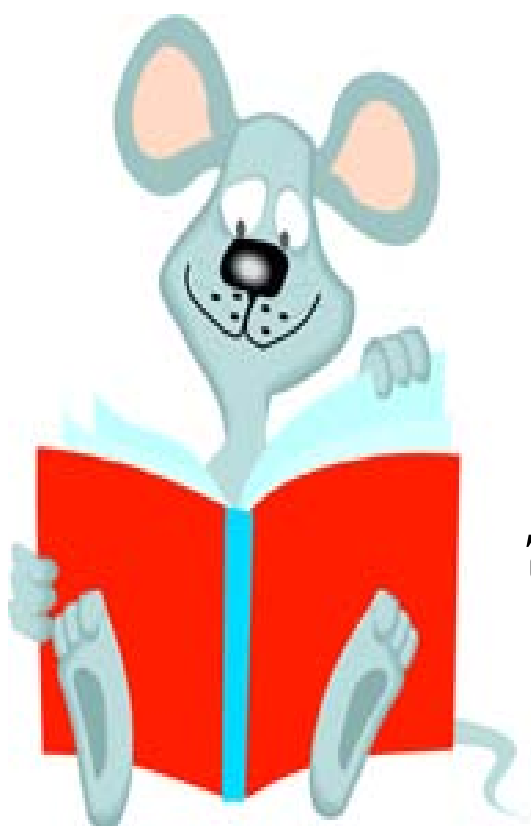
จากปัญหาและสมมติฐานที่นักเรียนนำมาทำการทดลองนักเรียนคิดว่าจะตรงกับกระป๋องหมายเลข _____

5. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

จากแบบฝึกหัดกลุ่มของนักเรียนลงมือปฏิบัติ ลองคิดชื่อโครงงานวิทยาศาสตร์



แบบฝึกทำโครงงาน วิทยาศาสตร์



ชุดที่ 2

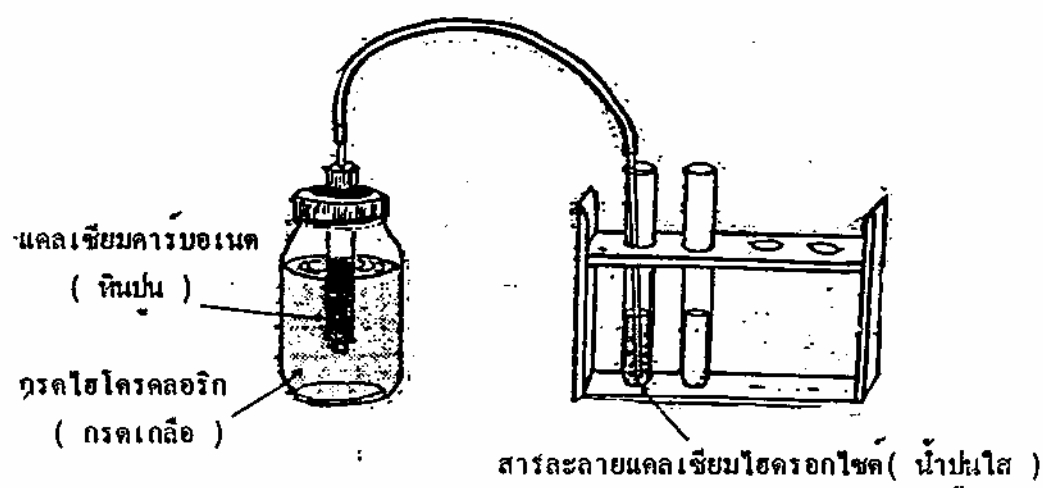
ประเภทการทดลอง

กลุ่ม.....

แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทการทดลอง

การทดสอบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

จากที่ครูสาธิตผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงในสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์



คำถาม

ถ้านักเรียนต้องการทราบว่า.....ก๊าซที่ได้จากการหายใจของคนเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือไม่ นักเรียนจะอย่างไร



แจ้ครูใหม่เราทดสอบ
ก๊าซที่หายใจออก
อย่างไร?





การตั้งสมมติฐาน – การกำหนดและควบคุมตัวแปร

การตั้งสมมติฐาน

สมมติฐาน คือแนวทางหรือคำตอบที่อาจเป็นไปได้ของปัญหา

การตั้งสมมติฐาน หมายถึงการคาดคะเนหรือเดาคำตอบของปัญหาอย่างมีหลักการและเหตุผล หรือข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ

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

ตัวอย่างการฝึกตั้งสมมติฐาน

ปัญหา “ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีความสำคัญต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชหรือไม่ ”

สมมติฐาน ถ้าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีความสำคัญต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ดังนั้น พืชที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะมีการสังเคราะห์ด้วยแสง ส่วนพืชที่ไม่ได้รับ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะไม่มี การสังเคราะห์ด้วยแสง

การกำหนดและควบคุมตัวแปร

การทดลองเพื่อแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ซึ่งมี 3 ประเภทคือ ตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม

ตัวแปรต้น หมายถึง สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม หมายถึง สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรควบคุม หมายถึง สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากไม่มีการควบคุมให้เหมือนกัน

ตัวอย่างการฝึกการกำหนดตัวแปร (จากปัญหาและสมมติฐานข้างต้น)

ตัวแปรต้น ได้แก่ พืชที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กับ พืชที่ไม่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ตัวแปรตาม ได้แก่ การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

ตัวแปรควบคุม ได้แก่ ชนิดของดิน ปริมาณดิน ขนาดของกระถาง ขนาดของพืช ชนิดของพืช ปริมาณแสง ปริมาณน้ำ และจำนวนพืชที่ปลูก

การทดลอง

การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอนคือ

1. **การออกแบบการทดลอง** หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนการปฏิบัติจริง
2. **การปฏิบัติการทดลอง** หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ใช้อุปกรณ์ได้เหมาะสมถูกต้อง
3. **การบันทึกผลการทดลอง** หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลซึ่งอาจจะเป็นผลจากการสังเกตการวัดและอื่น ๆ ได้อย่างคล่องแคล่ว ชำนาญและถูกต้อง

ในการออกแบบการทดลองจะต้องให้สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ดังนี้

ในการทดลองสิ่งที่จะต้องจัดให้แตกต่างกัน (ตัวแปรต้น) คือ พืชที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กับ พืชที่ไม่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ คือ ชนิดของดิน ปริมาณดิน ขนาดของกระถาง ขนาดของพืช ชนิดของพืช ปริมาณแสง ปริมาณน้ำ และจำนวนพืชที่ปลูก เป็นสิ่งที่ต้องจัดหรือควบคุมให้เหมือนกัน (ตัวแปรที่ต้องควบคุม) จากนั้นนักเรียนจะต้องสังเกตการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (ตัวแปรตาม) โดยเปรียบเทียบพืชที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กับ พืชที่ไม่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์



ให้นักเรียนช่วยกันทำกิจกรรมต่อไปนี้ ภายในเวลา 15 นาที

จากปัญหา....” ก๊าซที่ได้จากการหายใจออกของคนเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือไม่ “
สมมติฐาน คือ _____

ตัวแปรต้น ได้แก่ _____

ตัวแปรตาม ได้แก่ _____

ตัวแปรที่ต้องควบคุม ได้แก่ _____

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกอุปกรณ์และสารเคมีจากรายการต่อไปนี้ ไม่เกิน 5 รายการ เพื่อทำการทดลองทดสอบสมมติฐานที่กลุ่มกำหนด โดยเขียนเครื่องหมาย (✓) หน้า รายการอุปกรณ์ที่ต้องการ

รายการอุปกรณ์และสารเคมี	จำนวนต่อกลุ่ม
..... หลอดทดลองขนาดกลาง	2 หลอด
..... สายยาง	1 เส้น
..... หลอดกาแฟ	1 หลอด
..... ที่วางหลอดทดลอง	1 อัน
..... ปีกเกอร์	1 ใบ
..... หลอดฉีดยา	1 อัน
..... น้ำ	10 ลูกบาศก์เซนติเมตร
..... สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์	10 ลูกบาศก์เซนติเมตร

2. เมื่อนักเรียนทำการทดลองตามที่กลุ่มวางแผนเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนบันทึกผลการทดลองที่ได้ (จะเขียนหรือบันทึกเป็นตารางก็ได้)

3. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองนี้ว่าอย่างไร

จากแบบฝึกหัดกลุ่มของนักเรียนลงมือปฏิบัติ ลองคิดชื่อโครงงานวิทยาศาสตร์

ชื่อโครงงาน _____

แบบฝึกทำโครงงาน

วิทยาศาสตร์

ชุดที่ 3



ประเภทการสำรวจ

กลุ่ม.....

แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทการสำรวจ

โครงงานประเภทนี้ เป็นโครงงานที่ไม่มีการจัดหรือกำหนดตัวแปรอิสระที่ต้องการศึกษาเหมือนโครงงานประเภททดลอง **โครงงานประเภทสำรวจและรวบรวมข้อมูลนี้ผู้ทำโครงงานเพียงต้องการสำรวจและรวบรวมข้อมูลแล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาจำแนกเป็นหมวดหมู่และนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้เห็นลักษณะหรือความสัมพันธ์ในเรื่องที่ต้องการศึกษาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น**

นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ พร้อมทั้งร่วมกันพิจารณาตอบคำถามในตอนท้ายของข้อความ

สิ่งแวดล้อม

โดยทั่วไปเมื่อกล่าวถึงคำว่า “ สิ่งแวดล้อม “ ก็มักมีผู้เข้าใจไปถึงเรื่องของน้ำเน่า ควัน และไอเสียจากรถยนต์หรือขยะมูลฝอย ฯลฯ แต่โดยความจริงแล้ว สิ่งแวดล้อมเป็นเรื่องที่มีความหมายและขอบเขตกว้างกว่านั้นมาก เนื่องจากสิ่งแวดล้อมเป็นปัญหาในเรื่องของความสมดุลของธรรมชาติ ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากการใช้ทรัพยากรที่ไม่ถูกต้องนั่นเอง

นักวิชาการสิ่งแวดล้อมหลายท่าน ได้พยายามให้คำจำกัดความของคำว่า สิ่งแวดล้อม ว่า หมายถึง... ทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่รอบตัวเรา แบ่งออกเป็น 2 อย่างคือ สิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิต ได้แก่ น้ำ อากาศ ภูมิ แสงสว่าง และอื่น ๆ กับสิ่งแวดล้อมที่มีชีวิต ได้แก่ พืชและสัตว์ต่าง ๆ

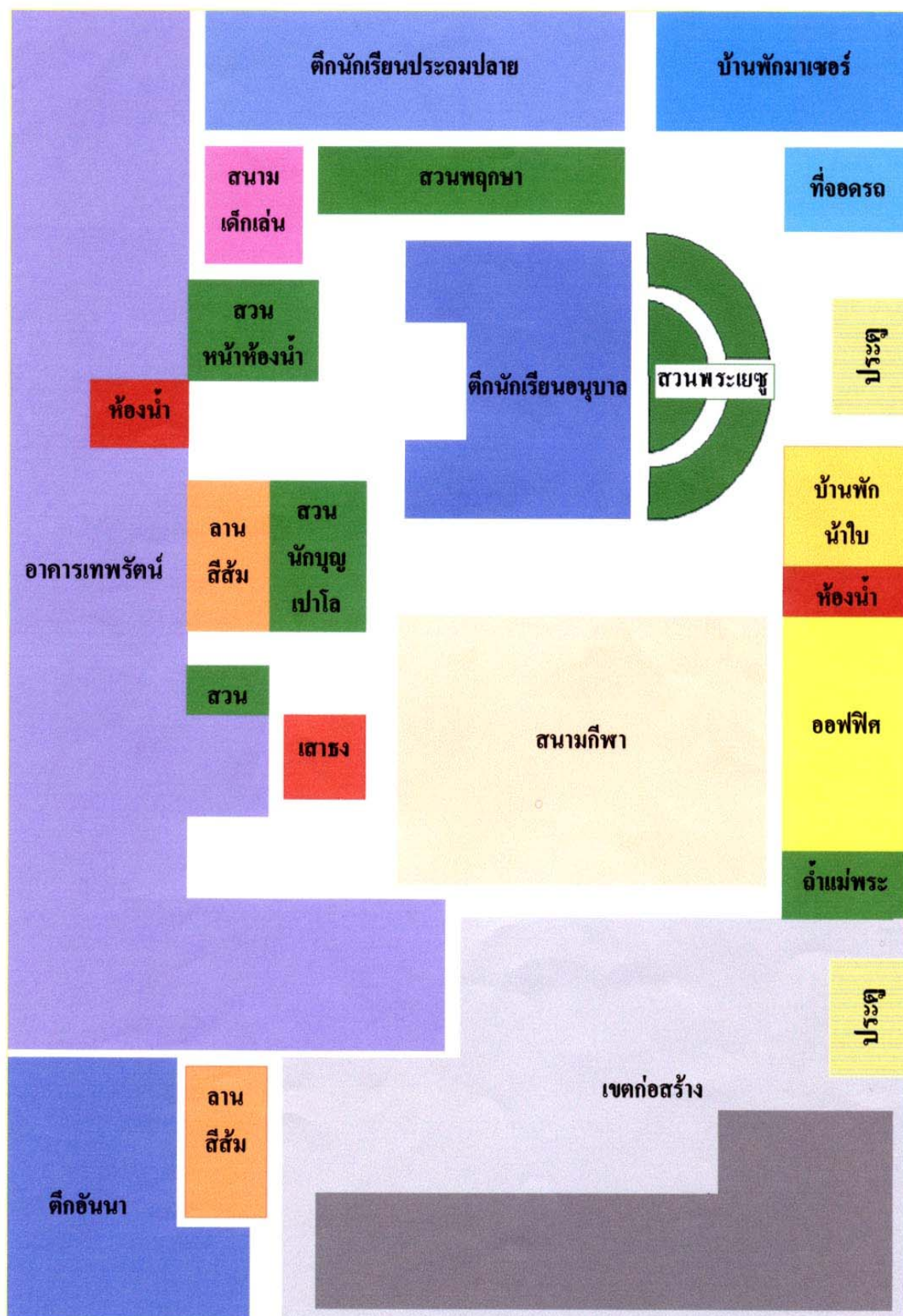
เมื่อนักเรียนมองไปรอบตัว สิ่งนี้นักเรียนพบเห็นก็เป็นสิ่งแวดล้อมของนักเรียน ในขณะที่เดียวกันนักเรียนก็เป็นสิ่งแวดล้อมของสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้น

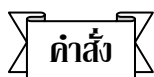
คำถาม

ถ้านักเรียนไปอยู่ในบริเวณที่แตกต่างกัน นักเรียนคิดว่าสิ่งแวดล้อมของนักเรียนจะแตกต่างไปจากเดิมหรือไม่ อย่างไร



แผนผังโรงเรียนช่างตากครูสคอนแวนท์





ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ ภายในเวลา 15 นาที

1. สำรวจสิ่งต่าง ๆ จากบริเวณที่ได้รับมอบหมายจากแผนผังของโรงเรียนว่า มีสิ่งใดอยู่บ้างและมีปริมาณมากน้อยเพียงใด
2. บันทึกชื่อ สิ่งของและปริมาณของสิ่งที่พบ พร้อมทั้งระบุแหล่งที่พบลงในตารางที่กำหนด

บริเวณที่สำรวจ	สิ่งมีชีวิต			สิ่งไม่มีชีวิต		
	ชื่อ	ปริมาณ	ที่อยู่	ชื่อ	ปริมาณ	ที่อยู่

ให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามต่อไปนี้

1. นักเรียนได้พบสิ่งมีชีวิตในบริเวณที่สำรวจหรือไม่ ถ้าพบเป็นพืชหรือสัตว์

2. หลังจากที่นักเรียนได้ออกสำรวจบริเวณโรงเรียน นักเรียนพบว่าในบริเวณที่ต่างกันนั้น สิ่งแวดล้อมของนักเรียนได้แตกต่างไปจากเดิมหรือไม่ อย่างไร

3. จากการที่นักเรียนออกไปสำรวจสิ่งแวดล้อม นักเรียนได้พบอะไรมากที่สุดในบริเวณที่สำรวจ นักเรียนคิดว่าอะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้พบสิ่งนั้นเป็นจำนวนมาก

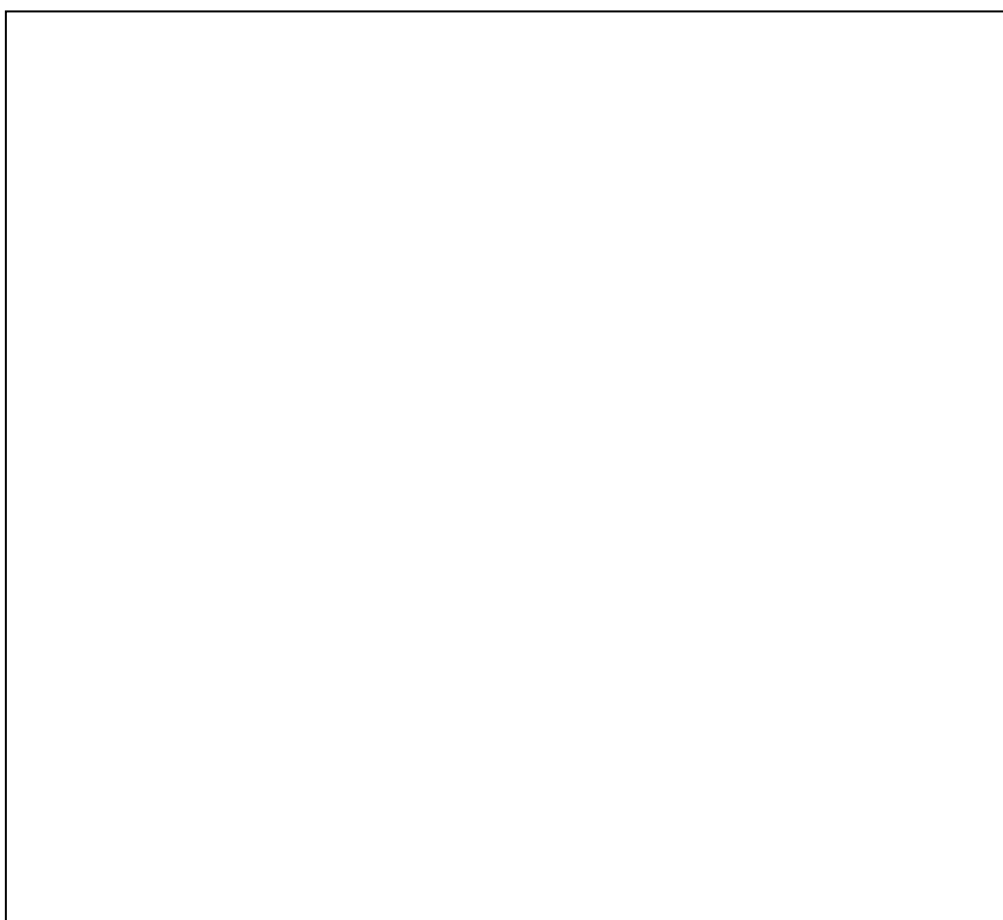
4. ถ้าเกิดฝนตกในบริเวณที่นักเรียนสำรวจ นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นในบริเวณที่สำรวจ

5. ให้นักเรียนเขียนแผนผังแสดงตำแหน่งสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในบริเวณที่นักเรียนสำรวจโดยใช้สัญลักษณ์ต่อไปนี้แทนสิ่งมีชีวิต

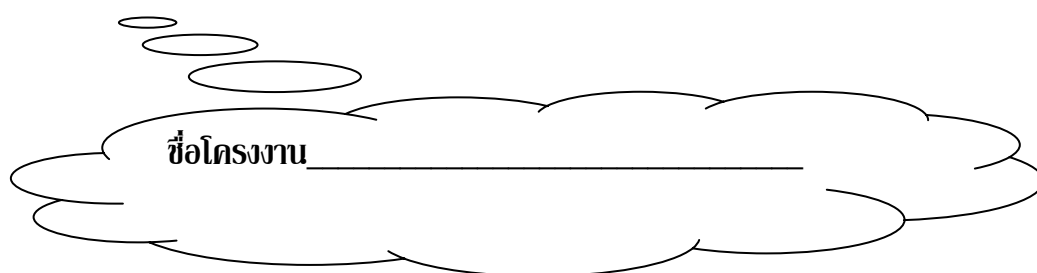
⊗ แทน..... □ แทน..... **r** แทน.....

△ แทน..... **x** แทน..... **Y** แทน.....

○ แทน..... * แทน..... * แทน.....



จากแบบฝึกหัดกลุ่มของนักเรียนลงมือปฏิบัติ ลองคิดชื่อโครงการวิทยาศาสตร์



แบบฝึกทำโครงงาน

วิทยาศาสตร์

ชุดที่ 4



ประเภทการสำรวจ

กลุ่ม.....

แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทการสำรวจ

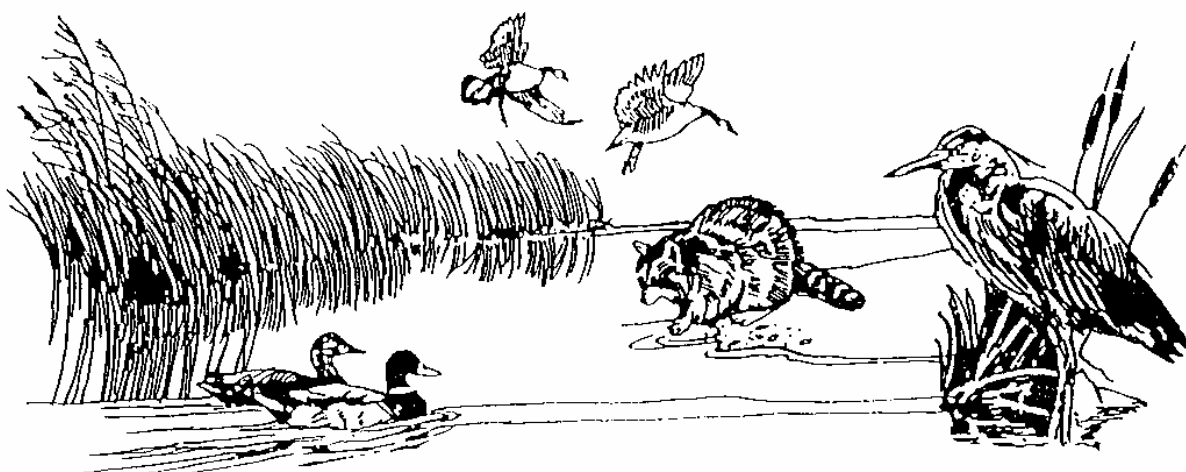
ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ พร้อมทั้งร่วมกันพิจารณาตอบคำถามในตอนท้ายของข้อความ

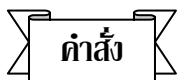
สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

พืชสีเขียวสามารถสร้างอาหารได้เองจากน้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยใช้พลังงานจากแสงแดด นอกจากพืชจะสร้างอาหารได้เองแล้ว พืชยังเป็นอาหารให้แก่สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ทั้งในทางตรงและทางอ้อม ดังนั้นพืชสีเขียวจึงได้ชื่อว่าเป็นผู้ผลิตอาหารของโลก ในขณะที่สัตว์ทุกชนิดไม่สามารถสร้างอาหารได้เอง ต้องอาศัยอาหารจากแหล่งอื่น ๆ จึงถือว่าสัตว์เป็นผู้บริโภค

คำถาม

ถ้าเราจะแบ่งสัตว์โดยใช้อาหารที่สัตว์กินเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง เราจะสามารถแบ่งสัตว์ได้กี่ประเภท อะไรบ้าง





1. ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ ภายในเวลา 10 นาที
2. ให้นักเรียนบันทึกชื่อสัตว์ อาหารที่สัตว์นั้นกิน จากนั้นให้นักเรียนร่วมกัน
พิจารณาว่าอาหารนั้นมาจากพืชหรือสัตว์ โดยใช้เครื่องหมาย (✓)
ลงในช่องที่มาของอาหาร

ชื่อสัตว์	อาหารที่กิน	ที่มาของอาหาร	
		พืช	สัตว์

จากตารางนักเรียนสามารถจำแนกสัตว์ตามชนิดของอาหารที่สัตว์กิน
ออกได้เป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง



ตกลงจะใช้
อะไรเป็น
หลักเกณฑ์

จากแบบฝึกหัดกลุ่มของนักเรียนลงมือปฏิบัติ ลองคิดชื่อโครงงานวิทยาศาสตร์



ชื่อโครงงาน _____

แบบฝึกทำโครงงาน วิทยาศาสตร์



ชุดที่ 5

ประเภทการประดิษฐ์ / การพัฒนา

กลุ่ม.....

แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทการประดิษฐ์ หรือพัฒนา

โครงงานประเภทนี้เป็นโครงงานที่เกี่ยวกับการประยุกต์ทฤษฎีหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประดิษฐ์เครื่องมือ เครื่องใช้ หรืออุปกรณ์เพื่อประโยชน์ใช้สอยต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นการคิดประดิษฐ์ของไทย ๆ หรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นก็ได้ โครงงานประเภทนี้รวมไปถึงการสร้างแบบจำลอง เพื่ออธิบายแนวความคิดต่าง ๆ ด้วย ตัวอย่างโครงงานประเภทนี้ ได้แก่ โครงงานเรื่อง เครื่องโรยปุ๋ยอย่างพารา ลิฟต์พลังงานโน้มถ่วง เครื่องจักรกล พลังงานแม่เหล็ก เครื่องอบมันสำปะหลัง แบบจำลองบ้าน พลังงานแสงอาทิตย์ หุ่นยนต์ใช้งานในบ้าน แบบจำลองการใช้พลังงานความร้อนใต้พิภพ ฯลฯ

ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วร่วมกันพิจารณาปัญหาและสาเหตุ ตลอดจนช่วยกันหาแนวทางแก้ไข

“ ชะมุกเกินไป ”

ทุกสิ่งทุกอย่างรอบตัวเราได้ตกอยู่ในสภาพของความเสื่อมโทรมจนเห็นได้ชัด ซึ่งตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดความเสื่อมโทรมกับธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมคือ มนุษย์ สาเหตุประการสำคัญคือการเพิ่มของประชากรซึ่งนำไปสู่การขยายตัวของเมืองและเศรษฐกิจทางด้านอุตสาหกรรม ตลอดจนการคิดค้นนำเอาเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาใช้โดยขาดการศึกษาถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมผลที่เกิดขึ้น ทำให้ทรัพยากรธรรมชาติที่เกิดใหม่ไม่ได้ เช่น แร่ธาตุ น้ำมัน และที่เกิดใหม่ไม่ได้ เช่น ดินไม้ และสัตว์ เกิดไม่ทันกับการบริโภคของคนและโรงงานอุตสาหกรรม ขณะเดียวกันทั้งคนและโรงงานอุตสาหกรรมได้บริโภคทรัพยากรธรรมชาติมากขึ้น ทำให้ปล่อยทิ้งของเสียออกมาสู่สภาพแวดล้อมกลายเป็นขยะ ในปีพ.ศ. 2533 มีขยะในจังหวัดสมุทรปราการประมาณวันละ 12,000 ลูกบาศก์เมตร ในขณะที่เก็บขยะได้เพียงวันละ 9,000 ลูกบาศก์เมตร จึงเหลือขยะตกค้างอยู่เป็นจำนวนมาก ส่วนขยะที่เก็บไปเทในที่ห่างจากชุมชน ก็เป็นปัญหาต่อภาวะแวดล้อมเช่นกัน ขยะเหล่านี้มีทั้งขยะสดขยะแห้งและก่อนที่เราจะหาวิธีกำจัดขยะ เราควรจะต้องคิดว่า “ เราได้ใช้ประโยชน์จากสิ่งที่กำลังทิ้งอย่างคุ้มค่าหรือยัง ”



คำสั่ง

ให้นักเรียนเลือกปัญหาที่สนใจและคิดว่าเมื่อได้ประดิษฐ์อุปกรณ์เครื่องใช้จากวัสดุดังกล่าวแล้ว จะเป็นการใช้ประโยชน์จากสิ่งที่กำลังจะทิ้งอย่างคุ้มค่า โดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) หน้าข้อที่นักเรียนเลือก

- 1. เราได้ประดิษฐ์อะไรจากกระป๋องน้ำอัดลม
- 2. เราได้ประดิษฐ์อะไรจากถ้วยกระดาษ

- 3. เราได้ประดิษฐ์อะไรจากขวดน้ำพลาสติก
- 4. เราได้ประดิษฐ์อะไรจากเศษรีบบิ้น
- 5. เราได้ประดิษฐ์อะไรจากเศษกระดาษ

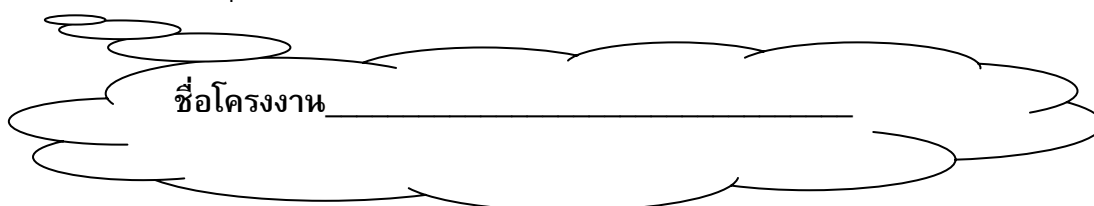
ให้นักเรียนร่วมกันวางแผนเขียนเค้าโครงโครงการตามขั้นตอนต่อไปนี้ ภายในเวลา 15 นาที

- จากปัญหาที่เลือก คือ _____
สมมติฐาน คือ _____
- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกวัสดุอุปกรณ์จากรายการต่อไปนี้ เพื่อทดสอบสมมติฐานตามที่กลุ่มตั้งไว้ โดยเขียนเครื่องหมาย (✓) หน้ารายการที่ต้องการ

รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
_____ 1. กระป๋องน้ำอัดลม	1 ใบ
_____ 2. ถ้วยกระดาษ	1 ใบ
_____ 3. ขวดน้ำพลาสติก	1 ใบ
_____ 4. เศษรีบบิ้นสีต่าง ๆ	ตามที่กลุ่มกำหนด
_____ 5. เศษกระดาษ	“
_____ 6. กรรไกร	1 อัน
_____ 7. คัทเตอร์ / มีดโกน	1 อัน
_____ 8. กาวหรือแปะเปียก	ตามที่กลุ่มกำหนด
_____ 9. อุปกรณ์อื่น ๆ ที่กลุ่มสามารถหาได้เอง	“

- ให้นักเรียนเขียนขั้นตอนการประดิษฐ์จากอุปกรณ์/หรือเครื่องใช้ที่กลุ่มของนักเรียนเลือกและตัดสินใจ มาเป็นข้อ ๆ

- ให้นักเรียนช่วยกันประดิษฐ์อุปกรณ์หรือเครื่องใช้ที่ได้วางแผนไว้ให้เสร็จภายในเวลา 20 นาที จากแบบฝึกหัดที่กลุ่มของนักเรียนลงมือปฏิบัติ ลองคิดชื่อโครงงานวิทยาศาสตร์



แบบฝึกทำโครงงาน วิทยาศาสตร์



ชุดที่ 6

การประดิษฐ์ / การพัฒนา

กลุ่ม.....

แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทการประดิษฐ์ หรือพัฒนา

ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วร่วมกันพิจารณาปัญหาและสาเหตุ ตลอดจนเสนอแบบจำลองความคิดเพื่อเป็นแนวทางแก้ไข

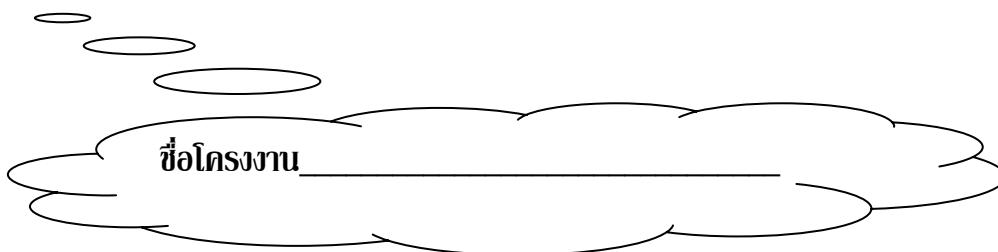
“ เมืองใหญ่ ”

เมืองหนึ่งมีอาณาเขตคล้ายรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีถนนใหญ่รอบเมืองเพียงสายเดียว แต่มีถนนเล็ก ๆ เข้าสู่ใจกลางเมืองหลายสาย มีประชากร 4 ล้านคน ประมาณ 70% ของประชากรทั้งหมดต้องเดินทางเข้าไปทำงานในสถานที่ราชการ ร้านค้า และบริษัทธุรกิจ ซึ่งรวมความแออัดกัน อยู่ในบริเวณกลางเมือง ยานพาหนะต่างๆ ที่ต้องผ่านเข้าออกบริเวณกลางเมืองนี้ ได้แก่ รถยนต์ รถมอเตอร์ไซด์ และรถประจำทาง ตลอดจนรถบรรทุกอีกเป็นจำนวนมาก รวมความยาวของรถทุกคันจะมากกว่าความยาวของถนนประมาณ 2 เท่า

1. นักเรียนคิดว่าในเมืองแห่งนี้จะเกิดปัญหาที่เกี่ยวกับภาวะแวดล้อมอะไรบ้าง

2. จากข้อ 1 ให้นักเรียนเลือกปัญหาที่สนใจที่สุดเพียงปัญหาเดียวแล้วช่วยกันออกแบบวิธีการปรับปรุงแก้ไขสิ่งแวดล้อมของเมืองเพื่อลดปัญหาดังกล่าว โดยเลือกใช้ชุดอุปกรณ์ตามความเหมาะสม แล้วสร้างแบบจำลองตามที่ออกแบบไว้ภายในเวลา 20 นาที

จากแบบฝึกที่กลุ่มของนักเรียนลงมือปฏิบัติ ลองคิดชื่อโครงงานวิทยาศาสตร์



ภาคผนวก ค

แผนการจัดการเรียนรู้ วิชาโครงการและสิ่งประดิษฐ์ (ว 30202)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	รายวิชา วิศวกรรมและสิ่งประดิษฐ์ (ว30202)
ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1	จำนวน 3 ชั่วโมง
เรื่อง ความรู้เกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์	ผู้เขียนแผน อาจารย์ กิติภูมิ เลิศกิตติกุลโยธิน

สาระการเรียนรู้

โครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นงานวิจัยเล็กๆ ของนักเรียนที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งนักเรียนแก้ปัญหาหรือข้อสงสัยโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีอาจารย์ที่ปรึกษาเป็นผู้ควบคุมอย่างใกล้ชิด

องค์ประกอบของโครงงานวิทยาศาสตร์ที่สำคัญนั้น นักเรียนเป็นผู้ริเริ่มและเลือกเรื่องที่จะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองตามความสนใจ และระดับความรู้ความสามารถ

จุดประสงค์การเรียนรู้

เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายและองค์ประกอบของโครงงานวิทยาศาสตร์

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. เอกสารประกอบการเรียนการสอน
2. ตัวอย่างรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์
3. ตัวอย่างแผนโครงงาน
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำ

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้โครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต และเกณฑ์การวัดผลประเมินผลให้นักเรียนทราบ
2. นักเรียนทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน
3. ครูนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนทบทวนความคิด

4. ครูซักถามนักเรียนเกี่ยวกับปัญหาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แนวทางแก้ไขเพื่อ
โยงเข้าสู่โครงงานวิทยาศาสตร์

5. ครูเล่าตัวอย่างโครงงานวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนฟัง 2 – 3 เรื่อง พร้อมทั้งแสดงแผน
โครงงานของนักเรียนรุ่นก่อนมาตั้งหน้าชั้นเรียน

ขั้นปรับเปลี่ยนแนวคิด

6. แบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 5 - 6 คน ให้แต่ละกลุ่มศึกษาประเด็นสำคัญต่อไปนี้

6.1 ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์

6.2 องค์ประกอบของโครงงานวิทยาศาสตร์

การศึกษาค้นคว้านั้นให้เก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่อไปนี้

1. เอกสารประกอบการเรียนการสอน

2. แผนโครงงานวิทยาศาสตร์

7. นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนผลการศึกษา โดยให้นำเสนอข้อมูลด้วยผังกราฟิก (Graphic Organizers)

ขั้นสร้างความรู้

8. ผู้แทนกลุ่มเสนอผลการศึกษา จากนั้นครูนำอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปตามจุดประสงค์

ขั้นนำความรู้ไปใช้

9. ครูกำหนดกิจกรรมให้นักเรียนไปวิเคราะห์ปัญหาที่นักเรียนเคยศึกษาค้นคว้า

10. ครูให้นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้หลังเรียนเพื่อสะท้อนความคิด

การวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผล ด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

1. สังเกตพฤติกรรมการเรียน คือ

1.1 พฤติกรรมความตั้งใจ ความกระตือรือร้นในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้

1.2 พฤติกรรมการตอบคำถาม

1.3 พฤติกรรมการลงมือปฏิบัติ

1.4 พฤติกรรมการนำเสนอความรู้

1.5 พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

2. ตรวจผลงานที่มอบหมายให้

3. การทดสอบด้วยแบบทดสอบก่อนเรียน

4. ประเมินจากการสะท้อนความคิดของนักเรียนด้วยการเขียนบันทึกการเรียนรู้หลังเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	รายวิชา วิศวกรรมและสิ่งประดิษฐ์ (ว30202)
ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1	จำนวน 2 ชั่วโมง
เรื่อง คุณค่าของกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์	ผู้เขียนแผน อาจารย์ กิติภูมิ เลิศกิตติกุลโยธิน

สาระการเรียนรู้

การทำกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ นอกจากมีคุณค่าทางด้านการฝึกให้นักเรียนมีความรู้ ความชำนาญ และมีความมั่นใจในการนำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา ประดิษฐ์ คิดค้น หรือค้นคว้าหาความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเองแล้ว ยังช่วยกระตุ้น ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสนใจ ในวิทยาศาสตร์ เห็นประโยชน์คุณค่าต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิต

จุดประสงค์การเรียนรู้

เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายและองค์ประกอบของโครงงาน วิทยาศาสตร์ ที่เป็นพื้นฐานต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ได้

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. เอกสารประกอบการเรียนการสอน
2. ตัวอย่างบทคัดย่อ โครงงานวิทยาศาสตร์
3. แบบฝึกวิเคราะห์บทคัดย่อ โครงงานวิทยาศาสตร์

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำ

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถามว่า “วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเรา อย่างไร”

ขั้นทบทวนความคิด

2. ครูให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิม ในประเด็นต่อไปนี้ “ตามความคิดเห็นของนักเรียน การทำกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ มีจุดมุ่งหมายอะไร มีคุณค่าอย่างไร”

ขั้นปรับเปลี่ยนแนวคิด

3. ครูจัดห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ แบ่งเป็น 3 ศูนย์ คือ
 - 3.1 ศูนย์วิเคราะห์คุณค่าของโครงงานวิทยาศาสตร์
 - 3.2 ศูนย์วิเคราะห์จุดมุ่งหมายของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

3.3 ศูนย์วิเคราะห์บทคัดย่อโครงการงานวิทยาศาสตร์

ในแต่ละศูนย์มีเอกสารประกอบการเรียนการสอน พร้อมด้วยเอกสาร วารสาร หลักสูตร ประกอบการศึกษาค้นคว้า

ครูดำเนินการเรียนการสอน ดังนี้

1. แบ่งนักเรียนเป็น 6 กลุ่ม ให้ 2 กลุ่ม ศึกษาค้นคว้าเรื่องเดียวกัน โดยทำกิจกรรมต่อไป

- อภิปรายและร่วมกันตอบคำถามก่อนการศึกษาค้นคว้า
- ลงมือปฏิบัติกิจกรรม รวบรวมข้อมูล นำเสนอข้อมูลความรู้ด้วยผังกราฟิก ศูนย์ที่ 1 วิเคราะห์คุณค่าของโครงการงานวิทยาศาสตร์ ศูนย์ที่ 2 วิเคราะห์จุดมุ่งหมายของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และศูนย์ที่ 3 ใช้แบบวิเคราะห์บทคัดย่อแบบ 1 หรือแบบ 2 ก็ได้
- อภิปราย วิเคราะห์ สรุปผล (ให้ใช้เวลาศูนย์ละ 20 นาที)

2. เมื่อศึกษาครบตามเวลาที่กำหนดแล้ว ให้นักเรียนเวียนศึกษาศูนย์อื่นๆ จนครบ
ขั้นสร้างความรู้

4. ครูให้ผู้แทนกลุ่มนำเสนอผลการวิเคราะห์ จากนั้นครูนำอภิปรายสู่การสรุปผล

ขั้นนำความรู้ไปใช้

5. ครูสร้างสถานการณ์ ต่อไปนี้

5.1 กรณีถ้านักเรียนอยากทราบว่า ไก่ที่เลี้ยงไว้ตายโดยไม่ทราบสาเหตุ นักเรียนจะมีวิธีการวิเคราะห์อย่างไร

5.2 จะทราบได้อย่างไรว่า โครงการงานวิทยาศาสตร์แต่ละเรื่องมีประโยชน์ และมีคุณค่าอย่างไร

6. นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้หลังเรียน เพื่อสะท้อนความคิด

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตพฤติกรรมการเรียนขณะปฏิบัติงาน
2. สังเกตการอภิปรายร่วมกัน ขณะทำงานกลุ่มและการตอบคำถาม
3. ประเมินจากการรายงานการทำกิจกรรมวิเคราะห์บทคัดย่อ
4. ประเมินจากผังกราฟิกที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างขึ้นและนำเสนอหน้าชั้นเรียน
5. ประเมินจากการสะท้อนความคิดของนักเรียนด้วยการเขียนบันทึกการเรียนรู้หลังเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	รายวิชา วิศวกรรมและสิ่งประดิษฐ์ (ว30202)
ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1	จำนวน 3 ชั่วโมง
เรื่อง ประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์	ผู้เขียนแผน อาจารย์ กิติภูมิ เลิศกิตติกุลโยธิน

สาระการเรียนรู้

โครงงานวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

1. โครงงานประเภทสำรวจรวบรวมข้อมูล เป็นโครงงานที่ไม่มีการกำหนดตัวแปร แต่เมื่อได้ข้อมูลมาแล้ว ต้องมีการจัดกระทำกับข้อมูล
2. โครงงานประเภททดลอง เป็นโครงงานที่มีการกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม
3. โครงงานประเภทสิ่งประดิษฐ์ เป็นโครงงานที่มีการกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม เหมือนกับโครงงานประเภททดลอง แต่ผลที่ได้ออกมาเป็นสิ่งประดิษฐ์ ต้องผ่านการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานมาแล้ว
4. โครงงานประเภททฤษฎี เป็นโครงงานที่อธิบายปรากฏการณ์ หรือแนวคิดใหม่ ๆ อย่างมีเหตุผล และมีหลักฐานสนับสนุนที่เชื่อถือได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความหมาย และประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์แต่ละประเภท

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการเรียนการสอน
2. ตัวอย่างรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทต่างๆ
3. แบบฝึกวิเคราะห์ประเภทของโครงงาน

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำ

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยให้นักเรียนดูตัวอย่างรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทต่างๆ ครอบคลุมทั้งโครงงานประเภทสำรวจรวบรวมข้อมูล ทดลอง สิ่งประดิษฐ์ และทฤษฎี แล้วร่วมกันอภิปรายข้อมูลความรู้เกี่ยวกับโครงงานนั้นๆ

