

การศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต  
ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น



นางสาวพิศลาวัฒน์ ศุภอุทุมพร

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชามัธยมศึกษา


คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2545

ISBN 974-17-3172-8

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A STUDY ON USING SCIENTIFIC METHOD IN LEARNING SCIENCE PROJECTS  
AND QUALITY OF LIFE SUBJECT OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS



Miss Pitulawan Supa-utumporn

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Education in Science Education

Department of Secondary Education

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic Year 2002

ISBN 974-17-3172-8



พิศุลาวัฒน์ ศุภอุทุมพร : การศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาโครงการ  
วิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ( A STUDY ON USING  
SCIENTIFIC METHOD IN LEARNING SCIENCE PROJECTS AND QUALITY OF LIFE  
SUBJECT OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS ) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.  
พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 112 หน้า, ISBN 974-17-3172-8

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาโครงการ  
วิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ตัวอย่างประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม จำนวน 17 กลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ  
แนวทางการศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต  
เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการสังเกต การสัมภาษณ์ และการศึกษาเอกสาร วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าร้อยละ  
และการวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการศึกษารูปได้ดังนี้

นักเรียนทุกกลุ่มเลือกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง โดยปฏิบัติตามขั้นตอนของวิธีการ  
ทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงการครบทุกขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุปัญหา กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่ระบุปัญหาได้ด้วยตนเองจากการสังเกตปรากฏการณ์ แต่  
นักเรียนบางกลุ่มมีบุคคลอื่นระบุให้
2. การตั้งสมมติฐาน กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่ตั้งสมมติฐานจากความรู้และประสบการณ์เดิม
3. การรวบรวมข้อมูล นักเรียนทุกกลุ่มสามารถออกแบบการทดลองได้ โดยระบุตัวแปรต้น ตัวแปร  
ตาม และตัวแปรควบคุม กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ วิธีการทดลอง และวิธีบันทึกข้อมูล กลุ่มนักเรียน  
ส่วนใหญ่ทำการทดลองตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ แต่มีนักเรียนบางกลุ่มยังใช้เครื่องมือทดลองไม่ถูกต้อง
4. การวิเคราะห์ข้อมูล กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่สามารถจัดกระทำข้อมูลโดยการเรียงลำดับ การ  
จัดแยกประเภทแล้วนำเสนอข้อมูลในแบบตาราง แต่ยังพบว่า นักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถสื่อความหมายข้อมูล  
ได้ชัดเจน เช่น การไม่เขียนชื่อตารางนำเสนอข้อมูล
5. การสรุปความรู้ใหม่ กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่สามารถสรุปความรู้ใหม่จากการทดลองได้

ภาควิชา	มัธยมศึกษา	ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชา	การศึกษาศาสตร์	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา	2545	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

##4383729027: MAJOR SCIENCE EDUCATION

KEY WORD: SCIENTIFIC METHOD

PITULAWAN SUPA-UTUMPORN: A STUDY ON USING SCIENTIFIC METHOD IN LEARNING SCIENCE PROJECTS AND QUALITY OF LIFE SUBJECT OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS THESIS ADVISOR: ASST.PROF.PIMPAN DACHAKUPT, Ph. D 112 pp. ISBN 974-17-3172-8

The purpose of this research was to study the use of scientific method in learning science projects and quality of life subject of lower secondary school students. The sample was matthayom sukka three students from Chulalongkorn Demonstration School, which were then divided into 17 groups. The research instrument were the guideline to observe, interview and documentary analysis on the use of scientific method in learning science projects and quality of life subject. The collected data were by both percentage and content analysis.

The research results were indicated that:

All groups of students chose the experimental research project in doing science project and they followed the every steps of the scientific method as follows:

1. State the problem. Almost all the groups of students were able to state the problems through their own observation. But some groups derived the problems with the helps from teachers or parents.
2. Make the hypothesis. Almost all the groups of students came up with hypothesis based on their prior knowledge or experiences.
3. Collect the data. Almost all the groups of student were able to design their own experiment. They could identified variables; dependent variable, independent variable and control variable, defined operation definitions, determined methods and steps in doing research as well as how to record data. Most groups of students were also able to do the experiment as planned. However, it was found that some groups of students still lacked of skills in using scientific instruments.
4. Analyze the data. Almost all the groups of students were able to organize data such as prioritizing, categorizing and comparing as well as presenting by table. However some groups of students were lacked of skills in communicating data and failed in providing the heading for the tables.
5. Conclusion. Almost all the groups were able to conclude the findings from the experiment.

Department Secondary Education

Field study Science Education

Academic year 2002

Student's signature.....

Advisor's signature.....

Co-advisor's signature.....-.....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่างๆ อันมีคุณค่าต่องานวิจัย ด้วยความเมตตาและความเอาใจใส่อย่างดียิ่งตลอดมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาที่ได้รับ จึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์พร้อมพรรณ อุดมสิน ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ตรวจสอบและให้คำแนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 4 ท่าน คือ รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระชัย ปุรณโชติ ดร.ประมวล ศิริพันธ์แก้ว อาจารย์นิตยา เจริญนิเวศนุกุล และอาจารย์สุวิมล ต้นเจริญ ที่ได้ให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณผู้บริหารโรงเรียนตลอดจนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ที่ได้ให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกแก่ผู้วิจัยในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ทำนนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อมานิชญ์ คุณแม่วันเพ็ญ ศุภอุทุมพร เป็นอย่างสูงที่คอยห่วงใย ให้กำลังใจ และส่งเสริมสนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยตลอดมา ขอขอบคุณคุณพิชญาท ศุภอุทุมพร พี่ชายของผู้วิจัย ตลอดจนรุ่นพี่ เพื่อนๆ และรุ่นน้องทุกคนที่เป็นกำลังใจสนับสนุนและปรารถนาดีกับผู้วิจัยมาโดยตลอด

พิชญาวัณญ์ ศุภอุทุมพร

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญแผนภาพ.....	ฎ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	7
ข้อตกลงเบื้องต้น.....	7
คำจำกัดความของการวิจัย.....	7
2 วรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
วิธีการทางวิทยาศาสตร์.....	9
ความหมายของวิธีการทางวิทยาศาสตร์.....	9
ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์.....	11
การทำโครงงานวิทยาศาสตร์.....	27
ความหมายของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์.....	27
หลักการของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์.....	29
จุดมุ่งหมายของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์.....	29
ความสำคัญและประโยชน์ของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์.....	31
ประเภทของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์.....	33
ขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์.....	35
บทบาทของผู้ที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์.....	44
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	47

## สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3	วิธีดำเนินการวิจัย.....	55
	การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	55
	การกำหนดประชากรและเลือกตัวอย่างประชากร.....	55
	การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	56
	การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	62
	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	64
	สถิติที่ใช้ในการวิจัย .....	64
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	65
	การระบุปัญหา.....	65
	การตั้งสมมติฐาน.....	75
	การรวบรวมข้อมูล.....	76
	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	86
	การสรุปความรู้ใหม่.....	87
5	สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	89
	สรุปผลการวิจัย.....	89
	อภิปรายผลการทดลอง.....	91
	ข้อเสนอแนะ.....	95
	รายการอ้างอิง.....	96
	ภาคผนวก.....	102
	ภาคผนวก ก รายงานผู้ทรงคุณวุฒิ.....	103
	ภาคผนวก ข หนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย.....	105
	ภาคผนวก ค แนวทางการศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์	
	ในการเรียนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต.....	107
	ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	112



สารบัญตาราง

ตารางที่

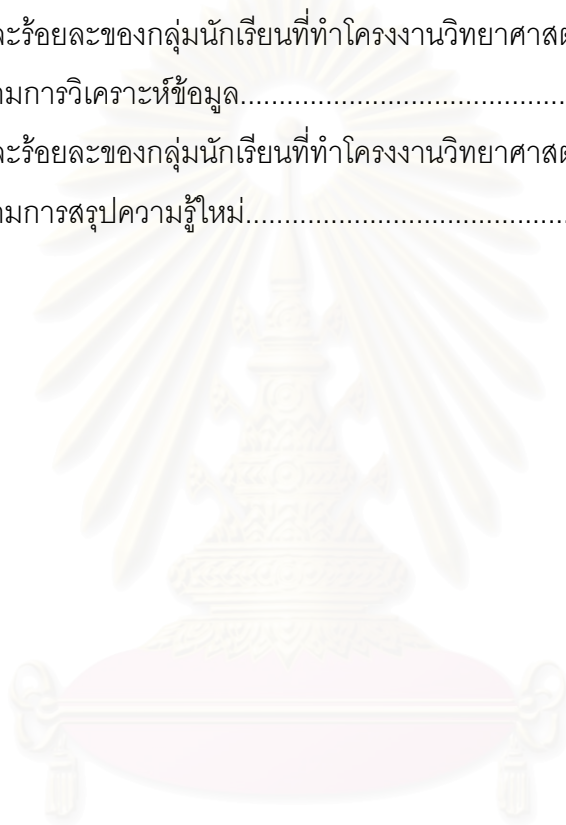
1	กรอบเนื้อหาสาระของการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียน วิชาโครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต.....	57
2	รายละเอียดของข้อมูลที่ได้จากข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ และข้อมูลจากผู้วิจัยปรับปรุงของแนวทางการศึกษาการใช้วิทยาศาสตร์ ในการเรียนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต.....	61
3	จำนวนและร้อยละของกลุ่มนักเรียนที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ จำแนกตามการคิดหัวข้อเรื่องหรือปัญหาที่สนใจจะศึกษา.....	65
4	จำนวนและร้อยละของกลุ่มนักเรียนที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ จำแนกตามหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาเลือกหัวข้อโครงงาน.....	68
5	จำนวนและร้อยละของกลุ่มนักเรียนที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ จำแนกตามการตั้งชื่อโครงงาน ระบุปัญหาและระบุวัตถุประสงค์.....	70
6	จำนวนและร้อยละของกลุ่มนักเรียนที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ จำแนกตามการระบุที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	73
7	จำนวนและร้อยละของกลุ่มนักเรียนที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ จำแนกตามการตั้งสมมติฐาน.....	75
8	จำนวนและร้อยละของกลุ่มนักเรียนที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ จำแนกตามการกำหนดและควบคุมตัวแปร.....	76
9	จำนวนและร้อยละของกลุ่มนักเรียนที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ จำแนกตามการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร.....	78
10	จำนวนและร้อยละของกลุ่มนักเรียนที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ จำแนกตามการกำหนดวัตถุประสงค์อุปกรณ์และสารเคมี แนวทางการศึกษา ค้นคว้าหรือขั้นตอนการทดลอง และวิธีการบันทึกข้อมูล/ตารางบันทึกข้อมูล.....	79
11	จำนวนและร้อยละของกลุ่มนักเรียนที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ จำแนกตามการดำเนินการทดลอง.....	81
12	จำนวนและร้อยละของกลุ่มนักเรียนที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ จำแนกตามการบันทึกผลการทดลอง.....	83

สารบัญตาราง(ต่อ)

หน้า

ตารางที่

13	จำนวนและร้อยละของกลุ่มนักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ จำแนกตามการตั้งชื่อกำกับการบันทึกผลการทดลอง.....	84
14	จำนวนและร้อยละของกลุ่มนักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ จำแนกตามการวิเคราะห์ข้อมูล.....	86
15	จำนวนและร้อยละของกลุ่มนักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ จำแนกตามการสรุปความรู้ใหม่.....	87



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญแผนภาพ

ฉ

หน้า

แผนภาพที่

- 1 ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ของแมคแครกเคน..... 12
- 2 ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ของดอลฟิน..... 12



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมให้เจริญก้าวหน้า รวมทั้งสร้างเสริมขีดความสามารถของแต่ละประเทศในการแข่งขันระดับนานาชาติ ประเทศไทยได้เล็งเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่นับวันยิ่งเข้ามามีบทบาทต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์ และเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะช่วยยกระดับมาตรฐานความเป็นอยู่ของประชากรให้สูงขึ้น (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2544: คำนำ) การที่จะส่งเสริมพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จะต้องอาศัยการวางรากฐานทางการศึกษาที่มีคุณภาพ เพื่อเตรียมประชากรให้เป็นผู้มีความรู้ ความเข้าใจวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานอย่างเพียงพอ รู้จักคิด ใช้เหตุผลวิเคราะห์ปัญหาและเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2541: 6) เพื่อสามารถก้าวทันการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วได้ แต่จากผลการจัดอันดับความสามารถในการแข่งขันระดับนานาชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศต่างๆ รวม 47 ประเทศ เมื่อปี พ.ศ. 2543 ที่สถาบันการพัฒนากาการบริหารระหว่างประเทศ (International Institute For Management Development: IMD) เป็นผู้ทำการวิจัย พบว่า ความสามารถในการแข่งขันด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ 47 ซึ่งเป็นอันดับสุดท้าย (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2543: 15) และผลการประเมินหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาของประเทศจากการสัมมนาเพื่อพัฒนาระบบการเรียนรู้อุทยานวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นผู้นำแห่งภูมิภาค ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2541 ยังพบว่าการเรียนการสอนในระดับมัธยมศึกษาที่เน้นการฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีส่วนน้อย การฝึกคิดอย่างมีเหตุผล และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีน้อย ขาดการเน้นความสำคัญของการทำโครงการและการทดลองปฏิบัติการ อันเป็นรากฐานสำคัญของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (อัญชลี สิรินทร์วรวงษ์, 2543: 10)

สภาพปัญหาของการศึกษาวิทยาศาสตร์ดังที่กล่าวมานั้น เป็นส่วนหนึ่งของปัญหาทั้งหมดที่เกี่ยวกับระบบการจัดการศึกษาของประเทศไทย ที่ไม่สามารถเตรียมคนไทยให้เผชิญกับยุคสมัยของการเปลี่ยนแปลงได้ (ประเวศ วะสี, 2541: 21) ดังนั้น พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2542: 17-20) จึงกำหนดว่าการจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมี

ความสำคัญที่สุด การจัดการกระบวนการเรียนรู้ต้องมุ่งเน้นการฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์และการประยุกต์ความรู้มาใช้ป้องกันและแก้ไขปัญหา จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่าน และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง ผสมผสานสาระความรู้ด้านต่างๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน ปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ อำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน

การสอนที่ใช้การวิจัยเป็นฐานเป็นการสอนที่สนับสนุนและสอดคล้องกับแนวทางที่กำหนดไว้ข้างต้น (ธีระชัย ปุณณโชติ 2544: 2) การสอนที่ใช้การวิจัยเป็นฐานมีความหมาย 2 นัย นัยแรกคือการสอนให้นักเรียนดำเนินการเสาะแสวงหาความรู้ที่ตนมีความสงสัยใคร่รู้โดยอาศัยกระบวนการวิจัย ส่วนนัยที่สองคือการศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้จากรายงานการวิจัยที่ผู้อื่นได้กระทำไว้ ปัจจุบันมีการจัดการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งคือ การสอนให้นักเรียนทำโครงการ ซึ่งเป็นการแสวงหาความรู้หรือตอบคำถามที่ตนเองสนใจและสงสัยอยากจะรู้คำตอบโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้คำแนะนำของครู ซึ่งวิธีการหาความรู้เพื่อตอบคำถามดังกล่าวเป็นวิธีเดียวกันกับวิธีการที่นักวิจัยใช้ในการทำวิจัยทุกสาขาวิชา ดังนั้นจึงอาจจะกล่าวได้ว่า การวิจัยเบื้องต้นสำหรับเด็กๆ ก็คือ การทำโครงการนั่นเอง

การเรียนรู้โดยการทำโครงการเป็นการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือหลายๆ สิ่งที่ยากหรือคำตอบให้ลึกซึ้งหรือเรียนรู้ในเรื่องนั้นๆ ให้มากยิ่งขึ้น โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีระบบเป็นขั้นตอน มีการวางแผนในการศึกษาอย่างละเอียด ปฏิบัติงานตามแผนที่ได้วางไว้จนได้ข้อสรุปเป็นคำตอบในเรื่องนั้นๆ อาจกล่าวได้ว่าการทำโครงการก็คือการทำโครงการวิจัยนั่นเอง นักเรียนจะได้เรียนรู้ร่วมกันเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ได้สร้างสิ่งที่ชอบ สิ่งที่น่าสนใจหรือถนัด โดยใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ และนำเสนอข้อมูลความรู้ที่นั้นภายใต้บรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ดี ได้แก่ ให้มีทางเลือก มีความหลากหลาย และมีความเป็นกันเอง (จิราภรณ์ ศิริทวี, 2542: 34 ; ลัดดา ภูเกียรติ, 2543: 45 และ สุพิน ดิษฐสกุล, 2542: 49-50) การเรียนรู้โดยการทำโครงการสามารถทำได้ในทุกวิชา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะของเนื้อหาวิชาที่ค่อนข้างได้เปรียบเพราะเน้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการคิด กระบวนการแก้ปัญหา (ลัดดา ภูเกียรติ 2543: 1) ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยการทำโครงการวิทยาศาสตร์นั้นเป็นการศึกษาเพื่อหาแนวทางและวิธีการแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่งทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ นั่นคือ ดำเนินการวางแผนการศึกษาแล้วลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้เพื่อให้เกิดสัมฤทธิ์ผลตามจุดมุ่งหมาย การกระทำดังกล่าวจะช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงออกขณะ

ทำงานกลุ่มร่วมกับเพื่อน และเป็นการพัฒนาศักยภาพของนักเรียนให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น (Fowler, 1964: 91-93 and Gupta, 1981: 28) นอกจากนี้ ธีระชัย ปุรุณโชติ (2544: 70) ยังได้กล่าวถึงการเรียนรู้โดยการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ว่า “เป็นการวิจัยทางวิทยาศาสตร์เบื้องต้นสำหรับนักเรียน ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่สนใจด้วยตนเองโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้คำแนะนำปรึกษาของครูหรือผู้เชี่ยวชาญ “

โครงงานวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่งที่น่าสนใจ ลักษณะของกิจกรรมเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการสืบสอบ แสวงหาความรู้ แก้ปัญหาหรือประดิษฐ์คิดค้นด้วยตนเอง (สุวัฒน์ นิยมคำ 2534: 2-3) นอกจากนี้ ธีระชัย ปุรุณโชติ (2544: 71) ได้กล่าวถึงความสำคัญและคุณค่าของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า การให้นักเรียนทำกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์จะช่วยส่งเสริมให้จุดมุ่งหมายของ หลักสูตรวิทยาศาสตร์สัมฤทธิ์ผลสมบูรณ์ยิ่งขึ้น นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงและได้พัฒนาทักษะในการแสวงหาความรู้โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนาเจตคติ มีความเชื่อมั่นในตนเอง มีความอดทนและเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดีขึ้น

การทำโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นการสืบสอบหาความรู้อย่างมีระบบ มีลำดับขั้นตอน ซึ่ง ธีระชัย ปุรุณโชติ (2544: 73-74) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ **ขั้นที่ 1 การคิดและเลือกชื่อเรื่องหรือปัญหาที่ศึกษา** โดยนักเรียนควรเป็นผู้คิดและเลือกชื่อเรื่องหรือปัญหาที่ศึกษาด้วยตนเองแต่ครูอาจมีบทบาทหรือมีส่วนช่วยเหลือนักเรียนในขั้นตอนนี้ได้ **ขั้นที่ 2 การวางแผนในการทำโครงงาน** ได้แก่ การกำหนดวัตถุประสงค์อุปกรณ์ การควบคุมตัวแปร การกำหนดวิธีการดำเนินการทดลองหรือเก็บรวบรวมข้อมูล **ขั้นที่ 3 การลงมือทำโครงงาน** ได้แก่ การลงมือปฏิบัติตามแผนงานที่ได้วางไว้ล่วงหน้า ประกอบด้วย การเก็บรวบรวมข้อมูล การสร้างหรือการประดิษฐ์ การปฏิบัติการทดลอง แล้วดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งความหมายของข้อมูล และสรุปผลของการศึกษาค้นคว้า **ขั้นที่ 4 การเขียนรายงาน** เป็นการเสนอผลของการศึกษาค้นคว้า เป็นลายลักษณ์อักษรหรือเป็นเอกสาร เพื่ออธิบายให้ผู้อื่นทราบรายละเอียดทั้งหมดของการทำโครงงาน **ขั้นที่ 5 การแสดงผลงาน** เป็นการเสนอผลงานที่ได้ศึกษาค้นคว้าสำเร็จลงแล้วให้ผู้อื่นได้รับรู้และเข้าใจ ซึ่งอาจกระทำได้หลายรูปแบบ เช่น การจัดนิทรรศการ การสาธิตแสดง ประกอบการรายงานปากเปล่า ฯลฯ

การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่ส่งเสริมผู้เรียนทางด้านวิชาการเท่านั้น ผู้เรียนยังได้พัฒนาทักษะ และจิตวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปด้วย ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาต่างๆ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์



วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (scientific method) เป็นแนวทางการสืบสอบหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ที่มีมานานแล้ว และเป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลาย ได้มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้สรุปได้ว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางที่ใช้ในการสืบสอบหาความรู้หรือตอบปัญหาที่สงสัยอย่างมีลำดับขั้นตอน (Good, 1973: 468 ; Raj, 1996: 1685 และ สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531: 152) ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์อาจแบ่งได้ต่างๆ กัน จำนวนขั้นตอนจะขึ้นอยู่กับความละเอียดของการแบ่ง แต่กระบวนการทั้งหมดจะไม่แตกต่างกัน นักการศึกษาหลายท่านได้แบ่งขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 5 ขั้นตอน ซึ่งเป็นที่ยอมรับในวงการศึกษากันไป ดังนี้คือ 1) ระบุปัญหา 2) ตั้งสมมติฐาน 3) รวบรวมข้อมูล 4) วิเคราะห์ข้อมูล และ 5) สรุปความรู้ใหม่ (จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช, 2542: 76 ; Bacon อ้างถึงใน พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543: 7 ; ศิริเดช สุชีวะ, 2543: 3 และมนัส สุวรรณ, 2544: 3) ทักษะการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะการคิดที่สำคัญประการหนึ่งและมีความสำคัญอย่างยิ่งในการดำเนินชีวิต บุคคลจะมีชีวิตที่เป็นสุขหรือไม่ ขึ้นอยู่กับความสามารถในการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับตนเอง การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาต่างๆ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ นักเรียนเกิดทักษะการแสวงหาความรู้ ทักษะการคิด ทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการตัดสินใจ

การปรับปรุงหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการในปีพุทธศักราช 2533 ได้เน้นการเรียนการสอนที่เรียกว่า **กระบวนการ** การทำโครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่เน้นแนวทางเดียวกับหลักสูตรอย่างชัดเจนที่สุด (กิ่งทอง ไบหยก โชติรัตน์วงศ์ 2545: 3) ทั้งนี้กระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดให้มีการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ขึ้นในโรงเรียน โดยจัดสอนเป็นวิชาเลือกเสรี รายวิชา ว 017 โครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ใช้เวลาเรียน 2 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1 หน่วยการเรียนรู้ เพื่อให้ นักเรียนสามารถเลือกเรียนได้ตามความสามารถ ความถนัด และความสนใจของตนเอง โดยกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. ทำโครงการวิทยาศาสตร์ง่าย ๆ ตามความสนใจ โดยมีขั้นตอนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา เริ่มตั้งแต่

- 1.1 คิดและระบุเรื่องหรือปัญหาที่จะทำโครงการ
- 1.2 ศึกษาเอกสารและแหล่งข้อมูลต่างๆ
- 1.3 คิดวางแผนออกแบบการทดลอง
- 1.4 จัดทำเค้าโครงของโครงการ
- 1.5 ลงมือทำโครงการ

1.6 รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

1.7 สรุปผลของโครงการวิทยาศาสตร์

1.8 เขียนรายงาน เสนอผลงาน และแสดงผลงานของโครงการวิทยาศาสตร์

2. วิเคราะห์โครงการวิทยาศาสตร์หรือผลงานวิจัยระดับง่าย ๆ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. พัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์

จากจุดประสงค์รายวิชาวิทยาศาสตร์เลือกเลขที่ 017 โครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตนั้นมีความมุ่งหวังว่า การทำกิจกรรมดังกล่าวจะช่วยพัฒนานักเรียนให้สามารถคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ ผลการศึกษาค้นคว้าในระดับของนักเรียนอาจขยายไปถึงขั้นนำไปใช้แก้ปัญหาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในท้องถิ่น ส่งผลต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตของตนเองและชุมชนได้ (กรมวิชาการ, 2536) อย่างไรก็ตาม การทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมายังพบว่าปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นมากมาย ดังที่พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545: 90-91) ได้สรุปปัญหาที่พบในการทำโครงการวิทยาศาสตร์และการเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

1. การเขียนบทคัดย่อ เขียนไม่ครอบคลุมสิ่งที่นำเสนอ ซึ่งบทคัดย่อควรประกอบด้วยวัตถุประสงค์ วิธีเก็บข้อมูล เครื่องมือที่ใช้ วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล โดยมักจะพบว่าผู้เรียนนำความเป็นมาเขียนและเขียนไม่กระชับชัดเจน
2. การเขียนความสำคัญของโครงการยังไม่ชัดเจน ควรเขียนความเป็นมาของโครงการและอธิบายว่าโครงการนี้สำคัญอย่างไร ทำแล้วได้อะไร เป็นต้น
3. การตั้งชื่อเรื่องดึงดูดความสนใจ แต่ผู้ศึกษาไม่เข้าใจปัญหา วัตถุประสงค์ของการศึกษาอย่างชัดเจน ให้สังเกตว่า ปัญหาและวัตถุประสงค์ที่ศึกษาเป็นเรื่องเดียวกัน เพียงแต่ปัญหาเป็นประโยคคำถาม ส่วนวัตถุประสงค์เป็นประโยคบอกเล่า
4. การเขียนวัตถุประสงค์ของโครงการไม่ตรงกับชื่อเรื่องและปัญหาที่สนใจ อีกทั้งยังเขียนปะปนกับประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ซึ่งเป็นสิ่งไม่ถูกต้อง
5. ขาดการศึกษาทฤษฎี หลักการ เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่สนใจศึกษา เป็นเหตุให้ตั้งสมมติฐานเองตามประสบการณ์และสามัญสำนึก
6. ระบุตัวแปรต้นและตัวแปรตามผิด เขียนแบบสับสน และไม่กระชับกะทัดรัด เพราะไม่เข้าใจการระบุและควบคุมตัวแปรอย่างชัดเจนและแท้จริง
7. การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่างๆ ยังทำไม่ถูกต้อง เช่น รูปแบบการนำเสนอไม่เหมาะสม ไม่มีการกำหนดหน่วยของปริมาณและขนาดของตัวแปร รวมทั้งใช้ภาษาฟุ่มเฟือย ไม่กะทัดรัด



8. ไม่เขียนชื่อตาราง ชื่อกราฟ ชื่อของรูปภาพที่นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการรวบรวม
9. การตีความหมายจากตารางหรือกราฟ และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมเป็นการอภิปรายผลซึ่งไม่ถูกต้อง เพราะการอภิปรายผลควรนำเสนอหลังการสรุปผล การตีความหมายควรอยู่ในขอบเขตเฉพาะข้อมูลที่ปรากฏเท่านั้น ไม่ควรสรุปอ้างอิงจากประสบการณ์และความรู้ทางวิชาการ
10. เมื่อมีการสรุปผลแล้วยังขาดการอภิปรายผล เพราะผู้ทำโครงการขาดการศึกษาเนื้อหาทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่สนใจ
11. การเขียนบรรณานุกรมหรือเอกสารอ้างอิงทำตามสามัญสำนัก ขาดการศึกษาวិธีการและเขียนตามหลักมาตรฐาน

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่า การเรียนรู้โดยการทำโครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมผู้เรียนในด้านต่างๆ ทั้งด้านความรู้ในเรื่องที่สนใจ ทักษะการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนมีความอดทน พากเพียร กระตือรือร้น อยากรู้ อยากเห็น ซึ่งเป็นลักษณะของผู้มีจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะมีความสามารถในการแสดงพฤติกรรมเหล่านี้ได้ต่างกัน อันอาจจะมีผลต่อความสำเร็จในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนด้วย นอกจากนี้ความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหายังเป็นเป้าหมายหลักของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเป็นสมรรถภาพที่ต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนซึ่งสอดคล้องกับแนวทางที่พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้กำหนดไว้ด้วย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับแนวทางสร้างเสริมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาและปรับปรุงทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น จากแนวคิดดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงและพัฒนาทักษะการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ 5 ขั้นตอน ในการเรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

## ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของโรงเรียน  
สาธิตสังกัฒบวงมหาวิทยาลัย

2. ประเด็นที่มุ่งศึกษาในครั้งนี้คือ การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในระหว่าง  
ดำเนินการทำโครงการวิทยาศาสตร์ทั้งในและนอกห้องเรียน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

- 2.1 ระบุปัญหา
- 2.2 ตั้งสมมติฐาน
- 2.3 รวบรวมข้อมูล
- 2.4 วิเคราะห์ข้อมูล
- 2.5 สรุปความรู้ใหม่

## ข้อตกลงเบื้องต้น

การเข้าไปศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์กับ  
คุณภาพชีวิตของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นของผู้วิจัยไม่มีผลทำให้การใช้วิธีการทาง  
วิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตของนักเรียนแตกต่างหรือ  
เบี่ยงเบนไปจากสภาพปกติ

## คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. **วิธีการทางวิทยาศาสตร์** หมายถึง แนวทางการสืบสอบหาความรู้หรือแก้ปัญหาย่าง  
เป็นลำดับขั้นตอน ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์และ  
คุณภาพชีวิต ประกอบด้วย

- 1.1 ระบุปัญหา
  - 1.2 ตั้งสมมติฐาน
  - 1.3 รวบรวมข้อมูล
  - 1.4 วิเคราะห์ข้อมูล
- สรุปความรู้ใหม่

**2. การเรียนรู้โดยการทำโครงการวิทยาศาสตร์** หมายถึง การศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้คำแนะนำปรึกษาของครูหรือผู้เชี่ยวชาญ กิจกรรมนี้อาจทำเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้ และจะกระทำในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้ โดยไม่จำกัดสถานที่

การเรียนรู้โดยการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

**2.1 การเรียนรู้โดยการทำโครงการประเภทการสำรวจ** เป็นการศึกษารวบรวมปัญหาจากธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมโดยใช้วิธีการสำรวจและรวบรวมข้อมูล แล้วนำข้อมูลที่ได้มาจัดกระทำให้เป็นระบบระเบียบและสื่อความหมาย แล้วนำเสนอในรูปแบบต่างๆ

**2.2 การเรียนรู้โดยการทำโครงการประเภทการทดลอง** เป็นการศึกษาหาคำตอบของปัญหาใดปัญหาหนึ่ง โดยการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง เพื่อศึกษาผลของตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งที่มีต่อตัวแปรอีกตัวหนึ่งที่ต้องการศึกษา โดยควบคุมตัวแปรอื่นๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาไว้

**2.3 การเรียนรู้โดยการทำโครงการประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์** เป็นการพัฒนาหรือประดิษฐ์ หรือการสร้างอุปกรณ์ หรือเครื่องมือเครื่องใช้เพื่อประโยชน์ใช้สอย โดยการประยุกต์ทฤษฎีหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการพัฒนาหรือการประดิษฐ์ดังกล่าว

**3. วิชาโครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต** หมายถึง รายวิชา ว 017 โครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต ในกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์เลือกเสรี ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ใช้เวลาเรียน 2 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1 หน่วยการเรียนรู้

**4. โรงเรียนสาธิตสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย** หมายถึง โรงเรียนสาธิตสังกัดคณะครุศาสตร์และศึกษาศาสตร์ของมหาวิทยาลัยในสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย รวม 11 โรงเรียน โดยแยกตามภาคต่างๆ ได้ดังนี้ ภาคเหนือ จำนวน 1 โรงเรียน ภาคตะวันออก จำนวน 1 โรงเรียน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 2 โรงเรียน ภาคใต้ จำนวน 1 โรงเรียน และส่วนกลาง จำนวน 6 โรงเรียน

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่อง การศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. วิธีการทางวิทยาศาสตร์
  - 1.1 ความหมายของวิธีการทางวิทยาศาสตร์
  - 1.2 ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์
2. การทำโครงงานวิทยาศาสตร์
  - 2.1 ความหมายของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
  - 2.2 หลักการของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
  - 2.3 จุดมุ่งหมายของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
  - 2.4 ความสำคัญและคุณค่าของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
  - 2.5 ประเภทของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
  - 2.6 ขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
  - 2.7 บทบาทของผู้ที่เกี่ยวข้องในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 3.1 งานวิจัยภายในประเทศ
  - 3.2 งานวิจัยต่างประเทศ

#### 1. วิธีการทางวิทยาศาสตร์

##### 1.1 ความหมายของวิธีการทางวิทยาศาสตร์

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (scientific method) เป็นแนวทางการสืบสอบหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ที่มีมานานแล้วและเป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลาย มีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายความหมายของคำว่า “วิธีการทางวิทยาศาสตร์” ไว้ดังต่อไปนี้

กูด (Good, 1973: 486) ได้อธิบายความหมายของวิธีการทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ดังนี้  
วิธีการทางวิทยาศาสตร์ก็คือ การแก้ปัญหาที่ตนเอง ซึ่งการแก้ปัญหานั้นเป็นแบบแผนหรือ  
วิธีดำเนินการในสภาวะที่บุคคลมีความลำบาก ยุ่งยาก โดยการตรวจสอบข้อมูลที่เกี่ยวข้อง  
ตั้งสมมติฐาน เก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานนั้นว่าเป็นจริงหรือไม่