ขั้นตอนทบทวนความคิด

2. ให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิม ในประเด็นต่อไปนี้ “เราจะจำแนกประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์ ตามการได้มาซึ่งความรู้ ได้กี่ประเภท แต่ละประเภทมีลักษณะสำคัญอย่างไร”

ขั้นปรับเปลี่ยนแนวคิด

3. แบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 5 – 6 คน ให้แต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายประเด็นต่างๆ ต่อไปนี้

3.1 ความหมาย ลักษณะเด่น ลักษณะสำคัญ ของโครงการวิทยาศาสตร์แต่ละประเภท ผลการศึกษานำเสนอด้วยผังกราฟิก

3.2 การจำแนกประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์ จากเอกสารประกอบการเรียนการสอน ผลการศึกษานำเสนอด้วยแบบวิเคราะห์ประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์

ในการศึกษาค้นคว้าแหล่งข้อมูล ดังนี้

1. หนังสือ วารสาร เอกสาร บทความย่อ ตัวอย่างโครงการวิทยาศาสตร์
2. แผนโครงการวิทยาศาสตร์

ขั้นสร้างความรู้

4. ผู้แทนกลุ่มเสนอผลการศึกษา จากนั้นครูนำอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปตามแนวประเด็นที่ศึกษาทั้ง 2 ข้อที่กำหนดไว้

ขั้นนำความรู้ไปใช้

5. ครูกำหนดชื่อเรื่องโครงการวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนวิเคราะห์ประเภทของโครงการ
6. นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้หลังเรียน เพื่อสะท้อนความคิด

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตพฤติกรรมการเรียนขณะปฏิบัติงาน
2. สังเกตการร่วมอภิปรายขณะทำงานกลุ่ม
3. ประเมินจากผังกราฟิกที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างขึ้นและนำเสนอหน้าชั้นเรียน
4. ประเมินจากการรายงานการทำกิจกรรมวิเคราะห์ประเภทของโครงการ
5. ประเมินจากการสะท้อนความคิดของนักเรียนด้วยการเขียนบันทึกการเรียนรู้หลังเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	รายวิชา วิศวกรรมและสิ่งประดิษฐ์ (ว30202)
ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1	จำนวน 2 ชั่วโมง
เรื่อง ขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์	ผู้เขียนแผน อาจารย์ กิติภูมิ เลิศกิตติกุลโยธิน

สาระการเรียนรู้

การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ให้ประสบความสำเร็จ นักเรียนจะต้องทำงานอย่างมีระบบ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ให้เป็นไปตามลำดับขั้นตอน ซึ่งจำเป็นต้องมีการวางแผนเพื่อกำหนดกิจกรรม ซึ่งขั้นตอนในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เริ่มตั้งแต่การเลือกหัวข้อ หรือปัญหาที่จะศึกษาการวางแผนในการทำโครงงาน การลงมือทำโครงงาน การเขียนรายงาน และขั้นตอนสุดท้าย คือ การนำเสนอจัดแสดงผลงาน

จุดประสงค์การเรียนรู้

เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลำดับขั้นตอนในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการเรียนการสอน
2. ตัวอย่างรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์
3. ตัวอย่างแผนโครงงานวิทยาศาสตร์

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำ

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการสนทนาเรื่อง การทำงานที่มีการวางแผนอย่างเป็นระบบกับการทำงานที่ไม่มีการวางแผน นักเรียนร่วมกันอภิปรายประโยชน์ของการทำงานที่มีการวางแผนอย่างเป็นระบบ

ขั้นทบทวนความคิด

2. ให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิมในประเด็นต่อไปนี้ “การทำกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์มีลำดับขั้นตอนการดำเนินการอย่างไร”

ขั้นปรับเปลี่ยนแนวคิด

3. แบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 5 – 6 คน ให้แต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าประเด็น ต่อไปนี้
 - 3.1 ลำดับขั้นตอนในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
 - 3.2 หัวข้อการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์

การศึกษาค้นคว้านั้นให้เก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่อไปนี้

1. เอกสารประกอบการเรียนการสอน
2. เอกสารความรู้เรื่อง หัวข้อการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์
3. ตัวอย่างรายงานโครงการและแผนโครงการ
4. ตัวอย่างเค้าโครงของโครงการ

ผลการศึกษาค้นคว้าให้นำเสนอข้อมูลด้วยผังกราฟิก

ขั้นสร้างความรู้

4. ผู้แทนกลุ่มเสนอผลการศึกษา จากนั้นครูนำอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปตามจุดประสงค์

ขั้นนำความรู้ไปใช้

5. ครูกำหนดเรื่องโครงการวิทยาศาสตร์หนึ่งเรื่อง จากหนังสือโครงการวิทยาศาสตร์หรือแหล่งข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้อง ให้นักเรียนวิเคราะห์ขั้นตอนการทำโครงการ ตามแบบวิเคราะห์ขั้นตอนการทำโครงการ

6. นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้ เพื่อสะท้อนความคิด

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตพฤติกรรมการเรียน คือ
 - 1.1 พฤติกรรมความตั้งใจ ความกระตือรือร้น ในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้
 - 1.2 พฤติกรรมการตอบคำถาม
 - 1.3 พฤติกรรมการลงมือปฏิบัติ
 - 1.4 พฤติกรรมนำเสนอความรู้
 - 1.5 พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
2. ตรวจผลงานที่มอบหมายให้
3. ประเมินจากการสะท้อนความคิดของนักเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	รายวิชา วิศวกรรมและสิ่งประดิษฐ์ (ว30202)
ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1	จำนวน 3 ชั่วโมง
เรื่อง การสำรวจและเลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำ โครงการวิทยาศาสตร์	ผู้เขียนแผน อาจารย์ กิติภูมิ เลิศกิตติกุลโยธิน

สาระการเรียนรู้

การสำรวจและเลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นที่สำคัญที่สุดของการทำโครงการ ซึ่งนักเรียนจะต้องคิดและเลือกด้วยตนเอง โดยทั่วไปหัวข้อเรื่องของโครงการมักจะได้อาจมาจากปัญหา คำถาม หรือความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับเรื่องต่างๆ ของนักเรียนเอง หัวข้อเรื่องของโครงการ ควรเฉพาะเจาะจงและชัดเจน บ่งชี้ว่าจะศึกษาสิ่งใดหรือตัวแปรใด และถ้าเป็นเรื่องแปลกใหม่ หรือมีแนวการศึกษาทดลองที่แปลกใหม่ ซึ่งแสดงถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ด้วยก็จะดียิ่งขึ้น

จุดประสงค์การเรียนรู้

เพื่อให้ นักเรียนสามารถสำรวจ วิเคราะห์สภาพของปัญหา เลือกและคิดหัวข้อเรื่องที่จะทำการทำโครงการวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการเรียนการสอน
2. แบบฝึกโครงการวิทยาศาสตร์

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำ

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างหัวข้อ หรือปัญหาที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์ให้ได้มากที่สุด แล้วอภิปรายว่า หัวข้อหรือปัญหาเหล่านั้นได้มาจากแหล่งใด เช่น จากความสนใจส่วนตัว จากการสังเกต จากปัญหาในท้องถิ่น เป็นต้น

ขั้นทบทวนความคิด

2. ครูให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิม ในประเด็นต่อไปนี้
 - 2.1 การเลือกปัญหาที่จะโครงการควรมีเกณฑ์อย่างไร
 - 2.2 แหล่งข้อมูลมาจากที่ใดบ้าง
 - 2.3 ข้อควรคำนึงในการเลือกเรื่องที่จะทำโครงการมีอะไรบ้าง

ขั้นปรับเปลี่ยนแนวคิด

3. แบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 5 – 6 คน ให้แต่ละกลุ่มศึกษาแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์
ขั้นสร้างความรู้
4. ผู้แทนกลุ่มเสนอผลการศึกษา จากนั้นครูนำอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปตามจุดประสงค์
ขั้นนำความรู้ไปใช้
5. ครูให้นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้หลังเรียนเพื่อสะท้อนความคิด

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตพฤติกรรมการเรียน คือ
 - 1.1 พฤติกรรมความตั้งใจ ความกระตือรือร้น ในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้
 - 1.2 พฤติกรรมการตอบคำถาม
 - 1.3 พฤติกรรมการลงมือปฏิบัติ
 - 1.4 พฤติกรรมนำเสนอความรู้
 - 1.5 พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
2. ตรวจผลงานที่มอบหมายให้
3. ประเมินจากการสะท้อนความคิดของนักเรียน ด้วยการเขียนบันทึกการเรียนรู้หลังเรียน
4. ประเมินจากแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์

ใบความรู้ Information

- ❖ ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์
- ❖ องค์ประกอบของโครงการวิทยาศาสตร์
- ❖ คุณค่าของกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์
- ❖ ประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์
- ❖ ขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์
- ❖ การสำรวจและเลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์

ความรู้เกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์

มีดังนี้

โครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง งานวิจัยเล็ก ๆ ของนักเรียนที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ หรือการแก้ปัญหาหรือข้อสงสัยของนักเรียนโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีอาจารย์ที่ปรึกษาเป็นผู้ควบคุมอย่างใกล้ชิด

โครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมหนึ่งของชุมนุมวิทยาศาสตร์ สามารถนำมาใช้ในห้องเรียนได้ กิจกรรมนี้มุ่งให้นักเรียนฝึกจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์ เพื่อเสริมความรู้และทักษะในการอ่านหนังสือ และเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งเป็นการหาความรู้โดยอิสระ

โครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างมีหลักเกณฑ์และต้องสำเร็จรูปในตัว ผู้ศึกษาจะต้องมีความละเอียด รอบคอบ มีการสังเกต และบันทึกผลที่ได้จากการศึกษาไว้ตามลำดับทุกขั้นตอน การวางรูปโครงการควรจะต้องดำเนินการล่วงหน้าให้รัดกุม

โครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาเรื่องราวด้านวิทยาศาสตร์ในหัวข้อใดหัวข้อหนึ่งที่นักเรียนสนใจ โดยมีการวางแผนที่จะศึกษาภายในขอบเขตของระดับความรู้ระยะเวลาและอุปกรณ์ที่มีอยู่ ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์จะต้องใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้ผลงานที่มีความสมบูรณ์ในตัวเอง

สรุปได้ว่า โครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องที่ศึกษานั้นเป็นเรื่องที่ผู้ทำโครงการสนใจ และมีครูหรือผู้ทรงคุณวุฒิคอยให้คำปรึกษาแนะนำ

หลากหลายความหมาย โครงการวิทยาศาสตร์



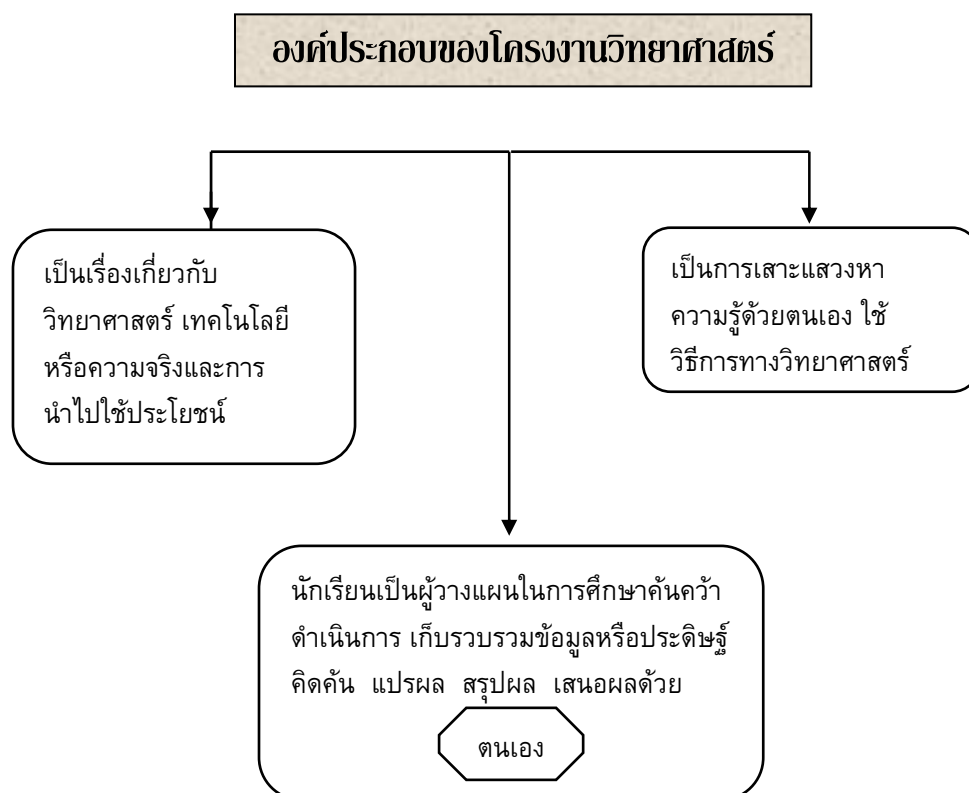
ผังกราฟิก เรื่อง ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์

2. องค์ประกอบของโครงงาน

จะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบต่อไปนี้คือ

- 2.1 เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 2.2 นักเรียนเป็นผู้ริเริ่มและเลือกเรื่องที่จะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองตามความสนใจตามระดับความรู้ความสามารถ
- 2.3 เป็นกิจกรรมที่มีการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการศึกษาค้นคว้าเพื่อตอบปัญหาที่สงสัย
- 2.4 นักเรียนเป็นผู้วางแผนในการศึกษาค้นคว้า ตลอดจนดำเนินการปฏิบัติทดลองเก็บรวบรวมข้อมูล หรือประดิษฐ์คิดค้น รวมทั้งการแปรผล สรุปผล และเสนอผลการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

องค์ประกอบ ของ โครงงานวิทยาศาสตร์



ผังกราฟิก เรื่อง องค์ประกอบของโครงงานวิทยาศาสตร์

3. คุณค่าของกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

จุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ปัจจุบันมิได้เน้นให้ผู้เรียนได้รับแต่ความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหา นั้น แต่ยังต้องการที่จะปลูกฝังและพัฒนาทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และจิตวิทยาศาสตร์ด้วย ดังจะเห็นได้จากหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

คุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ที่จบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ชั้นปี

1. เข้าใจเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
2. เข้าใจสมบัติของสารและการเปลี่ยนแปลงของสาร แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน
3. เข้าใจโครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ความสำคัญของทรัพยากรทางธรณี ดาราศาสตร์ และอวกาศ
4. ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา ในการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ด้วยการลงมือปฏิบัติ ศึกษา ค้นคว้า สืบค้นจากแหล่งเรียนรู้หลากหลาย และจาก เครือข่ายอินเทอร์เน็ต และสื่อสารความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ให้ผู้อื่นรับรู้
5. เชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และ ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ หรือสร้างชิ้นงาน
6. มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์หรือจิตวิทยาศาสตร์ ดังนี้
 - ความสนใจ ใฝ่รู้
 - ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ
 - ความซื่อสัตย์ ประหยัด
 - การร่วมแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟัง
 - ความมีเหตุผล
 - ความคิดเห็นของผู้อื่น
 - การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์
7. มีเจตคติ คุณธรรม ค่านิยมที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
 - มีความพอใจ ความซาบซึ้ง ความสุขในการสืบเสาะหาความรู้และรักที่จะ เรียนรู้ต่อเนื่องตลอดชีวิต
 - ตระหนักถึงความสำคัญและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ใน การดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ
 - ตระหนักว่าการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลต่อชีวิตและ สิ่งแวดล้อม
 - แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพในสิทธิของผลงานที่ผู้อื่นและตนเอง คิดค้นขึ้น

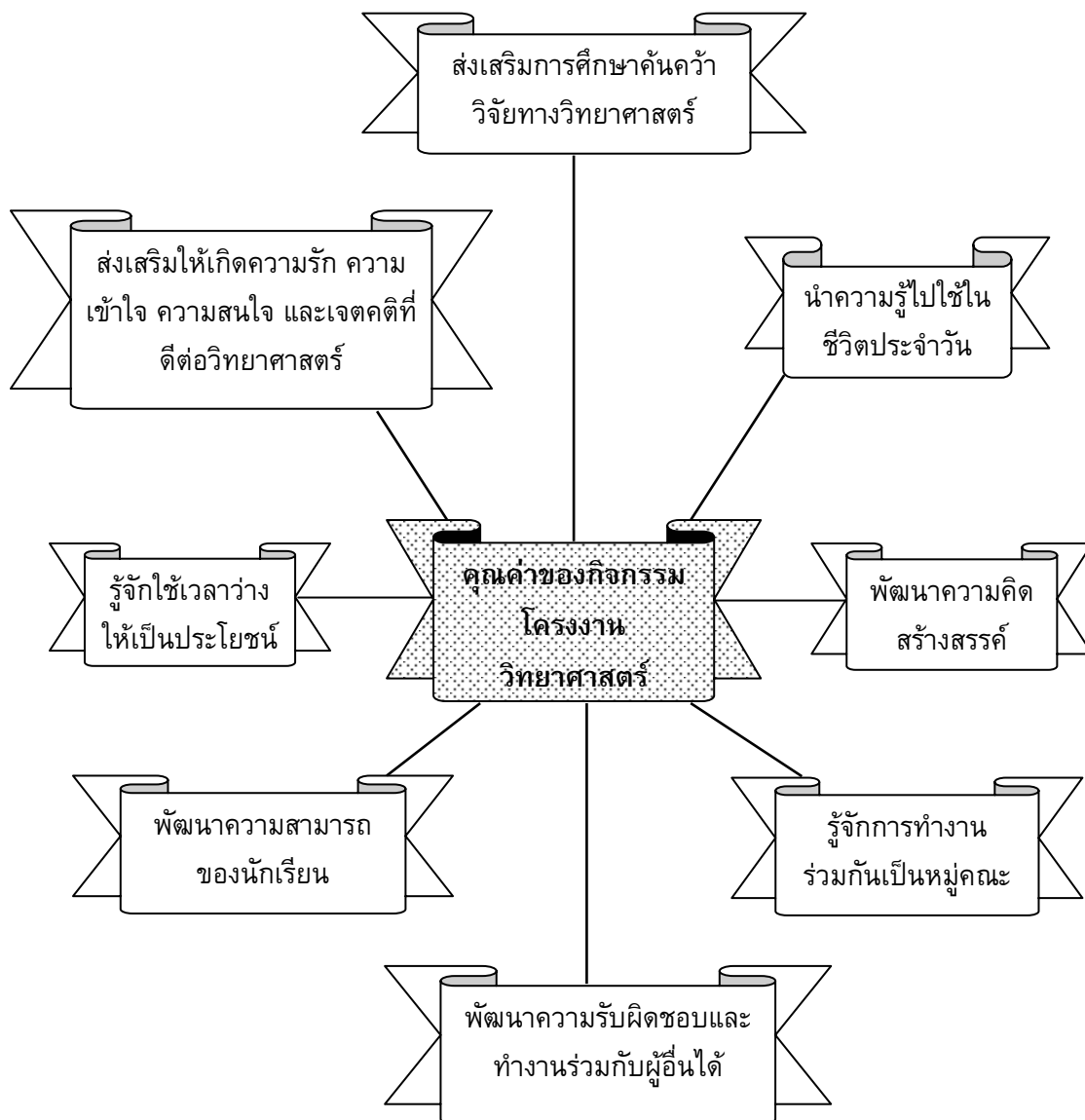
- แสดงความซาบซึ้งในความงามและตระหนักถึงความสำคัญของ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม เข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์ พัฒนาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในโรงเรียนและในท้องถิ่น
- ตระหนักและยอมรับความสำคัญของการใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้และการทำงานต่าง ๆ

การทำกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นกิจกรรมสำคัญที่ช่วยส่งเสริม การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ที่จะทำให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์ข้างต้น เพราะเปิดโอกาสให้ นักเรียนได้นำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ แก้ปัญหาหรือประดิษฐ์ คิดค้นด้วยตนเอง นับตั้งแต่การกำหนดปัญหาหรือเลือกปัญหาที่จะศึกษา การวางแผนศึกษาค้นคว้าแนวทางในการแก้ปัญหาตั้งแต่การสมมุติฐาน การออกแบบการทดลอง การควบคุมตัวแปร การดำเนินการทดลอง ตรวจสอบสมมุติฐาน จนถึงการสรุปผลการศึกษาค้นคว้า

การทำโครงการและการจัดแสดงโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียน นอกจากจะมีคุณค่าทางด้านการฝึกให้นักเรียนมีความรู้ความชำนาญ และมีความมั่นใจในการนำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา ประดิษฐ์คิดค้น หรือค้นคว้าหาความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง ดังที่ได้กล่าวมาแล้วยังมีคุณค่าด้านอื่น ๆ อีกมากซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. สร้างความสำนึกและรับผิดชอบในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง ให้นักเรียน
2. เปิดโอกาสให้กับนักเรียนทุกคนได้พัฒนา และแสดงความสามารถตามศักยภาพของตนเอง
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้ในเรื่องที่ตนเองสนใจได้ลึกซึ้งไปกว่าการเรียนรู้ในหลักสูตรปกติ
4. ทำให้นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษได้มีโอกาสแสดงความสามารถของตนเอง
5. ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ และมีความสนใจที่จะประกอบอาชีพทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น เป็นการสร้างกำลังคนที่มีความสามารถในทางวิทยาศาสตร์ให้กับประเทศชาติต่อไปในอนาคต
6. ช่วยให้นักเรียนได้ใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์ในทางสร้างสรรค์
7. ช่วยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน ให้มีโอกาสดำเนินงานใกล้ชิดกันมากขึ้น
8. ช่วยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างชุมชนกับโรงเรียนให้ดีขึ้นและช่วยกระตุ้นให้ชุมชนได้สนใจวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากขึ้น
9. ให้นักเรียนรู้จักการทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะ รู้จักยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รู้จักแสดงความคิดเห็นของตนเองและรู้จักแสดงออก