ราช (Raj, 1996: 1685) ได้อธิบายความหมายของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า “วิธีการ  
ทางวิทยาศาสตร์คือ วิธีการในการแสวงหาความรู้ ซึ่งเริ่มจากการสังเกตสิ่งที่มีอยู่ตามธรรมชาติ  
หรือปรากฏการณ์ จากนั้นก็ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับสิ่งที่สังเกต และท้ายสุดก็จะทดสอบสมมติฐาน  
นั้นโดยการทดลอง”

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531: 158) ได้ให้คำนิยามเกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า  
วิธีทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีสืบเสาะหาความรู้หรือรูปแบบวิธีการแก้ปัญหาของนักวิทยาศาสตร์แบบ  
มีลำดับขั้นตอน ในระเบียบวิธีนี้เชื่อว่า การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ทุกคนจะคล้ายกันคือ เมื่อ  
พบปัญหาแล้วเขาจะใช้วิธีแก้ปัญหาในแนวทางเดียวกัน จะมีการเริ่มต้น ณ จุดๆ หนึ่งแล้วทำ  
ต่อเนื่องกันไปตามลำดับขั้นตอน จนถึงสุดท้ายก็จะครบวงจรของการแก้ปัญหา

ภพ เลหาโพญญ์ (2537: 10) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็น  
กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เมื่อมีความสนใจแสวงหาความรู้  
ต่างๆ”

คณะกรรมการผลิตและบริหารชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิชาวิทยาศาสตร์  
(มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2537, เล่ม 2 : 15) กล่าวถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า  
วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีสืบเสาะหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์อย่างมีลำดับขั้นตอน ซึ่ง  
นักวิทยาศาสตร์อาจใช้ทุกลำดับขั้นตอนหรือเพียงขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งแล้วข้ามไปใช้ขั้นตอนอื่นๆ  
ก็ได้ แต่อย่างไรก็ตาม ผลที่ได้รับคือ ผลที่ได้จากการทำงานจนสำเร็จลุล่วงไป คือ เริ่มต้นจาก  
การเผชิญปัญหา หาวิธีแก้ปัญหานั้นจนแก้ปัญหาได้สำเร็จ

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542: 70) ได้อธิบายถึงระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า  
เป็นแนวคิดและแนวทางที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ใหม่ด้วยวิธีอุปนัย-นิรนัย หรือการสืบสอบทาง  
วิทยาศาสตร์ตามลำดับขั้นตอนอย่างมีระบบ

โดยสรุปวิธีการทางวิทยาศาสตร์ คือ แนวทางที่ใช้ในการแก้ปัญหาหรือสืบสอบหาความรู้ อย่างมีลำดับขั้นตอน มีระบบ โดยเริ่มจากการเผชิญปัญหา กำหนดแนวทางการตอบปัญหาและปฏิบัติตามแนวทางนั้น จนในที่สุดจะทำให้สามารถค้นพบคำตอบของปัญหาหรือค้นพบความรู้ใหม่ๆ เพิ่มขึ้น

## 1.2 ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์

การแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีการกำหนดขั้นตอนสำคัญในการดำเนินการที่แน่นอน นักการศึกษาหลายท่านได้จัดลำดับขั้นตอนของการสืบสอบหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังต่อไปนี้

วอร์เนอร์ (Warner, 1965: 61-63) ได้จัดลำดับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

1. การหาปัญหาและกำหนดปัญหา
2. การตั้งสมมติฐาน
3. การรวบรวมข้อมูล
4. การวางหลักการหรือลงความเห็นที่จะสรุปตามข้อมูล
5. ซาบซึ้ง พอใจในหลักการหรือความเห็นที่วางไว้
6. นำไปใช้หรือนำไปปฏิบัติ

คูสแลน และ สโตน (Kuslan and Stone, 1969: 15-16) ได้แบ่งขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้แสวงหาความรู้ออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

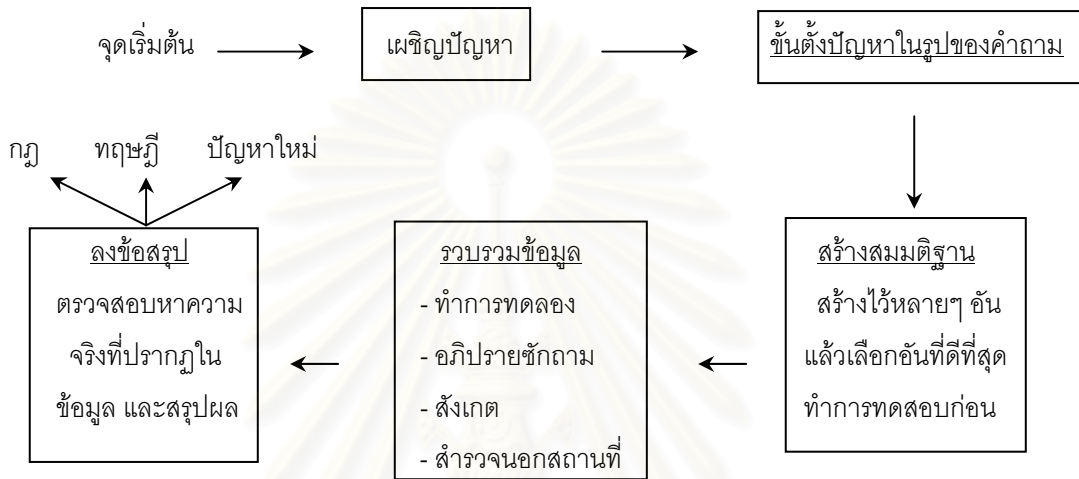
1. ขั้นระบุข้อความของปัญหา
2. ขั้นตั้งสมมติฐาน
3. ขั้นสืบเสาะหาข้อมูลหลักฐานเพื่อทดสอบสมมติฐาน
4. ขั้นประเมินความเที่ยงตรงของสมมติฐาน
5. ขั้นปรับปรุงสมมติฐาน ถ้าจำเป็น
6. ขั้นนำข้อมูลไปใช้กับปัญหาที่คล้ายกัน

แม็กแครกเคนและคณะ (Maccraken et al., 1976: 5 อ้างถึงในสุวัฑม์กี นิยมคำ, 2531: 152-153) ได้สรุปวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็น 4 ขั้นตอนตามลำดับ คือ



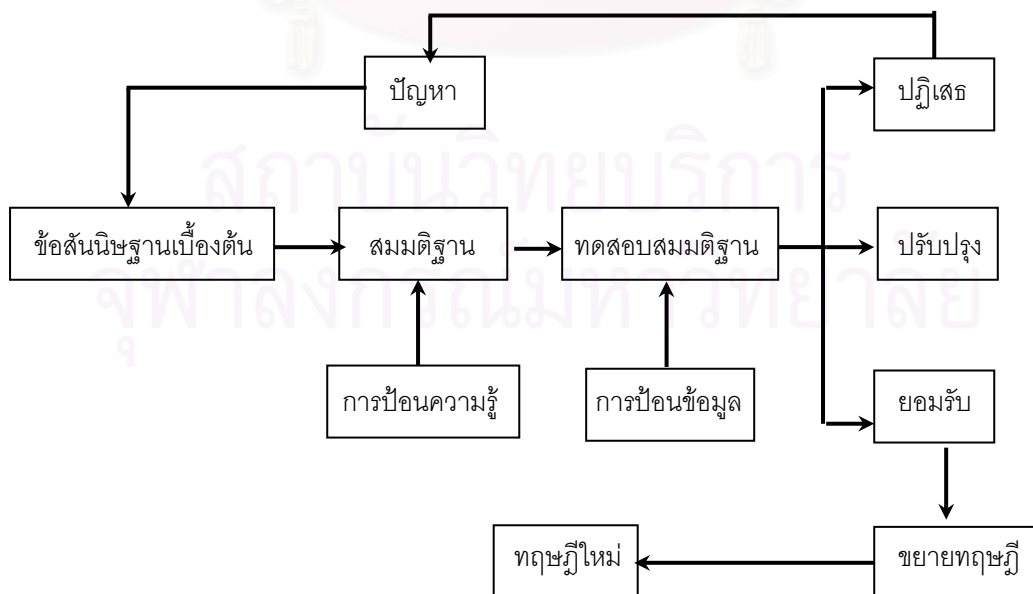
1. ขั้นตั้งปัญหา
2. ขั้นสร้างสมมติฐาน
3. ขั้นรวบรวมข้อมูล
4. ขั้นลงข้อสรุป

ขั้นตอนต่างๆ เสนอเป็นแผนภาพดังต่อไปนี้



แผนภาพที่ 1 ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์(Maccracken et al., 1976 : 5  
อ้างถึงในสุวัฑม์กั นิยมคำ, 2531: 153)

ดอลฟิน (Dolphin, 1992) ได้เสนอแผนภาพขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้



แผนภาพที่ 2 ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Dolphin, 1992)

เคลีย์ฟ (Cleave, 1997) แบ่งขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การศึกษาค้นคว้า
2. การกำหนดปัญหาหรือสิ่งที่จะต้องหาคำตอบ
3. การตั้งสมมติฐาน
4. การทดสอบสมมติฐานด้วยการทดลอง
5. การสรุปผล

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531: 158) ได้สรุปเกี่ยวกับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ว่า ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การสังเกต
2. การตั้งปัญหา
3. การตั้งสมมติฐาน
4. การทดสอบสมมติฐาน
5. การตีความหมายข้อมูลเพื่อหาข้อสรุป

ชุติมา วัฒนะศิริ (2541: 29) ได้สรุปขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ขั้นตั้งปัญหา
2. ขั้นตั้งสมมติฐาน
3. ขั้นรวบรวมข้อมูล
4. ขั้นลงข้อสรุป

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542: 76) ได้สรุปขั้นตอนการสืบสอบหรือระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน
3. รวบรวมข้อมูล
4. วิเคราะห์ข้อมูล
5. สรุปความรู้ใหม่



เบคอน (อ้างถึงใน พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543: 7) สรุปขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นปัญหา
2. ขั้นตั้งสมมติฐาน
3. ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูล
4. ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล
5. ขั้นสรุปผล

ศิริเดช สุชีวะ (2543: 3) สรุปขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ว่าประกอบด้วยการดำเนินงาน 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดปัญหาและการนิยามปัญหา
2. การตั้งสมมติฐานโดยอาศัยความรู้ที่ได้จากการอุปนัย
3. การวางแผนดำเนินงาน
4. การทดสอบสมมติฐานด้วยการนิรนัย
5. การสรุปผลการทดสอบสมมติฐานเป็นความรู้ใหม่

มนัส สุวรรณ (2544: 3) แบ่งขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดปัญหา
2. การตั้งสมมติฐาน
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. การสรุปตีความและเสนอผล

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจะมีนักการศึกษาได้กำหนดขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ต่าง ๆ กัน ซึ่งจำนวนขั้นตอนอาจแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความละเอียดของการแบ่ง แต่กระบวนการทั้งหมดไม่แตกต่างกัน เมื่อสังเคราะห์ความคิดเห็นและหลักการของนักการศึกษาทั้งหลาย สามารถสรุปขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้เป็น 5 ขั้นตอน ซึ่งเป็นที่ยอมรับในวงการศึกษาทั่วไป ดังนี้คือ 1) ระบุปัญหา 2) ตั้งสมมติฐาน 3) เก็บรวบรวมข้อมูล 4) วิเคราะห์ข้อมูล และ 5) สรุปความรู้ใหม่ แต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

1) **การระบุปัญหา** เป็นขั้นตอนแรกของการแก้ปัญหาและเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งในการแสวงหาความรู้ นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการกำหนดปัญหาไว้ ดังนี้

เบอร์นาร์ด (Bernard, 1972: 293) ได้อธิบายว่า “การระบุปัญหาคือ การเกิดความรู้สึกและมีความจำเป็นที่จะต้องทำอะไรสักอย่างหรือสถานการณ์ขณะนั้นขาดอะไรไปสักอย่าง จะรู้สึกพร้อมที่จะคิดหาทางแก้ปัญหาที่พอจะเป็นไปได้ หรืออาจจะเกิดความยุ่งยากลำบากใจก่อน แล้วนำไปสู่ความพยายามที่จะค้นหาสาเหตุของความไม่สบายใจนั้น”

แม็กแครกเคนและคณะ (Maccraken et al., 1976 อ้างถึงในสุวัฑม์กั นิยมคำ, 2531: 152) ได้อธิบายเกี่ยวกับการระบุปัญหาสรุปได้ว่า การระบุปัญหาจะกระทำภายหลังที่เราได้มีการพบปรากฏการณ์แล้ว การตั้งปัญหาจะต้องระบุให้ชัดเจนลงไปไม่กำกวม โดยทั่วไปแล้วนิยมตั้งปัญหาในรูปของคำถาม เพราะปัญหาก็คือคำถามที่ต้องการคำตอบ เมื่อตั้งคำถามแล้วควรจะได้กำหนดขอบเขตของปัญหาด้วยว่า เรากำหนดดวงแคไหน อะไรที่อยู่ภายในแวดวงที่เราศึกษา อะไรอยู่นอกขอบเขต อะไรที่เป็นข้อจำกัด เราจะตั้งระบุให้ชัดเจน

ครูลิค และรูดนิค (Krulik and Rudnick, 1993: 6) ได้ให้ความหมายของปัญหาไว้ว่า “ปัญหา คือ สภาพการณ์ที่แต่ละบุคคลหรือแต่ละกลุ่มบุคคลต้องเผชิญหน้าและยังไม่มีทางหาคำตอบได้”

คอนนิง (Koning, 1994) กล่าวว่า “ปัญหาเป็นสิ่งที่มนุษย์อยากรู้และพยายามหาคำตอบ ปัญหาที่ดีควรเป็นปัญหาที่สามารถหาคำตอบได้”

เคลียฟ (Cleave, 1997) กล่าวว่า “ปัญหาคือ ข้อคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องค้นหาคำตอบ ปัญหาที่ดีควรเป็นปัญหาปลายเปิด กล่าวคือเป็นคำถามที่ต้องบรรยายคำตอบ ไม่ใช่เพียงตอบว่าใช่หรือไม่เช่นนั้น”

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 (ราชบัณฑิตยสถาน, 2539: 528) ได้ให้ความหมายของปัญหาว่า “ปัญหา หมายถึง ข้อสงสัย คำถาม ข้อที่ต้องพิจารณาแก้ไข”

มังกร ทองสุขดี (2523: 14) ได้นิยามการระบุปัญหาว่า “เป็นการรู้ว่ามีปัญหาเกิดขึ้น ผลกระทบของปัญหานั้นเป็นอย่างไรและมีขอบเขตเพียงใด ทำอย่างไรจึงจะแก้ปัญหานั้นได้”

วันชัย ศุภนคร (2527, อ้างถึงใน จักรทอง เบ้าจรรยา, 2527: 27) ได้ให้ความหมายของการระบุปัญหาไว้ว่า “การศึกษาค้นคว้าหาความรู้ในเรื่องใดนั้น จะต้องรู้ว่าปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร มีความยุ่งยากและรุนแรงเพียงใด มีองค์ประกอบอย่างไรบ้าง ปัญหาหลักและปัญหารองคืออะไร “

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530: 36-38) อธิบายถึงการระบุปัญหาสรุปได้ว่า การระบุปัญหาคือการกำหนดสิ่งที่ยากจะรู้คำตอบลงไปให้แน่นอนชัดเจน สามารถสื่อความหมายว่าจะศึกษาอะไรกับใคร

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542: 76) อธิบายถึงการระบุปัญหาสรุปได้ว่า การระบุปัญหาให้ชัดเจนต้องระบุในรูปของคำถาม คำถามแต่ละคำถามต้องมีประเด็นสำคัญเพียงประเด็นเดียว ต้องเป็นคำถามที่สามารถหาคำตอบได้จากการสังเกตหรือการทดลองกับสิ่งที่มีอยู่ในโลก ส่วนคำถามที่เกี่ยวข้องกับคุณค่านั้นไม่อาจหาคำตอบได้จากข้อมูลที่เป็นจริงหรือที่มีอยู่ตามธรรมชาติ โดยลำพังโดดๆ ปัญหาการวิจัยเป็นจุดตั้งต้นของการกำหนดหัวข้อวิจัย หรือชื่อเรื่องที่จะวิจัย วัตถุประสงค์ของการวิจัย รวมทั้งวิธีการดำเนินการวิจัยทุกขั้นตอน

สุวิมล ตีรกาพันธ์ (2542: 13) ให้ความหมายของการระบุปัญหาว่า “ปัญหาคือ ประเด็นที่สงสัยและต้องการดำเนินการเพื่อหาคำตอบที่ถูกต้อง ตรงกับความเป็นจริง”

มนัส สุวรรณ (2544: 21-27) อธิบายเกี่ยวกับการระบุปัญหาสรุปได้ว่า ปัญหาคือ ความอยากรู้แต่ยังไม่รู้ในสภาพการณ์หรือปรากฏการณ์ที่สนใจศึกษา โดยปกติปัญหาที่สนใจศึกษามักเป็นปัญหากว้างๆ ดังนั้นควรมีการระบุหรือสรุปปัญหาให้มีขอบเขตที่แน่นอนและชัดเจนเพื่อที่จะสะดวกแก่การเข้าใจ ซึ่งต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ในการศึกษาและความเป็นเหตุเป็นผลกัน

โดยสรุป การระบุปัญหาเป็นการกำหนดสิ่งที่เกิดความสงสัย ต้องการหาคำตอบหรือหาแนวทางที่ดีที่สุดสำหรับสิ่งที่สงสัยนั้น

2) การตั้งสมมติฐาน เป็นการหาแนวทางหรือทางเลือกในการอธิบายปัญหา ในขั้นนี้ จำเป็นต้องมีข้อมูลมาสนับสนุน นักการศึกษาทั้งต่างประเทศและนักการศึกษาไทยได้กล่าวถึงการตั้งสมมติฐานไว้ ดังนี้

ดิวอี้ (Dewey, 1909: 145-156) กล่าวว่า “สมมติฐานคือ การเดาหรือการทำนายโดยอาศัยประสบการณ์เดิม และเป็นความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกันระหว่างข้อเท็จจริงต่างๆ เช่น การเรียนรู้จากการสังเกต จดจำเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆกัน และสามารถนำไปสู่การอธิบายหรือเสนอแนะวิธีการแก้ปัญหาได้”

สกินเนอร์ (Skinner, 1968: 536-538) กล่าวถึงความหมายของสมมติฐานสรุปได้ดังนี้ สมมติฐานคือ การตั้งทางเลือกในการแก้ปัญหาไว้หลายๆ ทาง ซึ่งทางเลือกเหล่านั้นอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ แต่ส่วนใหญ่ทางเลือกที่จะเป็นไปได้นั้นขึ้นอยู่กับความคิดริเริ่มและปฏิภาณไหวพริบของผู้แก้ปัญหา และขึ้นอยู่กับผู้แก้ปัญหาว่าจะมองเห็นความเกี่ยวข้องกันระหว่างข้อมูลที่ได้มากับปัญหาที่จะแก้หรือไม่ การตั้งสมมติฐานที่ดีนั้นอยู่ที่การเอาแนวความคิดเก่าๆมาเชื่อมโยงเข้ากับหลักการหรือแนวความคิดใหม่หรือความคิดสร้างสรรค์

คุสแลนและสโตน (Kuslan and Stone, 1969: 26-27) ได้อธิบายความหมายของสมมติฐานสรุปได้ว่า สมมติฐาน คือ ความคิดเบื้องต้นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ซึ่งติดต่อกับเหตุการณ์ที่สังเกตได้ ทฤษฎีมักกล่าวถึงบ่อยๆ ที่ย่ำสมมติฐาน แม้สมมติฐานหลายข้อจะแปลไม่ได้ หรืออธิบายให้เป็นที่ยอมรับเช่นทฤษฎีไม่ได้ก็ตาม สมมติฐานอาจสมบูรณ์ในตัวหรือผิดบางส่วน แต่จะต้องให้โอกาสอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องได้ งานของนักทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เป็นการสร้างจากสมมติฐานทั้งนั้น

มัวลี (Mouly, 1970: 104-111) ได้กล่าวถึงการตั้งสมมติฐานสรุปได้ว่า สมมติฐานไม่เพียงแต่จะป้องกันการสูญเสียเปล่าในการเลือกข้อมูลเท่านั้น แต่ยังเป็นส่งเสริมการเลือกข้อมูลที่จำเป็นต่อการตอบคำถามหรือปัญหานั้นก่อนด้วย ทำให้ผู้ตรวจสอบรู้สึกถึงเกณฑ์ที่เหมาะสมเข้าใจปัญหาและอธิบายข้อมูลในการแก้ไขปัญหา นอกจากนี้ยังเป็นเค้าโครงของการสรุปตรงคำตอบตามสมมติฐานที่ได้รับการทดสอบไปแล้ว

เบอร์นาร์ต (Bernard, 1972: 294-296) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐานสรุปได้ ดังนี้ สมมติฐาน คือแนวโน้มของการเดาว่าในสถานการณ์ที่จำเพาะเจาะจงอย่างหนึ่งจะมีผลที่เป็นไปอย่างไรบ้างจากสถานการณ์เช่นนั้น การตั้งสมมติฐานเป็นสิ่งที่ทำให้เห็นภาพเด่นชัดขึ้นว่าขั้นตอนในการคิดหาเหตุผลนั้น ไม่จำเป็นต้องเรียงลำดับขั้นตอนตามระเบียบอันใดอันหนึ่ง สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจบ่งถึงความจำเป็นต้องหาข้อมูลเพิ่มเติม เมื่อรวบรวมข้อมูลต่อไปอีกก็อาจต้องตั้งสมมติฐานอีกก็ได้

แม็กแครกเคนและคณะ (Maccraken et al., 1976 อ้างถึงในสุวัฑม์ นิยมคำ, 2531: 152) กล่าวถึงการตั้งสมมติฐานสรุปได้ว่า การตั้งสมมติฐานก็คือ การคิดหาคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้ของปัญหา หรือคำตอบที่คาดหวังควรจะเป็นอย่างไร สำหรับปัญหาหนึ่งๆ อาจจะสร้างสมมติฐานได้หลายข้อ แต่จะมีข้อที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ก็ไม่รู้ว่าข้อใดถูกต้องหรือข้อใดผิด การทดสอบด้วยการทดลองหรือการสำรวจหลักฐานเท่านั้นจะเป็นเครื่องมือตัดสินได้ ดังนั้น ถ้ามีสมมติฐานหลายข้อควรจัดเรียงอันดับสมมติฐานที่คาดว่าจะมีโอกาสถูกมากไว้ในอันดับต้นๆ แล้วทำการทดสอบสมมติฐานข้อแรกเสียก่อน ถ้าผลการทดสอบไม่สนับสนุนก็จะเลือกสมมติฐานข้อต่อไป ดังนั้นการสร้างสมมติฐานจึงต้องสร้างด้วยความรอบคอบ สมมติฐานสร้างมาจากข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยอาศัยประสบการณ์เดิม และความรู้เดิมที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งความคิดสร้างสรรค์และใช้วิธีอุปมาอุปไมยสร้างเป็นสมมติฐานขึ้น

จาคอบสันและเบอร์กแมน (Jacobson and Bergman, 1980: 146-147) ได้กล่าวถึงความหมายของสมมติฐานว่า “สมมติฐาน คือ การพิจารณาเหตุผลตามหลักของตรรกวิทยา สมมติฐานจะต้องได้รับการเสนอแนะคำตอบหรือหาคำตอบของปัญหานั้นได้ ดังนั้นกระบวนการเสนอแนะสมมติฐานจึงสัมพันธ์กับความคิดอย่างใกล้ชิดเคียงกัน และสมมติฐานเป็นกุญแจเบื้องต้นของการศึกษาหาคำตอบหรือทางออกของปัญหานั้นๆ”

เบสท์ (Best, 1981: 6-7) กล่าวว่า “สมมติฐานคือ การเดาอย่างฉลาด การหาคำตอบหรือทางออกของปัญหาในรูปของการเดา หรือเงืงเอาไว้โดยอาศัยประสบการณ์ในอดีตเป็นพื้นฐาน การสังเกตอย่างไม่เป็นทางการหรือการได้รับเรื่องราวจากที่อื่นๆ และการเดาหรือการคาดการณืเหล่านี้สามารถที่จะทดสอบได้”



คอนนิง (Koning, 1994) กล่าวว่า “สมมติฐานคือการเดาคำตอบของปัญหาอย่างมีเหตุผล อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีหรือวรรณคดีที่อ้างอิงได้”

เคลียฟ (Cleave, 1997) กล่าวว่า “การตั้งสมมติฐาน เป็นการอธิบายปัญหาโดยอาศัยความรู้และงานวิจัยสนับสนุน”

โมราโน (Morano, 1995) กล่าวว่า “สมมติฐานเป็นการอธิบายถึงสิ่งที่ คาดหวังจากการสังเกตปรากฏการณ์”

กาญจนา มณีแสง (2522: 38-39) ได้กล่าวว่า “สมมติฐาน คือการสรุปโดยอาศัยการเดา เพื่อคาดการณ์ล่วงหน้า และคำสรุปนั้นยังไม่คงที่แน่นอนตายตัว มีรากฐานจากความเป็นจริงสามารถทดสอบได้โดยการใช้ข้อมูล สมมติฐานอาจเป็นคำพูดที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น เพื่อทำนายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนั้น”

มังกร ทองสุขดี (2523: 14) กล่าวว่า “สมมติฐานคือ การวางทางเลือกไว้หลายๆ ทาง ซึ่งเป็นทางเลือกที่พิสูจน์ได้ ตลอดจนการคัดเลือกแนวทางหรือวิธีการที่คาดว่าจะได้ผลดีที่สุดในการแก้ปัญหา”

วันชัย ศุภนคร (2527, อ้างถึงใน จักรทอง เบ้าจรรยา, 2527: 30) ได้ให้ความหมายของการตั้งสมมติฐานว่า “เป็นการคาดคะเนหรือเป็นการคาดเดาที่ตั้งขึ้นมาอย่างมีเหตุผล เช่น มาจากการสังเกตหรือจากข้อเท็จจริงต่างๆ การทำนายผลที่จะเกิดจากวิธีการแก้ปัญหาที่เสนอแนะจากข้อมูลที่ได้ การวางแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา”

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530: 46) ให้ความหมายของการตั้งสมมติฐานสรุปได้ว่า การตั้งสมมติฐานคือ การกำหนดคำตอบที่คาดการณ์ไว้ล่วงหน้าอย่างสมเหตุสมผลต่อปัญหาที่ศึกษา และเขียนอยู่ในลักษณะของข้อความที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป คำตอบนี้อาจถูกต้องหรือไม่ถูกต้องก็ได้ จึงต้องมีการทดสอบโดยอาศัยข้อมูลต่างๆ

รวีวรรณ ชินะตระกูล (2542: 73) ได้อธิบายเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐานไว้สรุปได้ว่า การตั้งสมมติฐานคือ การคาดคะเนคำตอบสำหรับปัญหาใดปัญหาหนึ่ง คำตอบที่ตั้งขึ้นนั้นอาจมีพื้นฐานมาจากหลักการหรือทฤษฎีที่เกี่ยวกับปัญหานั้นหรืออาจเนื่องมาจากประสบการณ์ส่วนตัว

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542: 76) อธิบายเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐานว่า “การตั้งสมมติฐานเป็นการหาแนวทางหรือทางเลือกในการอธิบายปัญหา ในขั้นนี้จำเป็นต้องมีข้อมูลมาสนับสนุน ข้อมูลอาจจะได้มาจากการศึกษาวรรณคดีที่เกี่ยวข้อง อาจจะได้มาจากการสังเกตเบื้องต้นแล้วนำข้อมูลที่ได้มาอุปนัยเพื่อให้ได้ข้อสรุปแล้วตั้งเป็นสมมติฐาน”

สุวิมล ตีรกันันท์ (2542: 39) กล่าวถึงการตั้งสมมติฐานไว้ว่า “การตั้งสมมติฐานเป็นการคาดคะเนคำตอบของปัญหาที่ต้องการศึกษา คำตอบที่ได้นี้เป็นกรนำเรื่องราวจากการสรุปเนื้อหาสาระของเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการอ้างอิงทฤษฎี สมมติฐานนี้เป็นโจทย์ที่ต้องพิสูจน์ด้วยข้อมูลเชิงประจักษ์”

มนัส สุวรรณ (2544: 32) อธิบายถึงการตั้งสมมติฐานสรุปได้ว่า การตั้งสมมติฐานคือ การกำหนดข้อความที่เสนอคำตอบที่คาดคิดว่าน่าจะเป็นสำหรับปัญหาที่สนใจศึกษา

โดยสรุป การตั้งสมมติฐานเป็นการคาดคะเนคำตอบของปัญหาที่สงสัยบนพื้นฐานของข้อมูลที่สนับสนุน ซึ่งอาจได้มาจากการศึกษาวรรณคดีที่เกี่ยวข้อง หรือการสังเกตเบื้องต้นแล้วนำข้อมูลที่ได้มาอุปนัยเพื่อให้ได้ข้อสรุปแล้วตั้งเป็นสมมติฐาน

**3) การรวบรวมข้อมูล** เป็นการหาหลักฐานมายืนยันสมมติฐาน โดยการรวบรวมผลการสังเกต หรือผลการทดลอง นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงการเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

ดิวอี้ (Dewey, 1909: 151-155) ได้กล่าวไว้เกี่ยวกับการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลสรุปได้ว่า การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล คือ การตั้งใจทำให้เกิดเงื่อนไขที่แตกต่างกันออกไปแล้วบันทึกว่าในเงื่อนไขที่แตกต่างกันนั้นให้ผลแตกต่างกันอย่างไรบ้าง โดยบันทึกผลที่ได้สังเกตจริงในการทดลอง การสังเกตสร้างขึ้นมาจากเงื่อนไขต่างๆ ซึ่งมีพื้นฐานมาจากแนวความคิดหรือทฤษฎีบางอันที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการทดลอง การทดลองเป็นแหล่งข้อมูลอันสำคัญในกระบวนการใช้

เหตุผลอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ เพราะทำให้การเก็บข้อมูลที่มีสาระสำคัญได้ง่าย โดยแยกออกมาจากข้อมูลรวมที่เลือนลางทั้งหมด การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นกระบวนการเชื่อมระหว่างการวิเคราะห์กับการสังเคราะห์ หรือเป็นกระบวนการช่วยในการทำให้สิ่งที่ทดลองนั้นอยู่ในภาวะต่างๆ กัน

คอคชฮาร์ (Kochhar, 1967: 346-347) กล่าวว่า “การเก็บรวบรวมข้อมูลคือ การรวบรวมจัดระเบียบ เปรียบเทียบและชี้แจงน้ำหนักว่าข้อมูลใดสำคัญกว่ากัน”

สกินเนอร์ (Skinner, 1968: 535-536) กล่าวว่า “สัตว์ที่อยู่ในขั้นต่ำกว่ามนุษย์หรือคนโง่จะมีการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลน้อยมากหรือแทบจะไม่มีเลย ส่วนคนที่ฉลาดจะพยายามหาว่าปัญหาเช่นเดียวกันหรือคล้ายคลึงกันกับของเขานั้นมีใครคนอื่นเขาทำอะไรไปบ้างแล้วหรือแก้ไขได้แล้ว การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นกุญแจที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา”

คุสแลนและสโตน (Kuslan and Stone, 1969: 15-20) ได้ให้นิยามเกี่ยวกับการเก็บรวบรวมข้อมูลว่า “เป็นการค้นหาหลักฐานหรือหาสาเหตุของปัญหาเพื่อทดสอบสมมติฐานและจัดองค์ประกอบของข้อมูลในลักษณะของสาเหตุแห่งปัญหา และพื้นฐานที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา”

มัวลี (Mouly, 1970: 111-112) กล่าวว่า “การเก็บรวบรวมข้อมูลคือ การศึกษาอธิบายเพื่อจำกัดวงของข้อมูลปัญหาให้แคบเข้าจนสามารถจับประเด็นที่สำคัญได้ การศึกษารายละเอียดของข้อมูล ตลอดจนแหล่งวิทยาการที่จะไปแสวงหาข้อมูลนั้นๆ”

สมิธ (Smith, 1970: 114-115) กล่าวว่า “การเก็บรวบรวมข้อมูลคือ การทดลองทฤษฎีตามสถานการณ์ที่ควบคุมไว้ การสังเกต การจดบันทึก และแปลพฤติกรรมของปัจจัยที่เปลี่ยนแปลงในสถานการณ์ที่ถูกควบคุม”

เบอ์นาร์ด (Bernard, 1972: 293-294) ได้กล่าวถึงการเก็บรวบรวมข้อมูลสรุปได้ดังนี้คือ ถ้าเรารู้ว่าข้อมูลใดมีค่าควรแก่การสืบเสาะค้นคว้าหรือรู้ว่าจะเกิดอย่างไรจึงจะได้วิธีการที่จะให้ผลดีที่สุด และสามารถจะคาดการณ์ล่วงหน้าได้ว่า ผลของการค้นคว้าจะออกมาเป็นอย่างไร สิ่งเหล่านี้เป็นผลจากการที่จิตมีข้อมูลที่ได้รับมาสะสมไว้ก่อนเป็นอย่างดีแล้ว การเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นการสนับสนุนความสามารถของเรา