คุณค่าของกิจกรรม โครงการวิทยาศาสตร์



มังกร้าฟัก เรื่อง คุณค่าของกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์

4. ประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์

โครงการวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. โครงการประเภททดลอง
2. โครงการประเภทสำรวจรวบรวมข้อมูล
3. โครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์
4. โครงการประเภททฤษฎี

1. โครงการประเภททดลอง

ลักษณะเด่นของโครงการประเภทนี้ คือ *เป็นโครงการที่มีการออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาผลของตัวแปรหนึ่งที่ต่อตัวแปรอีกตัวหนึ่งที่ต้องการศึกษา โดยควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาไว้* หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง โครงการที่จะจัดเป็นโครงการประเภททดลองได้ จะต้องเป็นโครงการที่มีการจัดการกระทำกับตัวแปรต้น หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ตัวแปรอิสระ มีการวัดตัวแปรตามและควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่ต้องการศึกษาโดยทั่ว ๆ ไป ขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการประเภทนี้จะประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การตั้งจุดประสงค์หรือสมมุติฐาน การออกแบบการทดลอง การดำเนินการทดลอง การรวบรวมข้อมูล การแปลผลและการสรุปผล

โครงการประเภททดลองนี้สามารถศึกษาค้นคว้าได้อย่างกว้าง เพราะสามารถเลือกตัวแปรอิสระที่จะศึกษาได้อย่างมากมาย เช่น ในเรื่องเกี่ยวกับการงอกของรากของกิ่งชำ กุหลาบที่ได้ยกตัวอย่างมาแล้วนี้ อาจกำหนดหรือศึกษาตัวแปรอิสระอื่น ๆ ได้อีกมาก เช่น ชนิดของฮอร์โมน ชนิดของพีช ชนิดของวัสดุที่ใช้ชำ ลักษณะของการตัดกิ่งชำ เช่น ตัดตรง ปาดโคน กิ่งเอียง 45 องศาด้านเดียว ปาดโคนกิ่งเอียง 45 องศาเข้าหากันสองด้าน ฯลฯ

2. โครงการประเภทสำรวจรวบรวมข้อมูล

โครงการประเภทนี้ เป็นโครงการที่ไม่มีการจัดหรือกำหนดตัวแปรอิสระที่ต้องการศึกษาเหมือนโครงการประเภททดลอง *โครงการประเภทสำรวจและรวบรวมข้อมูลนี้ผู้ทำโครงการเพียงต้องการสำรวจและรวบรวมข้อมูลแล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาจำแนกเป็นหมวดหมู่และนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้เห็นลักษณะหรือความสัมพันธ์ในเรื่องที่ต้องการศึกษาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น*

การสำรวจและรวบรวมข้อมูลนี้อาจทำได้ในหลายรูปแบบ เช่น การออกไปเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคสนาม ซึ่งบางเรื่องก็สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการในห้องถิ่นหรือในสถานที่ต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษาค้นคว้าได้ทันทีในขณะที่ออกไปปฏิบัติการนั้น โดยไม่ต้องนำวัสดุตัวอย่างกลับมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการอีก ตัวอย่างโครงการประเภทนี้ ได้แก่

- การสำรวจประชากรและชนิดของสิ่งต่าง ๆ เช่น สัตว์ พืช หิน แร่ ฯลฯ ในท้องถิ่น หรือบริเวณที่ต้องการศึกษา
- การสำรวจพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ของสัตว์ในธรรมชาติ

- การสำรวจทิศทางและอัตราเร็วลมในท้องถิ่นต่าง ๆ
- การสำรวจปริมาณความเข้มของแสงอาทิตย์เฉลี่ยต่อเดือนในแต่ละท้องถิ่น
- การศึกษาสเปกตรัมของก๊าซชนิดหนึ่ง
- การศึกษาสภาพนำความร้อนของวัสดุชนิดหนึ่ง
- การสำรวจการผุกร่อนของสิ่งก่อสร้างที่ทำด้วยหินอ่อนในแหล่งต่าง ๆ
- การศึกษาสำรวจมลพิษของอากาศในแหล่งต่าง ๆ

ในบางครั้งการออกภาคสนามก็เพื่อไปเก็บวัสดุตัวอย่างมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเพราะไม่สามารถที่จะวิเคราะห์และรวบรวมข้อมูลได้ทันทีในขณะออกไปปฏิบัติการภาคสนามนั้น ตัวอย่างโครงการประเภทนี้ ได้แก่

- การสำรวจคุณภาพน้ำ เช่น ปริมาณสารในน้ำ ค่า BOD ปริมาณแบคทีเรีย ฯลฯ จากแหล่งน้ำต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษา เช่น บริเวณใกล้ ๆ โรงงานทอผ้า โรงงานแบตเตอรี่ ฯลฯ
- การศึกษาสมบัติ เช่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว ความหนาแน่น ฯลฯ ของสารต่าง ๆ ที่สกัดได้จากวัสดุหรือพืชชนิดใดชนิดหนึ่งที่ต้องการศึกษา
- การสำรวจคุณภาพของดิน เช่น ความชื้น ปริมาณสารอินทรีย์ ความเป็นกรด เบส ฯลฯ จากแหล่งต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษา

ในการสำรวจรวบรวมข้อมูลบางอย่างแทนที่จะต้องออกไปศึกษาสำรวจในท้องถิ่นตามธรรมชาติ ซึ่งจะเป็นการสิ้นเปลืองงบประมาณและเสียเวลามาก นอกจากนั้นยังไม่สะดวกในการปฏิบัติ บางครั้งก็อาจจำลองธรรมชาติขึ้นในห้องปฏิบัติการ แล้วสังเกตและศึกษารวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ในธรรมชาติจำลองนั้น เช่น

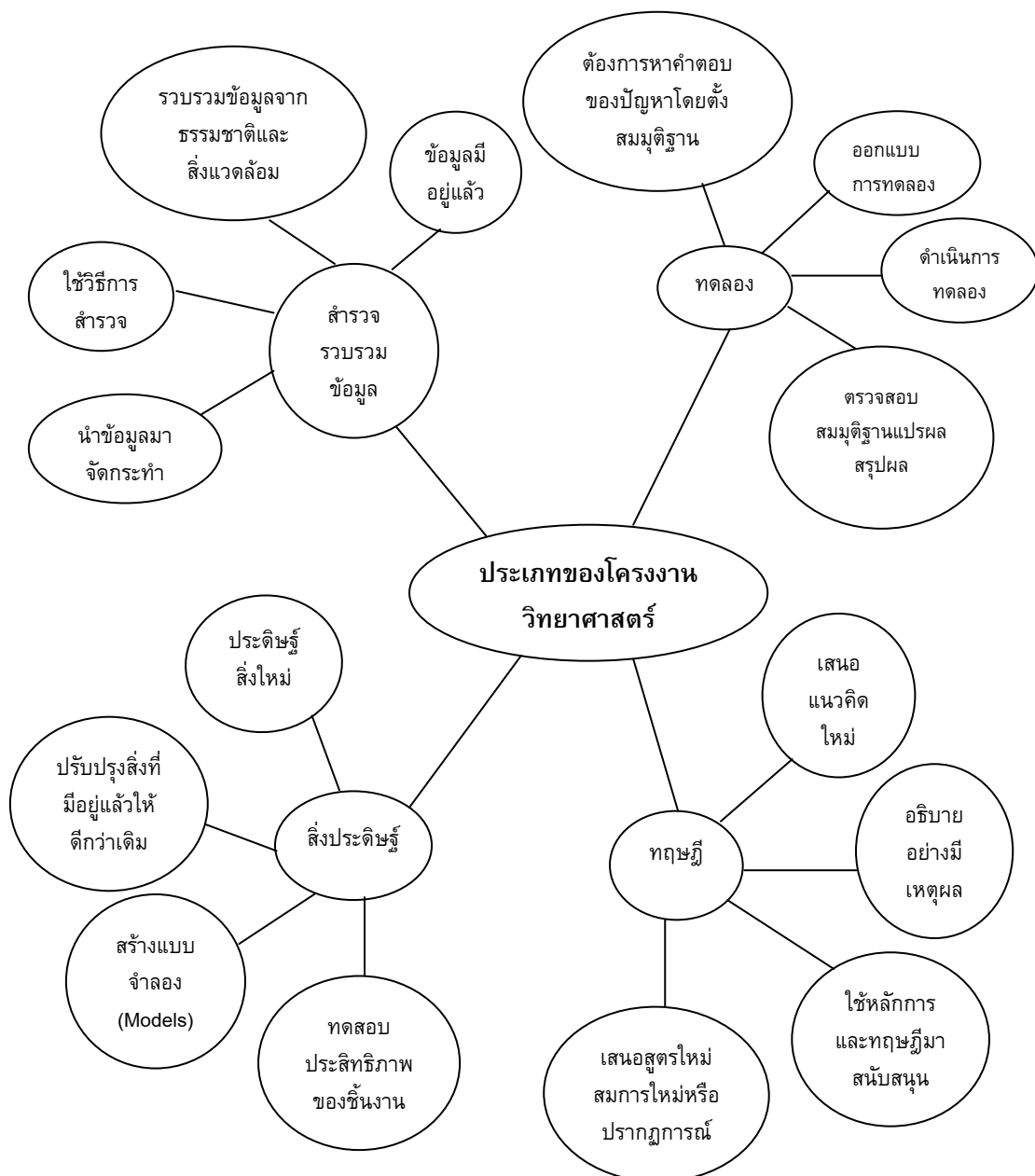
- การศึกษาวงจรชีวิตของตัวไหมที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการ
- การศึกษาพฤติกรรมของสัตว์บางชนิดที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการ

3. โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์

โครงการประเภทนี้เป็นโครงการที่เกี่ยวกับการประยุกต์ทฤษฎีหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประดิษฐ์เครื่องมือ เครื่องใช้ หรืออุปกรณ์เพื่อประโยชน์ใช้สอยต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นการคิดประดิษฐ์ของไทย ๆ หรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นก็ได้ โครงการประเภทนี้รวมไปถึงการสร้างแบบจำลอง เพื่ออธิบายแนวความคิดต่าง ๆ ด้วย ตัวอย่างโครงการประเภทนี้ ได้แก่ โครงการเรื่อง เครื่องโรยปุ๋ยทางพารา ลิปต์พลังงานโน้มถ่วง เครื่องจักรกล พลังงานแม่เหล็ก เครื่องอบมันสำปะหลัง แบบจำลองบ้าน พลังงานแสงอาทิตย์ หุ่นยนต์ใช้งานในบ้าน แบบจำลองการใช้พลังงานความร้อนใต้พิภพ ฯลฯ

4. โครงการประเภททฤษฎี

เป็นโครงการที่ผู้ทำโครงการได้เสนอทฤษฎี หลักการหรือแนวความคิดใหม่ ๆ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของสูตร สมการ หรือคำอธิบายก็ได้ โดยผู้เสนอได้ตั้งกติกาหรือข้อตกลงขึ้นมาเองแล้วเสนอทฤษฎี หลักการ แนวความคิด หรือจินตนาการของตนเองตามกติกาหรือข้อตกลงนั้น หรืออาจใช้กติกาหรือข้อตกลงเดิมมาอธิบายสิ่งหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในแนวใหม่ ทฤษฎี หลักการ แนวความคิด หรือจินตนาการที่เสนอขึ้นอาจจะใหม่ ยังไม่มีใครคิดมาก่อนหรืออาจยังขัดแย้งกับทฤษฎีเดิมหรือเป็นการขยายทฤษฎี หรือแนวความคิดเดิมก็ได้ การทำโครงการประเภทนี้จุดสำคัญอยู่ที่ผู้ทำต้องมีความรู้พื้นฐานในเรื่องนั้น ๆ อย่างดี จึงจะสามารถเสนอโครงการประเภทนี้ได้อย่างมีเหตุผลน่าเชื่อถือ โดยทั่ว ๆ ไปโครงการประเภทนี้มักเป็นโครงการทางคณิตศาสตร์ หรือวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ ตัวอย่างโครงการประเภทนี้ได้แก่ โครงการเรื่องการอธิบายอวกาศแนวใหม่ หรือโครงการเรื่องทฤษฎีของจำนวนเฉพาะ เป็นต้น



ผังกราฟิก เรื่อง ประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์

5. ขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์

การทำโครงการวิทยาศาสตร์มีการดำเนินงานตามขั้นตอน ดังนี้

1. การคิดหัวข้อหรือปัญหาที่จะศึกษา
2. การวางแผนในการทำโครงการ
3. การลงมือทำโครงการ
4. การเขียนรายงาน
5. การแสดงผลงาน

1. การคิดหัวข้อหรือปัญหาที่จะศึกษา

เป็นขั้นตอนที่สำคัญและยากที่สุด หัวข้อเรื่องของโครงการควรมีความเฉพาะเจาะจง และควรเป็นเรื่องแปลกใหม่ ซึ่งแสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ด้วย หัวเรื่องควรได้มาจากความสนใจ ความสงสัย และความอยากรู้อยากเห็นทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน

ข้อควรคำนึงเกี่ยวกับการคัดเลือกหัวเรื่องที่จะทำโครงการ

1. เหมาะสมกับระดับความรู้
2. เหมาะสมกับระดับความสามารถ
3. วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้
4. งบประมาณเพียงพอ
5. ระยะเวลาที่ใช้ทำโครงการ
6. มีอาจารย์หรือผู้ทรงคุณวุฒิรับเป็นที่ปรึกษา
7. มีความปลอดภัย
8. มีแหล่งความรู้หรือเอกสารเพียงพอที่จะค้นคว้า

2. การวางแผนในการทำโครงการ

ขั้นตอนนี้เป็นการวางแผนในการทำโครงการ รวมถึงการเขียนเค้าโครงของโครงการเพื่อให้การดำเนินการเป็นไปอย่างรัดกุมและรอบคอบ

เค้าโครงของโครงการโดยทั่วไป ๆ ไป เขียนขึ้นเพื่อแสดงความคิด แผนงาน และขั้นตอนของการทำโครงการ ซึ่งประกอบด้วย

1. ชื่อโครงการ
2. ชื่อผู้ทำโครงการ
3. ชื่อที่ปรึกษาโครงการ
4. ที่มาและความสำคัญของโครงการ
5. จุดมุ่งหมายของการศึกษาของโครงการ

6. สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า (ถ้ามี)
7. วิธีดำเนินการ
 - 7.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้
 - 7.2 แนวการศึกษาค้นคว้า
8. แผนปฏิบัติงาน
9. ผลที่คาดว่าจะได้รับ
10. เอกสารอ้างอิง

3. การลงมือทำโครงงาน

เมื่อเค้าโครงของโครงงานผ่านความเห็นชอบของที่ปรึกษาโครงงานแล้ว เริ่มลงมือทำโครงงานโดยปฏิบัติตามแผนดำเนินงาน อาจเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมจากแผนงานที่วางไว้ในตอนแรกบ้างก็ได้ เมื่อดำเนินโครงงานครบถ้วนตามขั้นตอนได้ข้อมูลแล้ว ควรมีการตรวจสอบผลการทดลองซ้ำ หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูล แปรผล และสรุปผลการศึกษาค้นคว้า พร้อมทั้งอภิปรายผลการศึกษา

4. การเขียนรายงาน

การเขียนรายงานควรใช้ภาษาที่อ่านเข้าใจง่าย ชัดเจน สั้น ๆ และตรงไปตรงมา โดยให้ครอบคลุมหัวข้อต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ชื่อโครงงาน
2. ชื่อผู้ทำโครงงาน
3. ชื่อที่ปรึกษาโครงงาน
4. บทคัดย่อ
5. กิตติกรรมประกาศ
6. ที่มาและความสำคัญของโครงงาน
7. จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า
8. สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า (ถ้ามี)
9. วิธีดำเนินการ แยกเป็น 2 หัวข้อย่อย
 - 9.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้
 - 9.2 แนวการศึกษาค้นคว้า
10. ผลการศึกษาค้นคว้า
11. สรุปและข้อเสนอแนะ
12. เอกสารอ้างอิง

5. การแสดงผลงาน

การแสดงผลงาน เป็นขั้นตอนสุดท้ายและสำคัญอีกประการหนึ่งของการทำโครงการ การวางแผนออกแบบเพื่อจัดแสดงผลงานนั้นมีความสำคัญเท่า ๆ กับการทำโครงการ การแสดงผลงานนั้นอาจทำได้ในรูปแบบปากเปล่า การแสดงผลงานควรจัดให้ครอบคลุมประเด็นสำคัญ ดังต่อไปนี้

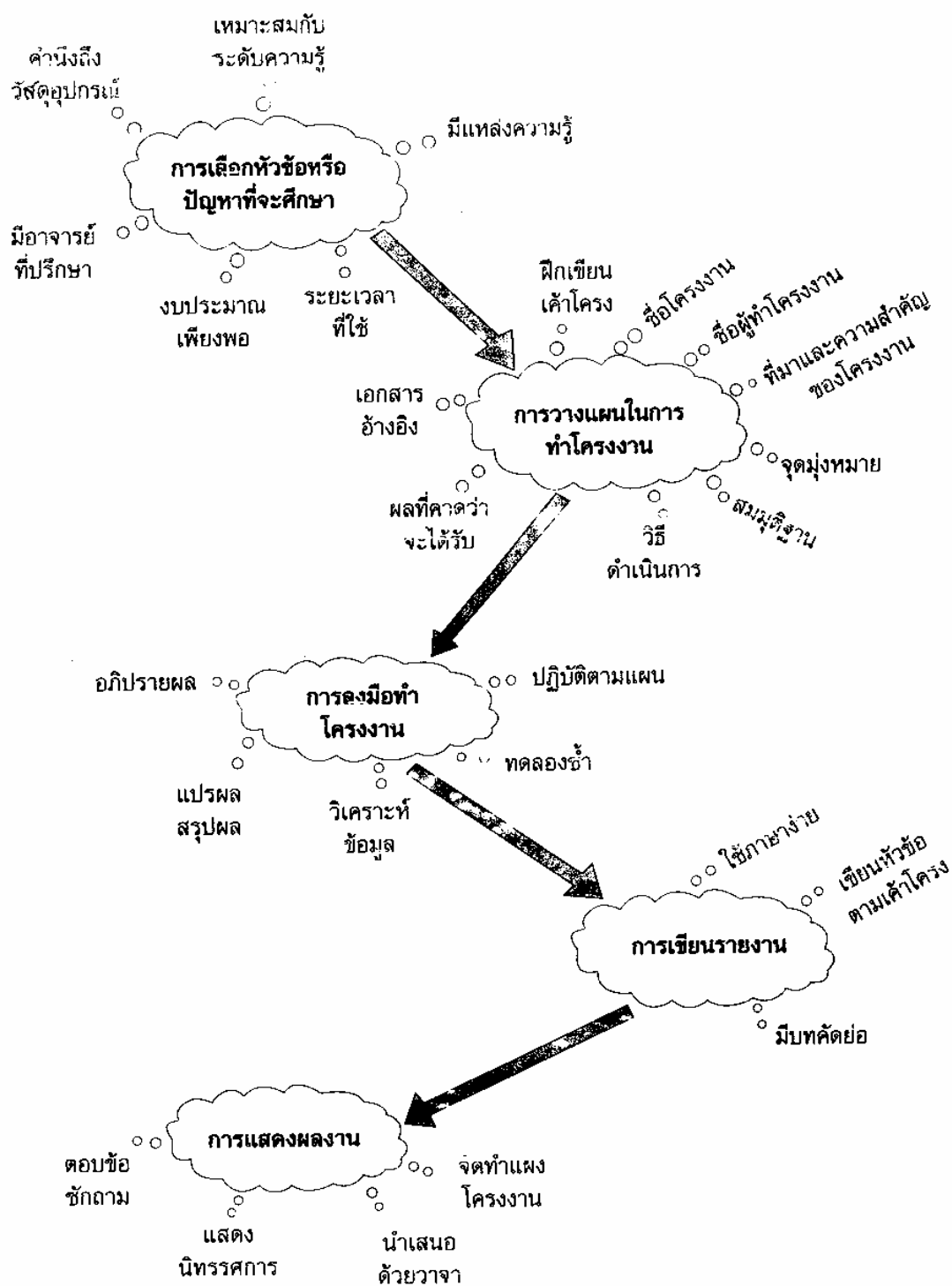
1. ชื่อโครงการ ชื่อผู้ทำโครงการ ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ
2. คำอธิบายย่อ ๆ ถึงเหตุจูงใจในการทำโครงการและความสำคัญของโครงการ
3. วิธีดำเนินการ
4. การสาธิตหรือแสดงผลที่ได้จากการทดลอง
5. ผลการสังเกตหรือข้อมูลเด่น ๆ ที่ได้จากการทำโครงการ

การจัดนิทรรศการแสดงผลงานวิทยาศาสตร์นั้นให้คำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. ความปลอดภัยของการจัดการแสดง
2. ความเหมาะสมกับเนื้อที่ที่จัดแสดง
3. คำอธิบายที่เขียนแสดงให้เน้นเฉพาะประเด็นสำคัญและน่าสนใจ
4. จัดรูปที่ตั้งดูดความสนใจ
5. ใช้ตารางและรูปภาพประกอบ
6. สิ่งที่แสดงทุกอย่างต้องถูกต้อง
7. ในกรณีที่เป็นสิ่งประดิษฐ์ สิ่งนั้นควรอยู่ในสภาพที่ทำงานได้อย่างสมบูรณ์