แม็กแครกเคนและคณะ(Maccracken et al., 1976 อ้างถึงในสุวิวัฒน์ นิยมคำ, 2531:152) ได้อธิบายเกี่ยวกับการเก็บรวบรวมข้อมูลสรุปได้ว่า การที่จะทดสอบว่าสมมติฐานที่สร้างไว้ถูกหรือผิดก็ต้องมีหลักฐานยืนยัน ฉะนั้นการรวบรวมหลักฐานหรือข้อมูลที่เกี่ยวข้องจึงขาดไม่ได้ จะต้องมีการเปรียบเทียบวิธีวิทยาศาสตร์ หลักฐานที่ว่านี้อาจจะได้รับการสังเกตข้อเท็จจริงปลีกย่อยจากการทดลอง ฉะนั้นจึงต้องมีการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานหรืออาจได้มาจากการสำรวจหาข้อเท็จจริงจากแหล่งภายนอก การซักถามจากผู้ทรงภูมิปัญญา การสังเกตปรากฏการณ์ การอ่านจากเอกสาร เมื่อได้หลักฐานเพียงพอแล้วก็นำหลักฐานนี้ไปแปลผลและลงข้อสรุปในขั้นต่อไป

เบสท์ (Best, 1981: 5-6) กล่าวว่า “การเก็บรวบรวมข้อมูลคือ การเลือกประเด็นที่สำคัญในการแสวงหาข้อมูลและการเลือกวิธีที่ถูกต้อง รวดเร็วและแม่นยำในการเก็บรวบรวมข้อมูลและการจัดระเบียบข้อมูลนั้นๆ”

เคลียฟ (Cleave, 1997) กล่าวว่า “การเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นการทดสอบสมมติฐานซึ่งอาจทำได้ด้วยการทดลอง เพราะการทดลองเป็นวิธีการตรวจสอบสมมติฐานว่าเป็นจริงหรือไม่”

วารี ธีระจิต (2526, อ้างถึงใน จักรทอง เบ้าจรรยา, 2527: 33) กล่าวว่า “การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นการวางแผนเพื่อจะหาวิธีให้ได้คำตอบจากปัญหาต่างๆ การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลอาจจะได้จากการอ่านหรือการทดลอง แล้วจดบันทึกรายละเอียดของข้อมูลนั้นไว้ นอกจากนี้ยังรวมถึงการรู้แหล่งวิทยาการที่จะไปแสวงหาข้อมูล ตลอดจนการพิจารณาเลือกข้อมูลให้ได้ตรงประเด็นปัญหาให้ได้มากที่สุด”

วันชัย ศุภนคร (2527: , อ้างถึงใน จักรทอง เบ้าจรรยา, 2527: 33) ได้กล่าวถึงการเก็บรวบรวมข้อมูลว่า “เป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยการค้นหาสาเหตุ และรายละเอียดของปัญหานั้นๆ การรวบรวมข้อมูลควรรู้จักรวบรวมความคิดเห็นและทฤษฎีมาใช้ในการพิจารณาเลือกข้อมูลที่ถูกต้อง มีประสิทธิภาพตรงกันกับปัญหาของตน วิเคราะห์ได้ว่า อะไรเหมือนกัน อะไรแตกต่างกัน พิจารณาได้ว่าข้อมูลเพียงพอหรือไม่”

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542: 76) ได้กล่าวถึงการเก็บ รวบรวมข้อมูลว่า “จากสมมติฐานจะได้แนวทางในการตอบปัญหา นั่นคือได้ทราบว่าจะสังเกตอะไร สังเกตอย่างไร และจะพบอะไรถ้าสมมติฐานเป็นจริง นั่นก็คือนิรนัยแนวทางในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากสมมติฐาน”

โดยสรุป การเก็บรวบรวมข้อมูล หมายถึง การรวบรวมหลักฐานหรือข้อมูลมายืนยัน หรือมาหักล้างสมมติฐาน หลักฐานหรือข้อมูลนี้อาจได้มาจากสังเกตหรือการทดลอง

4) **การวิเคราะห์ข้อมูล** เป็นขั้นตอนต่อจากการตั้งสมมติฐาน ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูลไว้ ดังนี้

ดิวี่ (Dewey, 1909: 150-153) ได้ให้ความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูลว่า “เป็นข้อเท็จจริงรวบยอดในความจริงที่ซับซ้อนและแยกแยะข้อเท็จจริงนั้นให้แตกย่อยลงไปเป็นข้อเท็จจริงที่เล็กลง โดยทำให้เกิดภาวะที่แตกต่างกันที่ละเอียดง่อนไขให้มากภาวะที่สุดเท่าที่จะมากได้นอกจากนี้การวิเคราะห์ข้อมูลยังให้ประโยชน์ในด้านเพิ่มความแจ่มแจ้งแก่ข้อเท็จจริงอีกด้วย”

วอร์เนอร์ (Warner, 1965: 61-62) กล่าวว่า “การวิเคราะห์ข้อมูลคือ การวางหลักการหรือลงความเห็นที่จะสรุปตามข้อมูลและมีความซาบซึ้งพอใจในหลักการหรือความเห็นที่วางไว้”

คอคซาร์ (Kochhar, 1967: 346-351) ให้คำนิยามการวิเคราะห์ข้อมูลไว้ สรุปได้ว่า การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการแยกแยะปัญหาให้เป็นส่วนย่อยๆ เพื่อที่เราจะได้พบส่วนที่เกี่ยวข้องกับเรา อยู่แล้วหรือเกี่ยวข้องกับสิ่งอื่นๆ เป็นกระบวนการคลี่คลายปัญหาหรือควบคุมความเป็นไปของปัญหาเพื่อที่จะได้รู้ถึงแง่มุมที่ซ่อนอยู่ เริ่มด้วยการที่รู้ว่าอะไรที่เราต้องการค้นหา แล้วคิดถึงขั้นต่อไปและความเป็นไปได้ที่จะเชื่อมโยงสิ่งที่เราไม่รู้เข้ากับสิ่งที่เรารู้แล้ว เพื่อที่จะนำไปสู่ผลที่เราต้องการ นอกจากนี้ยังหมายถึงการคลี่คลายปัญหา การพิสูจน์สมมติฐาน

สกินเนอร์ (Skinner, 1968: 536-537) ได้ให้ความหมายของการวิเคราะห์สรุปได้ว่า คือ การประเมินหนทางที่เป็นไปได้ เป็นขั้นตอนของการพิจารณาว่าถ้าหนทางแก้ปัญหานั้นนั้น หากปฏิบัติไปแล้วจะได้รับผลอย่างไรบ้าง ความสำเร็จในขั้นนี้ขึ้นอยู่กับเซวล์และไหวพริบ ตลอดจนการจินตนาการถึงรายละเอียดทุกอย่างอย่างระมัดระวังและแม่นยำว่า ทางแก้ไขปัญหานั้นจะทำให้ปัญหาลุล่วงไปด้วยเหตุกลใดกันแน่ รวมทั้งพิจารณาข้อเท็จจริงทั้งหมด หรืออีกนัยหนึ่งก็คือ การทดสอบหนทางที่จะแก้ปัญหานั้น หรือการทดสอบสมมติฐานนั่นเอง

คูลแลนและสโตน (Kuslan and Stone, 1969: 15-26) ได้ให้ความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูลว่า “คือการประเมินความมีเหตุผลที่เชื่อถือได้ของสมมติฐาน ตลอดจนการปรับปรุงแก้ไข

สมมติฐานใหม่ถ้าจำเป็น และการกำหนดหลักการ ทฤษฎี ของสมมติฐาน การตีความ การอธิบาย กระบวนการของการพิสูจน์”

มัวลี (Mouly, 1970: 108-112) ได้ให้ความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูลว่า “คือการศึกษา รายละเอียดของข้อมูลพื้นฐาน การพิสูจน์ การทดสอบ การตีความสมมติฐานว่าสามารถนำไปสู่ การยอมรับหรือไม่”

สมิธ (Smith, 1970: 114-115) ได้กล่าวว่า “การวิเคราะห์ข้อมูลหมายถึง การสรุปซึ่งได้รับการ พิสูจน์จากเหตุผลและสมมติฐานก่อนที่จะนำไปใช้หรือนำไปปฏิบัติ”

เบอร์นาร์ด (Bernard, 1972: 295-296) กล่าวว่า “การวิเคราะห์ข้อมูลคือ การกระทำหรือขั้นตอน ที่จะค้นหาคำตอบ ทดสอบสมมติฐานและตั้งข้อสรุป เป็นการทดสอบตามทฤษฎีหรือการทดสอบ ตามสถานการณ์ เป็นการให้ข้อมูลเพิ่มเติมขึ้นเกี่ยวกับปัญหา ข้อมูลที่ได้มาใหม่อาจจะเป็นเหตุทำให้ ต้องเปลี่ยนแปลงสมมติฐาน หรืออาจเป็นสิ่งยืนยันสมมติฐานเดิมและการยอมรับเดิมก็ได้”

จาคอบสันและเบอร์กแมน (Jacobson and Bergman, 1980: 146-147) กล่าวว่า “การ วิเคราะห์ข้อมูลคือ การพิสูจน์ข้อเท็จจริงหรือการทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยพิจารณาจาก ความรู้และประสบการณ์ตลอดจนการทดลอง ค้นคว้า ศึกษากระบวนการ หาประจักษ์พยาน ข้ออ้างอิง และการลงมือปฏิบัติแก้ไข”

เบสท์ (Best, 1981: 5-6) กล่าวว่า “การวิเคราะห์ข้อมูลคือ การตั้งข้อสรุป การพิสูจน์ สมมติฐานว่าจะยอมรับหรือไม่ยอมรับ หรือขยายสมมติฐานทดสอบสถานการณ์เฉพาะเป็นพิเศษ”

คอนนิง (Koning, 1994) กล่าวว่า “การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นการเปรียบเทียบข้อมูลที่เก็บ รวบรวมได้”

มังกร ทองสุขดี (2523: 14-15) ได้ให้ความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูลว่า “เป็นการนำ ผลของการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลมาทำการพิสูจน์ด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อเป็นการยืนยันตาม สมมติฐานที่ได้วางไว้”

วันชัย ศุภนคร (2527, อ้างถึงในจักรทอง เบ้าจรรยา, 2527: 35) ได้ให้ความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูลว่า “การวิเคราะห์ข้อมูล คือ การเก็บรวบรวมข้อมูลนำมาวิเคราะห์แยกแยะว่าเป็นไปตามสมมติฐานหรือไม่ และเป็นการตีความหมายของข้อมูล และการตรวจสอบผลเป็นเป็นการยืนยัน”

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530: 186) กล่าวว่า “การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมมาจัดระเบียบให้อยู่ในรูปที่อ่านเข้าใจง่ายขึ้น จากนั้นจึงคิดหารูปแบบการนำเสนอผลการวิเคราะห์ ซึ่งอาจเป็นกราฟหรือตารางโดยยึดหลักกว่าให้เป็นรูปแบบที่ง่ายและทำให้เกิดความเข้าใจได้กระจ่างที่สุด”

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542: 76) กล่าวถึงการวิเคราะห์ข้อมูลว่า “จากสมมติฐานการวิจัยจะได้แนวทางในการวิเคราะห์ข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลก็คือ การวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ การวิเคราะห์ข้อมูลจะเน้นที่การทดสอบสมมติฐานมีใช่พิสูจน์สมมติฐาน”

โดยสรุป การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นการพิจารณาแยกแยะข้อมูลเพื่อบรรยายลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่ ว่าสอดคล้องกับสมมติฐานหรือไม่ ซึ่งอาจจะต้องใช้ทักษะอื่นร่วมด้วย เช่น ทักษะการสังเกต การคำนวณ เป็นต้น”

**5) การสรุปความรู้ใหม่** หรือการสรุปผลเป็นการย้ำผลการวิเคราะห์ข้อมูล หรือผลการพิสูจน์สมมติฐาน มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการสรุปความรู้ใหม่หรือการสรุปผลไว้ ดังนี้

สกินเนอร์ (Skinner, 1968: 537-539) กล่าวว่า “ผลจากการทดสอบสมมติฐานหรือการวิเคราะห์ข้อมูลจะนำไปสู่การแก้ปัญหาหรือการสรุปความรู้ใหม่ และเมื่อพิจารณาทุกปัจจัยแล้วสามารถจะได้ข้อสรุปของการแก้ปัญหาได้”

มัวลี (Mouly, 1970: 488-491) กล่าวว่า “การสรุปผลเป็นเรื่องของการอธิบาย การสรุปผลสามารถตอบคำถามหรือสมมติฐานของปัญหาได้ ถ้าไม่สามารถสรุปผลได้จะต้องกลับไปวิเคราะห์ข้อมูลใหม่ และการสรุปผลเป็นการแสดงความหมาย ความจริงของผู้ตรวจสอบสมมติฐานอย่างไม่บิดบังตามข้อมูลที่ได้ศึกษาและวิเคราะห์จนเป็นที่ยอมรับ”

เบอร์นาร์ด (Bernard, 1972: 296-297) กล่าวว่า “การสรุปความรู้ใหม่เป็นขั้นสุดท้ายของกระบวนการแก้ปัญหา และมีนักการศึกษาเป็นจำนวนมากได้เอาขั้นสรุปความรู้ใหม่มารวมไว้กับขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล”

แม็กแครกเคนและคณะ (Maccraken et al., 1976 อ้างถึงในสุวัฑม์ นิยมคำ, 2531: 152) ได้อธิบายถึงการสรุปความรู้ใหม่ว่า “เมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลพร้อมแล้ว ก็นำข้อมูลนั้นมาตีความหมาย มาพิจารณาหาความจริงที่เกิดขึ้นในข้อมูล เพื่อที่จะลงข้อสรุปต่อไป การสรุปนี้ก็คือการยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐาน(ถ้ามี) ถ้ายอมรับก็นำไปสู่การสร้างเป็นกฎ หรือทฤษฎีต่อไป บางครั้งอาจจะได้ปัญหาใหม่ที่จะศึกษาหาความรู้ต่อไปได้”

เคลียฟ (Cleave, 1997) กล่าวว่า “การสรุปผล เป็นการสรุปใจความสำคัญของผลที่ได้จากการทดลองและอธิบายความสอดคล้องกับสมมติฐาน”

มังกร ทองสุชาติ (2523: 15) กล่าวว่า “การสรุปผลคือ การนำเอาผลของการวิเคราะห์ไปใช้ ซึ่งการสรุปผลนี้เป็นผลสรุปที่ได้จากข้อมูลต่างๆ”

วันชัย ศุภนคร (2527, อ้างถึงในจักรทอง เบ้าจรรยา, 2527: 36) กล่าวว่า “การสรุปผลเป็นการสรุปผลที่แน่นอนว่า ข้อเท็จจริงของปัญหานั้นคืออะไร กล่าวง่ายๆ ก็คือ เป็นการตรวจสอบคำตอบหรือผลการวิเคราะห์ข้อมูลนั่นเอง”

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530: 191) ได้อธิบายเกี่ยวกับการสรุปความรู้ใหม่สรุปได้ว่า การสรุปความรู้ใหม่เป็นการรวบรวมผลการวิเคราะห์ข้อมูลมาเขียนสรุปเพื่อตอบปัญหาที่ศึกษา การเขียนสรุปผลนี้ควรเขียนให้มีลำดับสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการศึกษาหรือสมมติฐาน”

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542: 76) กล่าวถึงการสรุปความรู้ใหม่ไว้ว่า “ผลการวิเคราะห์ข้อมูลไม่ว่าจะค้นหรือสนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ก็ตามก็คือความรู้ใหม่ นักวิทยาศาสตร์หรือนักวิจัยจะเสนอสิ่งที่ตนพบจากการศึกษาทดลองหรือวิจัยโดยการอุปนัย เพื่อเผยแพร่หรือเก็บไว้เป็นหลักฐานต่อไป การเสนอข้อค้นพบจะเสนอตามผลการวิเคราะห์แล้วสรุปประเด็นเป็นคำตอบหรือคำอธิบายสิ่งที่ปัญหาที่ระบุไว้แต่ต้น”



โดยสรุป การสรุปความรู้ใหม่คือ การสรุปใจความสำคัญหรือการพยายามอธิบาย ลักษณะของข้อมูล สรุปความสัมพันธ์ของข้อมูล การสรุปความรู้ใหม่สามารถตอบคำถามหรือ สมมติฐานของปัญหาได้

## 2. การทำโครงการวิทยาศาสตร์

### 2.1 ความหมายของการทำโครงการวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายๆ ท่านได้ให้ความหมายของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

โฟว์เลอร์ (Fowler, 1964: 91-93) ได้ให้ความหมายของการทำโครงการวิทยาศาสตร์สรุป ได้ว่า การทำโครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหาใดปัญหา หนึ่งทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยจัดเขียนเป็นโครงการเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาต่อ และมีการ ปฏิบัติตามแนวที่วางไว้หรือให้โครงการนี้สัมฤทธิ์ผลตามจุดมุ่งหมาย

กุปตา (Gupta, 1981: 28) ได้ให้ความหมายของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า การทำโครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาเกี่ยวกับความจริงหรือประสบการณ์ต่างๆ ของ นักเรียนที่มีโอกาสได้แสดงออกขณะทำงานกลุ่ม เพื่อพัฒนาศักยภาพของนักเรียนให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

นันทิยา บุญเคลือบ (2528: 46) ได้ให้ความหมายของการทำโครงการวิทยาศาสตร์สรุปได้ ว่า เป็นการศึกษารื่องใดเรื่องหนึ่งเพื่อตอบปัญหาที่สงสัย ซึ่งปัญหาที่จะศึกษาต้องเกิดจากความ สนใจของผู้ทำโครงการ มีกระบวนการศึกษา ค้นคว้า เพื่อหาคำตอบอย่างมีระบบตามวิธีการทาง วิทยาศาสตร์ ตลอดไปถึงการเผยแพร่ผลงานของตนให้ผู้อื่นเข้าใจ ทั้งนี้โดยมีอาจารย์วิทยาศาสตร์ หรือผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาและเทคนิควิธีของเรื่องนั้นๆ เป็นที่ปรึกษาคอยให้ความช่วยเหลือแนะนำ

สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย (2528: 16) กล่าวถึงความหมายของการทำ โครงการวิทยาศาสตร์ว่า “การทำโครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง อย่างมีหลักเกณฑ์และต้องสำเร็จรูปในตัวเอง ผู้ศึกษาจะต้องมีความละเอียดรอบคอบ มีการ สังเกต และบันทึกผลที่ได้จากการศึกษาไว้ตามลำดับทุกขั้น การวางรูปของโครงการจะต้อง ดำเนินการล่วงหน้าให้รัดกุม”

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531: 1) ได้ให้ความหมายของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ว่า “เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ภายใต้การดูแลและให้คำปรึกษาของครู อาจารย์ หรือผู้ทรงคุณวุฒิ ตั้งแต่การเลือกหัวข้อที่จะศึกษาค้นคว้า ดำเนินการวางแผนออกแบบ ประดิษฐ์ สํารวจ ทดสอบ เก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งการแปลผล สรุปผลและการเสนอผลงาน”

ชุติมา วัฒนะศิริ (2541: 254) ได้ให้ความหมายของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ว่า “เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและลงมือปฏิบัติด้วยตนเองโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้การดูแลและให้คำปรึกษาของครูหรือผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นๆ “

ธีระชัย ปุณฺณโชติ (2544: 70) ได้กล่าวไว้ว่า “การทำโครงการวิทยาศาสตร์ คือ กิจกรรมสำหรับนักเรียนในการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งด้วยตนเอง โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้คำแนะนำปรึกษาของครูหรือผู้เชี่ยวชาญ กิจกรรมนี้อาจทำเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้ และจะกระทำภายในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้ โดยไม่จำกัดสถานที่ กิจกรรมการทำโครงการวิทยาศาสตร์นี้เรียกได้ว่า เป็นการวิจัยทางวิทยาศาสตร์เบื้องต้นสำหรับนักเรียน”

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544: 89) ได้กล่าวไว้ว่า “การทำโครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาเพื่อค้นพบข้อความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ ด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์อันประกอบด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนการเป็นผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ แล้วเสนอผลการศึกษาในรูปแบบการเขียนโครงการวิทยาศาสตร์ โดยมีครู อาจารย์ และผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้คำปรึกษา ตามบทบาทของโครงการวิทยาศาสตร์ “

โดยสรุป การทำโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้วยตนเองโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา ภายใต้คำแนะนำปรึกษาของครูหรือผู้เชี่ยวชาญ กิจกรรมนี้อาจทำเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้ และจะกระทำในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้ โดยไม่จำกัดสถานที่

## 2.2 หลักการของการทำโครงการวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาได้เสนอหลักการของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

โฟว์เลอร์ (Fowler, 1964: 91-93) ได้กล่าวถึงหลักการสำคัญของทำโครงการวิทยาศาสตร์สรุปได้ 3 ประการ ดังนี้คือ

1. หลักความจริงและการนำไปใช้ประโยชน์ หมายถึง โครงการวิทยาศาสตร์ได้ทำขึ้นโดยยึดหลักความจริงตามธรรมชาติจากบุคคลอื่นๆ รวมทั้งจากวงการศึกษาด้วย
2. หลักของเสรีภาพและเศรษฐกิจ หมายถึง การให้เสรีภาพแก่ผู้ทำโครงการวิทยาศาสตร์ในการเลือกเรื่องที่จะทำ โดยคำนึงถึงวัสดุอุปกรณ์และเงินทุนที่มีอยู่ ตลอดจนจนเป็นการดำเนินการอย่างประหยัดและคุ้มค่ากับการทำโครงการ
3. หลักการเรียนรู้ด้วยตนเอง หมายถึง เป็นการสนับสนุนให้ผู้ทำโครงการวิทยาศาสตร์ได้ใช้ความสามารถในการวางแผนดำเนินการทำโครงการและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการฝึกให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ธีระชัย ปุณณโชติ (2544: 70) ได้กล่าวถึงหลักการของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ไว้สรุปดังต่อไปนี้

1. เน้นการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยนักเรียนจะเป็นผู้เริ่มวางแผน และดำเนินการศึกษาด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทางและให้คำปรึกษา
2. เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มจากการกำหนดปัญหา เลือกหัวข้อที่ตนจะศึกษา วางแผนการศึกษาค้นคว้า ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ทำการทดลอง และสรุปผลการศึกษาค้นคว้า
3. เน้นการคิดเป็น ทำเป็น และการแก้ปัญหาเป็นด้วยตนเอง

โดยสรุป หลักการของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ คือ เน้นให้นักเรียนแสวงหาความรู้หรือแก้ปัญหาในเรื่องที่ตนเองสนใจอย่างเสรีภาพโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้คำแนะนำของครูอาจารย์ หรือผู้เชี่ยวชาญ และเป็นการฝึกนักเรียนให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

## 2.3 จุดมุ่งหมายของการทำโครงการวิทยาศาสตร์

การทำโครงการวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายหลายประการ ดังที่นักการศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้เสนอแนะไว้ ดังนี้



หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา (2526: 43) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการทำ  
โครงการวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. เพื่อส่งเสริมการศึกษาค้นคว้าหรือวิจัยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสนใจและ  
มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์
2. เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจค้นคว้าและประดิษฐ์ผลงานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะ  
เป็นประโยชน์ต่อคุณค่าทางวิชาการ
3. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสเผยแพร่ผลงานของตนเอง
4. เพื่อให้นักเรียนได้รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์
5. เพื่อให้นักเรียนได้รู้จักการทำงานร่วมกับบุคคลอื่นๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529: 2) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของ  
การทำโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนใช้ความรู้และประสบการณ์เลือกทำโครงการวิทยาศาสตร์ตามที่  
ตนสนใจ
2. เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่างๆ ด้วยตนเอง
3. เพื่อให้นักเรียนได้แสดงออกซึ่งความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
4. เพื่อให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเห็นคุณค่าของการใช้กระบวนการทาง  
วิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา
5. เพื่อให้นักเรียนมองเห็นแนวทางในการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในแต่ละ  
ท้องถิ่น

ธีระชัย ปุรณโชติ (2531: 4) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ไว้  
สรุปได้ดังต่อไปนี้

1. เพื่อให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการศึกษาค้นคว้า หรือการวิจัยเบื้องต้นทาง  
วิทยาศาสตร์ภายในขอบเขตความรู้และประสบการณ์ตามระดับชั้นของตน
2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรัก และความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์และมีโอกาสแสดงออก
4. เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียน ในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อ  
แก้ปัญหา
5. เพื่อให้นักเรียนรู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์
6. เพื่อพัฒนาความรับผิดชอบและสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

## 7. เพื่อให้นักเรียนตระหนักถึงคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โดยสรุป การทำโครงการวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายเพื่อฝึกให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ และแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวของนักเรียนด้วย

### 2.4 ความสำคัญและประโยชน์ของการทำโครงการวิทยาศาสตร์

การทำโครงการวิทยาศาสตร์นั้นมีความสำคัญและก่อให้เกิดประโยชน์ต่อนักเรียนหลายประการ ดังที่นักการศึกษาหลายท่านและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้กล่าวไว้ ดังนี้

ธีระชัย ปุรณโชติ (2531: 3-4) ได้กล่าวถึงคุณประโยชน์ของโครงการวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ช่วยส่งเสริมจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและการเรียนวิทยาศาสตร์ให้สัมฤทธิ์ผลสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2. ช่วยให้นักเรียนมีโอกาสเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงในกระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

3. ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วนสมบูรณ์ยิ่งขึ้นกว่า การเรียนในกิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติ นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์บางทักษะซึ่งไม่มีใครมีโอกาสในกิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติ เช่น ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการออกแบบ การทดลอง และควบคุมตัวแปร เป็นต้น

4. ช่วยพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์

5. ช่วยให้นักเรียนเข้าใจลักษณะและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดียิ่งขึ้น เช่น เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ไม่ได้หมายถึงแต่ตัวความรู้ในเนื้อหาสาระที่เกี่ยวกับธรรมชาติเท่านั้น แต่ยังหมายถึงกระบวนการแสวงหาความรู้เหล่านั้น และมีเจตคติหรือค่านิยมทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย การได้มาซึ่งความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติจะต้องใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลอย่างมีระบบโดยอาศัยการสังเกตเป็นพื้นฐาน แต่ประสาทสัมผัสของมนุษย์ซึ่งใช้ในการสังเกตมีขีดความสามารถจำกัดในการรับรู้ ดังนั้นวิทยาศาสตร์จึงมีขอบเขตจำกัดด้วย

6. ช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และความเป็นผู้มีวิจาร์ณญาณ

7. ช่วยพัฒนานักเรียนให้เกิดความเชื่อมั่นในตนเอง

8. ช่วยพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้ที่คิดเป็น ทำเป็น และมีความสามารถในการแก้ปัญหา

9. ช่วยพัฒนาความรับผิดชอบ และสร้างวินัยในตนเองให้เกิดขึ้นกับนักเรียน
10. ช่วยให้นักเรียนได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์และมีคุณค่า

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531: 56) ได้กล่าวถึงคุณประโยชน์ของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. สร้างความสำนึก และรับผิดชอบในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ต่างๆ ด้วยตนเอง
2. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาและแสวงหาความสามารถตามศักยภาพของตนเอง
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้ในเรื่องที่ตนเองสนใจได้ลึกซึ้งไปกว่าการเรียนในหลักสูตรปกติ
4. ทำให้นักเรียนมีความสามารถพิเศษโดยมีโอกาสดแสดงความสามารถของตนเอง
5. ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์และมีความสนใจที่จะประกอบอาชีพทางวิทยาศาสตร์
6. ช่วยให้นักเรียนได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ในการสร้างสรรค์
7. ช่วยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน และระหว่างนักเรียนด้วยกันให้มีโอกาสทำงานใกล้ชิดกันมากขึ้น
8. ช่วยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างชุมชนกับโรงเรียนให้ดีขึ้น โรงเรียนได้มีโอกาสเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่ชุมชนซึ่งจะช่วยกระตุ้นให้ชุมชนได้สนใจวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากขึ้น

เพชรวิทย์ ยินดีสุข และศิลปชัย บุรณพานิช (2544: 77) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ในด้านต่างๆ ดังนี้

1. ประโยชน์ต่อนักเรียน นักเรียนได้รับประโยชน์จากการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ดังนี้
  - 1.1 นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น
  - 1.2 นักเรียนมีความเชื่อมั่นในการเรียนมากขึ้น ส่วนใหญ่จะเป็นผู้นำกลุ่มในการตัดสินใจหรือดำเนินการต่างๆ
  - 1.3 นักเรียนมีความรับผิดชอบ มีมานะพยายามมากขึ้น
  - 1.4 นักเรียนได้ฝึกทำงานร่วมกับผู้อื่น คือ กลุ่มเพื่อนๆ และอาจารย์ที่ปรึกษา
  - 1.5 นักเรียนรู้จักปรับตัวเข้ากับเพื่อน
  - 1.6 นักเรียนสามารถแสดงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

## 2. ประโยชน์ต่อครู

- 2.1 ครูมีโอกาสใกล้ชิด มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นด้านความรู้และคุณธรรมกับนักเรียน
- 2.2 ครูจะได้ผู้ช่วยสอนที่เป็นกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการฝึกมาอย่างดี
- 2.3 ครูจะมีความสุขเมื่อเห็นพัฒนาการในตัวนักเรียน
- 2.4 ครูจะจักนักเรียนอย่างแท้จริงเพราะขณะทำโครงการวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมของนักเรียนจะถูกเปิดเผยอย่างชัดเจน

## 3. ประโยชน์ต่อผู้ปกครอง

- ผู้ปกครองมีความสัมพันธ์กับเด็กในทางดี
- 3.2 ผู้ปกครองเห็นความสามารถที่แท้จริงของเด็ก
- ผู้ปกครองจะมีความสุขเมื่อเห็นพัฒนาการในตัวนักเรียน

โดยสรุป การทำโครงการวิทยาศาสตร์มีประโยชน์ทั้งต่อตัวของนักเรียนในการพัฒนาความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ต่อครูผู้สอนและผู้ปกครองในการที่จะได้ใกล้ชิด แลกเปลี่ยนความคิดเห็นด้านความรู้และคุณธรรม สังเกตพฤติกรรม และเห็นความสามารถ และพัฒนาการในตัวเด็ก

## 2.5 ประเภทของการทำโครงการวิทยาศาสตร์

การทำโครงการวิทยาศาสตร์จัดแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ ได้หลายประเภทขึ้นอยู่กับปัญหาหรือสิ่งที่สนใจศึกษา ดังที่นักการศึกษาได้จัดแบ่งประเภทของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

ลัดดา ภูเกียรติ (2543: 51-52) จัดแบ่งประเภทของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ประเภท สรุปได้ดังนี้

1. โครงการประเภทการทดลอง เป็นโครงการที่ต้องทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งที่มีผลต่อตัวแปรอีกตัวแปรหนึ่งที่ต้องการจะศึกษา โดยที่ในทางทฤษฎีแล้วอาจมีหลายๆ ตัวแปรก็ได้ที่มีผลต่อตัวแปรที่จะศึกษา แต่ผู้ที่ทำการศึกษามองการเลือกศึกษาเพียงตัวแปรเดียวเท่านั้น ตัวแปรอื่นๆ ที่อาจมีผลจะต้องทำการควบคุมให้หมดทุกตัว เพื่อกันไม่ให้เกิดมีการแทรกซ้อนของตัวแปร

2. โครงการประเภทสำรวจ เป็นโครงการที่ไม่ต้องมีการจัดหรือกำหนดตัวแปร อาจเป็นการรวบรวมข้อมูลในสนามหรือในธรรมชาติได้ทันที หรือทำการเก็บรวบรวมวัสดุตัวอย่างมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ หรือจำลองธรรมชาติขึ้นในห้องปฏิบัติการแล้วสังเกตหรือศึกษารวบรวมข้อมูลต่างๆ แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาจำแนกเป็นหมวดหมู่และนำเสนอในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้เห็นลักษณะหรือความสัมพันธ์ในเรื่องที่ต้องการศึกษาได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

3. โครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์ เป็นโครงการประเภทพัฒนาหรือประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้ หรืออุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาใช้ประโยชน์ในการทำงาน สิ่งประดิษฐ์ดังกล่าวอาจเป็นสิ่งประดิษฐ์ขึ้นมาใหม่ทั้งหมดหรือเป็นการดัดแปลงมาจากของที่มีอยู่แล้วก็ได้ เพื่อปรับปรุงให้สิ่งประดิษฐ์นั้นมีประสิทธิภาพดีกว่าเดิม หรือสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายแนวความคิดบางอย่าง

4. โครงการประเภททฤษฎี เป็นโครงการที่นำเสนอแนวคิด หรือทฤษฎีใหม่ๆ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของสมการ สูตร หรือคำอธิบาย โดยที่ได้ตั้งข้อตั้งหรือกติกาขึ้นมาเอง แล้วเสนอหลักการ หรือแนวคิด หรือทฤษฎีตามกติกาหรือข้อตั้งนั้นๆ หรือเป็นการขยายทฤษฎีในรูปแบบใหม่ที่ยังไม่มีใครคิดมาก่อน การทำโครงการประเภทนี้ผู้ทำจะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ในเรื่องนั้นๆ เป็นอย่างดี ซึ่งอาจจะยากเกินไปสำหรับนักเรียน ดังนั้นจึงมีโครงการประเภทนี้น้อยมาก

ธีระชัย ปุรณโชติ (2544: 71) ได้แบ่งการทำโครงการวิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 ประเภทดังนี้

1. การทำโครงการประเภทการสำรวจ
2. การทำโครงการประเภทการทดลอง
3. การทำโครงการประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์
4. การทำโครงการประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย

การทำโครงการแต่ละประเภทมีรายละเอียดดังนี้

#### การทำโครงการประเภทการสำรวจ

เป็นการศึกษารวบรวมปัญหาจากธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อศึกษาหาความรู้ที่มีอยู่หรืออยู่ในธรรมชาติ โดยใช้วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล แล้วนำข้อมูลที่ได้มาจัดกระทำให้เป็นระบบระเบียบและสื่อความหมาย แล้วนำเสนอในรูปแบบต่างๆ เช่น ตาราง กราฟ แผนภูมิ และคำอธิบายประกอบ