การแสดงผลงานผู้นำเสนอผลงานจะต้องอธิบาย หรือรายงานปากเปล่าถึงข้อมูลเกี่ยวกับโครงการที่จัดทำขึ้น โดยในการอธิบายนั้นให้คำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. ต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องที่จะอธิบายเป็นอย่างดี
2. คำนึงถึงความเหมาะสมของภาษาที่ใช้กับระดับผู้ฟัง ชัดเจน เข้าใจง่าย
3. ควรรายงานอย่างตรงไปตรงมา ไม่วกวน
4. พยายามหลีกเลี่ยงการอ่านรายงานให้ผู้ชมฟัง
5. อย่าท่องจำรายงาน เพราะจะทำให้ไม่น่าสนใจและไม่เป็นธรรมชาติ
6. ขณะที่รายงานนั้นควรมองผู้ฟัง
7. เตรียมตัวตอบคำถามเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ
8. เวลาตอบคำถามให้ตอบอย่างตรงไปตรงมาในสิ่งที่ถาม
9. หากติดขัดในการอธิบายควรยอมรับโดยดี อย่ากลบเกลื่อนหรือหลีกเลี่ยง
10. ควรรายงานให้เสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด
11. ควรใช้สื่อประเภทโสตทัศนูปกรณ์ประกอบการรายงาน



ผังกราฟิก เรื่อง ขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์

6. การสำรวจและเลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์

การสำรวจและเลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์ มีหัวข้อดังนี้

1. องค์ประกอบของปัญหาที่จะศึกษาค้นคว้า และเกณฑ์การเลือกปัญหา
2. แหล่งข้อมูลและรายละเอียดของแหล่งข้อมูล
3. ข้อควรคำนึงในการเลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงการ

การได้หัวข้อเรื่องที่จะทำโครงการนั้นมีแหล่งกำเนิด แนวความคิด และกระตุ้นความสนใจต่างกันหลายแหล่งด้วยกัน ดังนี้

1. จากปัญหาใกล้ตัว
2. ความสงสัย อยากรู้ อยากเห็น
3. ปัญหาท้องถิ่น
4. การสังเกต
5. คำบอกเล่า
6. การทดลองเล่น
7. ความสนใจส่วนตัว
8. ความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์
9. รวมบทคัดย่อ หรือโครงการอื่นที่เคยมีผู้ทำไว้
10. การตั้งคำถามของครู
11. การฝึกตั้งปัญหา
12. การทำ Web โครงการ

นอกจากจะทราบแหล่งที่จะทำให้ได้ปัญหาในการทำโครงการแล้ว ผู้ทำโครงการควรทราบหลักเกณฑ์ในการเลือกหัวข้อปัญหาประกอบด้วย จึงจะทำให้ได้หัวข้อปัญหาที่ดีและเหมาะสมในการทำโครงการ

หลักเกณฑ์ในการเลือกหัวข้อปัญหา

1. เลือกปัญหาโดยคำนึงถึงความสนใจของตนเองเป็นที่ตั้ง เพราะความสนใจจะเป็นแรงจูงใจให้ผู้ทำทำโครงการได้สำเร็จ
2. เลือกปัญหาที่ตรงกับความสามารถและระดับความรู้ของตนเอง กล่าวคือควรเลือกปัญหาที่ตนเองมีพื้นฐานความรู้ เพราะการมีพื้นฐานความรู้จะทำให้มีแนวทางที่จะแสวงหาความรู้เพิ่มเติม เพื่อให้การทำโครงการนั้นสำเร็จลุล่วงได้ดี และรวดเร็วยิ่งขึ้น
3. เลือกปัญหาที่มีคุณค่าและเป็นปัญหาใหม่ ๆ เพื่อผลการทำโครงการที่ได้จะเป็นการเพิ่มพูนความรู้ใหม่ ๆ อันจะนำไปเสริมสร้างทฤษฎี อีกทั้งนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในทางปฏิบัติได้

4. เลือกปัญหาโดยคำนึงถึงความเหมาะสมในเรื่องของเวลา งบประมาณและกำลังแรงงานของตน ผู้ทำโครงการจะต้องวิเคราะห์สถานะของตนว่า ควรทำโครงการที่มีขนาดใหญ่ประมาณเท่าไรจึงจะเหมาะสม เพราะการทำโครงการเป็นงานที่ต้องใช้เวลา เงินทอง และแรงงาน

5. เลือกปัญหาโดยคำนึงถึงสภาพแวดล้อมที่จะเอื้ออำนวยต่อการทำโครงการอันได้แก่

5.1 ปัญหานั้นจะได้รับความร่วมมือจากผู้เกี่ยวข้องมากน้อยแค่ไหน

5.2 ปัญหานั้นมีแหล่งความรู้หรือเอกสารเพียงพอที่จะค้นคว้าหรือไม่

ลักษณะของหัวข้อเรื่องโครงการที่ดี

1. เป็นเรื่องที่มีความสำคัญ มีประโยชน์ คือ ทำให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ และนำไปใช้ปรับปรุงแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้ พร้อมทั้งเป็นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์อีกด้วย

2. เป็นปัญหาที่สามารถวางแผนการดำเนินงานตามขั้นตอนต่าง ๆ ไว้ล่วงหน้าได้ และเห็นเส้นทางที่จะทำได้สำเร็จ

3. เป็นปัญหาที่ไม่เกินกำลังความสามารถของผู้ทำโครงการที่จะทำให้สำเร็จ แม้จะมีอุปสรรคบางอย่างก็สามารถแก้ไขได้

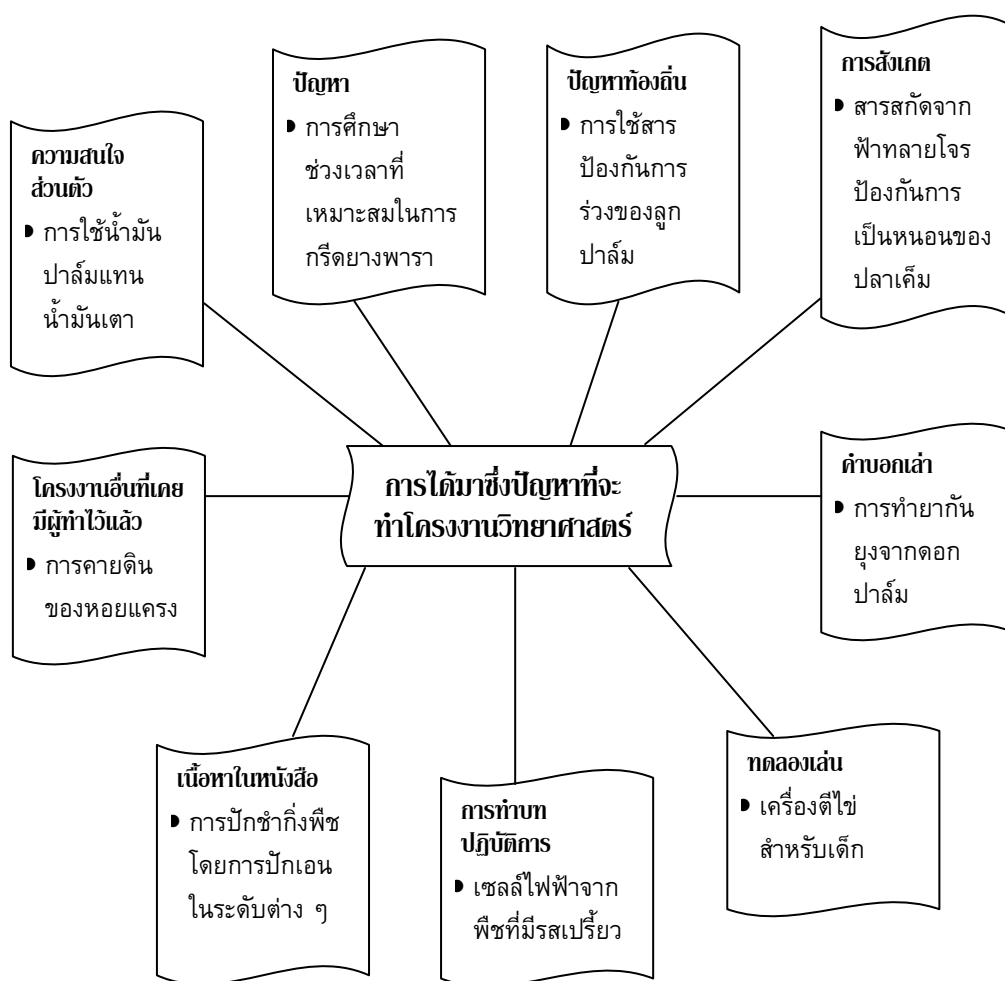
4. เป็นปัญหาที่สามารถหาคำตอบได้โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

5. เป็นปัญหาที่สามารถหาข้อมูลมาตรวจสอบสมมุติฐานเพื่อหาข้อสรุปหรือยุติปัญหาได้

6. เป็นปัญหาที่สามารถหาเครื่องมือหรือสร้างเครื่องมือที่มีคุณภาพเพื่อรวบรวมข้อมูลได้

ข้อควรคำนึงในการเลือกหัวข้อปัญหา

ในการทำโครงการ ไม่ควรเลือกปัญหาที่ใหญ่โตเกินไป หรือปัญหาที่กว้างขวาง ไม่มีขอบเขต ใช้ระยะเวลายาวนานกว่าจะสำเร็จ ปัญหาที่ยังหาข้อยุติไม่ได้ ปัญหาที่ไม่สามารถหาข้อมูลมาทดสอบได้ และปัญหาที่ไม่มีสาระสำคัญ



ผังกราฟิก เรื่อง การได้มาซึ่งปัญหาที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์

ภาคผนวก ง

1. แบบทดสอบโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบโครงงานวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี (ก่อนเรียน)
วิชา โครงงานและสิ่งประดิษฐ์ (ว 30202) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549
โรงเรียนช่างตาครูสคอนแวนท์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบก่อนเรียนชุดนี้มี 1 ตอน
ตอนที่ 1 แบบทดสอบเกี่ยวกับความรู้ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์มี 20 ข้อ
2. ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดในแต่ละข้อ แล้วเขียนเครื่องหมาย X ทับตัวอักษรหน้าคำตอบ ก ข ค หรือ ง ในกระดาษคำตอบ
3. ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ทำเครื่องหมาย = ทับคำตอบเดิม ดังนี้ ✕ แล้วจึงเขียนเครื่องหมาย X ทับตัวอักษรที่เป็นคำตอบใหม่
4. เวลาที่ใช้ในการทดสอบ 20 นาที คะแนนเต็ม 20 คะแนน

ตอนที่ 1

1. โครงงานวิทยาศาสตร์กับวิทยาศาสตร์มีความคล้ายคลึงกันใน 2 ลักษณะใหญ่ ๆ ตามข้อใด
 - ก. เรื่องที่จะศึกษากับเครื่องมือที่ใช้
 - ข. วิธีการที่ใช้ศึกษากับเครื่องมือที่ใช้
 - ค. เรื่องที่จะศึกษากับวิธีการที่ใช้ศึกษา
 - ง. การทดลองกับการแปรผลข้อมูล
2. ข้อใดคือความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์
 - ก. การทำบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์
 - ข. การทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - ค. การทดลองที่มีการบันทึกข้อมูล
 - ง. การสร้างเค้าโครงเพื่อทำการทดลอง
3. ข้อใด **ไม่จัด** เป็นโครงงานวิทยาศาสตร์
 - ก. การทำการทดลองเรื่อง การสกัดสารกำจัดศัตรูพืชจากสะเดา ซึ่งซ้ำกับการทดลองของนักวิทยาศาสตร์
 - ข. การประกอบอาหารแปลก ๆ ตามสูตรอาหารที่คิดขึ้น
 - ค. การสำรวจปริมาณการใช้น้ำประปาในเขตดอนเมือง โดยแยกตามอาชีพของประชาชน
 - ง. การทำยาหม่องจากสูตรที่คิดขึ้นเอง

4. นักเรียนคิดว่าจะได้รับประโยชน์อะไรจากการทำโครงการมากที่สุด
 - ก. ได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์
 - ข. ได้ค้นพบผลงานทางวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ
 - ค. ได้ประสบการณ์จากการทดลอง
 - ง. ได้ฝึกการนำเอาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหา
5. โครงการวิทยาศาสตร์ในข้อใดต่อไปนี้เป็นโครงการประเภททดลอง
 - ก. พิสูจน์ว่าไข่และเหรียญเงินถอนพิษไข่ได้จริงหรือไม่
 - ข. การทำกระดาษจากสับปะรด และฟางข้าวแล้วทดสอบคุณสมบัติของกระดาษที่ใช้
 - ค. การเพิ่มผลผลิตเห็ดนางฟ้าด้วยการใช้ไฟฟ้ากระตุ้น
 - ง. เลี้ยงผึ้งเพื่อการศึกษาวงจรชีวิต
6. โครงการประเภทใดที่มีการกำหนดตัวแปรค่อนข้างเด่นชัด
 - ก. สักรวบรวม – ทดลอง
 - ข. ทฤษฎี – สักรวบรวม
 - ค. ทฤษฎี – สิ่งประดิษฐ์
 - ง. สิ่งประดิษฐ์ – ทดลอง
7. ในการตั้งสมมติฐานของการศึกษาค้นคว้านั้น มีประโยชน์อย่างไร
 - ก. เพื่อเป็นการบอกผลสรุปจากการทำโครงการล่วงหน้า
 - ข. เพื่อเป็นการคาดคะเนคำตอบชั่วคราวของปัญหาที่ตั้งไว้
 - ค. เพื่อเป็นการพิสูจน์ผลของปัญหาที่ตั้งไว้
 - ง. เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการโครงการนั้น ๆ
8. ข้อใดเรียงลำดับขั้นตอนในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องที่สุด ถ้า
 - 1 = การค้นคว้าข้อมูลและเอกสาร
 - 2 = การวางแผนการทดลองเขียนเค้าโครง
 - 3 = การสำรวจและเลือกเรื่องที่จะทำ
 - 4 = การเสนอผลงานและการจัดแสดงผลงาน
 - 5 = การลงมือศึกษาทดลองวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล
 - 6 = การเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์
 - ก. 2 - 1 - 3 - 5 - 4 - 6
 - ข. 1 - 2 - 3 - 5 - 6 - 4
 - ค. 3 - 1 - 2 - 5 - 6 - 4
 - ง. 1 - 2 - 3 - 5 - 4 - 6
9. ข้อใดคือแนวทางการเลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงการ
 - ก. เรื่องที่จะต้องมีความน่าสนใจและลึกซึ้ง
 - ข. เรื่องต้องแปลกและยาก
 - ค. เรื่องที่เราสนใจและมีความเป็นไปได้ว่าจะทำได้สำเร็จ
 - ง. เรื่องที่คนส่วนใหญ่กำลังให้ความสนใจ

10. การทดลองเบื้องต้นจำเป็นกับโครงการงานในข้อใด
 - ก. การทดลองในเรื่องที่ทำต่อเนื่องจากการทดลองของคนอื่น
 - ข. การทดลองที่ไม่เคยทราบข้อมูลใด ๆ มาก่อน
 - ค. การทดลองที่นำไปสู่การสำรวจ
 - ง. การทดลองที่นำไปสู่การประดิษฐ์
11. ชื่อโครงการที่ดีควรมีลักษณะดังข้อใด
 - ก. เป็นข้อความที่มีความสละสลวยสะดุดตากับผู้พบเห็น
 - ข. เป็นข้อความที่เป็นปัญหาที่น่าสนใจและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้
 - ค. เป็นข้อความที่มีความกระชับ ไม่เยิ่นเย้อ
 - ง. เป็นข้อความที่มีการใช้ศัพท์เทคนิคทางวิทยาศาสตร์ที่ทันสมัย
12. ขั้นตอนใดเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดและยากที่สุดในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์
 - ก. การวางแผนในการทำโครงการงาน
 - ข. การลงมือทำโครงการงาน
 - ค. การคิดจะเลือกหัวข้อหรือปัญหาที่จะศึกษา
 - ง. การเขียนรายงานและการแสดงผลงาน
13. ในการจำแนกประเภทของโครงการงานวิทยาศาสตร์ จำแนกไว้ 4 ประเภทโดยพิจารณาจากอะไร
 - ก. ตำแหน่งของอาจารย์ที่ปรึกษา
 - ข. ลักษณะของกิจกรรมที่ทำ
 - ค. ระดับการศึกษาของผู้ทำโครงการงาน
 - ง. จากการได้มาซึ่งความรู้
14. ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ส่วนยอดของวุ้นแสนห้อยจันทร์ขาว โดยอาหารเพาะเลี้ยง 3 สูตร ปรากฏว่า
 - สูตรที่ 1 เนื้อเยื่อเริ่มตายเมื่อเพาะเลี้ยงได้ 5 วัน
 - สูตรที่ 2 เนื้อเยื่อไม่มีการเจริญเติบโตแต่ไม่ตาย
 - สูตรที่ 3 เนื้อเยื่อเจริญอย่างรวดเร็ว
 วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้คือข้อใด
 - ก. หาวิธีขยายพันธุ์วุ้นแสนห้อยจันทร์ขาว
 - ข. หาสูตรอาหารที่เหมาะสมสำหรับเลี้ยงเนื้อเยื่อวุ้นแสนห้อยจันทร์ขาว
 - ค. หาชนิดของเนื้อเยื่อที่เหมาะสมสำหรับใช้เพาะเลี้ยงวุ้นแสนห้อยจันทร์ขาว
 - ง. หาสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับใช้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อวุ้นแสนห้อยจันทร์ขาว

15. ในการสกัดใบสับแห้งด้วยน้ำและเอทานอล เพื่อนำสารที่สกัดได้ ไปกำจัดหนอนและแมลงศัตรูพืช โดยให้ความเข้มข้นของสารที่สกัดได้ 25% 50% และ 75% ได้ผลการทดลองดังตาราง แสดงผลการทดลองการให้สารสกัดในการกำจัดแมลงศัตรูพืช (ข้อมูลโดยเฉลี่ย)

ชุดการทดลอง	จำนวนศัตรูพืชที่ตายโดยเฉลี่ย (ตัว)	
	หนอน	ตัวเต็มวัย
1. ไม่พ่นสารใดเลย	0	0
2. พ่นน้ำ	1	0
3. พ่นเอทานอล	2.33	1.33
4. สารสกัดด้วยเอทานอลความเข้มข้น 25%	4.70	3.16
5. สารสกัดด้วยน้ำความเข้มข้น 25%	6.66	3.91
6. สารสกัดด้วยเอทานอลความเข้มข้น 50%	8.41	5.41
7. สารสกัดด้วยน้ำความเข้มข้น 50%	6.66	3.91
8. สารสกัดด้วยเอทานอลความเข้มข้น 75%	8.41	5.41
9. สารสกัดด้วยน้ำความเข้มข้น 75%	6.66	3.91

ชุดควบคุมในการทดลองนี้คือข้อใด

- | | |
|------|------------|
| ก. 1 | ข. 2 |
| ค. 3 | ง. 1, 2, 3 |

16. ในการศึกษาการทำเนื้อมูมโดยการใช้อย่างมะละกอ ซึ่งมีเอนไซม์ปาเปน เปรียบเทียบกับผงเนื้อมูมที่ทำจากเอนไซม์โดยการชิม พบว่า ปริมาณยางมะละกอดิบที่เหมาะสมกับการทำให้เนื้อมูมคือ 0.20 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อปริมาณเนื้อวัว 10.0 กรัม ซึ่งคลุกเคล้าเป็นเวลา 5 นาที เมื่อเปรียบเทียบกับผงเนื้อมูมที่ผลิตจากเอนไซม์ โดยการชิม พบว่า ผู้ชิมให้คะแนนความนุ่มใกล้เคียงกัน ในการทดลองดังกล่าวมีความไม่เหมาะสมในเรื่องใด

- ก. ไม่มีกลุ่มควบคุม
- ข. ไม่ได้ระบุปริมาณของผงเนื้อนุ่ม
- ค. ผลการทดลองผิดพลาดไม่สามารถระบุได้
- ง. การวัดความหนืดโดยการชิมเป็นวิธีการที่ไม่เหมาะสม

17. สิ่งที่เป็นอย่างยิ่งในการเสนอผลงานคือข้อใด

- ก. จุดประสงค์ ทฤษฎี วิธีดำเนินการ สรุปผล
ข. แนวคิด วิธีการทดลอง ทฤษฎี สรุปผล
ค. แนวคิด วิธีดำเนินการ ผลการทดลอง สรุปผล
ง. แนวคิด ภาพกิจกรรม ผลการทดลอง กราฟ

18. จงศึกษาข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

นักเรียนคนหนึ่งได้ทำการเก็บแมลงที่มาตอมหลอดไฟที่เปิดไว้ตอนกลางคืนที่บ้านของเขา โดยมีภาตใส่น้ำวางดักไว้ได้หลอดไฟเป็นเวลา 1 คืน พบว่ามีแมลงมาตกในภาคน้ำแยกเป็นประเภทได้ดังนี้คือ แมลงปีกแข็ง 51 ตัว แมลงผีเสื้อ 45 ตัว ยุง 30 ตัว และแมลงปีกครึ่งอ่อนครึ่งแข็ง 46 ตัว

กิจกรรมของนักเรียนคนนี้จัดเป็นโครงการประเภทใด

- ก. การทดลอง เพราะมีการแยกชนิดของแมลง
- ข. การสำรวจ เพราะมีการเก็บรวบรวมและจำแนกแมลง
- ค. สิ่งประดิษฐ์ เพราะใช้อุปกรณ์ดักจับแมลง
- ง. ทฤษฎี เพราะได้ความรู้ประเภทแมลงในหมู่บ้านนี้

19. การเขียนรายงานแตกต่างจากการเขียนเค้าโครงอย่างไร

- ก. การเขียนรายงานต้องมีการเขียนขอบคุณ แต่การเขียนเค้าโครงของโครงการไม่ต้องเขียนขอบคุณ
- ข. การเขียนรายงานไม่ต้องมีบทคัดย่อ แต่การเขียนเค้าโครงของโครงการต้องมีการเขียนบทคัดย่อ
- ค. การเขียนรายงานไม่ต้องมีข้อสรุป ข้อเสนอแนะ แต่การเขียนเค้าโครงของโครงการต้องมีข้อสรุป
- ง. การเขียนรายงานไม่ต้องอ้างถึงเอกสารอ้างอิง แต่ต้องมีการอ้างในตอนเขียนเค้าโครงของโครงการ

20. ข้อใดคือการเรียงลำดับหัวข้อที่จะเขียนรายงานที่ถูกต้อง

- ก. ชื่อเรื่อง วัตถุประสงค์ สมมุติฐาน วิธีดำเนินการ
- ข. ชื่อเรื่อง ที่มาของโครงการ วัตถุประสงค์ สมมุติฐาน
- ค. ที่มาของโครงการ สมมุติฐาน วัตถุประสงค์ วิธีดำเนินการ
- ง. ชื่อผู้ทำโครงการ ที่มาของโครงการ วิธีดำเนินการ วัตถุประสงค์

เฉลย

1. ค 2. ข 3. ค 4. ง 5. ง 6. ง 7. ข 8. ค 9. ค 10. ข
11. ข 12. ค 13. ง 14. ข 15. ง 16. ง 17. ค 18. ข 19. ก 20. ข

โครงการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี (หลังเรียน)
วิชา โครงการและสิ่งประดิษฐ์ (ว 30202) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549
โรงเรียนช่างตาครูสคอนแวนท์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบหลังเรียนชุดนี้มี 1 ตอน
ตอนที่ 1 แบบทดสอบเกี่ยวกับความรู้ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์มี 20 ข้อ
2. ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดในแต่ละข้อ แล้วเขียนเครื่องหมาย X ทับตัวอักษรหน้าคำตอบ ก ข ค หรือ ง ในกระดาษคำตอบ
3. ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ทำเครื่องหมาย = ทับคำตอบเดิม ดังนี้ ✕ แล้วจึงเขียนเครื่องหมาย X ทับตัวอักษรที่เป็นคำตอบใหม่
4. เวลาที่ใช้ในการทดสอบ 20 นาที คะแนนเต็ม 20 คะแนน

ตอนที่ 1

1. โครงการวิทยาศาสตร์กับวิทยาศาสตร์มีความคล้ายคลึงกันใน 2 ลักษณะใหญ่ ๆ ตามข้อใด
 - ก. เรื่องที่จะศึกษากับเครื่องมือที่ใช้
 - ข. วิธีการที่ใช้ศึกษากับเครื่องมือที่ใช้
 - ค. เรื่องที่จะศึกษากับวิธีการที่ใช้ศึกษา
 - ง. การทดลองกับการแปรผลข้อมูล
2. ข้อใดคือความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์
 - ก. การทำบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์
 - ข. การทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - ค. การทดลองที่มีการบันทึกข้อมูล
 - ง. การสร้างเค้าโครงเพื่อทำการทดลอง
3. ในการตั้งสมมติฐานของการศึกษาค้นคว้านั้น มีประโยชน์อย่างไร
 - ก. เพื่อเป็นการบอกผลสรุปจากการทำโครงการล่วงหน้า
 - ข. เพื่อเป็นการคาดคะเนคำตอบชั่วคราวของปัญหาที่ตั้งไว้
 - ค. เพื่อเป็นการพิสูจน์ผลของปัญหาที่ตั้งไว้
 - ง. เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการโครงการนั้น ๆ

4. โครงการงานวิทยาศาสตร์ในข้อใดต่อไปนี้ **ไม่จัด** เป็นโครงการประเภททดลอง
 - ก. พิสูจน์ว่าไข่และเหรียญเงินทองพิษไข่ได้จริงหรือไม่
 - ข. การทำกระดาษจากสับปะรด และฟางข้าวแล้วทดสอบคุณสมบัติของกระดาษที่ใช้
 - ค. การเพิ่มผลผลิตเห็ดนางฟ้าด้วยการใช้ไฟฟ้ากระตุ้น
 - ง. เลี้ยงผึ้งเพื่อการศึกษาวงจรชีวิต
5. โครงการประเภทใดที่มีการกำหนดตัวแปรค่อนข้างเด่นชัด
 - ก. สัรจรวรรวม – ทดลอง
 - ข. ทฤษฎี – สัรจรวรรวม
 - ค. ทฤษฎี – สิ่งประดิษฐ์
 - ง. สิ่งประดิษฐ์ – ทดลอง
6. ข้อใดเรียงลำดับขั้นตอนในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องที่สุด ถ้า
 - 1 = การค้นคว้าข้อมูลและเอกสาร
 - 2 = การวางแผนการทดลองเขียนเค้าโครง
 - 3 = การสำรวจและเลือกเรื่องที่จะทำ
 - 4 = การเสนอผลงานและการจัดแสดงผลงาน
 - 5 = การลงมือศึกษาทดลองวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล
 - 6 = การเขียนรายงานโครงการงานวิทยาศาสตร์
 - ก. 2 - 1 - 3 - 5 - 4 - 6
 - ข. 1 - 2 - 3 - 5 - 6 - 4
 - ค. 3 - 1 - 2 - 5 - 6 - 4
 - ง. 1 - 2 - 3 - 5 - 4 - 6
7. ขั้นตอนใดเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด และยากที่สุดในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์
 - ก. การวางแผนในการทำโครงการ
 - ข. การลงมือทำโครงการ
 - ค. การคิดจะเลือกหัวข้อหรือปัญหาที่จะศึกษา
 - ง. การเขียนรายงานและการแสดงผลงาน
8. ในการจำแนกประเภทของโครงการงานวิทยาศาสตร์ จำแนกไว้ 4 ประเภทโดยพิจารณาจากอะไร
 - ก. ตำแหน่งของอาจารย์ที่ปรึกษา
 - ข. ลักษณะของกิจกรรมที่ทำ
 - ค. ระดับการศึกษาของผู้ทำโครงการ
 - ง. จากการได้มาซึ่งความรู้
9. ข้อใด **ไม่จัด** เป็นโครงการงานวิทยาศาสตร์
 - ก. การทำการทดลองเรื่อง การสกัดสารกำจัดศัตรูพืชจากสะเดา ซึ่งซ้ำกับการทดลองของนักวิทยาศาสตร์
 - ข. การประกอบอาหารแปลก ๆ ตามสูตรอาหารที่คิดขึ้น
 - ค. การสำรวจปริมาณการใช้น้ำประปาในเขตดอนเมือง โดยแยกตามอาชีพของประชาชน
 - ง. การทำยาหม่องจากสูตรที่คิดขึ้นเอง

10. นักเรียนคิดว่าจะได้รับประโยชน์อะไรจากการทำโครงการมากที่สุด
 - ก. ได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์
 - ข. ได้ค้นพบผลงานทางวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ
 - ค. ได้ประสบการณ์จากการทดลอง
 - ง. ได้ฝึกการนำเอาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหา
11. ชื่อโครงการที่ดีควรมีลักษณะดังข้อใด
 - ก. เป็นข้อความที่มีความสละสลวยสะดุดตากับผู้พบเห็น
 - ข. เป็นข้อความที่เป็นปัญหาที่น่าสนใจและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้
 - ค. เป็นข้อความที่มีความกระชับ ไม่เยิ่นเย้อ
 - ง. เป็นข้อความที่มีการใช้ศัพท์เทคนิคทางวิทยาศาสตร์ที่ทันสมัย
12. ข้อใดคือแนวทางการเลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงการ
 - ก. เรื่องที่จะต้องมีความน่าสนใจและลึกซึ้ง
 - ข. เรื่องต้องแปลกและยาก
 - ค. เรื่องที่เราสนใจและมีความเป็นไปได้ว่าจะทำได้สำเร็จ
 - ง. เรื่องที่คนส่วนใหญ่กำลังให้ความสนใจ
13. การทดลองเบื้องต้นจำเป็นกับโครงการในข้อใด
 - ก. การทดลองในเรื่องที่ทำต่อเนื่องจากการทดลองของคนอื่น
 - ข. การทดลองที่ไม่เคยทราบข้อมูลใด ๆ มาก่อน
 - ค. การทดลองที่นำไปสู่การสำรวจ
 - ง. การทดลองที่นำไปสู่การประดิษฐ์
14. สิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งในการเสนอผลงานคือข้อใด
 - ก. จุดประสงค์ ทฤษฎี วิธีดำเนินการ สรุปผล
 - ข. แนวคิด วิธีการทดลอง ทฤษฎี สรุปผล
 - ค. แนวคิด วิธีดำเนินการ ผลการทดลอง สรุปผล
 - ง. แนวคิด ภาพกิจกรรม ผลการทดลอง กราฟ
15. ในการศึกษาการทำเนื้อมูมโดยการใช้อย่างมะละกอ ซึ่งมีเอนไซม์ปาเปน เปรียบเทียบกับผงเนื้อมูมที่ทำจากเอนไซม์โดยการชิม พบว่า ปริมาณยางมะละกอดิบที่เหมาะสมกับการทำให้เนื้อมูมคือ 0.20 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อปริมาณเนื้อวัว 10.0 กรัม ซึ่งคลุกเคล้าเป็นเวลา 5 นาที เมื่อเปรียบเทียบกับผงเนื้อมูมที่ผลิตจากเอนไซม์ โดยการชิม พบว่า ผู้ชิมให้คะแนนความนุ่มใกล้เคียงกัน ในการทดลองดังกล่าวมีความไม่เหมาะสมในเรื่องใด
 - ก. ไม่มีกลุ่มควบคุม
 - ข. ไม่ได้ระบุปริมาณของผงเนื้อมูม
 - ค. ผลการทดลองผิดพลาดไม่สามารถระบุได้
 - ง. การวัดความนุ่มโดยการชิมเป็นวิธีการที่ไม่เหมาะสม

16. ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ส่วนยอดของวุ้นเสนห้จันทร์ขาว โดยอาหารเพาะเลี้ยง 3 สูตร ปรากฏว่า

สูตรที่ 1 เนื้อเยื่อเริ่มตายเมื่อเพาะเลี้ยงได้ 5 วัน

สูตรที่ 2 เนื้อเยื่อไม่มีการเจริญเติบโตแต่ไม่ตาย

สูตรที่ 3 เนื้อเยื่อเจริญอย่างรวดเร็ว

วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้คือข้อใด

ก. หาวิธีขยายพันธุ์วุ้นเสนห้จันทร์ขาว

ข. หาสูตรอาหารที่เหมาะสมสำหรับเลี้ยงเนื้อเยื่อวุ้นเสนห้จันทร์ขาว

ค. หาชนิดของเนื้อเยื่อที่เหมาะสมสำหรับใช้เพาะเลี้ยงวุ้นเสนห้จันทร์ขาว

ง. หาสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับใช้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อวุ้นเสนห้จันทร์ขาว

17. จงศึกษาข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

นักเรียนคนหนึ่งได้ทำการเก็บแมลงที่มาตอมหลอดไฟที่เปิดไว้ตอนกลางคืนที่บ้านของเขา โดยมีภาตใส่น้ำวางดักไว้ได้หลอดไฟเป็นเวลา 1 คืน พบว่ามีแมลงมาตกในภาตน้ำแยกเป็นประเภทได้ดังนี้คือ แมลงปีกแข็ง 51 ตัว แมลงผีเสื้อ 45 ตัว ยุง 30 ตัว และแมลงปีกครึ่งอ่อนครึ่งแข็ง 46 ตัว

กิจกรรมของนักเรียนคนนี้จัดเป็นโครงการประเภทใด

ก. การทดลอง เพราะมีการแยกชนิดของแมลง

ข. การสำรวจ เพราะมีการเก็บรวบรวมและจำแนกแมลง

ค. สิ่งประดิษฐ์ เพราะใช้อุปกรณ์ดักจับแมลง

ง. ทฤษฎี เพราะได้ความรู้ประเภทแมลงในหมู่บ้านนี้

18. การเขียนรายงานแตกต่างจากการเขียนเค้าโครงอย่างไร

ก. การเขียนรายงานต้องมีการเขียนขอบคุณ แต่การเขียนเค้าโครงของโครงการไม่ต้องเขียนขอบคุณ

ข. การเขียนรายงานไม่ต้องมีบทคัดย่อ แต่การเขียนเค้าโครงของโครงการต้องมีการเขียนบทคัดย่อ

ค. การเขียนรายงานไม่ต้องมีข้อสรุป ข้อเสนอแนะ แต่การเขียนเค้าโครงของโครงการต้องมีข้อสรุป

ง. การเขียนรายงานไม่ต้องอ้างถึงเอกสารอ้างอิง แต่ต้องมีการอ้างในตอนที่เขียนเค้าโครงของโครงการ

19. ข้อใดคือการเรียงลำดับหัวข้อที่จะเขียนรายงานที่ถูกต้อง

ก. ชื่อเรื่อง วัตถุประสงค์ สมมุติฐาน วิธีดำเนินการ

ข. ชื่อเรื่อง ที่มาของโครงการ วัตถุประสงค์ สมมุติฐาน

ค. ที่มาของโครงการ สมมุติฐาน วัตถุประสงค์ วิธีดำเนินการ

ง. ชื่อผู้ทำโครงการ ที่มาของโครงการ วิธีดำเนินการ วัตถุประสงค์

20. ในการสกัดใบสับแห้งด้วยน้ำและเอทานอล เพื่อนำสารที่สกัดได้ ไปกำจัดหนอนและแมลงศัตรูพืช โดยให้ความเข้มข้นของสารที่สกัดได้ 25% 50% และ 75% ได้ผลการทดลองดังนี้ ตาราง แสดงผลการทดลองการให้สารสกัดในการกำจัดแมลงศัตรูพืช (ข้อมูลโดยเฉลี่ย)

ชุดการทดลอง	จำนวนศัตรูพืชที่ตายโดยเฉลี่ย (ตัว)	
	หนอน	ตัวเต็มวัย
1. ไม่พ่นสารใดเลย	0	0
2. พ่นน้ำ	1	0
3. พ่นเอทานอล	2.33	1.33
4. สารสกัดด้วยเอทานอลความเข้มข้น 25%	4.70	3.16
5. สารสกัดด้วยน้ำความเข้มข้น 25%	6.66	3.91
6. สารสกัดด้วยเอทานอลความเข้มข้น 50%	8.41	5.41
7. สารสกัดด้วยน้ำความเข้มข้น 50%	6.66	3.91
8. สารสกัดด้วยเอทานอลความเข้มข้น 75%	8.41	5.41
9. สารสกัดด้วยน้ำความเข้มข้น 75%	6.66	3.91

ชุดควบคุมในการทดลองนี้คือข้อใด

- ก. 1
- ข. 2
- ค. 3
- ง. 1, 2, 3

เฉลย

1. ค 2. ข 3. ข 4. ง 5. ง 6. ค 7. ค 8. ง 9. ค 10. ง
11. ข 12. ค 13. ข 14. ค 15. ง 16. ข 17. ข 18. ก 19. ข 20. ค

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำชี้แจง

แบบทดสอบฉบับนี้ต้องการวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประกอบด้วย สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จำนวน 10 สถานการณ์ โดยแต่ละสถานการณ์มีคำถาม 4 ข้อ เป็นการประเมินโดยอิงเกณฑ์รูบริกส์ (Rubrics Score) โดยแบ่งระดับการให้คะแนนแต่ละข้อเป็น 3 ระดับ คือ 3, 2 และ 1 ซึ่งหมายถึง ดี, พอใช้และ ควรปรับปรุงตามลำดับ โดยใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 120 นาที

สถานการณ์ 1

กรุงเทพมหานคร เป็นเมืองใหญ่ที่เป็นตัวอย่างที่เสื่อมโทรม มีการใช้สารพิษต่าง ๆ มากมายเป็นอันตรายต่อคนในเมือง อากาศเป็นพิษท่อไอเสียจากเครื่องยนต์ โรงงานต่าง ๆ แม้จะมีการรณรงค์ เพื่อแก้ปัญหาให้ดีขึ้น แต่ก็ไม่มีผลเป็นที่น่าพอใจจากสภาพดังกล่าวนี้ อาจจะเกิดขึ้นในอีกหลายจังหวัดของไทยก็เป็นได้ ถ้าประชาชนไม่เห็นความสำคัญต่อส่วนรวมและไม่รับผิดชอบต่อบ้านเมืองของตน

1. ขั้นระบุปัญหา (ปัญหาในสถานการณ์คืออะไร)

.....

.....

2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (นักเรียนจะคาดคะเนสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้ได้ว่าอย่างไร)

.....

.....

3. ขั้นกำหนดวิธีการ (เพื่อการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ดังกล่าวนักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร)

.....

.....

4. ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ (จากการที่นักเรียนได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ดังกล่าวแล้วนักเรียนคิดว่าผลที่ได้จะเป็นอย่างไร)

.....

.....

สถานการณ์ 2

มาลัยปลูกบ้านอยู่ใกล้กับโรงงานถลุงถ่านหิน ครอบครัวของมาลัยรับจ้างทำงานในโรงงานนี้เขาและคนในบ้านดื่ม น้ำจากน้ำฝนที่รองใส่ถังค์เก็บน้ำเอาไว้ใช้ตลอดทั้งปี อยู่มาไม่นานมาลัยและคนในบ้านก็มีอาการอ่อนเพลีย ปวดศีรษะเป็นไขบ่อย ๆ และในที่สุดต้องไปนอนรักษาตัวที่โรงพยาบาล

1. ขั้นระบุปัญหา (ปัญหาในสถานการณ์คืออะไร)
.....
.....
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (นักเรียนจะคาดคะเนสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้ได้ได้อย่างไร)
.....
.....
3. ขั้นกำหนดวิธีการ (เพื่อการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ดังกล่าวนักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้ได้อย่างไร)
.....
.....
4. ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ (จากการที่นักเรียนได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ดังกล่าวแล้วนักเรียนคิดว่าผลที่ได้จะเป็นอย่างไร)
.....
.....

สถานการณ์ 3

ทุกวันนี้มีคนมากขึ้น ผู้คนเหล่านี้ต้องการที่อยู่อาศัย ดังนั้นพวกเขาจึงเคลื่อนย้ายไปในสถานที่ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของพืชและสัตว์ ป่าไม้ถูกโค่นลงบริเวณป่าถูกทดแทนด้วยบ้านและร้านค้า เมื่อผู้อพยพเข้ามาอยู่ในดินแดนใหม่ พืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ดังกล่าวจะเป็นอันตราย พวกมันเริ่มสูญหาย บางชนิดถึงกับสูญพันธุ์

1. ขั้นระบุปัญหา (ปัญหาในสถานการณ์คืออะไร)
.....
.....

2. **ขั้นวิเคราะห์ปัญหา** (นักเรียนจะคาดคะเนสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้ได้ว่อย่างไร)

.....

.....

3. **ขั้นกำหนดวิธีการ** (เพื่อการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ดังกล่าวนักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้ว่อย่างไร)

.....

.....

4. **ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์** (จากการที่นักเรียนได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ดังกล่าวแล้วนักเรียนคิดว่าผลที่ได้จะเป็นว่อย่างไร)

.....

.....

สถานการณ์ 4

ขณะนี้บรรยากาศชั้นโอโซนกำลังถูกทำลายโดยก๊าซที่มนุษย์สร้างขึ้น ที่มีชื่อว่า ซีเอฟซี (CFC) และฮาโลน (Halon) ก๊าซเหล่านี้ใช้สำหรับระบบทำความเย็น เครื่องปรับอากาศ เครื่องมือดับเพลิง โฟมพลาสติก เป็นต้น เมื่อก๊าซซีเอฟซี ลอยขึ้นสู่อากาศซึ่งเป็นชั้นที่มีโอโซนขวางอยู่และจะทำลายโอโซนไปเรื่อย ๆ

1. **ขั้นระบุปัญหา** (ปัญหาในสถานการณ์คืออะไร)

.....

.....

2. **ขั้นวิเคราะห์ปัญหา** (นักเรียนจะคาดคะเนสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้ได้ว่อย่างไร)

.....

.....

3. **ขั้นกำหนดวิธีการ** (เพื่อการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ดังกล่าวนักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้ว่อย่างไร)

.....

.....

4. **ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์** (จากการที่นักเรียนได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ดังกล่าวแล้วนักเรียนคิดว่าผลที่ได้จะเป็นว่อย่างไร)

.....

.....

สถานการณ์ 5

ขณะที่โลกเราร้อนมาก มนุษย์มีใช้หรือที่ตัดป่าไม้จนหมดป่าแล้ว และมนุษย์ก็คำนึงถึงแต่ความสุขสบายของตนเอง ติดแอร์เย็นฉ่ำ ฉีดสเปรย์ทำให้ผมอยู่ทรง ฉีดลงในผ้าทำให้ผ้าอยู่ตัว ใช้กล่องโฟมใส่อาหาร สิ่งเหล่านี้แหละที่มนุษย์ได้ใช้อย่างสะดวกสบาย แต่หารู้ไม่ว่าองค์ประกอบของโฟม น้ำยาสเปรย์ มีสาร CFC เมื่อนำสิ่งเหล่านี้ไปเผาจะทำให้แปรสภาพไปเป็นก๊าซ CFC ที่ไปทำลายชั้นบรรยากาศให้เป็นรูโหว่อยู่ในขณะนี้และมีผลทำให้ชั้นบรรยากาศบางมาก เวลาแสงอาทิตย์ส่องมายังโลกเราจะมีแสงมากขึ้นของแสงมากเกินไปทำให้โลกเราร้อนมาก อากาศบนพื้นโลกซึ่งร้อน เนื่องจากมนุษย์เรามีใช้หรือจะทำอย่างไรกันดี

1. ขั้นระบุปัญหา (ปัญหาในสถานการณ์คืออะไร)
.....
.....
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (นักเรียนจะคาดคะเนสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้ได้ได้อย่างไร)
.....
.....
3. ขั้นกำหนดวิธีการ (เพื่อการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ดังกล่าวนักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร)
.....
.....
4. ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ (จากการที่นักเรียนได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ดังกล่าวแล้วนักเรียนคิดว่าผลที่ได้จะเป็นอย่างไร)
.....
.....