#### การทำโครงการประเภทการทดลอง

เป็นการศึกษาหาคำตอบของปัญหาใดปัญหาหนึ่ง โดยการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง ลักษณะสำคัญของโครงการประเภทนี้คือ มีการออกแบบการทดลอง เพื่อ



ศึกษาผลของตัวแปรที่มีต่อตัวแปรอีกตัวหนึ่งที่ต้องการศึกษา โดยควบคุมตัวแปรอื่นๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาไว้

#### การทำโครงการประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์

เป็นการพัฒนาหรือประดิษฐ์ หรือการสร้างอุปกรณ์ หรือเครื่องมือเครื่องใช้เพื่อประโยชน์ใช้สอย โดยการประยุกต์ทฤษฎี หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการพัฒนาหรือการประดิษฐ์ดังกล่าว อาจเป็นการประดิษฐ์สิ่งใหม่ หรือการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นก็ได้ หรืออาจเป็นการเสนอแบบจำลองทางความคิดเพื่อแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่งก็ได้

#### การทำโครงการประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย

เป็นโครงการที่เสนอทฤษฎีหรือคำอธิบายสิ่งต่างๆ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ ซึ่งเป็นแนวคิดใหม่ๆ โดยมีหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือทฤษฎีอื่น ตลอดจนข้อมูลต่างๆ สนับสนุน ทฤษฎีหรือคำอธิบายดังกล่าวอาจใหม่ หรือขัดแย้งหรือขยายแนวความคิดหรือคำอธิบายเดิมที่มีผู้ให้ไว้ก่อนแล้วก็ได้ อาจเป็นการอธิบายปรากฏการณ์เก่าในแนวใหม่ อาจเสนอในรูปของคำอธิบาย สูตร หรือสมการก็ได้ แต่จะต้องมีข้อมูลหรือทฤษฎีอื่นมาสนับสนุนอ้างอิง

โดยสรุป การทำโครงการวิทยาศาสตร์แบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้ การทำโครงการประเภทการสำรวจ การทำโครงการประเภทการทดลอง การทำโครงการประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์ และการทำโครงการประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย

## 2.6 ขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์

การทำโครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ต่อเนื่องมีหลายขั้นตอน นักการศึกษาแต่ละท่านได้แบ่งขั้นตอนของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

โมราโน (Morano, 1995) แบ่งขั้นตอนในการทำโครงการวิทยาศาสตร์เป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. การสังเกต
2. การตั้งสมมติฐาน
3. การทดลอง
4. การสรุปผล

ขั้นตอนต่างๆ เหล่านี้ ยังแบ่งออกได้หลายขั้นตอน ได้แก่ การสังเกต การค้นคว้าเพิ่มเติมในเรื่องที่ต้องการศึกษา การตั้งชื่อโครงการ การกำหนดวัตถุประสงค์ การบ่งชี้ตัวแปร การ



ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง กำหนดวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ ดำเนินการทดลอง ตามที่ได้ออกแบบไว้พร้อมทั้งจดบันทึกผลการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลการทดลองและ อภิปรายผล รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์

ธีระชัย ปุณฺณโชติ (2544: 73-74) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ไว้ สรุปได้ดังนี้

#### ขั้นที่ 1 การคิดและเลือกชื่อเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษา

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นที่สำคัญที่สุดและยากที่สุด ตามหลักการแล้วนักเรียนควรจะเป็นผู้คิด และเลือกหัวข้อเรื่องที่จะศึกษาด้วยตนเอง แต่ครูอาจมีบทบาทหรือมีส่วนช่วยเหลือให้นักเรียน สามารถคิดหัวข้อเรื่องได้ด้วยตนเอง

#### ขั้นที่ 2 การวางแผนในการทำโครงงาน

ได้แก่ การวางแผนวิธีดำเนินงานในการศึกษาค้นคว้าทั้งหมด เช่น วัสดุอุปกรณ์ที่ จำเป็นต้องใช้ในการออกแบบการทดลอง และควบคุมตัวแปร วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล การ วางแผนปฏิบัติงานอย่างคร่าวๆว่าจะดำเนินการอย่างไรบ้างเป็นขั้นตอน แล้วนำเสนออาจารย์ที่ ปรีกษา เพื่อขอคำแนะนำเพิ่มเติมและขอความเห็นชอบ

#### ขั้นที่ 3 การลงมือทำโครงงาน

ได้แก่ การลงมือปฏิบัติตามแผนงานที่ได้วางไว้ล่วงหน้าแล้วในขั้นที่สองนั่นเอง ประกอบด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูล การสร้างหรือการประดิษฐ์ การปฏิบัติการทดลอง ซึ่งสุด แล้วแต่จะเป็นโครงงานประเภทใดและการค้นคว้าจากเอกสารต่างๆ แล้วดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งความหมายของข้อมูล และสรุปผลของการศึกษาค้นคว้า

#### ขั้นที่ 4 การเขียนรายงาน

เป็นการเสนอผลของการศึกษาค้นคว้าเป็นลายลักษณ์อักษร หรือเป็นเอกสาร เพื่อ อธิบายให้ผู้อื่นทราบรายละเอียดทั้งหมดของการทำโครงงาน ซึ่งจะประกอบด้วยปัญหาที่ ทำการศึกษา วัตถุประสงค์ของการศึกษา วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า ตลอดจนประโยชน์และข้อ เสนอแนะต่างๆ ที่ได้จากการทำโครงงานนั้นๆ

วิธีเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ก็มีหลักและแนวทางในการเขียนเช่นเดียวกับการ เขียนรายงานผลการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์นั่นเอง

#### ขั้นที่ 5 การแสดงผลงาน

เป็นการเสนอผลงานที่ได้ศึกษาค้นคว้าสำเร็จลงแล้วให้ผู้อื่นได้รับรู้และเข้าใจ ซึ่งอาจ กระทำได้หลายรูปแบบ เช่น การจัดนิทรรศการ การสาธิตแสดงประกอบการรายงานปากเปล่า

ในการจัดแสดงผลงานของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่ครูอาจกระทำได้ในหลายระดับ เช่น

1. การจัดแสดงผลงานในชั้นเรียน
2. การจัดแสดงนิทรรศการภายในโรงเรียนเป็นการภายใน
3. การจัดแสดงนิทรรศการในงานประจำปีของโรงเรียน
4. การส่งโครงการเข้าร่วมในงานแสดง หรือประกวดภายนอกโรงเรียนในระดับ

ต่างๆ เช่น ระดับกลุ่มโรงเรียน ระดับจังหวัด ระดับเขตการศึกษา และระดับชาติ เป็นต้น

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544: 90-91) ได้กล่าวว่า ขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ คือการใช้ขั้นตอนตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ใช้เป็นแนวทางในการศึกษา คือ การสังเกต การศึกษาเรื่องราวต่างๆ ในแหล่งต่างๆ เพื่อทำให้เห็นปัญหา จากนั้นก็คาดคะเนติดตามปัญหาโดยการศึกษาลักษณะที่สนับสนุนเรื่องนั้น แล้วใช้ความรู้ที่ศึกษามาเป็นแนวทางในการออกแบบการทำโครงการวิทยาศาสตร์หรือเขียนเป็นโครงการการทำโครงการวิทยาศาสตร์ขึ้น ต่อจากนั้นก็ดำเนินการปฏิบัติตามโครงการ ขั้นสุดท้ายคือนำเสนอข้อมูลที่ได้รับการศึกษาตามโครงการมาเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์เพื่อเผยแพร่สู่ชุมชนต่อไป

การกำหนดขั้นตอนในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษาแต่ละท่านอาจมีจำนวนขั้นตอนแตกต่างกัน แต่มีรายละเอียดที่คล้ายคลึงกัน โดยสามารถสรุปขั้นตอนในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ได้ 5 ขั้นตอน คือ 1) การคิดและเลือกหัวข้อเรื่องที่สนใจจะศึกษา 2) การวางแผนในการทำโครงการ 3) การลงมือทำโครงการ 4) การเขียนรายงาน และ 5) การแสดงผลงาน ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

#### 1) การคิดและเลือกหัวข้อเรื่องที่สนใจจะศึกษา

การคิดและเลือกหัวข้อเรื่องที่สนใจจะศึกษาเป็นขั้นตอนแรกของการทำโครงการที่สำคัญที่สุดและยากที่สุด แวนเดอแมน และ พาร์ฟิตต์ (Vandemann and Parfitt, 1985 อ้างถึงในสุรางค์สากร, 2532: 17) กล่าวสรุปไว้ว่า เรื่องที่ยากที่สุดในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ คือ การเลือกหัวข้อเรื่องหรือปัญหา เพราะหัวข้อเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษานั้นจะต้องเป็นเรื่องที่เหมาะสมกับระดับความรู้ความสามารถของนักเรียน และมีแนวทางที่จะหาคำตอบ โดยทั่วไปแล้วหัวข้อเรื่องของโครงการวิทยาศาสตร์มักจะได้จากปัญหา คำถาม หรือความอยากรู้อยากเห็นรอบๆ ตัว

นักเรียน ดังนั้น นักเรียนควรได้รับการกระตุ้น ได้รับความสนใจ เพื่อให้เกิดแนวคิดและเลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงการ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531: 21) ได้กล่าวถึงการกระตุ้นหรือเร้าให้นักเรียนมีความสนใจในการทำโครงการ สรุปได้ดังนี้

1. หาโอกาสคุยกับนักเรียนบ่อยๆ เกี่ยวกับเรื่องของโครงการวิทยาศาสตร์
2. นำโครงการวิทยาศาสตร์ง่ายๆ แต่น่าสนใจและมีคุณค่ามาแล้วให้นักเรียนฟัง
3. จัดให้นักเรียนที่เคยประสบความสำเร็จในการทำโครงการมาแล้วประสบการณ์ให้ฟัง
4. ตั้งคำถามหรือปัญหาให้นักเรียนคิดอยู่เสมอ
5. จัดหาหรือแนะนำเอกสารต่างๆ สำหรับนักเรียนอ่าน
6. พานักเรียนไปชมงานแสดงโครงการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531: 9) ได้เสนอแนวทางในการคิดหัวข้อเรื่องโครงการพอสรุปได้ดังนี้

1. จากการอ่านหนังสือต่างๆ เช่น ตำรา หนังสือพิมพ์ วารสาร เป็นต้น ไม่เฉพาะแต่เรื่องราวทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น
2. จากการไปเยี่ยมชมสถานที่ต่างๆ เช่น สวนอุทยาน สวนสัตว์ พิพิธภัณฑ์ สถานที่เพาะเลี้ยงพืชและสัตว์ หน่วยงานวิจัย ห้องปฏิบัติการ เป็นต้น
3. จากการฟังการบรรยายทางวิชาการ การฟังและชมรายการวิทยุและโทรทัศน์
4. จากกิจกรรมการเรียนการสอนในโรงเรียน
5. จากงานอดิเรกของนักเรียนเอง
6. จากการเข้าชมนิทรรศการหรืองานประกวดโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
7. จากการศึกษาโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีผู้อื่นทำไว้แล้ว
8. จากการสนทนากับครูอาจารย์ เพื่อนๆ หรือบุคคลอื่นๆ
9. จากการสังเกตปรากฏการณ์ต่างๆ รอบตัว

ธงชัย ชิวปรีชา (2528: 5 อ้างถึงในศักดิ์ดา สถาพรจนา, 2540: 56) ได้ให้ความเห็นว่า “การเลือกเรื่องที่จะทำโครงการนั้นนักเรียนควรคำนึงถึงระยะเวลาในการดำเนินการว่าจะสามารถทำได้ทันตามเวลาที่กำหนดหรือไม่และได้เสนอแนะว่าควรจัดทำตารางเวลาด้วย”

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531: 12) ได้เสนอหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาเลือกหัวข้อเรื่องที่จะศึกษา สรุปได้ดังนี้

1. ผู้ทำมีความรู้และทักษะพื้นฐานเพียงพอในเรื่องที่จะศึกษา
2. มีแหล่งความรู้เพียงพอที่จะค้นคว้าหรือขอคำปรึกษา
3. วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นสามารถจัดหาหรือจัดทำขึ้นมาได้
4. มีเวลาเพียงพอที่จะทำโครงการในเรื่องนั้นๆ
5. มีอาจารย์หรือผู้ทรงคุณวุฒิรับเป็นที่ปรึกษา
6. มีความปลอดภัย
7. มีงบประมาณเพียงพอ

สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย (2533: 13-14) ได้เสนอแนะนักเรียนถึงสิ่งที่ไม่ควรปฏิบัติในการเลือกหัวข้อเรื่องที่น่าสนใจจะศึกษา สรุปได้ดังนี้

1. ไม่ควรซื้ออุปกรณ์ใดๆ จนกว่าจะเห็นว่าพร้อมดำเนินการเป็นโครงการได้
2. ไม่ควรเสียเวลาใส่ใจในปัญหาใหญ่เกินกำลังความคิดความสามารถของตนเอง
3. ไม่ควรลอกแบบโครงการของนักเรียนด้วยกัน เพราะจะทำให้เกิดความเบื่อหน่าย เว้นแต่จะขยายหรือเพิ่มความคิดใหม่เข้าไป
4. ไม่ควรเลือกหัวข้อเรื่องโครงการที่จะกินเวลาทั้งหมดเพื่อสร้างอุปกรณ์

โดยสรุป นักเรียนควรได้รับการกระตุ้น ใจความสนใจ เพื่อให้เกิดแนวคิดและเลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงการ ซึ่งแหล่งที่มาของหัวข้อเรื่องโครงการวิทยาศาสตร์มีมากมาย เช่น การอ่าน การไปเยี่ยมชมตามสถานที่ต่างๆ การรับชม วิทยุจากสื่อต่างๆ กิจกรรมการเรียนการสอน การสนทนา การสังเกตปรากฏการณ์ เป็นต้น และเมื่อคิดหัวข้อเรื่องที่น่าสนใจจะศึกษาได้แล้ว นักเรียนควรพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในการเลือกหัวข้อเรื่องนั้นมาศึกษาด้วย หลักที่ใช้ในการพิจารณา ได้แก่ ความรู้และทักษะพื้นฐาน แหล่งข้อมูล วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ เวลาที่ใช้ ความปลอดภัย งบประมาณ เป็นต้น

## 2) การวางแผนในการทำโครงการ

เมื่อได้หัวข้อเรื่องที่จะทำโครงการแล้ว ก่อนที่นักเรียนจะเริ่มลงมือทำโครงการ นักเรียนจะต้องมีการวางแผนเพื่อความรัดกุมในการดำเนินงาน ในการวางแผนการทำโครงการนั้น

นักเรียนจะต้องเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา ก่อน เพื่อให้ อาจารย์ที่ปรึกษาได้ตรวจพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะ อันจะเป็นประโยชน์ในการทำโครงการ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531: 28-30) ได้เสนอแนะว่า เค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์หรือโครงการการทำโครงการวิทยาศาสตร์ควรประกอบด้วย

1. ชื่อโครงการ
2. ชื่อผู้ทำโครงการ
3. ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ
4. ที่มาและความสำคัญของโครงการ
5. จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า
6. สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า (ถ้ามี)
7. วิธีดำเนินการ
  - 7.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้
  - 7.2 แนวการศึกษาค้นคว้า
8. แผนปฏิบัติงาน
9. ผลที่คาดว่าจะได้รับ
10. เอกสารอ้างอิง

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544: 92) ได้เสนอหัวข้อต่างๆ ของโครงการทำโครงการวิทยาศาสตร์ หรือโครงการเพื่อขอเสนอทำโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ชื่อโครงการที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิทยาศาสตร์
2. ผู้ทำโครงการวิทยาศาสตร์ หรือคณะผู้ทำโครงการวิทยาศาสตร์
3. ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
4. ที่มาและความสำคัญของโครงการวิทยาศาสตร์
5. วัตถุประสงค์ของการทำโครงการวิทยาศาสตร์
6. สมมติฐานของการศึกษา
7. ขอบเขตของการทำโครงการวิทยาศาสตร์
8. วิธีดำเนินการ
9. ผลที่คาดว่าจะได้รับ
10. แผนการกำหนดเวลาปฏิบัติงาน
11. เอกสารอ้างอิง

### 3) การลงมือทำโครงการ

เมื่อผ่านขั้นตอนการวางแผนเรียบร้อยแล้ว นักเรียนจะเริ่มลงมือทำโครงการตามที่ระบุไว้ในเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ที่เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา การลงมือทำโครงการอาจจะประกอบด้วย การเก็บรวบรวมข้อมูล การสร้างหรือการประดิษฐ์ การทดลอง การค้นคว้าจากเอกสารต่างๆ เป็นต้น สุดท้ายแล้วแต่ว่าจะเป็นโครงการประเภทใด

มนัสวี พยัคฆนันท์ (2536: 53-56) กล่าวถึงการลงมือทำโครงการวิทยาศาสตร์ว่าควรคำนึงถึงเรื่องต่อไปนี้

1. การเตรียมวัสดุอุปกรณ์และสถานที่
2. การจดบันทึกกิจกรรม
3. การทดลองอย่างรอบคอบ
4. ความประหยัดและปลอดภัย
5. ทำตามแผนงานที่วางไว้
6. ทำการทดลองซ้ำเพื่อความน่าเชื่อถือของข้อมูล
7. ทำงานเป็นขั้นตอน
8. ถ้าเป็นสิ่งประดิษฐ์ ควรคำนึงถึงความคงทน แข็งแรง และขนาดเหมาะสม

เมื่อดำเนินการครบถ้วนตามขั้นตอนได้ข้อมูลแล้ว นักเรียนจะต้องทำการวิเคราะห์ข้อมูล แปลผลและสรุปผลการศึกษา พร้อมทั้งอภิปรายผลการศึกษาดัวยว่าปรากฏผลตรงตามที่คาดหมายหรือไม่

### 4) การเขียนรายงาน

การเขียนรายงานเป็นการเสนอผลของการศึกษาค้นคว้า เพื่ออธิบายให้ผู้อ่านได้เข้าใจถึงแนวคิด วิธีการศึกษาค้นคว้า ข้อมูล ผลที่ได้ ตลอดจนข้อสรุป และข้อเสนอแนะต่างๆ เกี่ยวกับโครงการนั้น โดยใช้ภาษาที่อ่านเข้าใจง่าย ชัดเจน ตรงไปตรงมาและครอบคลุมหัวข้อต่างๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531: 32-33) ได้เสนอแนะวิธีเขียนรายงาน ควรประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

1. ชื่อโครงการ
2. ชื่อผู้ทำโครงการ
3. ชื่อครูหรืออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ



4. บทคัดย่อ บทคัดย่อต้องอธิบายถึงที่มาและความสำคัญของโครงการ วัตถุประสงค์  
วิธีดำเนินการและผลที่ได้ ตลอดจนข้อสรุปต่างๆ อย่างย่อประมาณ 300-350 คำ
5. ที่มาและความสำคัญของโครงการ
6. จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า
7. สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า
8. วิธีดำเนินการ อาจแยกเป็น 2 ข้อย่อย คือ
  - 8.1 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี
  - 8.2 วิธีดำเนินการทดลอง ซึ่งต้องอธิบายขั้นตอนการดำเนินงานโดยละเอียด
9. ผลการศึกษาค้นคว้า นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าหรือผลการทดลอง  
ต่างๆ ที่สังเกตรวบรวมได้ รวมทั้งเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย
10. สรุปข้อเสนอแนะ ผลสรุปที่ได้จากโครงการ ถ้ามีการตั้งสมมติฐานควรระบุด้วยว่า  
ข้อมูลที่ได้สนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือยังสรุปไม่ได้ นอกจากนี้ควรกล่าวถึงการนำ  
ผลการทดลองไปใช้ประโยชน์ อุปสรรคของการทำโครงการหรือข้อสังเกตที่สำคัญหรือข้อผิดพลาด  
บางประการที่เกิดขึ้นจากการทำโครงการนี้ รวมทั้งข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงแก้ไขเพื่อเป็น  
แนวทางในการศึกษาสำหรับผู้สนใจจะทำเรื่องทำนองเดียวกันในอนาคตด้วย

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544: 96) อธิบายถึงการเขียนรายงานการทำโครงการวิทยาศาสตร์  
สรุปได้ว่า เป็นการนำเสนอผลการศึกษาหรือผลการทำโครงการให้ผู้อ่านเข้าใจถึงแรงผลักดัน  
สำคัญของปัญหาที่ก่อให้เกิดการค้นคว้า วิธีดำเนินการศึกษา และผลของการศึกษาหรือผลของ  
การทำโครงการ การเขียนรายงานเป็นขั้นสุดท้ายของการทำโครงการเพื่อบอกให้ทราบว่า เพราะ  
เหตุใดจึงทำ ทำอะไรบ้าง ทำแล้วได้ผลเป็นอย่างไร การเขียนรายงานที่ดีต้องสื่อให้ผู้อ่านเข้าใจ  
อย่างชัดเจนและเข้าใจอย่างรวดเร็ว ดังนั้นการเขียนรายงานจึงต้องอาศัยความรู้ ทักษะ และ  
ประสบการณ์พอสมควร ส่วนประกอบของรายงาน ควรประกอบด้วยหัวข้อดังนี้

1. บทคัดย่อ
2. หลักการและเหตุผลหรือที่มาและความสำคัญของโครงการ
3. ปัญหาหรือวัตถุประสงค์ของการทำโครงการ
4. การศึกษาทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
5. การตั้งสมมติฐาน
6. อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

7. วิธีดำเนินการศึกษา การจัดทำข้อมูลที่รวบรวมได้ตลอดจนการสื่อความหมาย
- ข้อมูล
8. การแปลผลและสรุปผล
  9. ข้อเสนอแนะ
  10. เอกสารอ้างอิง

#### 5) การแสดงผลงาน

เป็นการเผยแพร่ผลงานที่ได้ศึกษาค้นคว้าสำเร็จต่อผู้ที่สนใจ อาจทำได้ในแบบต่างๆ

ภพ เลหาไพบุลย์ (2537: 278) ได้ยกตัวอย่างแบบของการจัดแสดงผลงาน ดังนี้คือ การ  
จัดนิทรรศการ การอภิปรายทางวิทยาศาสตร์ การสาธิตประกอบการรายงานปากเปล่า

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531: 18) ได้กล่าวถึงข้อควรคำนึง  
ในการจัดแสดงโครงงานวิทยาศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

1. ความปลอดภัยของการจัดแสดง
2. ความเหมาะสมของเนื้อหาที่จัดแสดง
3. คำอธิบายที่เขียนแสดงความเน้นเฉพาะประเด็นสำคัญ ใช้ข้อความที่กะทัดรัด
4. ดึงดูดความสนใจของผู้เข้าชม โดยใช้สีที่สดใส เน้นจุดสำคัญ
5. ใช้ตารางและรูปภาพประกอบโดยจัดวางอย่างเหมาะสม
6. สิ่งที่แสดงทุกอย่างถูกต้อง
7. ในกรณีที่สิ่งประดิษฐ์ สิ่งนั้นควรอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531: 18) ได้กล่าวถึงสิ่งที่ควร  
พิจารณาในการอธิบายหรือรายงานปากเปล่าต่อผู้ชมหรือกรรมการตัดสินโครงงานไว้ดังต่อไปนี้

1. ต้องทำความเข้าใจกับเรื่องที่จะอธิบายเป็นอย่างดี
2. คำนึงถึงความเหมาะสมของภาษาที่ใช้กับระดับผู้ฟัง ควรให้ชัดเจนและเข้าใจง่าย
3. รายงานอย่างตรงไปตรงมาไม่อ้อมค้อม ขณะรายงานมองตรงไปยังผู้ฟัง
4. อย่าท่องจำรายงานหรืออ่านรายงาน แต่อาจจดหัวข้อสำคัญๆ ไว้เพื่อช่วยให้การ  
รายงานเป็นไปตามขั้นตอน
5. เตรียมตัวตอบคำถามที่เกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ

6. ตอบคำถามอย่างตรงไปตรงมา ไม่จำเป็นต้องกล่าวถึงสิ่งที่ไม่ได้ถาม
7. หากติดขัดในการอธิบาย อย่าเสแสร้งหรือกลบเกลื่อน ควรยอมรับด้วยดี
8. ควรรายงานให้เสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด
9. ควรใช้สื่อประเภทโสตทัศนูปกรณ์ประกอบการรายงานด้วย เช่น แผ่นใสหรือสไลด์ เป็นต้น

## 2.7 บทบาทของผู้ที่เกี่ยวข้องการทำโครงการวิทยาศาสตร์

ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ นักเรียนเป็นผู้มีบทบาทมากที่สุดตั้งแต่เริ่มคิดหัวข้อดำเนินการ จนกระทั่งโครงการวิทยาศาสตร์สำเร็จลุล่วงไป แต่การดำเนินงานของนักเรียนจะราบรื่นหรือสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีหรือไม่เพียงใดต้องอาศัยความร่วมมือหรือช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่าย ผู้ที่มีบทบาทเกี่ยวข้องกับการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่

1. ครูหรืออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์
2. ผู้บริหารโรงเรียน
3. ผู้ปกครอง
4. ผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญ

## บทบาทของครูหรืออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์

ครูหรืออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์มีบทบาทและความสำคัญต่อการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นอย่างยิ่ง กล่าวคือ นอกจากจะเป็นผู้คอยแนะแนวทางให้ความช่วยเหลือเมื่อนักเรียนประสบปัญหาในขณะที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์แล้ว ยังมีส่วนช่วยกระตุ้นความสนใจและเสริมกำลังใจแก่นักเรียนอีกด้วย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529: 25) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูหรืออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ สรุปได้ 3 ด้านดังนี้

### 1. บทบาทด้านการให้ความรู้

ครูหรืออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ควรเป็นผู้ที่มีความสนใจในการศึกษาค้นคว้าทดลอง กระทั่งหรืออ่านในการอ่าน ศึกษางานวิจัยหรือโครงการวิทยาศาสตร์ อยู่เสมอ เพื่อประโยชน์ในการให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรื่องต่างๆ เริ่มตั้งแต่การคิดและเลือกหัวข้อที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์ แหล่งที่นักเรียนสามารถศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นๆ เทคนิควิธีต่างๆ ในการดำเนินงานและแนวทางในการแก้ปัญหา ตลอดจนเสริมประสบการณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการ

ทำโครงการโดยการจัดทัศนศึกษาออกไปสำรวจข้อมูลในท้องถิ่นหรือการฝึกเทคนิคบางประการ เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนนำไปใช้ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ต่อไป

## 2. บทบาทด้านบริการ

ครูหรืออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ควรเป็นผู้เสียสละ สามารถจัดเวลาให้กับนักเรียนในการให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกต่างๆ ให้นักเรียนได้ เช่น การร่วมอภิปรายกับนักเรียนเพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนต่างๆ ของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ การจัดหาสถานที่ที่จะใช้ทำการทดลอง วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีต่างๆ การขอความร่วมมือจากผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกในการให้คำปรึกษาพิเศษแก่นักเรียน การรวบรวมหัวข้อหรือตัวอย่างโครงการวิทยาศาสตร์ ตลอดจนเอกสารต่างๆ ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าประกอบการทำโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

## 3. บทบาทด้านการสร้างบรรยากาศ

ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องมีความอดทน อุตสาหะอย่างมากในการต่อสู้กับอุปสรรคและปัญหาที่เกิดขึ้น ดังนั้น ครูหรืออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์จึงเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการให้กำลังใจแก่นักเรียน เพราะเป็นผู้ที่ใกล้ชิดนักเรียนที่สุดในการทำโครงการ ดังนั้น จะต้องแสดงให้เห็นว่าตนมีความสนใจในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและพร้อมที่จะให้ความช่วยเหลือในการแก้ปัญหาต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้น มีความกระตือรือร้นในการทำงานร่วมกับนักเรียนในฐานะเป็นผู้ร่วมเรียนรู้ปัญหา รวมทั้งรับฟังความคิดเห็นของนักเรียนด้วยความสนใจ กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และช่วยเหลือในการเสริมความคิดนั้นให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น กล่าวชมเชยเมื่อนักเรียนแสดงความคิดเห็นที่ดีหรือแสดงความสามารถในการทำงานให้เกิดผลสำเร็จได้

ธีระชัย ปุณณโชติ (2531: 26-28) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูหรืออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ชักชวนหรือกระตุ้นนักเรียนให้สนใจความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์
2. ครูควรเป็นผู้ริเริ่มชี้แนะให้นักเรียนคิดทำโครงการวิทยาศาสตร์
3. ครูเป็นผู้แนะนำให้นักเรียนรู้หลักการและวิธีการทำโครงการวิทยาศาสตร์

รวมทั้งแนะนำเลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำเป็นโครงการ

4. รับเป็นที่ปรึกษาทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยช่วยแนะนำการวางแผนหรือการเขียนเค้าโครงของโครงการ

5. จัดหาหรือแนะนำผู้เชี่ยวชาญพิเศษเฉพาะด้านเพื่อให้นักเรียนขอคำแนะนำในกรณีที่ครูไม่สามารถให้คำปรึกษาได้
6. จัดหาสิ่งอำนวยความสะดวกในการทำโครงการให้แก่นักเรียน
7. แนะนำนักเรียนในเรื่องของการใช้ห้องปฏิบัติการ การใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการทดลอง
8. คอยติดตามและดูแลการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างใกล้ชิด
9. คอยให้กำลังใจแก่นักเรียน
10. ครูต้องระวังบทบาทของตนเองไม่ใช่ผู้บังคับหรือกำหนดให้นักเรียนทำโครงการตามแนวของครู
11. ให้คำแนะนำปรึกษาแก่นักเรียนในการเขียนรายงานให้ถูกต้องตามหลักของการเขียนรายงาน
12. ส่งเสริมหรือจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงผลงานที่ทำสำเร็จแล้ว

### บทบาทของผู้บริหารโรงเรียน

ผู้บริหารโรงเรียนเป็นผู้ที่มีส่วนให้การทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นไปได้โดยราบรื่นและทำให้กิจกรรมดังกล่าวในโรงเรียนดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง ซึ่งธีระชัย ปุณณโชติ (2531: 29) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้บริหาร สรุปได้ดังนี้

1. ผู้บริหารโรงเรียนควรเข้าใจว่าการทำโครงการวิทยาศาสตร์เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้โดยวิธีเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเองอย่างดียิ่ง แต่นักเรียนจำเป็นต้องใช้วัสดุอุปกรณ์หรือสถานที่ของโรงเรียนทั้งในและนอกเวลาเรียน ดังนั้นผู้บริหารจึงควรให้ความร่วมมือและสนับสนุนด้วยการจัดสรรงบประมาณในการซื้อวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีต่างๆ ตามความเหมาะสม รวมทั้งอำนวยความสะดวกในเรื่องสถานที่และเวลาที่จะใช้ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ด้วย
2. ส่งเสริมให้มีการจัดกิจกรรมเพื่อแสดงผลงานของนักเรียนภายในโรงเรียนหรือแสดงผลงานของนักเรียนเข้าร่วมแสดงหรือประกวดในโอกาสต่างๆ ตามความเหมาะสม
3. ให้กำลังใจและสนับสนุนครูอาจารย์ที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนทำโครงการวิทยาศาสตร์เท่าที่ทำได้

### บทบาทของผู้ปกครอง

ความสำเร็จในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนั้นส่วนหนึ่งเป็นผลมาจาก



ผู้ปกครองของนักเรียนที่คอยสนับสนุน ให้กำลังใจ ให้ทุนทรัพย์ อำนวยความสะดวกบางประการ รวมถึงให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ดังที่ธีระชัย ปุณณโชติ (2531: 29) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้ปกครองไว้ดังนี้คือ

1. ให้ความสนใจในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและควรทำความเข้าใจในความสำคัญของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ด้วย
2. ให้กำลังใจแก่นักเรียน เมื่อนักเรียนรู้สึกท้อถอย
3. ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการทำโครงการ เช่น จัดเวลาว่างที่บ้านให้นักเรียนมีโอกาสทำโครงการ จัดสถานที่ที่เหมาะสมกับการทำโครงการ ช่วยจัดหาอุปกรณ์และให้ความช่วยเหลือในการจัดซื้อบ้างเท่าที่จำเป็น
4. ให้คำแนะนำหรือเป็นที่ปรึกษาของนักเรียนในบางเรื่องบางกรณีเท่าที่จำเป็น

### บทบาทของผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญ

โครงการวิทยาศาสตร์มีขอบเขตกว้างขวาง บางครั้งโครงการวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนศึกษานั้นอาจมีเนื้อหาหรือเทคนิควิธีการที่ยุ่งยากซับซ้อน จึงจำเป็นต้องมีบุคคลที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในด้านนั้นๆ โดยเฉพาะ เป็นที่ปรึกษาและแนะนำร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน อาจจะเป็นอาจารย์จากมหาวิทยาลัย นักวิจัย แพทย์ วิศวกร นักวิทยาศาสตร์ เป็นต้น ผู้ทรงคุณวุฒิเหล่านี้สามารถให้การสนับสนุนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี เช่น ให้คำแนะนำปรึกษาปัญหาเฉพาะด้านต่างๆ ให้ยืมเครื่องมือทดลองหรือให้ใช้สถานที่ทดลอง เป็นต้น

## 3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 3.1 งานวิจัยภายในประเทศ

พรพรรณา หิมารัตน์ (2527: 51-58) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และที่เรียนตามชุดการเรียน ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม จำนวน 90 คน ที่เลือกเรียนกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 30 คน ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 ศึกษาชุดการเรียนเพื่อนำไปสู่การทำโครงการวิทยาศาสตร์
- กลุ่มที่ 2 ศึกษาชุดการเรียนเพื่อนำไปสู่การทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์