สถานการณ์ 6

บุญธรรมเป็นชาวลาว ก่อนปลูกพืชแต่ละครั้งเขาจะทำการไถที่ดินโดยใช้รถขนาดใหญ่ ซึ่งสะดวกและรวดเร็ว เมื่อปลูกพืชแล้ว เขาจะบำรุงดูแลรักษาพืชไร่โดยใช้รถไถและอุปกรณ์ที่ทันสมัยเมื่อเข้าไปฉีดพ่นสารฆ่าแมลง รดน้ำและพรวนดิน นอกจากนี้ยังใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์เพื่อผลผลิตให้ได้ผลผลิตจำนวนมากและมีคุณภาพดีเป็นที่ต้องการของตลาด ต่อมาปรากฏว่า คุณภาพดินในที่นั้นเสื่อมลง โดยดินมีลักษณะแข็งและแน่น เขาทดลองไถพรวนให้ลึกกว่าเดิม แต่เมื่อปลูกพืชรดน้ำและใส่ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ตามปกติแล้ว 1 – 2 เดือน ต่อมาดินก็จะแข็งและแน่นเช่นเดิม เขาได้สังเกตพบว่าปัญหาเช่นนี้จะไม่เกิดกับชาวลาวที่ใช้รถไถขนาดเล็กและใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการบำรุงดินเลย

1. ขั้นระบุปัญหา (ปัญหาในสถานการณ์คืออะไร)
.....
.....
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (นักเรียนจะคาดคะเนสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้ได้ได้อย่างไร)
.....
.....
3. ขั้นกำหนดวิธีการ (เพื่อการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ดังกล่าวนักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้ได้อย่างไร)
.....
.....
4. ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ (จากการที่นักเรียนได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ดังกล่าวแล้วนักเรียนคิดว่าผลที่ได้จะเป็นอย่างไร)
.....
.....

สถานการณ์ 7

ดาวเคราะห์โลกเกือบเป็นน้ำทั้งหมด มหาสมุทรครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของโลก สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องพึ่งพาอาศัยน้ำ แต่เราได้ละเลยไม่ช่วยกันดูแลรักษาน้ำให้สะอาด ทั้งเศษอาหาร ซากพืชซากสัตว์และสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ ทำให้สัตว์น้ำบริเวณนั้นตายหรือมีปริมาณน้อยลง

1. ขั้นระบุปัญหา (ปัญหาในสถานการณ์คืออะไร)
.....
.....
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (นักเรียนจะคาดคะเนสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้ได้ได้อย่างไร)
.....
.....
3. ขั้นกำหนดวิธีการ (เพื่อการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ดังกล่าวนักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้ได้อย่างไร)
.....
.....
4. ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ (จากการที่นักเรียนได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ดังกล่าวแล้วนักเรียนคิดว่าผลที่ได้จะเป็นอย่างไร)
.....
.....

สถานการณ์ 8

ปัญญาจอตรถทั้งไว้หน้าบริษัท ก่อนลงจากรถเขาได้ไขกระจกขึ้นทั้งหมดหลังจากขึ้นไปทำงานนาน 4 ชั่วโมง ช่วงพักกลางวันกลับมาที่รถพบว่ากระจกด้านข้างแตกเป็นรอยร้าวจากการสอบถามยามรักษาความปลอดภัยบริเวณดังกล่าว ทราบว่าไม่มีใครขว้างกระจกหรือเล่นตรงบริเวณดังกล่าวเลย เมื่อเปิดเข้าไปในรถเขาสังเกตเห็น ดินน้ำมันที่วางอยู่เยิ้มเหลว

1. ขั้นระบุปัญหา (ปัญหาในสถานการณ์คืออะไร)
.....
.....
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (นักเรียนจะคาดคะเนสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้ได้ได้อย่างไร)
.....
.....
3. ขั้นกำหนดวิธีการ (เพื่อการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ดังกล่าวนักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้ได้อย่างไร)
.....
.....

4. ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ (จากการที่นักเรียนได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ดังกล่าว แล้วนักเรียนคิดว่าผลที่ได้จะเป็นอย่างไร)
-
-

สถานการณ์ 9

สภาพการทำงานของแผนกทอผ้า เป็นแผนกที่มีเสียงดังมาก พนักงานไม่น้อยที่เป็นโรคประสาท โรคหัวใจ การคุยกันระหว่างทำงานก็ต้องคุยกันเสียงดัง มักพบว่า ผู้หญิงที่ทำงานในแผนกนี้เมื่ออายุมาก ๆ จะหูตึงและคุยเสียงดัง

1. ขั้นระบุปัญหา (ปัญหาในสถานการณ์คืออะไร)

.....

.....

2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (นักเรียนจะคาดคะเนสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้ได้ได้อย่างไร)

.....

.....

3. ขั้นกำหนดวิธีการ (เพื่อการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ดังกล่าวนักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร)

.....

.....

4. ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ (จากการที่นักเรียนได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ดังกล่าว แล้วนักเรียนคิดว่าผลที่ได้จะเป็นอย่างไร)

.....

.....

สถานการณ์ 10

การจราจรในกรุงเทพมหานครในวันทำงานของช่วงเช้าและเย็น การจราจรมักจะติดขัดเป็นประจำทางกรมตำรวจได้หาทางช่วยให้การจราจรคล่องตัว โดยให้เจ้าหน้าที่ปรับเปลี่ยนระบบการเดินรถในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนและให้ตำรวจจราจรประจำจุดการจราจรที่คับคั่ง เพื่ออำนวยความสะดวกให้ประชาชน เมื่อเวลาผ่านไป 2 เดือน พบว่า เจ้าหน้าที่ตำรวจจราจรที่ยืนประจำจุดอำนวยความสะดวก ป่วยต้องรักษาตัวในโรงพยาบาลอยู่เป็นประจำ

1. ขั้นระบุปัญหา (ปัญหาในสถานการณ์คืออะไร)

.....

.....

2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (นักเรียนจะคาดคะเนสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้ได้ว่าอย่างไร)

.....

.....

3. ขั้นกำหนดวิธีการ (เพื่อการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ดังกล่าวนักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร)

.....

.....

4. ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ (จากการที่นักเรียนได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ดังกล่าวแล้วนักเรียนคิดว่าผลที่ได้จะเป็นอย่างไร)

.....

.....

เกณฑ์การประเมินที่ใช้ในการวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

1. ขั้นระบุปัญหา (ปัญหาในสถานการณ์คืออะไร)

- 3 คะแนน หมายถึง สามารถบอกปัญหาที่สำคัญที่สุด ภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้
- 2 คะแนน หมายถึง สามารถบอกปัญหาภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
- 1 คะแนน หมายถึง สามารถบอกปัญหาภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงได้แต่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์

2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (นักเรียนจะคาดคะเนสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร)

- 3 คะแนน หมายถึง สามารถบอกสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาในสถานการณ์ได้และสอดคล้องกับสถานการณ์
- 2 คะแนน หมายถึง สามารถบอกสาเหตุที่เป็นไปได้ในสถานการณ์และสอดคล้องกับสถานการณ์
- 1 คะแนน หมายถึง สามารถบอกสาเหตุที่แท้จริงหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาในสถานการณ์ได้ แต่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์

3. ขั้นกำหนดวิธีการ (เพื่อการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ดังกล่าว นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาใน สถานการณ์นี้ได้อย่างไร)

- 3 คะแนน หมายถึง สามารถวางแผนเพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหาหรือข้อเท็จจริง หรือข้อมูลเพิ่มเติมได้สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาและนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่ระบุไว้
- 2 คะแนน หมายถึง สามารถวางแผนเพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหาหรือข้อเท็จจริง หรือข้อมูลเพิ่มเติมได้สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาแต่ไม่นำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่ระบุไว้
- 1 คะแนน หมายถึง สามารถวางแผนเพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหาหรือข้อเท็จจริง หรือข้อมูลเพิ่มเติม แต่ไม่สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาและไม่นำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่ระบุไว้

4. **ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์** (จากการที่นักเรียนได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ดังกล่าว นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จะเป็นอย่างไร)
- 3 คะแนน หมายถึง สามารถอธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหาได้ สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาที่ระบุไว้
 - 2 คะแนน หมายถึง สามารถอธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหาที่ระบุไว้ แต่ไม่สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาที่ระบุไว้
 - 1 คะแนน หมายถึง ไม่สามารถอธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหาให้ สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาที่ระบุได้

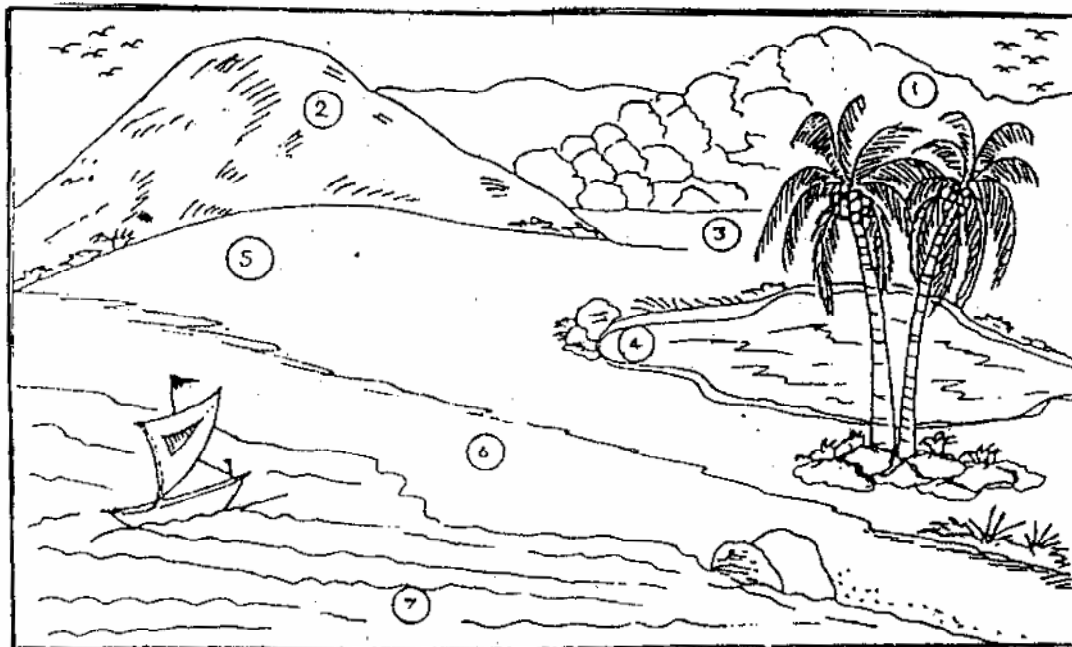
แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ – สกุล เพศ ชั้น
 อายุ ปี เดือน

คำแนะนำในการทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบมีทั้งหมด 3 ข้อ
2. แบบทดสอบชุดนี้สร้างขึ้นเพื่อวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่งผลจากการศึกษาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดการเรียนการสอนในระดับนี้ ข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบชุดนี้จะนำไปใช้ในการวิจัยเท่านั้น จะไม่มีผลเสียต่อนักเรียนและโรงเรียนของนักเรียนแต่ประการใด
3. นักเรียนจะได้คะแนนสูงถ้าตอบได้มากวิธี มีเหตุผลและเป็นแนวคิดใหม่ที่เป็นของนักเรียนเองหรือตอบเรื่องที่คนอื่นคิดไม่ถึง
4. แบบทดสอบแต่ละข้อให้เวลานักเรียนทำข้อละ 15 นาที ถ้านักเรียนได้ยินสัญญาณหมดเวลาให้หยุดทำทันทีแล้วเตรียมทำข้อต่อไป
5. เขียนชื่อ – สกุล เพศ ชั้น อายุ ให้เรียบร้อยก่อนลงมือทำแบบทดสอบ

ข้อที่ 1 “การใช้ประโยชน์”



หมายเลข 1 ภูเขาที่มีต้นไม้

หมายเลข 2 ภูเขาที่ไม่มีต้นไม้ (อาจจะมีหญ้าหรือพืชขนาดเล็ก)

หมายเลข 3 ที่ราบ

หมายเลข 4 หนองน้ำ (น้ำจืด)

หมายเลข 5 ที่เนิน

หมายเลข 6 หาดทราย

หมายเลข 7 ทะเล

ถ้านักเรียนมีที่ดินเป็นของตนเองและมีลักษณะดังปรากฏในภาพข้างบนนี้ นักเรียนคิดว่า จะใช้ประโยชน์จากที่ดินผืนนี้ได้อย่างไรบ้าง

นักเรียนอาจจะคิดการใช้ประโยชน์จากที่ดินบริเวณใดบริเวณหนึ่งซ้ำ ๆ กันก็ได้

ข้อ 2 “ นักประดิษฐ์ ”

ให้นักเรียนเลือกวัสดุใช้แล้วที่กำหนดให้มาประกอบเป็นเครื่องมือหรือของใช้ที่จะนำไปใช้
ด้านต่าง ๆ เช่น

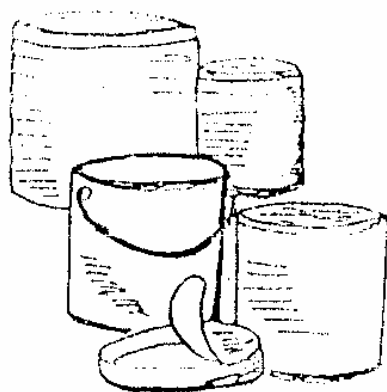
- การทดลองทางวิทยาศาสตร์
- การใช้สอยในชีวิตประจำวัน
- อื่น ๆ

นักเรียนจะเลือกใช้อุปกรณ์ที่กำหนดให้นี้กี่ชนิดก็ได้ เปลี่ยนขนาดหรือใช้วัสดุซ้ำ ๆ กันก็ได้

นักเรียนจะใช้วัสดุอื่น ๆ เช่น มีด กรรไกร ฆ้อน กาว เทปติดกระดาษ ฯลฯ
ประกอบด้วยก็ได้

พยายามคิดเครื่องมือหรือของใช้ที่เป็นไปได้และแปลก ๆ ใหม่ ๆ ให้มากวิธีที่สุดเท่าที่จะ
คิดได้ บอกการนำไปใช้และวาดรูป หรือบรรยายวิธีทำเครื่องมือหรือของใช้แต่ละชุดที่นักเรียนคิด
ได้อย่างย่อ ๆ ในช่องว่างข้างล่างนี้ (ดูตัวอย่างประกอบ)

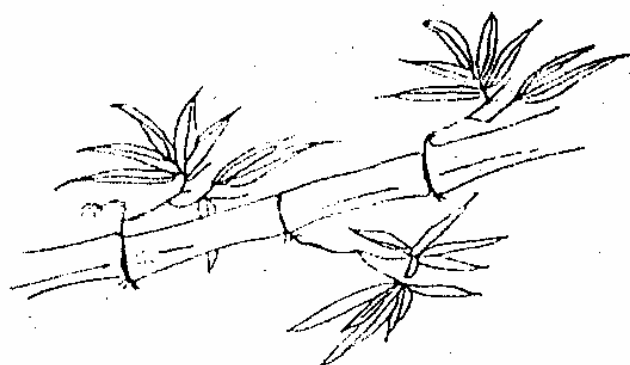
อุปกรณ์ที่กำหนดให้



กระป๋อง



ขวด (พร้อมฝาปิด)



ไผ่

ตัวอย่าง : การบรรยายวิธีทำเครื่องมือหรือของใช้อย่างย่อ ๆ

เครื่องมือชุดที่ 1 1. เหลาไม้ไผ่ให้กลมมีขนาดสม่ำเสมอยาวประมาณ 1 ฟุต

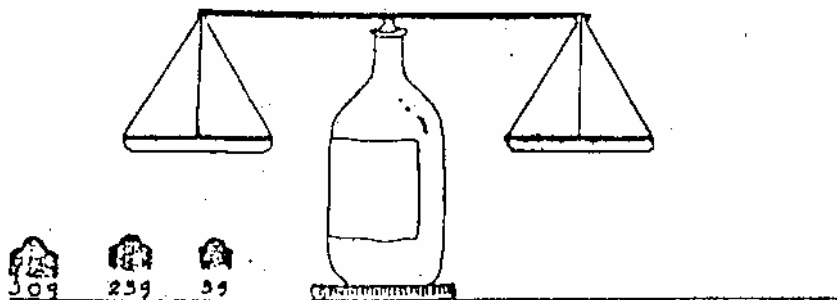
2. ใช้เชือกผูกฝากระป๋องตรงรูที่เจาะทั้ง 3 รู (ฝากระป๋องขนาดเท่ากัน 2 ฝา เจาะรูระยะห่างเท่ากัน ฝาละ 3 รู) เชือกแต่ละเส้นมีความยาวเท่ากัน

3. รวบปลายเชือกมาขมวดแล้วผูกกับปลายทั้ง 2 ข้างของไม้ไผ่

4. นำไม้ไผ่นี้มาวางบนปากขวด ให้ปลายทั้ง 2 ข้างห่างจากขวดเท่ากัน ใช้เทปติดไม้กับขวดให้แน่น

การนำไปใช้ ใช้หาน้ำหนักของวัตถุบางอย่างได้ (เครื่องชั่งอย่างง่าย) หรือ : การวาด
รูปเครื่องมือหรือเครื่องใช้

เครื่องมือชุดที่ 1



การนำไปใช้ ใช้หาน้ำหนักของวัตถุบางอย่างได้ (เครื่องชั่งอย่างง่าย)

เครื่องมือชุดที่ 2

.....

การนำไปใช้

เครื่องมือชุดที่ 3

.....

การนำไปใช้

เครื่องมือชุดที่ 4

.....

การนำไปใช้

เครื่องมือชุดที่ 5

.....

การนำไปใช้
 เครื่องมือชุดที่ 6

การนำไปใช้
 เครื่องมือชุดที่ 7

การนำไปใช้
 เครื่องมือชุดที่ 8

การนำไปใช้
 เครื่องมือชุดที่ 9

การนำไปใช้

ข้อ 3 “ นักค้นคว้า “

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

สมมติว่านักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ท่านนั้น ให้นักเรียนคิดวิธีการทดลองเพื่อนำส่วนต่าง ๆ ของพืชชนิดนี้มาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น

- ด้านวิทยาศาสตร์
- ด้านการเกษตร
- ด้านอุตสาหกรรม
- อื่น ๆ

พยายามคิดวิธีทดลองที่เป็นไปได้หลาย ๆ แบบ อธิบายวิธีทดลองประกอบอย่างย่อ ๆ
นักเรียนจะใช้อุปกรณ์ สารเคมี หรือเครื่องมืออื่นใดประกอบด้วยก็ได้

วิธีที่ 1

.....

วิธีที่ 2

.....

วิธีที่ 3

.....

วิธีที่ 4

.....

วิธีที่ 5

.....

วิธีที่ 6

.....

วิธีที่ 7

.....

วิธีที่ 8

.....

วิธีที่ 9

.....

วิธีที่ 10

.....