กลุ่มที่ 3 ศึกษาชุดการเรียนรู้ของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 แต่ไม่มีการทำ  
โครงการวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

ระยะเวลาในการทดลอง คือ 7 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 คาบ จากนั้นทดสอบด้วย  
แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ทำโครงการ  
วิทยาศาสตร์และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีความคิดริเริ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่  
นักเรียน 2 กลุ่มนี้มีความคิดริเริ่มสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามชุดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  
ระดับ 0.01

ศิลาชัย บุรณพานิช (2527: 103) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาความคิดเห็นของครู  
วิทยาศาสตร์และนักเรียนเกี่ยวกับกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา  
ตอนปลาย กรุงเทพมหานคร พบว่า โดยเฉลี่ยครูวิทยาศาสตร์มีความเห็นว่า กิจกรรมเสริม  
หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ในประเภทต่างๆ น่าสนใจอยู่ในระดับปานกลาง แต่นักเรียนมีความเห็น  
โดยเฉลี่ยว่าน่าสนใจอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาคำสัมภาษณ์เลขคณิตพบว่า ครูวิทยาศาสตร์  
สนใจในกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ในประเภทโครงการวิทยาศาสตร์ แต่นักเรียน  
สนใจประเภทการศึกษานอกสถานที่

วารีย์ รุจิวิโรดม (2529: 70-80) ได้ศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ  
วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการดำเนินการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ส่งโครงการ  
วิทยาศาสตร์เข้าประกวดในงานวันวิทยาศาสตร์แห่งชาติ ที่จัดโดยสมาคมวิทยาศาสตร์แห่ง  
ประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ระหว่างปี พ.ศ. 2525-2528 ผลการวิจัยพบว่า

1. ด้านการดำเนินการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรส่วนใหญ่ดำเนินการ  
ดังต่อไปนี้

1.1 กระตุ้นให้นักเรียนทำโครงการวิทยาศาสตร์โดยวิธีแนะนำให้นักเรียนไปชม  
นิทรรศการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.2 ให้นักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์รวมกลุ่มกันแล้วเรียนเชิญอาจารย์  
วิทยาศาสตร์เป็นที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ในภายหลัง

1.3 ให้นักเรียนเป็นผู้คิดหัวข้อโครงการวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง

1.4 อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์กับนักเรียนร่วมกันทำงานตั้งแต่เริ่ม  
วางแผน สรุปผลการทดลอง รวมทั้งคิดรูปแบบของการรายงาน

1.5 อาจารย์ที่ปรึกษาเป็นผู้แนะนำหาแหล่งวิทยากรที่จำเป็นในการทำ  
โครงการให้นักเรียน

1.6 ให้นักเรียนใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนในการทำ  
โครงการวิทยาศาสตร์

1.7 ให้นักเรียนใช้เงินทุนของโรงเรียนในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

1.8 ให้นักเรียนใช้โรงเรียนเป็นสถานที่ที่ใช้ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

1.9 ให้นักเรียนใช้เวลาหลังเลิกเรียนแล้วในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

1.10 แนะนำให้นักเรียนส่งผลงานเข้าประกวดในงานวันวิทยาศาสตร์แห่งชาติเพื่อ  
เสนอผลงานของตนเอง

2. ด้านปัญหาในการทำโครงการวิทยาศาสตร์พบว่า มีปัญหาในระดับปานกลาง

3. ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการวิทยาศาสตร์พบว่า การดำเนินการทำโครงการมี  
ประโยชน์ในระดับมาก

วัฒนธรรม มากขึ้น (2530: ง) ทำการวิจัยเพื่อศึกษากิจกรรมที่ส่งเสริมความสนใจในการเข้า  
ร่วมโครงการวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในเขต  
กรุงเทพมหานคร จำนวนทั้งสิ้น 600 คน พบว่า กิจกรรมในห้องเรียนซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมด้าน  
ต่างๆ คือด้านที่ทำให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านที่ทำให้เกิด  
ทักษะในทางวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเข้าร่วมโครงการวิทยาศาสตร์  
ในระดับปานกลาง สำหรับกิจกรรมนอกห้องเรียนนักเรียนมีความคิดเห็นโดยเฉลี่ยว่า กิจกรรม  
ด้านการจูงใจให้นักเรียนเข้าร่วมโครงการวิทยาศาสตร์ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสนใจเข้าร่วม  
โครงการวิทยาศาสตร์ในระดับปานกลาง ส่วนด้านการให้บริการต่างๆ ในการเข้าร่วมโครงการ  
วิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความคิดเห็นโดยเฉลี่ยว่า ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเข้า  
ร่วมโครงการวิทยาศาสตร์มาก

เนาวรัตน์ รุ่งเรืองบางชั้น (2530: ง) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทาง  
วิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์และไม่เคยทำ  
โครงการวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายแผนการเรียน  
วิทยาศาสตร์จำนวน 24 โรงเรียน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์และ  
กลุ่มที่ไม่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งทั้งสองกลุ่มนี้อยู่ห้องเดียวกันและมีคะแนนเฉลี่ยของ  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ในภาคเรียนแรกใกล้เคียงกัน พบว่าคะแนนทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ไม่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ

สุรางค์ สากร (2531: ง) ได้ทำการวิจัยเพื่อสำรวจและวิเคราะห์โครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งส่งเข้าประกวดที่ศูนย์บริรักษ์เพื่อการศึกษา กรมการศึกษานอกโรงเรียน ระหว่างปีการศึกษา 2529-2531 จำนวน 224 โครงการ ผลการวิจัยสรุปดังนี้

1. ด้านองค์ประกอบและลักษณะของโครงการพบว่า โครงการวิทยาศาสตร์ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ใช้วัสดุประเภทหาง่ายและหายากประกอบกัน เน้นประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจ รายงานโครงการวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ได้รายงานเกี่ยวกับอุปกรณ์และวิธีทดลอง ในด้านความสมบูรณ์ส่วนใหญ่มีส่วนประกอบ 6 รายการจากที่กำหนดไว้ 7 รายการ โครงการวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นประเภทการทดลองขนาดของโครงการเป็นขนาดกลางและอยู่ในสาขาวิชาฟิสิกส์เป็นส่วนมาก

2. ด้านสถานภาพและสิ่งแวดล้อมของผู้ทำโครงการวิทยาศาสตร์พบว่า ผู้ทำโครงการวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ ผู้ทำโครงการส่วนใหญ่ไม่ระบุเหตุจูงใจในการทำโครงการ จำนวนผู้ทำโครงการส่วนใหญ่มีกลุ่มละ 3 คน และเป็นนักเรียนในกรุงเทพมหานคร

คณิน นาคไพบูลย์ (2532: 67) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์และเปรียบเทียบจำแนกตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูง ปานกลาง และต่ำ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 408 คน ซึ่งประกอบด้วย นักเรียนที่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์ 204 คน และไม่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์ 204 คน เครื่องมือที่ใช้คือ แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผลการวิจัยพบว่า

1. ตัวอย่างประชากรนักเรียนที่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยเฉลี่ยสูงกว่าตัวอย่างประชากรนักเรียนที่ไม่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์

2. นักเรียนที่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์และไม่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูง ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ปานกลาง ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ต่ำและรวมทั้งหมด

สมยศ ตลอดจนอก (2534: ง) ได้ทำการศึกษาสภาพและปัญหาการดำเนินงานโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตัวอย่างประชากรที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์ 248 คน อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ 70 คน และผู้อำนวยการโรงเรียน 41 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบตรวจคำตอบ แบบมาตราส่วนประเมินค่า และแบบปลายเปิด ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์หาค่าร้อยละ ค่ามัชฌิมเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. สภาพการดำเนินงานโครงการวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่นักเรียนได้รับการกระตุ้นการทำโครงการวิทยาศาสตร์จากครูขณะที่มีการเรียนการสอน นักเรียนมีความสนใจและสมัครทำโครงการด้วยตนเอง ขั้นตอนต่างๆ ในการทำโครงการ นักเรียนและเพื่อนร่วมกันทำภายใต้การชี้แนะจากอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการโดยโรงเรียนเป็นผู้สนับสนุนอุปกรณ์ สถานที่ เงินทุน และการจัดแสดงโครงการของนักเรียน เวลาที่ใช้ดำเนินการจะใช้เวลาหลังเลิกเรียน อาจารย์ที่ปรึกษาจะเป็นผู้ชี้แนะแหล่งวิทยาการที่ควรไปหาความรู้เพิ่มเติม รูปแบบการรายงานใช้รูปแบบที่คณะกรรมการจัดประกวดเสนอแนะ การประเมินโครงการประเมินจากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลที่ได้จากการดำเนินงานซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญร่วมกันประเมิน

2. ปัญหาการดำเนินงานโครงการวิทยาศาสตร์ในระดับมาก ได้แก่ โรงเรียนไม่มีตำราบทคัดย่อโครงการ เอกสารการวิจัยทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นักเรียนให้ความสนใจต่อการเรียนกวดวิชามากกว่าการทำโครงการ แหล่งวิทยาการที่จำเป็นอยู่ไกล นักเรียนไม่มีความคิดริเริ่มในการทำโครงการ ขาดผู้เชี่ยวชาญในเรื่องที่ทำโครงการ และโรงเรียนไม่มีเงินพิเศษที่จะจัดสรรเป็นงบประมาณให้

เสริมพงษ์ ศาตะโยธิน (2534: ง) ได้ทำการศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งเสริมความสำเร็จของโครงการวิทยาศาสตร์ ในด้านอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ และครูผู้สอน ตัวนักเรียน สภาพแวดล้อมภายในโรงเรียน และกิจกรรมเสริมหลักสูตร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งเสริมความสำเร็จของโครงการวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรที่ศึกษาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่เคยส่งโครงการวิทยาศาสตร์เข้าประกวดกับสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยระหว่าง พ.ศ. 2532-2534 จำนวน 295 คน ซึ่งประกอบด้วยอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ 112 คน และนักเรียน 183 คน ผลการวิจัยพบว่าทั้ง

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์และนักเรียนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่า อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์และครูผู้สอนรวมทั้งตัวนักเรียนเป็นปัจจัยที่ส่งเสริมความสำเร็จของโครงการวิทยาศาสตร์ในระดับมาก ส่วนสภาพแวดล้อมภายในโรงเรียน สภาพแวดล้อมภายนอกโรงเรียน และกิจกรรมเสริมหลักสูตรเป็นปัจจัยที่ส่งเสริมความสำเร็จระดับปานกลาง

วนิดา ฉัตรวิภาคม (2537: ง) ได้ทำการศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในเขตกรุงเทพมหานคร เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ และสังเกตวิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์จากกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น จำนวน 54 คน ผลการวิจัยพบว่า ตัวอย่างประชากรทั้งหมดใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์โดยมีสิ่งที่ทำมากที่สุดในแต่ละชั้นดังนี้ ชั้นการสังเกตใช้ประสาทสัมผัสทางตา ชั้นการตั้งปัญหามีการระบุปัญหาด้วยตนเอง ชั้นตั้งสมมติฐาน นักเรียนคาดคะเนคำตอบด้วยตนเอง ชั้นการทดลอง นักเรียนทำโดยไม่มีกรวางแผนล่วงหน้า และมีการลงข้อสรุปในชั้นสรุปผลการทดลอง ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ตัวอย่างประชากรตั้งแต่วัยละ 50 ขึ้นไปใช้ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ คือ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส การคำนวณ การลงความเห็นเชิงการอธิบาย การจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมาย การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ตัวอย่างประชากรน้อยกว่าร้อยละ 25 ใช้ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ คือ การพยากรณ์ และการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิทยาศาสตร์ในประเทศจะเห็นได้ว่า ส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจ โดยมีการศึกษาความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์และนักเรียนเกี่ยวกับกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์และการดำเนินการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน การศึกษาสภาพและปัญหา ปัจจัยที่ส่งเสริมความสำเร็จ กิจกรรมที่ส่งเสริมความสนใจและการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีการสำรวจและวิเคราะห์โครงการวิทยาศาสตร์ด้วย ส่วนงานวิจัยเชิงทดลอง มีการศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้ทำและไม่ได้ทำโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งพบว่า นักเรียนที่ได้ทำโครงการวิทยาศาสตร์จะมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะ



กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้ทำโครงการ วิทยาศาสตร์

### 3.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

ซิลเดรส (Childress, 1982: 3280-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาเกี่ยวกับผลการทำโครงการ วิทยาศาสตร์ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับพุทธิปัญญาของวัยรุ่น โดยผู้วิจัยได้แบ่งตัวอย่างประชากร ซึ่งเป็นนักเรียนจากโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 73 คน จาก 12 เขตการศึกษา ออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 กำหนดให้ต้องทำโครงการวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ 2 เลือกทำ โครงการวิทยาศาสตร์จากหัวข้อที่กำหนดให้หรือไม่ทำก็ได้ กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มที่ไม่ต้องทำ โครงการวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า

การพัฒนาสติปัญญาตามทฤษฎีของ เพีย เจต์ ของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม หลังจาก ผ่านการทดสอบ 9 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับส่วนรวมนั้น นักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์มักเข้าไปมี ส่วนร่วมด้วยมากที่สุด

แม็ททิวส์ (Matthew, 1989 : 3143A อ้างถึงในเสริมพงษ์ ศาตะโยธิน, 2535: 45-46) ได้ทำ การวิจัยเพื่อศึกษาผลของการเรียนการสอนตามหลักสูตรและการใช้ชุดการสอนโดยกรณีศึกษา พร้อมทั้งมีการปฏิบัติของครูต่อการพัฒนาการทำโครงการวิทยาศาสตร์ การวิจัยนี้ได้รับความ ร่วมมือจากครูระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลายของรัฐเคนตักกี โดยใช้ เครื่องมือ 2 ชนิด และแบบสอบถามสำหรับข้อมูลส่วนตัวของตัวอย่างประชากร โดยครูจะเป็น ผู้ตอบแบบสอบถามที่เกิดขึ้นจากความคิดเห็นของตนเองและวิธีการปฏิบัติที่เกิดจากความร่วมมือ กันในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และจากการสอนตามหลักสูตรและชุดการเรียนนี้ ให้ตอบแบบสอบถามที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประเมินค่าของเอลเลียต อีสเนอร์ (Elliot Eisner) ซึ่งประกอบด้วย 6 ด้าน คือ ด้านการคิดอย่างมีเหตุผล ด้านความสัมพันธ์ของตัวบุคคล ด้าน ความก้าวหน้าทางพุทธิพิสัย ด้านการใช้เทคโนโลยี ด้านการปรับตัวให้เข้ากับสังคม และด้านการ สร้างสรรค์สังคม ตัวแปรต้นคือ ลักษณะการสอนของครูตามหลักสูตรและตามชุดการสอน วุฒิ การศึกษา การสอนต่างระดับชั้นเรียน และประสบการณ์ในการสอนของครู ตัวแปรตามคือ ความร่วมมือของนักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่ปฏิบัติตามชุดการเรียน ความเชื่อของครู



เกี่ยวกับความร่วมมือของนักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่ปฏิบัติตามชุดการเรียนรู้ และการมีส่วนร่วมและไม่มีส่วนร่วมในการค้นคว้าและการจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า

1. การพัฒนาความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์และการทำโครงการวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
2. การสอนต่างระดับชั้นของครูมีผลต่อการพัฒนาความคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และความเหมาะสมของโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
3. ประสบการณ์การสอนมีความสัมพันธ์กันทางบวกกับความร่วมมือของนักเรียนในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

เมสัน (Mason, 1990: 3376-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของโครงการวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทัศนคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยใช้กลุ่มตัวอย่างประชากรนักเรียนระดับ 7 และระดับ 8 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นในเมือง จำนวน 285 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบ 2 ชนิด คือ

1. เครื่องมือวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
2. เครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทั้ง 2 ชนิดนี้ใช้ทดสอบก่อนดำเนินกิจกรรม จากนั้นแบ่งนักเรียนเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. ครูเป็นผู้กำหนดโครงการให้นักเรียนทำ
2. นักเรียนเป็นผู้เลือกทำโครงการเอง
3. กลุ่มควบคุม

ให้นักเรียนทำโครงการของตนเองเป็นเวลา 6 สัปดาห์ หลังจากนั้น นักเรียนจะถูกทดสอบอีกครั้งโดยแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับที่ทดสอบก่อนดำเนินกิจกรรม ผลการวิจัยพบว่า

1. การทำโครงการวิทยาศาสตร์ไม่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
2. การทำโครงการวิทยาศาสตร์มีผลในทางบวกน้อยมากต่อทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชาย
3. โครงการที่ครูกำหนดให้นักเรียนทำประสบผลสำเร็จและสมบูรณ์มากกว่าโครงการที่นักเรียนเลือกทำด้วยตนเอง

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาโครงงาน วิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. การกำหนดประชากรและตัวอย่างประชากร
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

#### การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ศึกษาข้อมูลจากหนังสือ เอกสาร วารสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและ ต่างประเทศเกี่ยวกับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์
2. ศึกษาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น แบบเรียน และคู่มือครู รายวิชาวิทยาศาสตร์เลือกเสรี ว 017 โครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตตามหลักสูตรระดับ มัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)
3. ศึกษาหลักและวิธีสร้างกรอบเนื้อหาสาระของการศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ในการเรียนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต
4. ศึกษาหลักและวิธีสร้างแนวทางการศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียน วิชาโครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต

#### การกำหนดประชากรและเลือกตัวอย่างประชากร

##### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นของโรงเรียนสาธิตสังกัด ทบวงมหาวิทยาลัย

### ตัวอย่างประชากร

ตัวอย่างประชากรคือ กลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม จำนวน 17 กลุ่ม โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. เลือกโรงเรียน ผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกโรงเรียนเป็นตัวอย่างประชากรดังนี้

1.1 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษา ขนาดกลาง ประเภทสหศึกษา เปิดทำการสอนตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 นักเรียนมีระดับความรู้ความสามารถ และองค์ประกอบต่างๆ ไม่แตกต่างจากโรงเรียนสาธิตสังกัดทบวงมหาวิทยาลัยทั่วไป

1.2 ผู้บริหารและครูในโรงเรียนให้การสนับสนุนและให้การร่วมมือเป็นอย่างดี

2. เลือกระดับชั้นเรียน ผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง เพื่อให้ได้ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เนื่องจากเป็นระดับชั้นที่มีการเรียนการสอนรายวิชา ว 017 โครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต

3. สุ่มห้องเรียน ผู้วิจัยใช้วิธีสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับฉลากเพื่อให้ได้ตัวอย่างประชากรจำนวน 2 ห้องเรียนจากห้องเรียนทั้งหมด 7 ห้องเรียน ดังนี้ ม.3/2 ประกอบด้วย กลุ่มนักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์จำนวน 8 กลุ่ม และ ม.3/4 ประกอบด้วย กลุ่มนักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์จำนวน 9 กลุ่ม รวมกลุ่มนักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ทั้งหมดจำนวน 17 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมีจำนวนนักเรียน 3-5 คน

### การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แนวทางการศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1. กำหนดกรอบเนื้อหาสาระของการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยทั้งภาษาไทยและต่างประเทศเกี่ยวกับการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

1.2 กำหนดขั้นตอนของการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตเป็น 5 ขั้นตอน คือ 1)ระบุปัญหา 2)ตั้งสมมติฐาน 3)รวบรวมข้อมูล 4)วิเคราะห์ข้อมูล และ 5)สรุปความรู้ใหม่

1.3 สร้างกรอบเนื้อหาสาระของการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชา  
 วิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต

1.4 นำกรอบเนื้อหาสาระของการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชา  
 วิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาตรวจสอบความตรง  
 เนื้อหาและให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

1.5 ปรับปรุงแก้ไขกรอบเนื้อหาสาระของการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียน  
 วิชาวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น เพื่อใช้เป็นแนวทางในการ  
 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

**ตารางที่ 1** กรอบเนื้อหาสาระของการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชา  
 วิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต

ขั้นตอนของการใช้วิธีการทาง วิทยาศาสตร์	รายละเอียดการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์
1. ระบุปัญหา	<p>- ระบุปัญหาและกำหนดขอบเขตของปัญหาหลังจากที่ได้พบ            ข้อเท็จจริงบางประการแล้ว ปัญหาอาจได้จากแหล่งต่างๆ ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>จากการสังเกตปรากฏการณ์รอบๆ ตัว</li> <li>จากการสนทนากับครู อาจารย์ เพื่อน และอื่นๆ</li> <li>จากการอ่านหนังสือต่างๆ เช่น ตำรา หนังสือพิมพ์ วารสาร เป็นต้น ไม่เฉพาะแต่เรื่องราวทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น</li> <li>จากการไปเยี่ยมชมสถานที่ต่างๆ เช่น สวนอุทยาน สวนสัตว์ พิพิธภัณฑ์ สถานที่เพาะเลี้ยงพืชและสัตว์ ห้องปฏิบัติการ หน่วยงานวิจัย เป็นต้น</li> <li>จากการฟังการบรรยายทางวิชาการ การฟังและชมรายการวิทยุและโทรทัศน์</li> <li>จากกิจกรรมการเรียนการสอนในโรงเรียน</li> <li>จากงานอดิเรกของนักเรียนเอง</li> <li>จากการเข้าชมนิทรรศการหรืองานประกวดโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี</li> <li>จากการศึกษาโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีผู้อื่นทำไว้แล้ว</li> </ul> <p>การระบุปัญหาจะต้องมีความชัดเจน ไม่กำกวม ต้องระบุในรูปของคำถาม มีประเด็นสำคัญเพียงประเด็นเดียว สามารถหาคำตอบได้จากการสังเกตหรือการทดลอง เมื่อระบุปัญหาแล้วควรกำหนดขอบเขตของปัญหาด้วยว่า จำกัดขอบเขตการศึกษาแค่ไหน</p>

ขั้นตอนของการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์	รายละเอียดการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์
2. ตั้งสมมติฐาน	<p>การตั้งสมมติฐานเป็นการหาแนวทางหรือทางเลือกในการอธิบายปัญหา ในขั้นนี้จึงจำเป็นต้องมีข้อมูลมาสนับสนุน ข้อมูลอาจได้จากวรรณคดีที่เกี่ยวข้องหรือการอุปนัยจากการสังเกต หลักการตั้งสมมติฐานมีดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ใช้ข้อมูลจากการสังเกต ประสบการณ์ หรือความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า กฎ หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเป็นแนวทางในการตั้งสมมติฐาน</li> <li>- ให้ข้อสรุปหรือคำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลองเพื่อตรวจสอบความถูกต้องเป็นจริงในเรื่องนั้นๆ ต่อไป</li> <li>- เขียนข้อความที่แสดงการคาดคะเน ซึ่งอาจเป็นข้อสรุปของสิ่งที่ไม่สามารถตรวจสอบโดยการสังเกตได้ หรืออาจเป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ที่เชื่อว่าจะเกิดขึ้นระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม</li> <li>- เขียนสมมติฐานโดยอ้างถึงข้อเท็จจริงที่ยังไม่เคยมีประสบการณ์มาก่อน หรือโดยหลักการเป็นข้อเท็จจริงที่ไม่สามารถมีประสบการณ์ได้ สามารถทำการตรวจสอบโดยการทดลอง และแก้ไขเมื่อค้นพบข้อความรู้ใหม่ได้</li> </ul>
3. รวบรวมข้อมูล	<p>เป็นการหาหลักฐานมายืนยันสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าถูกหรือผิด หลักฐานนี้อาจได้มาจากการสังเกตข้อเท็จจริงปลีกย่อย จากการทดลอง การสำรวจหาข้อเท็จจริงจากแหล่งภายนอก การซักถามจากผู้ทรงภูมิปัญญา การสังเกตปรากฏการณ์ การอ่านจากเอกสาร เป็นต้น การรวบรวมข้อมูลจะเป็นไปอย่างมีลำดับขั้นตอนถ้ามีการออกแบบหรือวางแผนไว้ล่วงหน้า นอกจากนี้ยังรวมไปถึงการเลือกใช้อุปกรณ์และสารเคมีอย่างถูกต้อง การบันทึกข้อมูล พร้อมทั้งการเก็บรวบรวมข้อมูลซ้ำเพื่อความแน่ใจในข้อมูลที่ได้</p>
4. วิเคราะห์ข้อมูล	<p>เมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลแล้ว จึงนำข้อมูลเหล่านั้นมาพิจารณาจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล</p> <p><u>การจัดกระทำข้อมูล</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- การนำข้อมูลดิบมาจัดกระทำโดยอาศัยวิธีการต่างๆ เช่น การจัดเรียงลำดับ การจัดแยกประเภท การหาค่าเฉลี่ย การหาความสัมพันธ์ เป็นต้น เพื่อ พิจารณาแยกแยะข้อมูล บรรยายลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่ว่า สอดคล้องกับสมมติฐานหรือไม่ ซึ่งอาจจะต้องใช้ทักษะอื่นร่วมด้วย เช่น ทักษะการสังเกต การคำนวณ</li> </ul>

ขั้นตอนของการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์	รายละเอียดการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์
	<p>การสื่อความหมายข้อมูล</p> <p>- นำข้อมูลที่จัดกระทำแล้วนำเสนอหรือแสดงให้บุคคลอื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นได้ดีขึ้น โดยอาจเสนอด้วยแบบต่างๆ เช่น ตาราง แผนภูมิ ไดอะแกรม กราฟ สมการ เป็นต้น</p>
5. สรุปความรู้ใหม่	<p>เป็นการตีความหมายข้อมูลโดยการแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะของข้อมูล ซึ่งอาจต้องใช้การสังเกต การวัด การคำนวณมาช่วยโดยทั่วไปเป็นการบรรยายผลที่ได้เพื่อให้เข้าใจว่าการศึกษารื่องนั้นๆ ได้ผลเป็นอย่างไร จากนั้นจึงสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด โดยมีหลักการ ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- นำเสนอข้อค้นพบจากการศึกษาโดยเสนอตามผลการวิเคราะห์แล้วสรุปประเด็นเป็นคำตอบหรือคำอธิบายสิ่งที่เป็นปัญหาที่ระบุไว้แต่ต้น</li> <li>- อาจมีการอภิปรายผลประกอบด้วยก็ได้</li> <li>- ควรเสนอแนะการนำผลการศึกษาไปใช้ให้เกิดประโยชน์รวมทั้งเสนอแนะแนวทางการศึกษาเพื่อขยายผลต่อไป</li> </ul>

2. สร้างแนวทางการศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

2.1 ศึกษาหลักและวิธีสร้างแนวทางการศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต

2.2 สร้างแนวทางการศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตให้สอดคล้องกับกรอบเนื้อหาสาระของการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต ซึ่งแบ่งออกเป็น รายการการศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ในการเรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตจากวิธีเก็บรวบรวมข้อมูลวิธีต่างๆ ดังนี้

2.2.1 รายการการศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตจากการสัมภาษณ์กลุ่มนักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีประเด็นที่ศึกษาดังต่อไปนี้

1) หัวข้อโครงการวิทยาศาสตร์ที่ศึกษา



- 2) ประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์ที่ศึกษา
- 3) ผู้คิดและเลือกหัวข้อเรื่องที่จะศึกษา
- 4) แหล่งที่มาของหัวข้อเรื่องที่จะศึกษา
- 5) เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาเลือกหัวข้อเรื่องที่จะศึกษา

2.2.2 รายการการศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตจากการศึกษาเอกสารเค้าโครงโครงการวิทยาศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีประเด็นที่ศึกษาดังต่อไปนี้

- 1) การกำหนดประเด็นปัญหา
- 2) การระบุที่มาและความสำคัญของปัญหา
- 3) การกำหนดวัตถุประสงค์
- 4) การตั้งสมมติฐาน
- 5) แหล่งข้อมูลที่สนับสนุนสมมติฐาน
- 6) การออกแบบการทดลอง/การเก็บรวบรวมข้อมูล

2.2.3 รายการการศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตจากการสังเกตพฤติกรรมการดำเนินการทดลองของกลุ่มนักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีประเด็นที่ศึกษาดังต่อไปนี้

- 1) การปฏิบัติการทดลอง/เก็บรวบรวมข้อมูล
- 2) การปรับเปลี่ยนการทดลอง/เก็บรวบรวมข้อมูล
- 3) การปฏิบัติการทดลองซ้ำ/เก็บรวบรวมข้อมูลซ้ำ

2.2.4 รายการการศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตจากการศึกษาเอกสารรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีประเด็นที่ศึกษาดังต่อไปนี้

- 1) การบันทึกผลการทดลอง/การบันทึกผลการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 2) การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการบันทึกผลการทดลอง/การบันทึกผลการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3) การจัดกระทำข้อมูล
- 4) การสื่อความหมายข้อมูล
- 5) การสรุปข้อค้นพบตามผลการวิเคราะห์ข้อมูล
- 6) การอธิบายปัญหาที่ระบุไว้ตั้งแต่ต้น
- 7) อภิปรายผลการทดลอง

2.3 นำแนวทางการศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณา แล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 4 ท่าน (รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความครอบคลุมของประเด็นที่ศึกษา ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.4 นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไขแนวทางการศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตที่สร้างขึ้น แสดงรายละเอียดดังตาราง

**ตารางที่ 2** รายละเอียดของข้อมูลที่ได้จากข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ และข้อมูลที่ผู้วิจัยปรับปรุงแนวทางการศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต

ข้อมูลที่ได้จากข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ	สิ่งที่ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขโดยพิจารณาจากข้อมูลที่ได้รับ
1. ควรตัดข้อความบางข้อความที่สื่อความหมายไม่ชัดเจนออกไป เช่น ข้อความ “ไม่กว้าง-ไม่แคบเกินไป”	1. ตัดข้อความที่บอกว่า “ไม่กว้าง-ไม่แคบเกินไป” ออก
2. ควรปรับข้อความบางข้อความที่ยังไม่ครอบคลุมประเด็นที่ศึกษา เช่น “วิธีการบันทึกข้อมูล” ควรเปลี่ยนเป็น “วิธีการบันทึกข้อมูล/ตารางบันทึกข้อมูล” และ “มีการปฏิบัติการทดลองซ้ำ” ควรเปลี่ยนเป็น “มีการปฏิบัติการทดลองซ้ำ/รวบรวมข้อมูลซ้ำในบางส่วน”	2. พิจารณาข้อความที่ใช้อีกครั้ง และแก้ไขตามความเหมาะสม
3. ประเด็นที่ศึกษาบางประเด็นระบุรายละเอียดไม่ถูกต้อง	3. ปรับปรุงรายละเอียดของประเด็นที่ศึกษาให้ถูกต้อง
4. ควรมีการกำหนดแนวคำถามเพื่อใช้ในการสัมภาษณ์ควบคู่ไปกับการสังเกตด้วย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วนสมบูรณ์ยิ่งขึ้น	4. กำหนดแนวคำถามให้สอดคล้องกับแบบสังเกต พร้อมทั้งสร้างแบบบันทึกรายละเอียดเพื่อบันทึกข้อมูลเพิ่มเติมในกรณีกับผู้วิจัยพบประเด็นนอกเหนือจากที่กำหนดไว้

2.5 นำแนวทางการศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์เพื่อใช้ในการวิจัย (แสดงในภาคผนวก ค)

3. หาความตรงของการศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนระหว่างผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญ มีขั้นตอนดังนี้

3.1 ฝึกการใช้แนวทางการศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตกับผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นอาจารย์ที่มีประสบการณ์ในการสอนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นเวลามากกว่า 5 ปี

3.2 หาความสอดคล้องของการใช้แนวทางการศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตหลังการฝึกตามข้อ 3.1 แล้ว

3.2.1 ผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญเข้าไปศึกษาและบันทึกผลการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ไม่ใช่ตัวอย่างประชากร

3.2.2 นำข้อมูลจากข้อ 3.2.1 ไปหาความตรงของการศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงงาน โดยให้คะแนนตามหลักการดังนี้

บันทึกผลได้ตรงกันได้ 1 คะแนน

บันทึกผลได้ไม่ตรงกันได้ 0 คะแนน

3.3.3 นำคะแนนที่ได้จากข้อ 3.2.2 มาคำนวณค่าร้อยละของการศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนได้ตรงกันรวมทั้งฉบับ ซึ่งกำหนดว่าค่าความสอดคล้องของการศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนพิจารณาจากคะแนนการบันทึกผลได้ตรงกันอย่างน้อยร้อยละ 85

3.3.4 ผลการศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนระหว่างผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญเท่ากับร้อยละ 90.72 และ 93.81 ตามลำดับ ส่วนกรณีที่ผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญบันทึกได้ไม่ตรงกัน ได้มีการอภิปรายร่วมกันเพื่อทำความเข้าใจให้ตรงกันในภายหลัง

## การเก็บรวบรวมข้อมูล

### การเตรียมตัวเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทำหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัยจากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อขอความร่วมมือและอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงเรียนสาธิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม

2. นำหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัยไปติดต่อกับหัวหน้าหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม เพื่อขออนุญาตเข้าสังเกตการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงการงานของนักเรียน ตามตารางสอนของอาจารย์
3. เตรียมทำแผนที่ลักษณะทางกายภาพของโรงเรียน แผนที่เวลา เพื่อความสะดวกในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล
4. ผู้วิจัยเข้าไปทำความคุ้นเคยกับอาจารย์ผู้สอนและนักเรียนที่เป็นตัวอย่างประชากร
5. เตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แนวทางการศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต รวมทั้งเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น สมุดบันทึก กล้องถ่ายรูป เทปบันทึกเสียง เทปบันทึกภาพ เป็นต้น

### การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยใช้วิธีการการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ การสังเกตแบบมีส่วนร่วม และการศึกษาเอกสาร ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ผู้วิจัยเข้าไปทำความคุ้นเคยกับอาจารย์ผู้สอนและนักเรียนที่เป็นตัวอย่างประชากรโดยเข้าไปช่วยงานอาจารย์ผู้สอนเพื่อให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยกับการเข้าไปมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอนของผู้วิจัย ซึ่งจะทำให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมในการเรียนตามปกติ
2. สังเกตการเรียนการสอนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตในห้องเรียนที่เป็นตัวอย่างประชากร
3. เก็บรวบรวมข้อมูลเมื่อนักเรียนเริ่มต้นทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยทำการสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มในประเด็นต่างๆ ดังนี้ หัวข้อโครงการวิทยาศาสตร์ที่ศึกษา ประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์ที่ศึกษา ผู้คิดและเลือกหัวข้อเรื่องที่จะศึกษา แหล่งที่มาของหัวข้อเรื่องที่จะศึกษา เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาเลือกหัวข้อเรื่องที่จะศึกษา
4. เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการศึกษาค้นคว้าเอกสาร จากเค้าโครงโครงการวิทยาศาสตร์ และรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ของตัวอย่างประชากร โดยมีประเด็นที่ศึกษาดังนี้ การกำหนดประเด็นปัญหา การระบุที่มาและความสำคัญของปัญหา การกำหนดวัตถุประสงค์ การตั้งสมมติฐาน แหล่งข้อมูลที่สนับสนุนสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง/การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสังเกต ผู้วิจัยใช้การสังเกตแบบมีส่วนร่วม และมีประเด็นที่ศึกษาดังนี้ การปฏิบัติการทดลอง/เก็บรวบรวมข้อมูล การปรับเปลี่ยนการทดลอง/เก็บรวบรวมข้อมูล การปฏิบัติการทดลองซ้ำ/เก็บรวบรวมข้อมูลซ้ำ

6. เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการศึกษาค้นคว้าเอกสารจากรายงานโครงการงานวิทยาสาสตร์ของกลุ่มนักเรียนที่ทำโครงการงานวิทยาสาสตร์ ซึ่งมีประเด็นที่ศึกษาดังต่อไปนี้ การบันทึกผลการทดลอง/การบันทึกผลการเก็บรวบรวมข้อมูล การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการบันทึกผลการทดลอง/การบันทึกผลการเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล การสื่อความหมายข้อมูล การสรุปข้อค้นพบตามผลการวิเคราะห์ข้อมูล การอธิบายปัญหาที่ระบุไว้ตั้งแต่ต้น อภิปรายผลการทดลอง

ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เริ่มเก็บตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน 2545 ถึงวันที่ 16 สิงหาคม 2545

### การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลการใช้วิธีการทางวิทยาสาสตร์ของกลุ่มนักเรียนในการเรียนวิชาโครงการงานวิทยาสาสตร์กับคุณภาพชีวิตโดยการหาค่าร้อยละและการวิเคราะห์เนื้อหา แล้วนำเสนอผลการวิเคราะห์เป็นตารางและความเรียง

### สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิเคราะห์หาความตรงของการศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาสาสตร์ในการเรียนวิชาโครงการงานวิทยาสาสตร์กับคุณภาพชีวิตระหว่างผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญ และวิเคราะห์ข้อมูลการใช้วิธีการทางวิทยาสาสตร์ของกลุ่มนักเรียนในการเรียนวิชาโครงการงานวิทยาสาสตร์กับคุณภาพชีวิตโดยใช้สูตร

$$P = \frac{n}{N} \times 100$$

เมื่อ P หมายถึง ค่าร้อยละ

n หมายถึง คะแนนที่ได้

N หมายถึง คะแนนทั้งหมด

( ประคอง กรรณสูต, 2538 )

สถาบันวิจัยและบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษากการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นการศึกษาขั้นตอนและกระบวนการที่นักเรียนใช้ในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์ การสังเกต และการศึกษาเอกสาร ตัวอย่างประชากรคือ กลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม จำนวน 17 กลุ่ม ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกตามขั้นตอนการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพ 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การระบุปัญหา 2) การตั้งสมมติฐาน 3) การรวบรวมข้อมูล 4) การวิเคราะห์ข้อมูล และ 5) การสรุปความรู้ใหม่ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

#### 1. การระบุปัญหา

##### 1.1 การคิดหัวข้อเรื่องหรือปัญหาที่สนใจจะศึกษา

นักเรียนแต่ละกลุ่มคิดหัวข้อเรื่องหรือปัญหาที่สนใจจะศึกษาโดยวิธีต่างๆ ดังตาราง

**ตารางที่ 3** จำนวนและร้อยละของกลุ่มนักเรียนที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ จำแนกตามการคิดหัวข้อเรื่องหรือปัญหาที่สนใจจะศึกษา

การคิดหัวข้อเรื่อง หรือปัญหาที่สนใจจะศึกษา	จำนวน (N=17)	ร้อยละ
1. นักเรียนเป็นผู้คิดหัวข้อเรื่องหรือ ปัญหาที่สนใจจะศึกษาด้วยตนเอง	13	76.47
1.1 จากการสังเกตปรากฏการณ์	(9)	(52.94)
1.2 จากการสนทนากับผู้รู้	(2)	(11.76)
1.2 จากการไปเยี่ยมชมสถานที่ต่างๆ	(1)	(5.88)
1.3 จากงานอดิเรกของนักเรียนเอง	(1)	(5.88)
2. บุคคลอื่นเป็นผู้คิดหัวข้อโครงงานให้นักเรียน	4	23.53



จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่คิดหัวข้อเรื่องหรือปัญหาที่สนใจ จะศึกษาด้วยตนเอง คิดเป็นร้อยละ 76.47 โดยใช้วิธีการต่างๆ วิธีการที่ใช้มากที่สุดคือ การสังเกต ปรากฏการณ์ คิดเป็นร้อยละ 52.94 ดังตัวอย่างการสัมภาษณ์กลุ่มนักเรียนดังนี้

“เห็นว่าอาหารบางอย่างถ้าเก็บไว้นานๆ จะมีราขึ้น โดยเฉพาะพวกขนมปังครับ ทั้งที่บางที ยังไม่หมดอายุเลย พวกเราจึงคิดว่าหาวิธีที่ดีที่สุดในการป้องกันและเก็บรักษาอาหารไว้ได้นาน โดยเชื้อราไม่ขึ้นอาหารได้”

(สัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มที่ 10)

“ตอนที่อาจารย์ให้คิดหัวข้อเรื่องกัน พอดีบนโต๊ะเพื่อนมีกาวแท่งวางอยู่ค่ะ เพื่อนคนหนึ่งก็ เลยพูดขึ้นมาว่าน่าจะลองทำกาวดูเพราะกาวเป็นอุปกรณ์ที่ใช้กันบ่อย ถ้าสามารถทำได้เองอาจ ประหยัดกว่าไปซื้อ แล้วก็ทำมาทดสอบกับกาวที่เขาขายกันอยู่ว่าของใครดีกว่ากัน”

(สัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มที่ 9)

“มองไปนอกห้องแล้วเห็นต้นไม้ในห้องโถงโตดี ก็เลยคิดว่าถ้าจะปลูกต้นไม้ให้โตดีๆ จะใช้ อะไรดีค่ะ”

(สัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มที่ 13)

“เพื่อนในกลุ่มคนหนึ่งบอกว่าที่บ้านมีมดเยอะ จะทำยังไงที่จะป้องกันมดได้ พวกผมก็เลย สนใจจะทำโครงการเรื่องการป้องกันมดครับ”

(สัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มที่ 5)

นักเรียนบางกลุ่มได้ไปปรึกษาหารือกับผู้รู้ ซึ่งได้แก่ ครูอาจารย์ เพื่อขอคำแนะนำ ทำให้นักเรียนสามารถนำคำแนะนำจากการสนทนาดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ในการคิดหัวข้อเรื่องหรือ ปัญหาที่สนใจจะศึกษาต่อไปได้ ดังนี้

“พวกหนูไปคุยกับอาจารย์วิทยาศาสตร์ว่าจะทดลองปลูกต้นไม้ดีหรือไม่ และจะปลูกต้นไม้ อะไรดี อาจารย์ก็พูดถึงพืชตระกูลถั่วว่าถั่วสามารถเพิ่มแร่ธาตุในดินได้โดยการตรึงไนโตรเจน ก็มา คุยกับเพื่อนว่าจะศึกษาการตรึงไนโตรเจนของพืชตระกูลถั่วได้หรือไม่ แต่คิดว่าคงทำยาก ก็เลยคิด กันว่าจะเอาถั่วมาใช้ประโยชน์ให้พืชยังไง เพื่อนก็เสนอว่าลองทำปุ๋ยถั่วดูใหม่ ทุกคนก็เห็นด้วย จึง ไปปรึกษาอาจารย์อีกที อาจารย์ก็บอกว่าน่าจะลองทำดูค่ะ ”

(สัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มที่ 1)

“พวกผมไปปรึกษาอาจารย์ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ และช่วยกันคิดว่าจะทำโครงการเรื่องอะไร พวกผมอยากทำสิ่งประดิษฐ์ ก็คุยกับอาจารย์ถึงการประดิษฐ์รถ เรือต่างๆ สุดท้ายตกลงว่าจะประดิษฐ์เรือที่แล่นได้โดยใช้พลังไอน้ำ แบบใช้ไฟต้มน้ำให้เดือดมันก็จะมีพลังขับเคลื่อนไปข้างหน้าไงครับ ไม่เป็นมลภาวะด้วย แต่จะเพิ่มเติมรายละเอียดอื่นๆ ให้นำสนใจมากขึ้น ผมก็ช่วยกันคิดว่าทำยังไง ใช้อุปกรณ์อะไร ใช้เชื้อเพลิงอะไร จะทดลองเปรียบเทียบดูว่าเรือแบบไหนแล่นได้ดีที่สุด”

(สัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มที่ 12)

นักเรียนบางกลุ่มได้แนวคิดในการทำโครงการวิทยาศาสตร์จากกาไปเยี่ยมชมสถานที่ต่างๆ และบางกลุ่มมีงานอดิเรกที่สนใจอยู่แล้ว จึงนำมาเป็นหัวข้อเรื่องที่จะศึกษา ดังการสัมภาษณ์ต่อไปนี้

“ช่วงสัปดาห์วิทยาศาสตร์ ผมไปเที่ยวงานนิทรรศการวันวิทยาศาสตร์แห่งชาติที่ศูนย์วิทยาศาสตร์ครับ เขาแข่งกันทำจรวดที่ขับเคลื่อนจากพลังน้ำ ผมเห็นว่าน่าสนใจและน่าตื่นเต้นดี จึงมาบอกเพื่อน เพื่อนๆ ก็สนใจด้วยครับ เลยคิดว่าน่าจะลองทำดู”

(สัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มที่ 6)

“พวกผมชอบประดิษฐ์ของเล่นเป็นงานอดิเรกอยู่แล้วครับ อย่างเช่นพวกรถ เรือพวกนี้ แต่เห็นว่าจะทำโครงการทั้งทีก็น่าจะประดิษฐ์อะไรที่มีความแปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร และน่าสนใจ เป็นสิ่งที่ท้าทายความสามารถก็เลยจะประดิษฐ์รถที่วิ่งได้ บินได้ แล้วก็แล่นในน้ำได้ครับ”

(สัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มที่ 14)

นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนบางกลุ่มไม่ได้คิดหัวข้อเรื่องด้วยตนเองแต่มีบุคคลอื่นเป็นผู้คิดหัวข้อเรื่องโครงการให้ คิดเป็นร้อยละ 23.53 ดังตัวอย่างการสัมภาษณ์นักเรียนดังนี้

“ตอนที่ครูบอกให้ช่วยกันคิดหัวข้อโครงการ พวกหนูก็ช่วยกันคิดแล้วแต่เรื่องที่คิดกันขึ้นมาไม่ค่อยน่าสนใจ บางเรื่องก็ออกแบบการทดลองไม่ได้ หนูก็เลยไปตามคุณแม่ คุณแม่จึงบอกให้ศึกษาการเร่งการเจริญเติบโตของตาอ้อย เพราะคุณแม่เป็นชาวสวนปลูกอ้อย หนูคิดว่าน่าสนใจจึงมาปรึกษากับเพื่อนและช่วยกันคิดว่าจะใช้ น้ำอะไรมารดตาอ้อยได้บ้าง”

(สัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มที่ 2)

“คุณแม่ของเพื่อนแนะนำหัวข้อโครงการให้หลายเรื่อง แต่เรื่องที่เห็นที่น่าสนใจคือ การศึกษาเกี่ยวกับน้ำมะพร้าว เพราะน้ำมะพร้าวมีสรรพคุณหลายอย่าง เช่น มีฮอร์โมนเอสโตรเจน

ซึ่งเป็นฮอริโมนเพศหญิงมีสรรพคุณช่วยบำรุงทารกในครรภ์ ช่วยเพิ่มความสาวในเพศหญิง พวก  
หนูก็เลยอยากทดลองดูค่ะ แต่จะทดลองกับปลาหางนกยูง”

(สัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มที่ 7)

## 1.2 การพิจารณาเลือกหัวข้อโครงการ

เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มคิดหัวข้อเรื่องที่ต้องการศึกษาได้แล้ว นักเรียนจะนำหัวข้อเรื่องนั้นๆ  
มาเสนออาจารย์ผู้สอน จากนั้นอาจารย์ก็จะให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม ซึ่งนักเรียน  
ส่วนใหญ่จะค้นคว้าหาความรู้จากหนังสือ ตำรา วารสารในห้องสมุด รวมไปถึงอินเทอร์เน็ต และยัง  
ได้สอบถามเพิ่มเติมจากบุคคลต่างๆ ที่จะสามารถให้ข้อมูลได้ เช่น ครูอาจารย์ เพื่อน ผู้ปกครอง ผู้รู้  
หรือผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นอาจารย์ผู้สอนก็จะให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อพิจารณาว่าหัวข้อเรื่องที่  
นักเรียนคิดขึ้นมานั้นสามารถพัฒนาเป็นหัวข้อโครงการวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่ ซึ่งนักเรียนจะใช้  
หลักเกณฑ์ต่างๆ ในการพิจารณาเลือกหัวข้อเรื่องที่จะศึกษา ดังตาราง

**ตารางที่ 4** จำนวนและร้อยละของกลุ่มนักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์จำแนกตาม  
หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาเลือกหัวข้อโครงการ

หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา เลือกหัวข้อโครงการ	จำนวน (N=17)	ร้อยละ
1. ความน่าสนใจ	11	64.71
2. ทันต่อเหตุการณ์	1	5.88
3. มีความปลอดภัย	0	0
4. ไม่มีผู้ใดทำมาก่อน	2	11.76
5. มีเวลาเพียงพอ	17	100.00
6. มีงบประมาณเพียงพอ	17	100.00
7. มีวัสดุอุปกรณ์หรือจัดทำขึ้นมาได้	17	100.00
8. มองเห็นแนวทางดำเนินการ	17	100.00
9. ประโยชน์ต่อตนเองและส่วนรวม	7	41.18
10. มีเอกสารหรือแหล่งความรู้เพียงพอ	6	35.29
11. เหมาะสมกับทักษะและความรู้ความสามารถ	17	100.00

\*กลุ่มนักเรียนใช้หลักเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกหัวข้อโครงการมากกว่า 1 ข้อ

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าว่านักเรียนแต่ละกลุ่มพิจารณาเลือกหัวข้อโครงการจากหลักเกณฑ์หลายๆ หลักเกณฑ์รวมกันไป โดยหลักเกณฑ์ที่นักเรียนทุกกลุ่มใช้ในการพิจารณาเลือกหัวข้อโครงการ คือ มีเวลาเพียงพอ มีงบประมาณเพียงพอ มีวัสดุอุปกรณ์หรือจัดทำขึ้นมาได้มองเห็นแนวทางดำเนินการ และเหมาะสมกับทักษะและความรู้ความสามารถ หลักเกณฑ์ที่กลุ่มนักเรียนใช้พิจารณารองลงมา คือ ความน่าสนใจ นอกจากนี้นักเรียนบางกลุ่มยังคำนึงถึงประโยชน์ต่อตนเองและส่วนรวม มีเอกสารหรือแหล่งความรู้เพียงพอ และทันต่อเหตุการณ์ ดังรายละเอียดการ สัมภาษณ์ต่อไปนี้

“เป็นเรื่องที่มีความน่าสนใจ ได้ประโยชน์ เพราะจะได้รู้ว่าถ้าสามารถนำมาทำเป็นปួយช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตของพืชได้หรือไม่ วิธีทดลองไม่ยากค่ะเพราะค้นคว้ามาแล้ว อุปกรณ์ก็หาได้จากบ้านของเพื่อนๆ ค่ะ ช่วยกันเอามา”

(สัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มที่ 1)

“ดูจากความน่าสนใจ มีประโยชน์ เพราะทำให้ได้ความรู้เรื่องการเร่งการเจริญเติบโตของตาอ้อย อาจนำไปบอกกับเกษตรกรหรือชาวสวนที่ปลูกอ้อยได้ นอกจากนี้แนวทางการศึกษาก็ไม่ยุ่งยากสามารถทำได้ หาวัสดุอุปกรณ์ได้ แต่ที่แรกกลัวจะมีปัญหาเรื่องเวลาที่ใช้ หนูก็ถามคุณป้า คุณป้าบอกว่าทันค่ะเพราะอ้อยงอกตาเร็ว”

(สัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มที่ 2)

“เป็นเรื่องที่น่าสนใจ สนุกสนานตื่นเต้นดีครับ เวลาจรวดมันวิ่งแล้วก็ลุ้นว่าจะไปไกลหรือเปล่า แล้วเราจะต้องสร้างจรวดให้มีรูปทรงที่เหมาะสม ต้องหาปริมาณน้ำที่ใส่ลงไปด้วย ทำทายความสามารถดีว่าจะประดิษฐ์จรวดที่ไปได้ไกลๆ อย่างที่เขาแข่งกันหรือไม่ ผมมีข้อมูลเรื่องนี้แล้วหาได้จากอินเทอร์เน็ตครับ มีเว็บไซต์เรื่องนี้โดยเฉพาะ”

(สัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มที่ 6)

“จากที่คิดกันว่าจะลองทำกาวยูเอชเอเอง หลังจากนั้นพวกเราก็ช่วยกันหาข้อมูลเพิ่มเติมถึงวิธีทำกาวยูเอชเอ หนูได้ลองไปปรึกษาคุณพ่อว่าจะทำเรื่องนี้ได้หรือไม่ พอดีคุณพ่อมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เพราะคุณพ่อเคยทำกาวยูเอชเอเล่นสมัยเด็กๆ ก็เลยรู้ส่วนผสมและวิธีทำกาวยูเอชเอหลายสูตร คุณพ่อบอกให้ลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละสูตรดู หนูก็เลยสนใจแล้วมาบอกเพื่อนกับอาจารย์ อาจารย์ก็เห็นด้วยค่ะ”

(สัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มที่ 9)

“ผมคิดว่าสามารถทำได้เพราะได้ลองคิดวิธีการทดลองไว้แล้วไม่ยุ่งยากอะไร วัสดุอุปกรณ์ก็มีอยู่บ้างแล้ว ที่ไม่มีก็ขอยืมใช้ได้ มีสถานที่ทดลอง ส่วนที่ต้องหาซื้อก็คือพลาสติก แต่ก็หาซื้อง่ายราคาถูก ตัวละประมาณ 10 บาท”

(สัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มที่ 17)

เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มคิดและเลือกหัวข้อเรื่องที่ต้องการศึกษาได้แล้ว ต่อจากนั้นนักเรียนจะเขียนเค้าโครงโครงการวิทยาศาสตร์แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ผู้สอน (ภาคผนวก ง)

### 1.3 การตั้งชื่อโครงการ การระบุปัญหาและการระบุวัตถุประสงค์

ในการทำโครงการ จะต้องมีการตั้งชื่อโครงการ ระบุปัญหาและระบุวัตถุประสงค์ การตั้งชื่อโครงการวิทยาศาสตร์อาจตั้งชื่อให้มีความกะทัดรัดและดึงดูดความสนใจจากผู้ฟังหรือผู้อ่าน ส่วนการระบุปัญหานั้นก็คือการระบุสิ่งที่ต้องการศึกษาในรูปของประโยคคำถาม สามารถหาคำตอบได้จากการสังเกตหรือการทดลอง การระบุวัตถุประสงค์ คือ การกำหนดจุดมุ่งหมายปลายทางที่ต้องการให้เกิดจากการทำโครงการ การเขียนวัตถุประสงค์ต้องชัดเจนเข้าใจง่าย สอดคล้องกับชื่อโครงการ วัตถุประสงค์กับปัญหาเป็นเรื่องเดียวกัน แต่ปัญหาเป็นประโยคคำถาม ส่วน วัตถุประสงค์เป็นประโยคบอกเล่า สิ่งที่ควรคำนึงถึงคือ ชื่อโครงการ ปัญหาและ วัตถุประสงค์จะต้องสอดคล้องกัน ซึ่งผลการวิเคราะห์ตั้งชื่อโครงการ การระบุปัญหาและการระบุ วัตถุประสงค์ ดังตาราง

ตารางที่ 5 จำนวนและร้อยละของกลุ่มนักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ จำแนกตามการตั้งชื่อโครงการ ระบุปัญหา และระบุวัตถุประสงค์

การตั้งชื่อโครงการ ระบุปัญหาและระบุวัตถุประสงค์	จำนวน (N= 17)	ร้อยละ
1. ตั้งชื่อโครงการ	17	100.00
1.1 สื่อถึงสิ่งที่ต้องการศึกษาชัดเจน	(6)	(35.29)
1.2 ดึงดูดความสนใจ	(11)	(64.71)
2. มีการระบุปัญหา	17	100.00
2.1 ระบุปัญหาในรูปของคำถามและหาคำตอบได้	(17)	(100.00)



ตารางที่ 5 จำนวนและร้อยละของกลุ่มนักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ จำแนกตามการตั้งชื่อโครงการ ระบุปัญหา และระบุวัตถุประสงค์(ต่อ)

การตั้งชื่อโครงการ ระบุปัญหาและระบุวัตถุประสงค์	จำนวน (N= 17)	ร้อยละ
3. ระบุวัตถุประสงค์	17	100.00
3.1 เป็นประโยคบอกเล่า	(8)	(47.06)
3.2 เป็นประโยคคำถาม	(9)	(52.94)
4. ชื่อเรื่อง ปัญหา และวัตถุประสงค์ มีความสอดคล้องกัน	14	82.35

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ตั้งชื่อโครงการโดยเน้นที่ความดึงดูดใจ คิดเป็นร้อยละ 64.71 ดังการศึกษาเอกสารเค้าโครงโครงการวิทยาศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนดังนี้

ชื่อโครงการเรื่อง *โต๊ะอาหารมหาลากสี*

(เค้าโครงโครงการวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 5)

ชื่อโครงการเรื่อง *กาวหนึบติดหนับ*

(เค้าโครงโครงการวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 9)

ชื่อโครงการเรื่อง *Spring in the Cool*

(เค้าโครงโครงการวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 11)

ส่วนกลุ่มนักเรียนที่ตั้งชื่อโครงการโดยสื่อความหมายถึงเรื่องที่จะศึกษาอย่างชัดเจน คิดเป็นร้อยละ 35.29 ดังตัวอย่าง

ชื่อโครงการเรื่อง *อุณหภูมิระดับใดสามารถป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ดีกว่ากันระหว่างร้อน,เย็น*

(เค้าโครงโครงการวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 10)

ชื่อโครงการเรื่อง *ที่อุณหภูมิ/pH เท่าไรจึงจะเหมาะต่อการดำรงชีวิตของปลาสด?*

(เค้าโครงโครงการวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 17)



ในการระบุปัญหา จะเห็นว่านักเรียนทุกกลุ่มระบุปัญหาในรูปของประโยคคำถามและ เป็นปัญหาที่หาคำตอบได้ ดังตัวอย่างการระบุปัญหาในเค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม นักเรียนดังนี้

**ปัญหา** ปุ๋ยธรรมชาติกับปุ๋ยถั่ว ชนิดใดจะมีประสิทธิภาพดีกว่ากัน

(เค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 1)

**ปัญหา** ใบพัดขนาดใดจะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากที่สุด

(เค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 3)

**ปัญหา** ปริมาณน้ำเท่าใดที่ทำให้จรวดพลังน้ำเคลื่อนที่ไปได้ระยะไกลที่สุด

(เค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 6)

**ปัญหา** ค่า pH และอุณหภูมิเท่าใดจึงจะเหมาะสมกับการดำรงชีวิตของปลาสด

(เค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 17)

ในการระบุวัตถุประสงค์ นักเรียนส่วนใหญ่ระบุวัตถุประสงค์ในรูปของประโยคคำถาม คิด เป็นร้อยละ 52.94 ดังตัวอย่าง

**วัตถุประสงค์** เพื่อศึกษาระหว่างปุ๋ยที่ได้มาจากถั่วและปุ๋ยธรรมชาติ ว่าอันไหนจะมี ประสิทธิภาพดีกว่ากัน

(เค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 1)

**วัตถุประสงค์** เพื่อศึกษาว่าแคลเซียมจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่

(เค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 4)

**วัตถุประสงค์** เพื่อศึกษาดูว่ากระดาษรองอาหารที่มีสีต่างกันจะมีผลต่อการเลือกกินของ มดหรือไม่

(เค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 5)

**วัตถุประสงค์** เพื่อศึกษาพืชชนิดที่ 1 หรือ 2 ชนิดใดจะให้สีที่เข้มข้นกว่ากันในแต่ละสีนั้น

(เค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 16)

ส่วนความสอดคล้องของการตั้งชื่อโครงงาน ระบุปัญหา และระบุวัตถุประสงค์ จะเห็นว่า กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่ตั้งชื่อโครงงาน ระบุปัญหา และระบุวัตถุประสงค์ได้สอดคล้องกัน

#### 1.4 การระบุที่มาและความสำคัญของปัญหา

การระบุที่มาและความสำคัญของปัญหาเป็นการบรรยายถึงความเป็นมาของปัญหาที่ศึกษาและความสำคัญของปัญหาที่ศึกษา โดยมีหลักการหรือทฤษฎีสนับสนุน ซึ่งนักเรียนมีการระบุที่มาและความสำคัญของปัญหา ดังตาราง

**ตารางที่ 6** จำนวนและร้อยละของกลุ่มนักเรียนที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ จำแนกตามการระบุที่มาและความสำคัญของปัญหา

การระบุที่มาและความสำคัญของปัญหา	จำนวน (N= 17)	ร้อยละ
1. ระบุที่มาและความสำคัญของปัญหา	17	100.00
1.1 บรรยายความเป็นมาของปัญหา	(14)	(82.35)
1.2 บรรยายความสำคัญของปัญหา	(3)	(17.65)
1.3 อ้างถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	(3)	(17.65)

\*กลุ่มนักเรียนระบุที่มาและความสำคัญของโครงงานมากกว่า 1 ประเด็น

จากตารางที่ 6 จะเห็นว่านักเรียนทุกกลุ่มมีการระบุที่มาและความสำคัญของปัญหาโดยบรรยายความเป็นมาของปัญหา คิดเป็นร้อยละ 82.35 บรรยายความสำคัญของการศึกษา คิดเป็นร้อยละ 17.65 และอ้างถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง คิดเป็นร้อยละ 17.65

นักเรียนระบุที่มาและความสำคัญของปัญหาในเค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์โดยบรรยายถึงความเป็นมาของปัญหา ดังตัวอย่าง

ในปัจจุบันจรวดพลังน้ำเป็นที่นิยมเล่นกันทั้งในต่างประเทศและในประเทศ มีการจัดแข่งขันจรวดพลังน้ำอยู่เสมอ เช่น ในงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์ที่ศูนย์วิทยาศาสตร์ ผู้ที่สนใจในการเล่นจรวดพลังน้ำมีทั้งนักเรียน นักศึกษา แม้กระทั่งนักวิทยาศาสตร์

(เค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 6)

เนื่องจากปัจจุบันเราสามารถใช้กาวในชีวิตประจำวัน เช่น ใช้ในการติดกระดาษ ประดิษฐ์สิ่งของ เป็นต้น เราจึงต้องการที่จะผลิตกาวคุณภาพดีและราคาถูกขึ้นมาใช้แทนกาวที่มีราคาแพงในปัจจุบัน

(เค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 9)

เนื่องจากปัจจุบันการเก็บรักษาอาหารให้อยู่ได้นานเป็นเรื่องยากโดยเฉพาะพอเก็บไว้นานๆ อาหารจะบูดเน่าได้ จึงนำขนมปังมาเป็นตัวอย่างอาหารแล้วนำมาเก็บรักษาในสภาพที่ต่างกันเพื่อดูว่าสถานที่ใดสามารถเก็บรักษาอาหารได้นาน

(เค้าโครงโครงการวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 10)

เนื่องด้วยในปัจจุบันคนไทยนิยมหันมาปลูกพืชผักรับประทานกันเองมากขึ้น เนื่องจากมีความปลอดภัยและมีความสะดวก การเพาะปลูกนั้นมีหลายวิธีด้วยกัน เช่น การเพาะเมล็ด การปักชำ และการตอนกิ่ง ฯลฯ แต่วิธีที่สะดวกที่สุดคือ การปักชำ ดังนั้น กลุ่มของพวกเราจึงอยากทราบว่า สารละลายในชีวิตประจำวันสารใด ทำให้รากงอกจากการปักชำได้ดีที่สุด

(เค้าโครงโครงการวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 13)

นอกจากนี้ นักเรียนบางกลุ่มได้ระบุที่มาและความสำคัญของปัญหาในเค้าโครงโครงการวิทยาศาสตร์โดยบรรยายถึงความสำคัญของปัญหาด้วย ดังตัวอย่าง

การที่คิดจะทำโครงการเรื่องนี้เพราะเราสามารถนำผลการทดลองที่เราได้ไปใช้ในการเกษตรได้ บางทีอาจทำให้การเกษตรของเราก้าวหน้าขึ้นด้วย

(เค้าโครงโครงการวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 3)

“จรวดพลังน้ำเป็นการนำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ที่จะทำให้จรวดไปได้ไกลและแม่นยำที่สุด”

(เค้าโครงโครงการวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 6)

นักเรียนบางกลุ่มระบุที่มาและความสำคัญของปัญหาโดยอ้างถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ดังตัวอย่าง

เนื่องจากน้ำมะพร้าวมีความบริสุทธิ์มาก ปราศจากเชื้อโรคและเป็นเครื่องดื่มที่มีคุณค่าทางอาหารสูงประกอบด้วยน้ำตาลทราย วิตามินบีรวม โปรตีน ไขมัน และเกลือแร่ต่างๆ เช่น โปแตสเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก และยังมีสารที่นักวิทยาศาสตร์คิดว่ามีคุณสมบัติคล้ายฮอร์โมนเอสโตรเจน และมีคำกล่าวจากผู้หญิงที่ดื่มน้ำมะพร้าวเป็นประจำจะสาวและสวย พวกเราจึงมีความคิดที่จะนำน้ำมะพร้าวมาเลี้ยงปลาหางนกยูง เพื่อให้ปลาหางนกยูงมีสีสันสวยงาม

(เค้าโครงโครงการวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 7)

จรวดพลังน้ำเป็นการนำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันที่กล่าวว่า “เมื่อมีแรงใดๆ กระทำต่อวัตถุหนึ่ง จะปรากฏแรงที่มีขนาดเท่ากันแต่มีทิศทางที่ตรงกันข้ามกระทำกลับต่อแรงนั้นๆ

(เค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 6)

## 2. การตั้งสมมติฐาน

การตั้งสมมติฐานเป็นการคาดคะเนคำตอบของปัญหาที่สงสัยบนพื้นฐานของข้อมูลที่สนับสนุน ซึ่งอาจได้มาจากการศึกษาวรรณคดีที่เกี่ยวข้อง หรือจากความรู้และประสบการณ์เดิม ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มมีการตั้งสมมติฐาน ดังตาราง

ตารางที่ 7 จำนวนและร้อยละของกลุ่มนักเรียนที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ จำแนกตามการตั้งสมมติฐาน

การตั้งสมมติฐาน	จำนวน (N=17)	ร้อยละ
1. มีการตั้งสมมติฐาน	17	100.00
1.1 จากความรู้และประสบการณ์เดิม	(12)	(70.59)
1.2 จากหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	(5)	(29.41)

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่ตั้งสมมติฐานจากความรู้และประสบการณ์เดิม คิดเป็นร้อยละ 70.59 ดังตัวอย่าง

ปุ๋ยที่ทำมาจากถั่วน่าจะมีประสิทธิภาพต่อการเจริญเติบโตของพืชดีกว่าปุ๋ยธรรมดา

(เค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 1)

อุณหภูมิระดับเย็นน่าจะชะลอการเจริญเติบโตได้ดีกว่าอุณหภูมิระดับสูง

(เค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 10)

1. พลาสติกน่าจะใช้ทำร่มชูชีพได้ดีที่สุด

2. สามเหลี่ยมจะใช้ทำโคมไฟได้ดีที่สุด

(เค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 14)

นักเรียนบางกลุ่มตั้งสมมติฐานจากหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง คิดเป็นร้อยละ

#### 29.41 ดังตัวอย่าง

ถ้านำมะพร้าวมีฮอร์โมนเอสโตรเจนและมีผลต่อสีของปลาหางนกยูงตัวเมียแล้ว การใส่น้ำมะพร้าวปริมาณ 1/2 ถ้วยตวง เป็นเวลา 1 วัน แล้วเปลี่ยนน้ำในการเลี้ยงปลาหางนกยูง จะทำให้ปลาหางนกยูงตัวเมียเปลี่ยนสีให้สวยงามได้ดีที่สุด