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

การตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

เนื่องจากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบวัดที่ให้นักเรียน แสดงความคิดออกมา ซึ่งความคิดนั้นอาจจะเป็นความคิดที่เป็นไปได้และเป็นไปไม่ได้ เพื่อเพิ่มความมั่นใจในการตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยยึดเกณฑ์การให้คะแนนความคิดริเริ่ม ของซูมาลี กาญจนชาติ และคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดของ วินัย ดำสุวรรณ ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองอีกครั้ง เพื่อหาแนวคำตอบเพิ่มเติม (ตัวดำ)

วิธีการตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการตรวจให้คะแนนเป็นลำดับขั้น ดังนี้

1. ผู้วิจัยอ่านคำตอบทุกคำตอบของนักเรียนทุกคนแล้วพิจารณาตัดคำตอบที่เป็นไปไม่ได้ ออก คงไว้เฉพาะคำตอบที่เป็นไปได้ ในขั้นตอนนี้ยังไม่มีกรให้คะแนน คำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมด จะได้รับการตรวจให้คะแนนในอีก 3 ด้าน คือ ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม

2. นับจำนวนคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดของผู้ตอบแต่ละคนให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน เป็นคะแนนความคล่องในการคิด

3. พิจารณาจัดกลุ่มคำตอบของผู้ตอบแต่ละคนแล้วให้คะแนนกลุ่มคำตอบที่เป็นคนละประเภทหรือคนละทิศทาง กลุ่มละ 1 คะแนน โดยไม่คำนึงถึงว่าจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่ คะแนนส่วนนี้เป็นคะแนนความยืดหยุ่นในการคิด เช่น

ความยืดหยุ่นในการคิด

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

ช.1 = การเลี้ยงสัตว์เพื่อการพักผ่อนและอนุรักษ์ เช่น ทำสวนสัตว์, วนอุทยาน, พิพิธภัณฑ์สัตว์น้ำ

ช.2 = ประกอบอาชีพเกี่ยวกับสัตว์ เช่น ทำการประมง ทำปศุสัตว์

ช.3 = สร้างที่พักอาศัย

ช.4 = สร้างสถานที่ออกกำลังกายและพักผ่อน

ช.5 = นำทรัพยากรธรรมชาติไปขาย, ประดิษฐ์สิ่งของต่าง ๆ

ช.6 = ใช้ในการบริโภค อุปโภค

ช.7 = สร้างสิ่งก่อสร้าง สถานี ประดิษฐ์กรรมแปลงบนสถานที่ที่กำหนดให้ เช่น เมืองใต้ น้ำ, ภูเขาทอง, ปราสาททราย, หอดูดาว, อุโมงค์, ศูนย์อนุรักษ์สัตว์น้ำ, สหรัยทะเล และปะการัง

ช.8 = ใช้ดินทำการเกษตร เช่น ทำนา ทำไร่ ทำสวน

ช.9 = นำพืชผักที่อยู่ตามธรรมชาติมาทำยา และเป็นอาหาร

ช.10 = ใช้เป็นเส้นทางคมนาคม ทั้งทางน้ำ ทางบก และทางอากาศ

ช.11 = ป้องกันภัยธรรมชาติ

ช.12 = เป็นสถานที่ที่ให้ความรู้

ช.13 = ใช้ที่ดินทำเหมืองแร่

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

ป.1 = การประดิษฐ์สิ่งของและของเล่น โดยใช้กระป๋องเพียงอย่างเดียว เช่น ทำกระป๋อง
ออมสิน, กล้องใส่ดินสอ, โทรศัพท์

ป.2 = การประดิษฐ์สิ่งของและของเล่น โดยใช้ขวดเพียงอย่างเดียว เช่น แจกัน,
ภาชนะใส่ของ, เครื่องประดับ, เครื่องดนตรี

ป.3 = การประดิษฐ์สิ่งของและของเล่น โดยใช้ไม้ไผ่เพียงอย่างเดียว เช่น ไม้คาน, คัน
เบ็ด, คันธนู, เครื่องดนตรี

ป.4 = การประดิษฐ์สิ่งของและของเล่น ที่ใช้วัสดุที่กำหนดมาประกอบกันมากกว่า 1 ชิ้น

ป.5 = อุปกรณ์การทดลองที่ใช้วัสดุที่กำหนดให้มากกว่า 1 ชิ้น มาประกอบกันหรือใช้
ประกอบกับวัสดุอื่น ๆ ก็ได้

ป.6 = เครื่องใช้ส่วนตัวหรือเครื่องใช้ในบ้านที่นำวัสดุที่กำหนดให้มากกว่า 1 ชิ้น มา
ดัดแปลงเป็นประโยชน์ได้

ป.7 = การประดิษฐ์สิ่งของและของเล่นโดยใช้วัสดุอื่น ๆ นอกเหนือจากวัสดุที่
กำหนดให้

ป.8 = การประดิษฐ์สิ่งของและของเล่นที่ใช้วัสดุที่กำหนดให้มากกว่า 1 ชิ้น มา
ประกอบกันหรือใช้เป็นส่วนประกอบกับวัสดุอื่น ๆ ก็ได้

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

ค.1 = ทดลองปลูกโดยไม่ระบุสถานการณ์เพิ่มเติม เช่น ทดลองนำเมล็ด ต้นกล้า กิ่ง ใบ
มาปลูก

ค.2 = ทดลองปลูก โดยระบุสถานการณ์เพิ่มเติม เช่น ปลูกให้ได้รับแสงมากกว่าหรือน้อย
กว่า 6 ชม., ปลูกใกล้ – ไกล แอ่งน้ำ, ปลูกโดยได้รับแสงแดดไม่เท่ากัน

ค.3 = ทดลองขยายพันธุ์ด้วยวิธีต่าง ๆ

ค.4 = นำส่วนต่าง ๆ ให้สัตว์กิน ซึ่งใช้เป็นวิธีการทดลองเพื่อตรวจสอบพืช, ทดลองทำยา
และทดลองว่าเป็นอาหารได้หรือไม่

ค.5 = ทดลองทำปุ๋ย

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

ค.7 = ทดลองตรวจสอบดินบริเวณที่พืชขึ้น

ข้อ 4 นับความถี่จากคำตอบของนักเรียนทั้งหมด โดยบันทึกคำตอบ และขีดเป็นรอยความถี่ของคำตอบที่ซ้ำกันจนครบทุกคน แล้วตรวจคำตอบของแต่ละคนว่าตกอยู่ในความถี่เท่าใดแล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์การใช้คะแนนความคิดริเริ่ม ดังนี้

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

ความคิดริเริ่ม

คำตอบที่ได้คะแนนความคิดริเริ่มระดับต่าง ๆ ตามข้อทดสอบ แสดงเป็นตัวอย่างดังต่อไปนี้

ข้อ 1 การใช้ประโยชน์

คำตอบที่ได้ 0 คะแนน เช่น ทำนา, ทำไร่, เลี้ยงสัตว์, ทำการประมง, สร้างที่พักตากอากาศ, สร้างหอดูดาว, ทำป่าไม้, นำหินทรายไปสร้างถนน, ทำนาเกลือ, นำทรายมาทำแก้ว, ทำปูนขาว

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

คำตอบที่ได้ 2 คะแนน เช่น สร้างสวนสาธารณะได้น้ำ, ทำน้ำพุสร้าง, สร้างหิมะเทียมให้เล่นสกี, จัดแข่งปีนเขา, สร้างสถานที่พักผ่อน

คำตอบที่ได้ 3 คะแนน เช่น กระโจมกลางทะเล, สวนสนุกใต้ภูเขา, สร้างสุสานฝังศพ, สร้างสถานที่ทดลองทางวิทยาศาสตร์, สร้างภูเขาทราย

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

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

ข้อ 2 นักประดิษฐ์

คำตอบที่ได้ 0 คะแนน เช่น ทำการปลูกอมสิน, ทำการถางต้นไม้, นาฬิกาทราย, เครื่องกรองน้ำ, กระดิ่งไม้ไผ่, ชั้นวางของ, โทรทัศน์, ที่เขียนบุรี, กระบอกข้าวหลาม, บัวรดน้ำ, ไม้จิ้มฟัน, เครื่องดนตรี

คำตอบที่ได้ 1 คะแนน เช่น กระบอกไฟฉาย, เรือไม้ไผ่, โคมไฟสาน, เครื่องวัดทิศทางลม, ป้ายชื่อไม้ไผ่, เทอร์โมมิเตอร์อย่างง่าย, โคมบายไล่นก, ตะเกียง, กรอบรูป, มู่ลี่บังแดด, ทำกล่อง

คำตอบที่ได้ 2 คะแนน เช่น เครื่องตัดตัด, เครื่องมือทดลองเรื่องความร้อนทำให้อากาศขยายตัว, เครื่องเสียง, ไม้สอยแม่เหล็ก, ลอบดักปลา, แก้วอึ้ง, แพ

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

คำตอบที่ได้ 4 คะแนน เช่น เรือกระป๋องแล่นด้วยความร้อน, ทำถังน้ำมันรถจักรยานยนต์ด้วยขวด, ที่กันขโมย, กล้องส่องทางไกล

คำตอบที่ได้ 5 คะแนน เช่น ทำการบอกตัวรถเมล์ด้วยไม้ไผ่, สร้างเครื่องมือออกกำลังกาย, เขียวแหพระไม้ไผ่, เครื่องกักไข่, ที่ฉีดน้ำอัดลม

ข้อ 3 นักค้นคว้า

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

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

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

คำตอบที่ได้ 3 คะแนน เช่น ทดลองนำต้นกล้วยปลูกในโคลนตม, ทดลองเพาะเมล็ดในที่มีอุณหภูมิร้อนจัด

คำตอบที่ได้ 4 คะแนน เช่น นำส่วนต่าง ๆ มาอบความร้อนแล้วดูผล, ทดลองปลูกในกระถางแต่ให้น้ำต่างกัน 2 กระถาง

คำตอบที่ได้ 5 คะแนน เช่น นำต้นกล้วยมาทดลองปลูกในหลอดแก้ว 3 หลอดที่มีก๊าซออกซิเจน, ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, และไฮโดรเจน, ผสมผลของพืชกับอาหารสุนัขแล้วเปรียบเทียบระหว่างสุนัขที่กินอาหารผสม กับกินอาหารอย่างเดียว, นำดินที่พืชชนิดนั้นขึ้นอยู่มาทดสอบ, นำเมล็ดไปปลูกที่หาดทราย

ภาคผนวก จ

1. คะแนนแบบทดสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับแบบทดสอบโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. คะแนนแบบทดสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
3. คะแนนแบบทดสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 4 แสดงคะแนนก่อนและหลังได้รับแบบทดสอบโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
(คะแนนเต็ม 20 คะแนน)

ลำดับที่	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง
1	10	17
2	11	18
3	13	20
4	9	16
5	7	19
6	12	18
7	13	20
8	10	17
9	7	18
10	12	20
11	8	19
12	12	18
13	12	19
14	8	16
15	8	17
16	9	17
17	8	18
18	12	19
19	10	16
20	7	15
21	10	19
22	9	18
23	11	20
24	9	18
25	10	17
26	11	16
27	10	19
28	11	18

ตาราง 4 (ต่อ)

ลำดับที่	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง
29	8	19
30	4	16
31	3	15
32	8	16
33	10	17
34	9	18
35	7	17
36	10	16
37	8	18
38	7	17
39	10	18
40	9	19
41	12	20
42	9	17
43	8	15
44	5	18
45	9	17
46	10	18
47	12	18
48	11	17
49	12	16
50	13	20
รวมคะแนน	473	884
$\bar{X}$	9.46	17.68
S.D.	2.23	1.41

ตาราง 5 แสดงคะแนนก่อนและหลังได้รับแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์ โดยรวมทั้ง 4 ด้าน (คะแนนเต็ม 120 คะแนน)

ลำดับที่	กลุ่มทดลอง	
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง
1	95	106
2	89	119
3	97	111
4	99	114
5	83	117
6	82	120
7	70	95
8	84	109
9	94	106
10	97	113
11	81	112
12	85	119
13	84	119
14	86	104
15	93	120
16	87	118
17	78	107
18	85	109
19	105	113
20	77	103
21	80	119
22	85	101
23	88	111
24	89	117
25	101	119
26	82	104
27	82	101
28	92	96

ตาราง 5 (ต่อ)

ลำดับที่	กลุ่มทดลอง	
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง
29	95	104
30	79	102
31	80	117
32	101	114
33	97	102
34	85	108
35	85	114
36	87	116
37	80	116
38	82	120
39	82	116
40	88	101
41	89	106
42	84	120
43	106	111
44	90	102
45	85	120
46	89	120
47	81	120
48	80	109
49	96	111
50	102	105
รวมคะแนน	4393	5556
$\bar{X}$	87.86	108.54
S	7.89	11.17

ตาราง 6 แสดงคะแนนก่อนและหลังได้รับแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
(คะแนนเต็ม 65 คะแนน)

ลำดับที่	กลุ่มทดลอง	
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง
1	47	53
2	40	44
3	50	64
4	41	45
5	50	62
6	48	56
7	46	65
8	49	65
9	55	62
10	28	37
11	62	65
12	48	49
13	42	58
14	42	49
15	38	53
16	36	51
17	58	65
18	41	52
19	30	55
20	59	61
21	49	45
22	57	65
23	51	55
24	54	65
25	43	44
26	52	64
27	37	49
28	50	55

ตาราง 6 (ต่อ)

ลำดับที่	กลุ่มทดลอง	
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง
29	44	47
30	48	65
31	43	53
32	42	44
33	51	60
34	39	51
35	51	65
36	38	45
37	40	46
38	31	57
39	59	63
40	46	51
41	50	51
42	54	65
43	56	65
44	30	45
45	34	46
46	41	65
47	32	54
48	46	56
49	50	65
50	47	65
รวมคะแนน	2,275	2,777
$\bar{X}$	45.50	55.54
S	8.07	8.27

ภาคผนวก จ

1. แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
2. คะแนนแบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
แบบทดสอบโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คำชี้แจง โปรดพิจารณา และประเมินรายการแบบทดสอบโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในด้านลักษณะการใช้คำถามเหมาะสม ความถูกต้องทางภาษา ความเหมาะสมกับระดับนักเรียน โดยขอความกรุณาเขียน ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นตามแนวความคิดของท่าน โดยกำหนดไว้ดังนี้

- + 1 หมายถึง เห็นด้วย
 0 หมายถึง ไม่แน่ใจ
 - 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วย

ชื่อเรื่อง

การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผู้วิจัย

นายกิติภูมิ เลิศกิตติกุลโยธิน
 วิชาเอก การมัธยมศึกษา (การสอนวิทยาศาสตร์)
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

รองศาสตราจารย์ ดร. ชุตินา วัฒนศิริ

ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ – สกุล (ผู้เชี่ยวชาญ).....
 ตำแหน่ง.....วุฒิการศึกษา.....
 สถานที่ทำงาน.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

แบบทดสอบโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คำชี้แจง โปรดพิจารณาและประเมินรายการแบบทดสอบวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในด้านความชัดเจนในข้อคำถาม ความเหมาะสมของตัวเลือก ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ของกิจกรรม ความสอดคล้องของพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยขอความกรุณาเขียน ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นตามแนวความคิดของท่าน โดยกำหนดไว้ดังนี้

- | | | |
|-----|---------|---|
| + 1 | หมายถึง | เมื่อแน่ใจว่า ข้อสอบนั้นสามารถวัดได้ตรงพฤติกรรมที่ต้องการวัด |
| 0 | หมายถึง | เมื่อไม่แน่ใจว่า ข้อสอบนั้นสามารถวัดได้ตรงพฤติกรรมที่ต้องการวัด |
| - 1 | หมายถึง | เมื่อแน่ใจว่า ข้อสอบนั้นไม่สามารถวัดได้ตรงพฤติกรรมที่ต้องการวัด |

[illegible]

ข้อที่	ความชัดเจนของ คำถาม			ความเหมาะสมของ ตัวเลือก			ความสอดคล้องกับ จุดประสงค์การ เรียนรู้			ความสอดคล้องของ พฤติกรรมที่ต้องการ วัด		
	+1	0	-1	+1	0	-1	+1	0	-1	+1	0	-1
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												

ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์เพิ่มเติม.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

ตาราง 7 คะแนนการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบโครงงานวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยีของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน

ข้อที่	ความชัดเจนของ คำถาม					ความเหมาะสมของ ตัวเลือก					ความสอดคล้องกับ จุดประสงค์การ เรียนรู้					ความสอดคล้อง ของพฤติกรรม ที่ต้องการวัด				
	ค.น. ที่1	ค.น. ที่2	ค.น. ที่3	รวม	IOC	ค.น. ที่1	ค.น. ที่2	ค.น. ที่3	รวม	IOC	ค.น. ที่1	ค.น. ที่2	ค.น. ที่3	รวม	IOC	ค.น. ที่1	ค.น. ที่2	ค.น. ที่3	รวม	IOC
1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
2	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
3	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
4	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
5	+1	0	+1	2	0.66	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
6	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
7	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
8	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
9	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
10	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
11	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
12	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
13	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
14	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
15	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
16	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
17	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
18	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
19	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
20	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
21	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
22	0	+1	+1	2	0.66	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
23	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
24	+1	0	+1	2	0.66	0	+1	+1	2	0.66	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
25	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
26	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
27	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
28	+1	+1	+1	3	1	+1	0	+1	2	0.66	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
29	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
30	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1

ภาคผนวก ช

1. ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. ค่าอำนาจจำแนก (t) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
3. ค่าอำนาจจำแนก (t) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
4. คะแนนประสิทธิภาพของแบบฝึกโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (E1/E2)

ตาราง 8 ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
แบบทดสอบโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ข้อที่	P	r	หมายเหตุ
1	0.54	0.71	ใช้ได้
2	0.50	0.50	ใช้ได้
3	0.73	0.39	ใช้ได้
4	0.66	0.61	ใช้ได้
5	0.38	0.61	ใช้ได้
6	0.59	0.68	ใช้ได้
7	0.61	0.43	ใช้ได้
8	0.46	0.64	ใช้ได้
9	0.52	0.61	ใช้ได้
10	0.38	0.75	ใช้ได้
11	0.68	0.57	ใช้ได้
12	0.59	0.54	ใช้ได้
13	0.66	0.39	ใช้ได้
14	0.61	0.57	ใช้ได้
15	0.68	0.43	ใช้ได้
16	0.59	0.54	ใช้ได้
17	0.57	0.71	ใช้ได้
18	0.52	0.54	ใช้ได้
19	0.55	0.75	ใช้ได้
20	0.68	0.43	ใช้ได้

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เท่ากับ 0.81

ตาราง 9 ค่าอำนาจจำแนก (t) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ
แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการ แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (t)
1. ด้านระบุปัญหา	1.1	2.895
	1.2	4.416
	1.3	7.500
	1.4	3.207
	1.5	4.629
	1.6	6.325
	1.7	3.825
	1.8	5.941
	1.9	11.078
	1.10	6.743
2. ด้านวิเคราะห์ปัญหา	2.1	3.825
	2.2	3.742
	2.3	4.629
	2.4	5.500
	2.5	3.333
	2.6	2.739
	2.7	3.323
	2.8	3.742
	2.9	6.743
	2.10	2.941

ตาราง 9 (ต่อ)

ความสามารถในการ แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (t)
3. ด้านกำหนดวิธีการ	3.1	3.959
	3.2	3.742
	3.3	3.959
	3.4	3.207
	3.5	2.521
	3.6	2.941
	3.7	4.382
	3.8	4.382
	3.9	12.000
	3.10	2.309
4. ด้านตรวจสอบผลลัพธ์	4.1	6.743
	4.2	2.739
	4.3	3.323
	4.4	2.739
	4.5	2.521
	4.6	6.325
	4.7	8.124
	4.8	6.325
	4.9	3.959
	4.10	2.739

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
เท่ากับ 0.94

ตาราง 10 ค่าอำนาจจำแนก (t) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์	ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (t)
1. ด้านความคล่องในการคิด	1.1	5.196
	1.2	10.645
	1.3	10.647
2. ด้านความคิดยืดหยุ่น	2.1	3.584
	2.2	12.569
	2.3	16.665
3. ด้านความคิดริเริ่ม	3.1	2.551
	3.2	8.949
	3.3	13.198

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 0.86

ตาราง 11 คะแนนประสิทธิภาพของแบบฝึกโครงการงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (E1/E2)

ลำดับ	แบบฝึก ชุดที่ 1	แบบฝึก ชุดที่ 2	แบบฝึก ชุดที่ 3	แบบฝึก ชุดที่ 4	แบบฝึก ชุดที่ 5	แบบฝึก ชุดที่ 6	E1	E2
คะแนนเต็ม	6	3	6	3	5	2	รวม 25	รวม 20
1	5	3	5	3	5	2	23	17
2	6	3	6	2	4	1	22	18
3	5	3	2	2	3	2	17	20
4	6	2	6	3	4	2	23	16
5	5	3	6	3	3	1	21	19
6	6	2	6	3	4	2	23	18
7	5	3	5	3	5	2	23	20
8	6	3	6	3	4	2	24	17
9	5	3	2	2	3	2	17	18
10	5	3	5	3	5	1	22	20
11	6	3	6	3	4	2	24	19
12	6	2	6	3	4	2	23	18
13	5	3	6	3	3	1	21	19
14	5	3	5	3	5	2	23	16
15	6	3	6	2	4	1	22	17
16	6	3	5	2	4	1	21	17
17	5	3	2	2	3	2	17	18
18	6	2	6	3	4	2	23	19
19	5	3	6	3	3	1	21	16
20	5	3	2	2	3	2	17	15
21	5	1	6	3	4	2	21	19
22	6	3	6	3	4	2	24	18
23	5	1	6	3	4	2	21	20
24	5	3	6	3	3	1	21	18
25	5	1	6	3	4	2	21	17
26	5	3	6	3	3	1	21	16
27	6	3	5	2	4	1	21	19
28	5	2	6	3	5	2	23	18

ตาราง 11 (ต่อ)

ลำดับ	แบบฝึก ชุดที่ 1	แบบฝึก ชุดที่ 2	แบบฝึก ชุดที่ 3	แบบฝึก ชุดที่ 4	แบบฝึก ชุดที่ 5	แบบฝึก ชุดที่ 6	E1	E2
คะแนนเต็ม	6	3	6	3	5	2	25	20
29	5	2	6	3	5	2	23	19
30	5	3	2	2	3	2	17	16
31	5	1	6	3	4	2	21	15
32	6	3	6	2	4	1	22	16
33	6	3	5	2	4	1	21	17
34	5	3	5	3	5	2	23	18
35	6	3	6	2	4	1	22	17
36	6	3	5	2	4	1	21	16
37	6	3	6	3	5	2	25	18
38	6	3	6	3	5	2	25	17
39	6	3	6	3	5	2	25	18
40	6	3	6	3	5	2	25	19
41	5	3	5	3	5	2	23	20
42	6	3	6	3	5	2	25	17
43	6	3	6	3	4	2	24	15
44	6	3	6	3	4	2	24	18
45	6	3	6	2	4	1	22	17
46	5	2	6	3	5	2	23	18
47	5	2	6	3	5	2	23	18
48	5	1	6	3	4	2	21	17
49	5	2	6	3	5	2	23	16
50	6	2	6	3	4	2	23	20
รวม	274	130	270	136	206	85	1101	884
$\bar{X}$	5.48	2.60	5.40	2.72	4.12	1.70	22.02	17.68
S	0.50	0.67	1.21	0.45	0.72	0.46	2.11	1.41
ประสิทธิภาพ (E1/E2)	91.33	86.67	90.00	90.67	82.40	85.00	88.08	88.40

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ชื่อ	นายกิติภูมิ เลิศกิตติกุลโยธิน
วันเดือนปีเกิด	17 พฤษภาคม 2511
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	9/225 หมู่บ้านคลัสเตอร์เรือนไทย ต.บางบัวทอง อ.บางบัวทอง จ.นนทบุรี 11110 โทร. 02-9225895
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	หัวหน้าฝ่ายกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนช่างตากุ้งคอนแวนท์ เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร 10600 โทร. 02-4650954
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2529	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนกุนนทีรุทธารามวิทยาคม
พ.ศ. 2534	ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป วิทยาลัยครูสวนดุสิต
พ.ศ. 2550	ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา (การสอนวิทยาศาสตร์) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