(เค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 7)

สารละลายผงซักฟอกจะทำให้รากงอกจากการปักชำได้ดีที่สุด เนื่องจากมีคุณสมบัติเหมือนปุ๋ยฟอสเฟต

(เค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 13)

### 3. การรวบรวมข้อมูล

#### 3.1 การออกแบบการทดลอง

##### 1) การกำหนดและควบคุมตัวแปร

ตัวแปรแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม การระบุตัวแปรต้นเป็นการบอกถึงสิ่งที่ต้องการศึกษาหรือสาเหตุของปัญหา การระบุตัวแปรตามเป็นการบอกถึงผลที่ตามมาถ้ามีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต้น การระบุตัวแปรควบคุมเป็นการกำหนดสภาวะอื่นๆ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมให้เหมือนกัน

**ตารางที่ 8** จำนวนและร้อยละของกลุ่มนักเรียนที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ จำแนกตามการกำหนดและควบคุมตัวแปร

การกำหนดและควบคุมตัวแปร	จำนวน (N=17)	ร้อยละ
ระบุตัวแปรต้น	17	100.00
ระบุตัวแปรตาม	17	100.00
ระบุตัวแปรควบคุม	17	100.00

จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่านักเรียนทุกกลุ่มมีการระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม ดังตัวอย่าง



**ตัวแปรต้น** ชนิดของของเหลวที่ใช้รดน้ำต้นไม้ (น้ำ,นมไขมันตัด้า,นมแคลเซียมสูง)

**ตัวแปรตาม** ลักษณะของใบของต้นถั่ว

**ตัวแปรควบคุม** ปริมาณของเหลวที่ใช้รดน้ำต้นไม้ ระยะเวลา ปริมาณของสำลี 3 ก่อของขนาดของถ้วยสำหรับปลูกต้นถั่ว 3 ใบ สถานที่

(เค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 4)

**ตัวแปรต้น** สีของกระดาษที่รองอาหารไว้

**ตัวแปรตาม** จำนวนมดที่มากินอาหารบนกระดาษแต่ละสี

**ตัวแปรควบคุม** ชนิดและปริมาณของอาหาร สถานที่ทดลอง ระยะเวลาในการทดลอง

(เค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 5)

**ตัวแปรต้น** ปริมาณน้ำที่บรรจุในจรวดพลังน้ำ

**ตัวแปรตาม** ระยะทางที่จรวดเคลื่อนที่ได้

**ตัวแปรควบคุม** ขนาดจรวดพลังน้ำ ความดันอากาศ มุมในการยิง

(เค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 6)

**ตัวแปรต้น** ชนิดของสารละลายที่รดต้นผักบุ้ง

**ตัวแปรตาม** การเจริญเติบโตของต้นผักบุ้ง (จำนวนเมล็ดที่งอก และความสูงของต้นที่สูงที่สุดในแต่ละกระถาง)

**ตัวแปรควบคุม** ปริมาณสารละลายที่รด เวลาที่รด จำนวนเมล็ดผักบุ้งในแต่ละกระถาง คุณภาพของเมล็ด ปริมาณดิน ขนาดของกระถาง ตำแหน่งที่ตั้งกระถาง

(เค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 8)

**ตัวแปรต้น** ชนิดสารละลาย

**ตัวแปรตาม** การงอกของรากของกิ่งกระเพรา

**ตัวแปรควบคุม** ปริมาณดิน ปริมาณสารละลาย สถานที่ที่ปลูก ขนาดกระถาง ชนิดดิน ขนาดกิ่งกระเพรา

(เค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 13)

## 2) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร เป็นการระบุความหมายเชิงทฤษฎีของคำหรือข้อความที่ใช้ในการทดลองที่สามารถสังเกต ตรวจสอบ หรือทำการวัดได้และจะต้องกำหนดให้เป็นที่เข้าใจตรงกัน กลุ่มนักเรียนมีการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรดังตาราง



ตารางที่ 9 จำนวนและร้อยละของกลุ่มนักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ จำแนกตามการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ของตัวแปร	จำนวน (N=17)	ร้อยละ
1. กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร	11	67.71
1.1 อธิบายความหมายเชิงทฤษฎี	(1)	(5.88)
1.2 บอกวิธีการวัดตัวแปร	(10)	(58.82)
2. ไม่ได้กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร	6	35.29

จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร คิดเป็นร้อยละ 67.71 ส่วนกลุ่มนักเรียนที่ไม่ได้กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ คิดเป็นร้อยละ 35.29 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร โดยบอกวิธีการวัดตัวแปรที่ศึกษา และมีกลุ่มนักเรียนบางกลุ่มอธิบายความหมายเชิงทฤษฎี ดังตัวอย่าง

ตัวอย่างการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรในเค้าโครงโครงการวิทยาศาสตร์โดยบอกวิธีการวัด สังเกต หรือตรวจสอบได้เพื่อให้มีความเข้าใจตรงกัน

การเจริญเติบโตของพืชวัดจากความสูงของพืชเมื่อ 5 อาทิตย์ผ่านไป ตั้งแต่พื้นจนสูงสุดของพืช

(เค้าโครงโครงการวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 1)

การเจริญเติบโตของตาอ้อย หมายถึง จำนวนและความยาวของต้นอ้อยที่งอกออกมาจากตาอ้อย

(เค้าโครงโครงการวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 2)

คุณภาพของกาว วัดจาก ระยะเวลาที่กาวสามารถติดกระดาษได้ โดยที่กระดาษไม่หลุดออกจากกันและกาวแห้งสนิท ถ้ากาวแห้งเร็วแสดงว่าเป็นกาวคุณภาพดี แต่ถ้ากาวแห้งช้าแสดงว่าคุณภาพต่ำ

(เค้าโครงโครงการวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 9)

ลักษณะและพฤติกรรมของปลา หมายถึง ลักษณะน้ำและปริมาณอาหารที่กิน อัตราการหายใจ ลักษณะการว่ายน้ำ จำนวนครีบ และสีผิวของตัวปลา

(เค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 17)

ไฟฟ้าที่ผลิตได้ หมายถึง กระแสลมทำให้เกิดไฟฟ้าได้

(เค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 3)

3) การกำหนดวัสดุอุปกรณ์และสารเคมี แนวการศึกษาค้นคว้าหรือขั้นตอนการทดลอง และวิธีการบันทึกข้อมูล/ ตารางบันทึกข้อมูล กลุ่มนักเรียนมีการดำเนินการดังตาราง

ตารางที่ 10 จำนวนและร้อยละของกลุ่มนักเรียนที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ จำแนกตามการกำหนดวัสดุอุปกรณ์และสารเคมี แนวการศึกษาค้นคว้าหรือขั้นตอนการทดลอง และวิธีการบันทึกข้อมูล/ ตารางบันทึกข้อมูล

การกำหนดวัสดุอุปกรณ์และสารเคมี	จำนวน (N=17)	ร้อยละ
1. กำหนดวัสดุอุปกรณ์และสารเคมี	17	100.00
2. กำหนดแนวการศึกษาค้นคว้าหรือขั้นตอนการทดลอง	17	100.00
3. กำหนดวิธีการบันทึกข้อมูล/ตารางบันทึกข้อมูล	14	82.35

จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นว่านักเรียนทุกกลุ่มมีการกำหนดวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ต้องใช้ และแนวการศึกษาค้นคว้าหรือขั้นตอนการทดลอง กลุ่มนักเรียนส่วนการกำหนดวิธีการบันทึกข้อมูล/ตารางบันทึกข้อมูล คิดเป็นร้อยละ 82.35 ดังตัวอย่าง

**วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้** 1. กระจก 2. ดิน 3. ปุ๋ย 4. ถั่ว 5. น้ำ 6. เมล็ดถั่วลิสงเตา  
**แนวการศึกษาค้นคว้า**

- นำถั่วมาบดแล้วนำไปผสมกับดิน แล้วแยกเป็น 2 กระจก
- กระจกหนึ่งใส่ดินเป็น  $2/3$  และปุ๋ยธรรมชาติ  $1/3$  ของกระจก
- อีกกระจกใส่ดินเป็น  $2/3$  และปุ๋ยถั่ว  $1/3$  ของกระจกเช่นกัน
- นำถั่วลิสงเตามาวางประมาณ 2-3 เม็ดต่อกระจก

5. ใส่น้ำทุกวันไม่มากหรือน้อยจนเกินไป
6. ดูความเปลี่ยนแปลงของต้นไม้
7. บันทึกผลการทดลอง

### วิธีการบันทึกข้อมูล/ตารางบันทึกข้อมูล

การเปลี่ยนแปลงของต้นไม้ที่ใช้ปุ๋ยต่างชนิดกัน

วันที่	การเปลี่ยนแปลงของต้นไม้	
	ปุ๋ยธรรมดา	ปุ๋ยถั่ว
1		
2		
3		
↓		
10		

(เค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 1)

**วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้** 1. ตาอ้อยที่สามารถขึ้นต้นอ่อนได้ 2. ภาชนะที่จะใส่น้ำ เช่น แก้ว  
เล็ก ๆ 3. น้ำต่างชนิดกัน (น้ำเปล่า น้ำมะนาว น้ำมะพร้าว) 4. สำลี

### แนวการศึกษาค้นคว้า

1. อาทิตย์แรกนำตาอ้อยแช่น้ำต่างๆ แล้วคอยสังเกตผลทุกสัปดาห์
2. รวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่ได้
3. บันทึกผลการทดลอง
4. สรุปผล

### วิธีการบันทึกข้อมูล/ตารางบันทึกข้อมูล

ระยะเวลาการทดลอง (อาทิตย์)	การเปลี่ยนแปลงของตาอ้อยในน้ำชนิดต่างๆ		
	น้ำเปล่า	น้ำมะพร้าว	น้ำมะนาว
1			
2			

(เค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 2)

### 3.3 การดำเนินการทดลอง

นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการทดลองตามแผนที่ได้ออกแบบไว้เพื่อให้โครงงานบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด แต่ถ้าดำเนินการทดลองตามแผนที่ออกแบบไว้แล้วเกิดปัญหาขึ้น

อาจมีการปรับเปลี่ยนวิธีดำเนินการ รายละเอียดดังตาราง

**ตารางที่ 11** จำนวนและร้อยละของกลุ่มนักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ จำแนกตามการดำเนินการทดลอง

การดำเนินการทดลอง	จำนวน (N=17)	ร้อยละ
1. ดำเนินการทดลองตามที่ออกแบบไว้		
ทุกประการ	5	29.41
2. มีการปรับเปลี่ยนการดำเนินการทดลอง	12	70.59
2.1 ปรับเปลี่ยนเล็กน้อย	(8)	(47.06)
2.2 ปรับเปลี่ยนทั้งหมด	(4)	(23.53)
3. มีการดำเนินการทดลองซ้ำ	17	100.00
4. เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีเหมาะสม	5	29.41

จากตารางที่ 11 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีการปรับเปลี่ยนการดำเนินการทดลองจากที่ออกแบบไว้ คิดเป็นร้อยละ 70.59 โดยบางกลุ่มปรับเปลี่ยนเล็กน้อย บางกลุ่มปรับเปลี่ยนทั้งหมด ส่วนนักเรียนที่ดำเนินการทดลองตามที่ออกแบบไว้ทุกประการ คิดเป็นร้อยละ 29.41 นักเรียนทุกกลุ่มมีการดำเนินการทดลองซ้ำ แต่มีกลุ่มนักเรียนส่วนน้อยที่เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีเหมาะสม ดังรายละเอียดต่อไปนี้

กลุ่มนักเรียนที่มีการปรับเปลี่ยนรายละเอียดของการทดลองนั้น บางกลุ่มมีการปรับเปลี่ยนเพียงเล็กน้อย ตัวอย่างเช่น นักเรียนกลุ่มที่ 1 ทดลองทำปุ๋ยจากถั่วเพื่อศึกษาผลของปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตของพืช นักเรียนในกลุ่มออกแบบการทดลองโดยนำเปลือกถั่วมาบดแล้วนำไปผสมกับดิน แต่เมื่อทำการทดลองนักเรียนไปหาข้อมูลเพิ่มเติมพบว่า ควรเอาเมล็ดถั่วที่จะปลูกไปแช่น้ำก่อน จะทำให้เมล็ดงอกเร็วขึ้น ส่วนเปลือกถั่วที่จะทำเป็นปุ๋ยควรนำมาหมัก ก่อนที่จะผสมกับดินแล้วเอาไปปลูก เพื่อให้เกิดการย่อยสลายได้ดีขึ้น

(การสังเกตนักเรียนกลุ่มที่ 1)

กลุ่มนักเรียนกลุ่มที่ 6 ทำการทดลองเรื่องจรวดพลังน้ำ ซึ่งนักเรียนกำหนดไว้ในการออกแบบการทดลองว่าจะทำการวัดระยะทางที่จรวดเคลื่อนที่โดยใช้ไม้เมตร แต่เมื่อทำการทดลอง

แล้วพบว่า จรวดเคลื่อนที่ไปได้ไกลมาก นักเรียนจึงนำไม้เมตรหลายๆอันมาวางต่อกันเพื่อวัดระยะทางทั้งหมด ซึ่งทำได้ลำบาก นักเรียนในกลุ่มคนหนึ่งจึงเสนอว่าควรหาเชือกฟางมาทำการวัดระยะทางก่อนแล้วจึงมาเทียบกับไม้เมตรอีกครั้งจะทำให้ผลการวัดระยะทางไม่คลาดเคลื่อนจากความ เป็นจริงมากนัก นักเรียนในกลุ่มจึงปรับเปลี่ยนวิธีการวัดระยะทางที่จรวดเคลื่อนที่ได้

(การสังเกตนักเรียนกลุ่มที่ 6)

นักเรียนกลุ่มที่ 10 ศึกษาเรื่องการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราในอาหาร ซึ่งมี การปรับเปลี่ยนรายละเอียดของการทดลอง จากที่นักเรียนออกแบบไว้ว่าจะนำขนมปัง 2 แผ่นมาพรมน้ำ แล้วทิ้งไว้ 4 วันให้ราขึ้น แผ่นที่ 1 นำเข้าตู้เย็น แผ่นที่ 2 วางไว้ในตู้ นักเรียนในกลุ่มได้ทำการทดลองตามที่ออกแบบไว้แล้วพบว่า ขนมปังที่พรมน้ำแล้วทิ้งไว้ 4 วัน มีราเกิดขึ้นจำนวนมาก ทำให้ไม่สามารถนำขนมปังนั้นมาศึกษาต่อได้ เนื่องจากราที่เกิดขึ้นมากเกินไป ถ้าทำการทดลองต่อไปจะเปรียบเทียบผลได้ไม่ชัดเจน นักเรียนจึงปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์ อาจารย์และนักเรียนจึงช่วยกันอภิปรายเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาโดยปรับเปลี่ยนการทดลอง ให้มีความรัดกุมมากยิ่งขึ้น ดังนี้

1. นำขนมปังมา 1 แผ่น แล้วตัดเป็น 4 ส่วนเท่าๆ กัน

1	2
3	4

2. นำแต่ละส่วนมาผ่านขั้นตอนและไว้ในสถานที่ต่างกัน คือ

2.1 ส่วนแรกนำมาใส่ดิสแก้วแล้วห่อด้วยถุงพลาสติก + มัดยาง แล้วไว้ในตู้เย็น

2.2 ส่วนที่ 2 นำมาพรมน้ำใส่ดิสแก้วแล้วห่อด้วยถุงพลาสติก + มัดยาง แล้วไว้ในตู้เย็น

2.3 ส่วนที่ 2 นำมาพรมน้ำใส่ดิสแก้วแล้วห่อด้วยถุงพลาสติก + มัดยาง แล้วแช่น้ำ

2.4 ส่วนที่ 2 นำมาพรมน้ำใส่ดิสแก้วแล้วห่อด้วยถุงพลาสติก + มัดยาง แล้วแช่ตู้เย็น

3. หลังจากนั้น 4 วัน บันทึกผลการเปลี่ยนแปลงของขนมปังแต่ละส่วน

(การสังเกตนักเรียนกลุ่มที่ 10)

นักเรียนบางกลุ่มมีการปรับเปลี่ยนรายละเอียดของการทดลองทั้งหมด เช่น นักเรียนกลุ่มที่ 7 ทำการทดลองเรื่อง การศึกษาผลของน้ำมะพร้าวที่มีต่อการเปลี่ยนสีของปลาหางนกยูง ซึ่งนักเรียนได้ดำเนินการทดลองแล้วระยะหนึ่ง พบว่า การสังเกตสีของปลาที่เปลี่ยนไปทำได้ยาก

เนื่องจากปลาเปลี่ยนสีได้ไม่ชัดเจน จึงปรับเปลี่ยนการทดลองโดยศึกษาผลของน้ำมะพร้าวที่มีต่อการตั้งท้องของปลาแทน เนื่องจากนักเรียนศึกษามาน้ำมะพร้าวมีคุณสมบัติคล้ายฮอร์โมนเอสโตรเจนซึ่งเป็นฮอร์โมนเพศหญิง และมีค่ากล่าวว่ายามีครรภ์ควรมีน้ำมะพร้าว เพื่อช่วยบำรุงทารกในครรภ์ และสามารถใช้น้ำนมได้ ประกอบกับการศึกษาการตั้งท้องของปลาจะสามารถทำได้ง่ายกว่าการสังเกตสีของปลา นักเรียนจึงปรับเปลี่ยนการทดลองทั้งหมด

(การสังเกตนักเรียนกลุ่มที่ 7)

### 3.4 การบันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 12 จำนวนและร้อยละของกลุ่มนักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ จำแนกตามการบันทึกผลการทดลอง

การบันทึกผลการทดลอง	จำนวน (N=17)	ร้อยละ
1. บันทึกผลการทดลองโดยตาราง	15	88.24
1.1 บันทึกผลตามที่ออกแบบไว้	(4)	23.53
1.2 ปรับเปลี่ยนตารางใหม่	(11)	64.71
2. บันทึกผลการทดลองเป็นการบรรยาย		
ประกอบภาพ	1	5.88
3. ไม่ได้บันทึกผลการทดลอง	1	5.88

จากตารางที่ 12 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่บันทึกผลการทดลองโดยตารางคิดเป็นร้อยละ 88.24 และมีการปรับเปลี่ยนตารางบันทึกผลการทดลองใหม่ นักเรียนบางกลุ่มบันทึกผลในตารางเดิมที่ออกแบบไว้ บางกลุ่มบันทึกผลการทดลองเป็นการบรรยายประกอบภาพ และบางกลุ่มไม่ได้บันทึกผลการทดลอง

การบันทึกผลการทดลองแบบต่างๆ สิ่งสำคัญที่นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องปฏิบัติคือ การตั้งชื่อกำกับไว้ด้วยทุกครั้ง ผลปรากฏดังตาราง



ตารางที่ 13 จำนวนและร้อยละของกลุ่มนักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ จำแนกตามการตั้งชื่อกำกับการบันทึกผลการทดลอง

การตั้งชื่อกำกับการบันทึก ผลการทดลอง	จำนวน (N=17)	ร้อยละ
1. มีการตั้งชื่อ	9	52.94
2. ไม่มีการตั้งชื่อ	8	47.06

จากตารางที่ 15 แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีการตั้งชื่อตาราง/วิธีการทดลอง คิดเป็นร้อยละ 52.94 ส่วนนักเรียนส่วนใหญ่ที่ไม่ได้ตั้งชื่อตาราง/วิธีการทดลอง คิดเป็นร้อยละ 47.06 ตัวอย่างการบันทึกผลการทดลองของนักเรียนจากรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ตารางแสดงผลการทดลอง

สีของกระดาษ/ การทดลองครั้งที่	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
ดำ	น้อย	มาก
เขียว	ปานกลาง	มาก
แสด	ปานกลาง	มาก
ฟ้า	น้อย	น้อย
เหลือง	มากที่สุด	มากที่สุด

หมายเหตุ

มากที่สุด = มีมดจำนวน 30 ตัวขึ้นไป

มาก = มีมดจำนวน 20 ตัวขึ้นไป

ปานกลาง = มีมดจำนวน 10 ตัวขึ้นไป

น้อย = มีมดจำนวนน้อยกว่า 10 ตัวขึ้นไป

(รายงานโครงการวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 5)

ขนาดใบพัด	กระแสไฟที่ได้
เล็ก	10 MA
ใหญ่	7 MA

(รายงานโครงการวิทยาศาสตร์กลุ่ม 3)

ตารางแสดงจำนวนเมล็ดของต้นผักบุ้งที่งอก (เมล็ด)  
ในแต่ละกระถางที่รดด้วยน้ำ, นม, นมบูด-น้ำ (1:1) และนมบูด ตั้งแต่วันที่ 6 ก.ย. 45-11 ก.ย. 45

สารละลาย วันที่	น้ำ	นม	นมบูด+น้ำ	นมบูด
6 ก.ย.45	-	-	-	-
7 ก.ย.45	2	-	-	-
8 ก.ย.45	4	2	1	-
9 ก.ย.45	5	4	2	-
10 ก.ย.45	6	6	4	-
11 ก.ย.45	7	7	4	-

(รายงานโครงการวิทยาศาสตร์กลุ่ม 8)

ตารางแสดงทิศทางและระยะทางของจรวดเมื่อใส่น้ำในปริมาณต่างๆ กัน

ปริมาณน้ำ (cc)	ทิศทาง	ระยะทาง (m)
100	ไปข้างหน้า	11.50
200	ไปข้างหน้า	13.80
300	ไปข้างหน้า	14.35
400	ย้อนกลับ	8.75
500	ย้อนกลับ	8.45

(รายงานโครงการวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 6)

วันที่	พฤติกรรมของปลาหางนกยูง
8 ก.ย. 45	ปลาเป็นปกติ
10 ก.ย.45	ปลาหางนกยูงตัวเมียด้านที่ไม่ได้ใส่น้ำมะพร้าวตาย 1 ตัว
11 ก.ย.45	ปลาหางนกยูงตัวเมียด้านใส่น้ำมะพร้าวตาย 1 ตัว
12 ก.ย.45	ปลาหางนกยูงทั้ง 2 ด้านเป็นปกติ
13 ก.ย.45	ปลาหางนกยูงทั้ง 2 ด้านเป็นปกติ

ในวันที่ 2 ของการทดลองมีปลาตัวเมีย (ในอ่างที่ไม่ได้ใส่น้ำมะพร้าว) ตาย 1 ตัว

วันที่ 3 ของการทดลอง มีปลาตัวเมีย (ในอ่างที่ใส่น้ำมะพร้าว) ตายอีก 1 ตัว

เมื่อครบ 5 วันแล้ว ยังไม่เห็นผลแน่ชัด คือ ยังไม่มีปลาตัวใดท้องเลย จึงอยู่ในช่วงที่กำลังติดตาม

ผลต่อไป

(รายงานโครงการงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 7)

ตารางบันทึกผลการทดลองการปลูกต้นถั่วในระยะเวลา 1 อาทิตย์

ต้นถั่วถั่วที่	วันที่ 1-2	วันที่ 3-4	วันที่ 5-6	วันที่ 7
1	ต้นถั่วยังไม่งอก	มดขึ้นต้นถั่วตาย	ไม่สามารถบันทึกได้	ไม่สามารถบันทึกได้
2	ต้นถั่วยังไม่งอก	มดขึ้นต้นถั่วตาย	ไม่สามารถบันทึกได้	ไม่สามารถบันทึกได้
3	ต้นถั่วยังไม่งอก	มดขึ้นต้นถั่วตาย	ไม่สามารถบันทึกได้	ไม่สามารถบันทึกได้

(รายงานโครงการงานวิทยาศาสตร์กลุ่ม 4)

#### 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนทุกกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลในแบบต่างๆ ดังตาราง

ตารางที่ 14 จำนวนและร้อยละของกลุ่มนักเรียนที่ทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ จำแนกตามการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล	จำนวน (N= 17)	ร้อยละ
1. การจัดกระทำข้อมูล	17	100.00
1.1 จัดเรียงลำดับ	(17)	(100.00)
1.2 จัดแยกประเภท	(17)	(100.00)
1.3 การหาค่าเฉลี่ย	(1)	(5.88)
2. สื่อความหมายข้อมูล	17	100.00
2.1 โดยตาราง	(16)	(94.12)
2.2 โดยข้อความ	(1)	(5.88)

จากตารางที่ 14 แสดงให้เห็นว่านักเรียนทุกกลุ่มจัดกระทำข้อมูลโดยจัดเรียงลำดับและจัดแยกประเภทของข้อมูล นักเรียนบางกลุ่มหาค่าเฉลี่ยของข้อมูล ส่วนการสื่อความหมายข้อมูล กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่สื่อความหมายโดยตาราง และบางกลุ่มสื่อความหมายข้อมูลโดยข้อความ

## 5. การสรุปความรู้ใหม่

เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่นักเรียนจะนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลมาทำการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดและอธิบายปัญหาที่ระบุไว้ตั้งแต่ต้น อาจอภิปรายผลร่วมด้วยได้ และควรเสนอแนะการนำผลการศึกษาไปใช้ประโยชน์และเสนอแนะเพื่อการขยายผลในการทำการศึกษาต่อไป

**ตารางที่ 15** จำนวนและร้อยละของกลุ่มนักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ จำแนกตามการสรุปความรู้ใหม่

การสรุปความรู้ใหม่	จำนวน (N= 17)	ร้อยละ
1. สรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด	6	35.29
2. อธิบายปัญหาที่ระบุไว้ตั้งแต่ต้น	13	76.47
3. อภิปรายผลการทดลอง	8	40.06
4. ระบุข้อเสนอแนะ	12	70.58
5. ไม่สามารถสรุปผลการทดลองได้	4	23.53

\*นักเรียนสรุปความรู้ใหม่มากกว่า 1 ประเด็น

จากตารางที่ 15 แสดงว่ากลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่สรุปความรู้ใหม่โดยอธิบายปัญหาที่ระบุไว้ตั้งแต่ต้น คิดเป็นร้อยละ 76.47 นอกจากนี้นักเรียนบางกลุ่มมีการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด การอภิปรายผลการทดลอง ระบุข้อเสนอแนะ และมีนักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถสรุปผลการทดลองได้ ดังตัวอย่าง

เมื่อขนาดมอเตอร์และกระแสลมมีค่าคงที่ มีการเปลี่ยนแปลงขนาดของใบพัด จะเห็นว่าขนาดของใบพัดที่มีขนาดเล็กหมุนมอเตอร์ได้เร็วกว่าทำให้ได้กระแสไฟฟ้ามากกว่าใบพัดที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจากใบพัดที่มีขนาดเล็กมีน้ำหนักน้อยกว่าใบพัดขนาดใหญ่ แสดงว่าใบพัดที่มีขนาดเล็กผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากกว่าใบพัดที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจากใบพัดที่มีขนาดเล็กมีน้ำหนักน้อยกว่าใบพัดขนาดใหญ่ จึงหมุนได้เร็วกว่า

(รายงานโครงการวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 3)

ปริมาณน้ำที่ทำให้จรวดไปได้ไกลที่สุด คือ 300 cc อธิบายได้ว่า ปริมาณน้ำที่น้อยเกินไป (100,200 cc) จะทำให้จรวดไปได้ไม่ไกล เพราะมีแรงดันน้ำน้อยเกินไป ปริมาณน้ำที่มากเกินไป (400,500cc) จะทำให้จรวดมีแรงดันมากเกินไป จรวดจึงพุ่งย้อนกลับ ปริมาณน้ำที่พอดี (300 cc) จะทำให้จรวดไปได้ไกลที่สุด

(รายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 6)

น้ำทำให้ต้นผักบุ้งเจริญเติบโตได้ดีที่สุด และนมบูดผสมน้ำถึงจะให้ผลที่ไม่ดีที่สุด แต่ก็สามารถทำให้ต้นผักบุ้งเจริญเติบโตได้เช่นกัน

(รายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 8)

อาหารที่รองด้วยกระดาษสีเหลืองมีมดมากินจำนวนมากที่สุดและอาหารที่รองด้วยกระดาษสีฟ้ามีมดมากินน้อยที่สุดแสดงว่ามดมีประสาทสัมผัสกับสี คืออาหารที่รองด้วยกระดาษแต่ละสีมีมดไม่เท่ากัน

(รายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 5)

ส่วนผสมที่ใช้ในการติดกระดาษแล้วแห้งเร็วที่สุด คือ พลาสติก โดยใช้เวลาน้อยที่สุดนั้นคือกาวที่ทำจากพลาสติกเป็นกาวที่มีคุณภาพดีที่สุด

(รายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 9)

ปริมาณน้ำ 1/2 ของหลอด + เทียน 3 เล่ม สามารถทำให้เรือแล่นไปได้ 5 cm ซึ่งไกลที่สุดเนื่องจากเป็นปริมาณน้ำ และเทียนที่กำลังพอดีไม่ทำให้เรือหนักเกินไปและให้ปริมาณเชื้อเพลิงมากพอสมควร จึงทำให้เรือแล่นได้ไกลที่สุด

(รายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 12)

การทดลองนี้ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าปุ๋ยถั่วกับปุ๋ยธรรมดาสองชนิดนี้มีประสิทธิภาพเท่าหรือต่างกันอย่างไร เนื่องจากไม่ปรากฏว่ามีต้นถั่วเกิดขึ้นจากกระถางการทดลองทั้งสอง ซึ่งอาจมีส่วนใดในการทดลองนี้ผิดพลาดเกิดขึ้น

(รายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 1)

ยังไม่สามารถสรุปได้เพราะยังไม่เห็นผลแน่นอนของการเลี้ยงปลาหางนกยูงด้วยน้ำมะพร้าวว่ามีส่วนช่วยในการต้องการผสมพันธุ์ของปลาหางนกยูงหรือไม่

(รายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม 7)

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ 5 ขั้นตอนในการเรียนวิชา  
โครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ตัวอย่างประชากร คือ  
กลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต ภาคเรียน  
ที่ 1 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม แบ่งเป็นกลุ่มจำนวน  
17 กลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แนวทางการศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียน  
วิชา โครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์ การสังเกต และ  
การศึกษาเอกสาร วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าร้อยละและการวิเคราะห์เนื้อหา

#### สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์กับ  
คุณภาพชีวิตของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น พบข้อความรู้ในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

##### การระบุปัญหา

1.1 การคิดหัวข้อเรื่องหรือปัญหาที่สนใจจะศึกษา กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่คิดหัวข้อ  
เรื่องหรือปัญหาที่สนใจจะศึกษาด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการต่างๆ วิธีการที่ใช้มากที่สุดคือ การสังเกต  
ปรากฏการณ์ นักเรียนบางกลุ่มคิดหัวข้อเรื่องหรือปัญหาที่สนใจจะศึกษาได้จากการสนทนากับผู้รู้  
จากการไปเยี่ยมชมสถานที่ต่างๆ และจากงานอดิเรกที่ตนเองสนใจ นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียน  
บางกลุ่มไม่ได้คิดหัวข้อเรื่องด้วยตนเองแต่มีบุคคลอื่นเป็นผู้คิดหัวข้อเรื่องโครงการให้

1.2 การพิจารณาเลือกหัวข้อโครงการ นักเรียนแต่ละกลุ่มพิจารณาเลือกหัวข้อ  
โครงการจากหลักเกณฑ์ที่หลากหลายรวมกันไป โดยหลักเกณฑ์ที่นักเรียนทุกกลุ่มใช้ในการ  
พิจารณาเลือกหัวข้อโครงการ คือ มีเวลาเพียงพอ มีงบประมาณเพียงพอ มีวัสดุอุปกรณ์หรือ  
จัดทำขึ้นมาได้ มองเห็นแนวทางดำเนินการ และเหมาะสมกับทักษะและความรู้ความสามารถ  
หลักเกณฑ์ที่กลุ่มนักเรียนใช้พิจารณารองลงมา คือ ความน่าสนใจ นอกจากนี้นักเรียนบางกลุ่ม  
ยังคำนึงถึงประโยชน์ต่อตนเองและส่วนรวม การมีเอกสารหรือแหล่งความรู้เพียงพอ และทันต่อ  
เหตุการณ์

1.3 การตั้งชื่อโครงการ ระบุปัญหา และระบุวัตถุประสงค์ กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่ตั้ง  
ชื่อโครงการโดยเน้นที่ความดึงดูดใจ นักเรียนบางกลุ่มตั้งชื่อโครงการโดยสื่อความหมายถึงเรื่องที่จะ  
ศึกษาอย่างชัดเจน ในการระบุปัญหา นักเรียนทุกกลุ่มระบุปัญหาในรูปของประโยคคำถาม



และเป็นปัญหาที่หาคำตอบได้ ในการระบುವัตถุประสงค์ นักเรียนส่วนใหญ่ระบุวัตถุประสงค์ในรูปของประโยคคำถาม และกลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่ตั้งชื่อโครงการ ระบุปัญหา และระบุวัตถุประสงค์ได้สอดคล้องกัน

1.4 การระบุที่มาและความสำคัญของปัญหา นักเรียนทุกกลุ่มมีการระบุที่มาและความสำคัญของปัญหาโดยส่วนใหญ่บรรยายความเป็นมาของปัญหา นอกจากนี้มีนักเรียนบางกลุ่มบรรยายความสำคัญของการศึกษา และอ้างถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2. การตั้งสมมติฐาน กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่ตั้งสมมติฐานจากความรู้และประสบการณ์เดิม นักเรียนบางกลุ่มตั้งสมมติฐานจากหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3. การรวบรวมข้อมูล

3.1 การออกแบบการทดลอง

1) กำหนดและควบคุมตัวแปร นักเรียนทุกกลุ่มมีการระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม

2) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร โดยบอกวิธีการวัด ตัวแปรที่ศึกษา นักเรียนบางกลุ่มอธิบายความหมายเชิงทฤษฎีของตัวแปร และนักเรียนบางกลุ่มไม่ได้กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร

3) นักเรียนทุกกลุ่มมีการกำหนดวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ต้องใช้ และแนวการศึกษาค้นคว้าหรือขั้นตอนการทดลอง และกลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่กำหนดวิธีการบันทึกข้อมูล/ตารางบันทึกข้อมูล

3.2 การดำเนินการทดลอง กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีการปรับเปลี่ยนการดำเนินการทดลองจากที่ออกแบบไว้ โดยบางกลุ่มปรับเปลี่ยนเล็กน้อย บางกลุ่มปรับเปลี่ยนทั้งหมด และมีนักเรียนบางกลุ่มดำเนินการทดลองตามที่ออกแบบไว้ทุกประการ นักเรียนทุกกลุ่มมีการดำเนินการทดลองซ้ำ แต่มีกลุ่มนักเรียนส่วนน้อยที่เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีเหมาะสม

3.3 การบันทึกผลการทดลอง กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่บันทึกผลการทดลองโดยตารางและมีการปรับเปลี่ยนตารางบันทึกผลการทดลองใหม่ นักเรียนบางกลุ่มบันทึกผลในตารางเดิมที่ออกแบบไว้ บางกลุ่มบันทึกผลการทดลองเป็นการบรรยายประกอบภาพ และบางกลุ่มไม่ได้บันทึกผลการทดลอง นักเรียนส่วนใหญ่มีการตั้งชื่อตาราง/วิธีการทดลอง และมีกลุ่มนักเรียนส่วนหนึ่งที่ไม่ได้ตั้งชื่อตาราง/วิธีการทดลอง

4. การวิเคราะห์ข้อมูล นักเรียนทุกกลุ่มจัดกระทำข้อมูลโดยจัดเรียงลำดับและจัดแยกประเภทของข้อมูล นักเรียนบางกลุ่มหาค่าเฉลี่ยของข้อมูล ส่วนการสื่อความหมายข้อมูล กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่สื่อความหมายโดยตาราง และบางกลุ่มสื่อความหมายข้อมูลโดยข้อความ

5. การสรุปความรู้ใหม่ กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่สรุปความรู้ใหม่โดยอธิบายปัญหาที่ระบุไว้ตั้งแต่ต้น นอกจากนี้ นักเรียนบางกลุ่มมีการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด การอภิปรายผลการทดลอง ระบุข้อเสนอนะ และนักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถสรุปผลการทดลองได้

## อภิปรายผลการทดลอง

### ขั้นตอนการระบุปัญหา

1.1 การคิดหัวข้อเรื่องหรือปัญหาที่สนใจจะศึกษา พบว่ากลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่คิดหัวข้อเรื่องหรือปัญหาที่สนใจจะศึกษาด้วยตนเอง สอดคล้องกับวิมลศรี สุวรรณรัตน์ (2542: 23) ที่กล่าวว่า “การสอนแบบโครงงานต้องเน้นความสำคัญที่ตัวผู้เรียนหรือกลุ่มผู้เรียน กล่าวคือผู้เรียนจะเป็นผู้เลือกหรือกำหนดงานที่จะปฏิบัติด้วยตนเอง” นอกจากนี้สุพล วงสินธุ์ (2543: 13) ยังได้กล่าวไว้ด้วยว่า “การเลือกเรื่องที่จะทำโครงงาน สิ่งสำคัญจะต้องเป็นเรื่องที่ผู้เรียนสงสัยหรือต้องการหาคำตอบ อยากศึกษาในเรื่องนั้นๆ อย่างลึกซึ้ง ไม่ใช่ครูเป็นผู้กำหนด” และสอดคล้องกับแนวคิดของธีระชัย ปุระณโชติ (2544: 73-74) ที่กล่าวว่า “ตามหลักการแล้วนักเรียนควรจะเป็นผู้คิดและเลือกหัวข้อเรื่องที่จะศึกษาด้วยตนเอง” ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากการเรียนรู้โดยการทำโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดอย่างอิสระ ได้เลือกศึกษาในสิ่งที่ชอบ สิ่งที่น่าสนใจหรือต้องการหาคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนสนใจที่จะเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการแสวงหาความรู้ ทักษะการคิด ทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการตัดสินใจ การคิดหัวข้อเรื่องหรือปัญหาที่สนใจศึกษาของนักเรียนจะมาจากวิธีที่หลากหลาย กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่ ใช้วิธีการสังเกตปรากฏการณ์ต่างๆ รอบๆ ตัว ซึ่งสอดคล้องกับแวนเดอแมน และ พาร์ฟิตต์ (Vandemann and Parfitt, 1985 อ้างถึงในสุรางค์ สากร, 2532: 17) ที่กล่าวสรุปไว้ว่า “โดยทั่วไปแล้วหัวข้อเรื่องของโครงงานวิทยาศาสตร์มักจะได้จากปัญหา คำถาม หรือความอยากรู้อยากเห็นรอบๆ ตัว” และสอดคล้องกับงานวิจัยของของวนิดา ฉัตรวิราม (2537: ง) ที่ศึกษาพบว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนส่วนใหญ่ใช้ในการทำ โครงงานวิทยาศาสตร์ คือ การสังเกต” เนื่องมาจากการสังเกตเป็นจุดเริ่มต้นที่ทำให้เกิดปัญหา นอกจากการสังเกตปรากฏการณ์แล้วนักเรียนยังคิดหัวข้อได้เองจากการสนทนากับผู้รู้ จากการไปเยี่ยมชมสถานที่ต่างๆ จากงานอดิเรก ซึ่งสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531: 9) ที่ได้เสนอว่า “ในการคิดหัวข้อเรื่องโครงงานอาจได้จากการอ่านจากแหล่งต่างๆ การไป

เยี่ยมชมสถานที่ต่างๆ การฟังการบรรยายทางวิชาการ การฟังและรวมรายการวิทยุและโทรทัศน์ กิจกรรมการเรียนการสอนในโรงเรียน งานอดิเรกของนักเรียนเอง การเข้าชมนิทรรศการ การศึกษาโครงการที่มีผู้ทำไว้แล้ว การสนทนากับ ผู้รู้ และการสังเกตปรากฏการณ์ต่างๆ รอบตัว”

1.2 การพิจารณาเลือกหัวข้อโครงการ นักเรียนทุกกลุ่มจะคำนึงถึงหลักเกณฑ์หลายประการในการพิจารณาเลือกหัวข้อโครงการ หลักเกณฑ์ที่นักเรียนทุกกลุ่มใช้ในการพิจารณา คือ มีเวลาเพียงพอ มีงบประมาณเพียงพอ มีวัสดุอุปกรณ์หรือจัดทำขึ้นมาได้ มองเห็นแนวทาง ดำเนินการ และเหมาะสมกับทักษะและความรู้ความสามารถ นอกจากนี้นักเรียนยังพิจารณาถึงความน่าสนใจ ประโยชน์ต่อตนเองและส่วนรวม มีเอกสารหรือแหล่งความรู้เพียงพอและทันต่อเหตุการณ์ ซึ่งหลักเกณฑ์ดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดของธงชัย ชิวปรีชา (2528: 5 อ้างถึงใน ศักดา สถาพรวงษา, 2540: 56) ที่ว่า “การเลือกเรื่องที่จะทำโครงการนั้นนักเรียนควรคำนึงถึงระยะเวลาในการดำเนินการว่าจะสามารถทำได้ทันตามเวลาที่กำหนดหรือไม่” และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531: 12) เสนอหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาเลือกหัวข้อเรื่องที่จะศึกษา สรุปได้ดังนี้คือ ผู้ทำมีความรู้และทักษะพื้นฐานเพียงพอในเรื่องที่จะศึกษา มีแหล่งความรู้เพียงพอที่จะค้นคว้าหรือขอคำปรึกษา มีเวลาเพียงพอที่จะทำโครงการในเรื่องนั้นๆ มีอาจารย์หรือผู้ทรงคุณวุฒิรับเป็นที่ปรึกษา มีความปลอดภัย และมีงบประมาณเพียงพอ

1.3 การตั้งชื่อโครงการ ระบุปัญหา และระบุวัตถุประสงค์ กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่ตั้งชื่อโครงการโดยเน้นที่ความดึงดูดใจ นักเรียนบางกลุ่มตั้งชื่อโครงการโดยสื่อความหมายถึงเรื่องที่จะศึกษาอย่างชัดเจน ในการระบุปัญหา นักเรียนทุกกลุ่มระบุปัญหาในรูปของประโยคคำถาม และเป็นปัญหาที่หาคำตอบได้ ในการระบุวัตถุประสงค์ นักเรียนส่วนใหญ่ระบุวัตถุประสงค์ในรูปของประโยคคำถาม ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนยังไม่เข้าใจความแตกต่างระหว่างปัญหาและวัตถุประสงค์ ซึ่งสอดคล้องกับการสรุปปัญหาที่พบในการทำโครงการวิทยาศาสตร์และการเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ที่ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545: 90-91) กล่าวไว้ว่า “ผู้ศึกษาไม่เข้าใจปัญหา วัตถุประสงค์ของการศึกษาอย่างชัดเจน ให้สังเกตว่า ปัญหาและวัตถุประสงค์ที่ศึกษาเป็นเรื่องเดียวกัน เพียงแต่ปัญหาเป็นประโยคคำถาม ส่วนวัตถุประสงค์เป็นประโยคบอกเล่า” ส่วนการตั้งชื่อโครงการ ระบุปัญหา และระบุวัตถุประสงค์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ตั้งชื่อโครงการ ระบุปัญหา และระบุวัตถุประสงค์ ได้สอดคล้องกัน

1.4 การระบุที่มาและความสำคัญของปัญหา นักเรียนทุกกลุ่มมีการระบุที่มาและความสำคัญของปัญหาโดยส่วนใหญ่บรรยายความเป็นมาของปัญหา นอกจากนี้มีนักเรียนเป็นส่วนน้อยที่บรรยายความสำคัญของการศึกษาและอ้างอิงทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ซึ่งลักดา ภูเกียรติ (2544: 56) ได้กล่าวไว้ว่า “การระบุที่มาและความสำคัญของปัญหา เป็นการอธิบายถึงความ

เป็นมา เกี่ยวกับปัญหาที่สนใจจะศึกษาว่ามีความเป็นมาอย่างไร เหตุใดจึงได้เลือกทำโครงการนี้นั้นๆ มีเหตุจูงใจอะไรให้สนใจเป็นพิเศษ โครงการนี้มีความสำคัญอย่างไร มีหลักการหรือทฤษฎีใดบ้างที่เกี่ยวข้อง” การที่นักเรียนยังไม่ค่อยระบุนำความสำคัญของการศึกษาและอ้างถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องนั้นอาจเป็นเพราะยังไม่เข้าใจการเขียนที่มาและความสำคัญของปัญหาและไม่เคยชินกับการอ้างอิงถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งส่วนหนึ่งนักเรียนใช้ความรู้เดิมเป็นพื้นฐานในการเขียนสอดคล้องกับที่ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545: 90-91) เสนอไว้ว่า “การอ้างทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมีนักเรียนเป็นส่วนน้อยที่อ้างไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนส่วนใหญ่ใช้ประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมเป็นข้อมูลพื้นฐานในการทำโครงการโดยไม่ได้ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่สนใจจะศึกษา”

2. การตั้งสมมติฐาน กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่ตั้งสมมติฐานจากความรู้และประสบการณ์เดิม นักเรียนบางกลุ่มตั้งสมมติฐานจากหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ที่เป็นเช่นนั้นอาจเป็นเพราะการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นนั้นส่วนใหญ่เป็นโครงการง่ายๆ ที่ได้มาจากการสังเกตปรากฏการณ์รอบตัวซึ่งนักเรียนสามารถใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมในการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าได้ จึงไม่ได้มีการศึกษาค้นคว้าหลักการและทฤษฎีเพิ่มเติมซึ่งสอดคล้องกับ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545: 90-91) ที่กล่าวไว้ว่า “นักเรียนตั้งสมมติฐานเองตามประสบการณ์และสามัญสำนึก”

### 3. การรวบรวมข้อมูล

#### 3.1 การออกแบบการทดลอง

1) กำหนดและควบคุมตัวแปร นักเรียนทุกกลุ่มมีการระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม การระบุตัวแปรต้นของนักเรียนเป็นการบอกถึงสิ่งที่ต้องการศึกษาหรือสาเหตุของปัญหา การระบุตัวแปรตามเป็นการบอกถึงผลที่ตามมาถ้ามีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต้น การระบุตัวแปรควบคุมเป็นการกำหนดสภาวะอื่นๆ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมให้เหมือนกัน ในโครงการประเภทการทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับลัดดา ภูเกียรติ (2543: 10) กล่าวถึงการกำหนดตัวแปรว่า “ตัวแปรต้นคือ ตัวแปรเหตุ เป็นตัวแปรที่ทำให้เกิดผลต่างๆ ตัวแปรตามคือ ตัวแปรที่เกิดมาจากตัวแปรเหตุ เมื่อตัวแปรเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามก็จะเปลี่ยนไปด้วย ตัวแปรควบคุม เป็นตัวแปรอื่นๆ ที่อาจมีผลต่อการทดลอง จึงต้องควบคุมให้เหมือนกัน” แสดงว่านักเรียนทุกกลุ่มมีทักษะในการกำหนดและควบคุมตัวแปรได้อย่างถูกต้อง

2) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร โดยบอกวิธีการวัด ตัวแปรที่ศึกษา นักเรียนบางกลุ่มอธิบายความหมายเชิงทฤษฎีของตัวแปร และนักเรียนบางกลุ่มไม่ได้กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของ



ตัวแปร ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนได้กำหนดตัวแปรตามที่สื่อความหมายถึงวิธีการวัด ตัวแปรที่ศึกษาอยู่แล้ว นักเรียนจึงไม่เห็นความจำเป็นที่จะต้องกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการอีก

3.2 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีการปรับเปลี่ยนการดำเนินการทดลองจากที่ออกแบบไว้ โดยบางกลุ่มปรับเปลี่ยนเล็กน้อย บางกลุ่มปรับเปลี่ยนทั้งหมด ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะ เมื่อนักเรียนทำการทดลองตามที่ออกแบบไว้แล้วพบปัญหาจึงหาทางแก้ไขปัญหานั้นโดยการปรับเปลี่ยนวิธีดำเนินการ แสดงว่านักเรียนมีกระบวนการในการทำงานคือ วางแผน จากนั้นลงมือทำตามแผนที่วางไว้ เมื่อพบปัญหานักเรียนก็จะย้อนกลับมาพิจารณาข้อผิดพลาด แล้วลงมือแก้ปัญหานั้นโดยหาทางออกให้กับปัญหานั้นๆ ใหม่ ซึ่งส่วนใหญ่แล้วพบว่า นักเรียนมีการปรับเปลี่ยนวิธีดำเนินการทดลองเพียงเล็กน้อยเพื่อให้การทดลองมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และมีนักเรียนบางกลุ่มดำเนินการทดลองตามที่ออกแบบไว้ทุกประการ แสดงว่านักเรียนสามารถดำเนินการตามแผนที่วางไว้ได้โดยไม่มีอุปสรรคปัญหา หรืออาจเป็นเพราะนักเรียนได้วางแผนล่วงหน้าไว้อย่างดีแล้ว นักเรียนทุกกลุ่มมีการดำเนินการทดลองซ้ำ แต่มีกลุ่มนักเรียนส่วนน้อยที่เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีเหมาะสม ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะวัสดุอุปกรณ์บางอย่างมีไม่เพียงพอ ทำให้นักเรียนต้องเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์อื่นมาทดแทน ซึ่งทำให้เป็นการใช้เครื่องมือที่ผิดประเภท

3.3 การบันทึกผลการทดลอง กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่บันทึกผลการทดลองโดยตาราง ซึ่งอาจเป็นเพราะนักเรียนมีความคุ้นเคยกับการสื่อความหมายข้อมูลด้วยตารางและเป็นแบบการนำเสนอที่สื่อความหมายได้ดี เข้าใจง่าย กลุ่มนักเรียนมีการปรับเปลี่ยนตารางบันทึกผลการทดลองใหม่ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเมื่อนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองจริง นักเรียนจะพบประเด็นต่างๆ เพิ่มขึ้น ซึ่งในตอนแรกที่วางแผนอาจจะยังไม่ได้คิดถึงตรงส่วนนี้ ทำให้นักเรียนมีการปรับเปลี่ยนเพิ่มเติมรายละเอียดของตารางมากขึ้น นักเรียนบางกลุ่มบันทึกผลในตารางเดิมที่ออกแบบไว้ บางกลุ่มบันทึกผลการทดลองเป็นการบรรยายประกอบภาพ และบางกลุ่มไม่ได้บันทึกผลการทดลอง นั่นเป็นเพราะนักเรียนไม่สามารถทำการทดลองให้สำเร็จลุล่วงตามเวลาที่กำหนดได้ จึงยังไม่มีผลการทดลองที่จะบันทึกลงในตารางบันทึกผลการทดลอง ในการตั้งชื่อตาราง/วิธีการบันทึกผลการทดลอง พบว่า กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีการตั้งชื่อตาราง/วิธีการทดลอง และมีกลุ่มนักเรียนส่วนหนึ่งที่ไม่ได้ตั้งชื่อตาราง/วิธีการทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545: 90-91) ที่ได้สรุปปัญหาที่พบในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และการเขียนรายงานโครงงาน วิทยาศาสตร์ไว้ว่า “นักเรียนไม่เขียนชื่อตาราง ชื่อกราฟ ชื่อของรูปภาพที่นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการรวบรวม”

4. การวิเคราะห์ข้อมูล นักเรียนทุกกลุ่มจัดกระทำข้อมูลโดยจัดเรียงลำดับและจัดแยกประเภทของข้อมูล นักเรียนบางกลุ่มหาค่าเฉลี่ยของข้อมูล ส่วนการสื่อความหมายข้อมูล กลุ่ม

นักเรียนส่วนใหญ่สื่อความหมายโดยตาราง และบางกลุ่มสื่อความหมายข้อมูลโดยข้อความ แต่พบว่า การจัดกระทำข้อมูลยังไม่เหมาะสม การสื่อความหมายข้อมูลไม่ชัดเจน ไม่เขียนชื่อกำกับตารางที่นำเสนอข้อมูล ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนขาดการฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในบางทักษะ ได้แก่ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

5. การสรุปความรู้ใหม่ กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่สรุปความรู้ใหม่โดยอธิบายปัญหาที่ระบุไว้ตั้งแต่ต้น นอกจากนี้ นักเรียนบางกลุ่มมีการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด การอภิปรายผลการทดลอง ระบุข้อเสนอนี้ และนักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถสรุปผลการทดลองได้ เนื่องจากเกิดปัญหาหรืออุปสรรคขึ้นในการทดลองทำให้การทดลองเกิดความผิดพลาด ไม่สามารถสังเกตผลที่เกิดขึ้นได้ นักเรียนจึงไม่สามารถสรุปผลออกมาได้

### ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

ควรจัดสรรงบประมาณในการจัดการอบรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงการให้มากขึ้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับสถาบันที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ควรจัดบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญมาให้ความรู้แก่ครูที่ทำหน้าที่เป็นครูที่ปรึกษาการทำโครงการวิทยาศาสตร์

3. ข้อเสนอแนะสำหรับโรงเรียน

ครูผู้สอนที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องในการเสริมสร้างพัฒนาผู้เรียนในด้านต่างๆ สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยนี้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดแนวทางการปรับปรุงทักษะการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

### ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรวิจัยเกี่ยวกับการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นอื่นๆ เช่น ระดับชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. ควรวิจัยเกี่ยวกับสภาพและปัญหาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นต่างๆ



## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- กึ่งทอง ไบหยก โชติรัตน์วงศ์. **การทำโครงการวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา หลักการและการดำเนินงาน**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
- กาญจนา มณีแสง. **หลักการวิจัยเบื้องต้นทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ไอลิเดียนสโตร์, 2522.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ,สำนักงาน, สำนักนายกรัฐมนตรี. **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2542.
- คณิน นาคไพบุลย์. **การเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างนักเรียนที่ทำและไม่ทำโครงการวิทยาศาสตร์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532.
- จักรทอง เบ้าจรรยา. **กระบวนการแก้ปัญหาตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดสระบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527.
- จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช และสร้อยสน สกลรักษ์. **ประมวลบทความการเรียนรู้การสอนและการวิจัยระดับมัธยมศึกษา**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.
- จิราภรณ์ ศิริทวี. **โครงการ ทางเลือกใหม่ของการสร้างปัญญาชน**. วารสารวิชาการ, 2542.
- ชุตินา วัฒนาศรี. **กิจกรรมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน**. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2536.
- ธีระชัย ปุรณโชติ. **การสอนกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์: คู่มือสำหรับครู**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.
- ธีระชัย ปุรณโชติ. **โครงการวิทยาศาสตร์: การวิจัยทางวิทยาศาสตร์เบื้องต้น. การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธี และเทคนิคการสอน**. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.
- ธีระชัย ปุรณโชติ. **เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการ. เรื่อง การเรียนการสอนที่ใช้การวิจัยเป็นฐาน: โครงการวิทยาศาสตร์ ณ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วันที่ 13-14 สิงหาคม 2545. (มทป). (อัดสำเนา)**
- นันทิยา บุญเคลือบ. **“โครงการวิทยาศาสตร์”**. **ข่าวสาร สสวท**. 13 (กรกฎาคม-กันยายน 2528): 46.

- เนาวรัตน์ รุ่งเรืองบางชั้น. **การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เคยทำและไม่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.
- พรรณนา หิมารัตน์. **การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ อุปรกรณ์วิทยาศาสตร์ และเรียนตามชุดการเรียน.** วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.** กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษา และจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2543.
- เพียววี ยินดีสุข และ ศิลปชัย บุรณพานิช. **โครงการวิทยาศาสตร์: การสร้างสิ่งประดิษฐ์. การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธี และเทคนิคการสอน.** กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.
- พิมพันธ์ เดชะคุปต์, ลัดดา ภูเกียรติ, สุวัฒน์ สุวรรณเขตนิคม. **กิจกรรมการเรียนการสอนแบบโครงการ. ประมวลบทความนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้ สำหรับครูยุคปฏิรูปการศึกษา.** กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.
- พิมพันธ์ เดชะคุปต์. **พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร: บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด, 2545.
- พิมพันธ์ เดชะคุปต์. **แนวคิดและตัวบ่งชี้ของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญสู่แผนการสอน. การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธี และเทคนิคการสอน.** กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.
- ภพ เลหาไพบูลย์. **แนวการสอนวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2537.
- มนัสวี พยัคมนันทน์. "การจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี". **วิทยาจารย์** (2536): 53-56.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. **ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิทยาศาสตร์.** เล่ม 2. กรุงเทพมหานคร: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2537.
- มังกร ทองสุชาติ. **การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์สามเจริญพานิช, 2523.

- รวีวรรณ ชินะตระกูล. **การทำวิจัยทางการศึกษา**. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร: ที พี พีรินทร์ จำกัด, 2542.
- ราชบัณฑิตยสถาน. **พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน**. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร: อักษรเจริญทัศน์, 2539.
- วนิดา ฉัตรวิภาคม. **การศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น**. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.
- วัฒน์ ภาชนะ. **กิจกรรมที่ส่งเสริมความสนใจในการเข้าร่วมโครงการวิทยาศาสตร์ตามการรับรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กรุงเทพมหานคร**. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.
- วารี รุจิโรดม. **ความคิดเห็นของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการดำเนินการทำโครงการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาในกรุงเทพมหานคร**. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.
- วิชากร,กรม, กระทรวงศึกษาธิการ. **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์(ร.ส.พ.), 2544.
- วิชากร,กรม, กระทรวงศึกษาธิการ. **หลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533)**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2535.
- วิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย,สมาคม. **การประกวดโครงการและกิจกรรมวิทยาศาสตร์ประจำปี 2527**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์พันธ์พิบูลย์, 2527.
- วิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย,สมาคม. **การประกวดโครงการและกิจกรรมวิทยาศาสตร์ประจำปี 2533**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์พันธ์พิบูลย์, 2533.
- วิมล สัมราญวานิช. **เอกสารคำสอนวิทยาศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น**. ภาควิชามัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2532.
- วิมลศรี สุวรรณรัตน์. "กระบวนการเรียนรู้โครงการวิทยาศาสตร์". **วารสารสานปฏิรูป**. ปีที่ 2, 15(มิถุนายน), 2542.
- ศักดิ์ดา สถาพรจนา. **การศึกษาการดำเนินการจัดโครงการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาที่ได้รับรางวัลชนะเลิศโครงการวิทยาศาสตร์จากสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

- ศิลป์ชัย บูรณพานิช. **ความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์และนักเรียนเกี่ยวกับกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กรุงเทพมหานคร.** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. **คู่มือการทำและจัดแสดงโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.** กรุงเทพมหานคร: สสวท, 2529.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. **คู่มือการทำและจัดแสดงโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.** กรุงเทพมหานคร: สสวท, 2531.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. **เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาระดมความคิดเห็นเกี่ยวกับการปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ตามแนวพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542.** (เอกสารอัดสำเนา)
- สมยศ ตลอดนอก. **สภาพปัญหาการดำเนินงานโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534.
- สามัญศึกษา, กรม, หน่วยศึกษานิเทศก์. **คู่มือครูแนะนำการจัดกิจกรรมนักเรียนโดยเป็นลักษณะนิสัย.** กระทรวงศึกษาธิการ, 2526.
- สุพิน ดิษฐสกุล. “การเรียนรู้ด้วยวิธีทำโครงการ(Collaborative Project Based Learning)”. **วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์.** ปีที่ 15, 3(ก.ย.-ธ.ค.), 2543.
- สุรางค์ สากร. **การศึกษาวิเคราะห์โครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา พ.ศ. 2529-2531.** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. **ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้.** กรุงเทพมหานคร: เจเนอรัลบุ๊ก เซนเตอร์ จำกัด, 2531.
- เสริมพงษ์ ศาตะโยธิน. **ความคิดเห็นของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งเสริมความสำเร็จของโครงการวิทยาศาสตร์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.
- อัญชลี สิริรินทร์วรวงศ์. **สอนวิทยาศาสตร์อย่างไรในระดับมัธยมศึกษา.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

## ภาษาอังกฤษ

Bernard, Harold W. **Psychology of Learning and Teaching**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1972.

Best, John W. **Research in Education**. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1981.

Childress, Philip Norvin. **The Effect of Science Project Production on Cognitive Level Transition in Adolescents**. Dissertation Abstracts International. 43 (April 1983) : 3280-A

Cleave, Janice Van. **Scientific Method**. Available From:

<http://school.discovery.com/sciencefaircentral/scifairstudio/handbook/scientificmethod.htm>, 1997.

Dewey, John. **How We Think**. London: D.C.Heath&Company, 1909.

Dolphin, Lamber. **Steps in the Scientific Method**. Available From:

<http://www.ldolphin.org/SciMeth2.html>, (May 2, 1992)

Fowler, Seymour H. **Secondary School Science Teaching Practics**. New York : The Centre for Applied Research in Education, Inc., 1964.

Good, C.V. **Dictionary of Education**. New York: McGraw-Hill, 1987.

Gudenas, John W. Available From: <http://mimbers.aol.com/ScienceFair/expfair.htm>, (May 26, 2003)

Gupta, Sharwan. **Teaching Physical Science in Secondary Schools**. New Delhi : The Center for Applied Research in Education, Inc., 1981.

Jacobson, Willard J. and Bergman, Abby Barry. **Science for Children**. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1980.

Kochhar, S.K. **Method & Techiques of Teaching**. New Delhi: Sterling Publisher (Private) Limited, 1967.

Koning, Ross E. **The Scientific Method**. Available From:

[http://koning.ecsu.ctstateu.edu/Plants\\_Human/scimeth.html](http://koning.ecsu.ctstateu.edu/Plants_Human/scimeth.html), (May 29, 2003)

Kuslan, louis I. and Stone, A. Harris. **Teaching Children Science: An Inquiry Approach**. Belmont California: Wadsworth Publishing Company, 1969.

Latura, Bill. **The Scientific Method**. Available From:

[http://home.xnet.com/~blatura/skep\\_1.html](http://home.xnet.com/~blatura/skep_1.html), (May 26, 2003)



Mason, Thomas H. "An Investigation of the Relative Effectiveness of Teacher-Initiated

Versus Student-Initiated Junior High School Science Project".

**Dissertation Abstract International** .(April 51,1991): 3376-A.

Morano, David. **Experimental Science Project: An Intermediate Level Guide**. Available

From: [www.dmorano@vaxl.mankato.msus.edu](mailto:www.dmorano@vaxl.mankato.msus.edu), (May 27, 1995)

Mouly, George J. **The Science of Education Research**. New York: Van Nostrand

Rienhold Company, 1970.

Raj, M. **Encyclopaedic Dictionary of Psychology and Education**. New Delhi:

Anmol Publications, 1996.

Skinner, Charles E. **Education Psychology**. New Delhi: Prentice-Hall of India

(Private)Ltd.,1968.

Smith, Samuel. **Best Method of Study**. New York: Barnes & Noble, Inc., 1970.

Subotnik, Rena Fayc. "Scientific Creativity: 1983 Westinghouse Science Talent Search

Winner Problem Finding Behavior"**Dissertation Abstracts International**.

(May 45, 1985): 3317-A.

Warner, Ruby H. **Elementary School Teaching Practices**. New Delhi: Prentice-Hall of

India (Private)Ltd.,1965.

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก  
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. รศ.ดร.ธีระชัย ปุรณโชติ อดีตหัวหน้าภาควิชามัธยมศึกษา  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ดร.ประมวณ ศิริพันธ์แก้ว นักวิชาการประจำสาขาฟิสิกส์  
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. อาจารย์นิตยา เจริญนิเวศนุกุล หัวหน้าหมวดวิชาวิทยาศาสตร์  
โรงเรียนแจ้ห่มวิทยา
4. อาจารย์สุวิมล ต้นเจริญ อาจารย์ประจำหมวดวิชาวิทยาศาสตร์  
การโรงเรียนวัดสุทธิวราราม

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ข  
หนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่ ทม.0302(2770.0603)2288



ฝ่ายวิชาการ คณะครุศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ถนนพญาไท กรุงเทพฯ 10330

27 กันยายน 2545

เรื่อง ขออนุญาตเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดสุทธาวาราม

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวพิรุลาวัฒน์ คุณอุทุมพร นิสิตชั้นปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา สาขาวิชา  
การศึกษาวิทยาศาสตร์ อยู่ในระหว่างการทำนงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยา  
ศาสตร์ในการเรียนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น" โดยมี  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หิมพันธ์ เตชะคุปต์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้จึงขอเชิญ อาจารย์สุวิมล ตันเจริญ  
เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัยที่นิสิตสร้างขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ อาจารย์สุวิมล ตันเจริญ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ  
ตรวจสอบเครื่องมือวิจัย เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

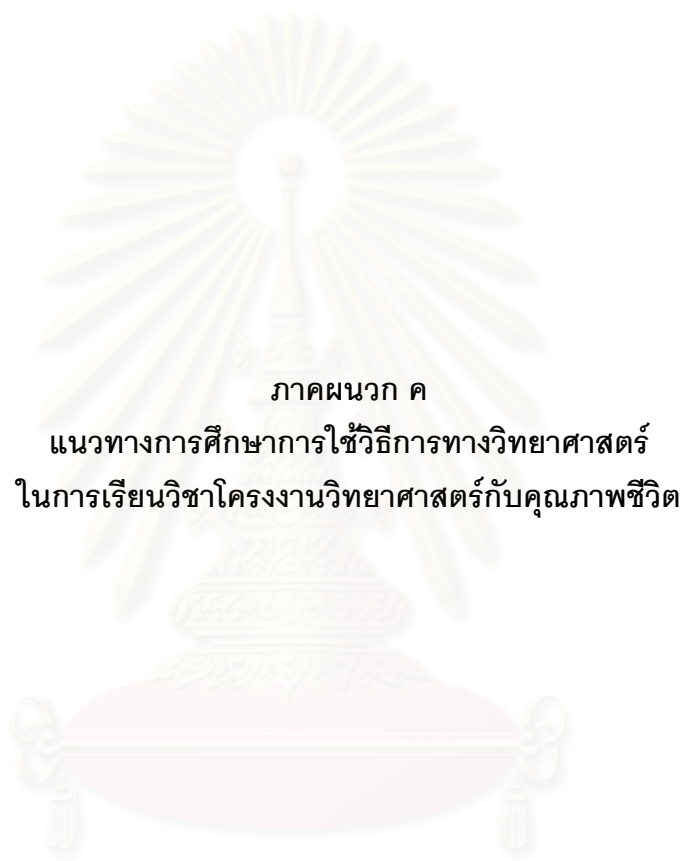
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุลักษณ์ ศรีบุรี)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์

ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2680



ภาคผนวก ค

แนวทางการศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์  
ในการเรียนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



**แนวทางการศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียน  
วิชาโครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต**

รายการต่อไปนี้ใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์กลุ่มนักเรียนที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์

1. หัวข้อโครงงานวิทยาศาสตร์ที่ศึกษา คือ .....
2. โครงงานที่ศึกษาเป็นโครงงานประเภทใด
  - โครงงานประเภทการสำรวจ
  - โครงงานประเภทการทดลอง
  - โครงงานประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์
3. ใครเป็นผู้คิดและเลือกหัวข้อเรื่องที่จะศึกษา
  - 3.1 นักเรียนเป็นผู้คิดและเลือกหัวข้อเรื่องที่จะศึกษาด้วยตนเอง
  - 3.2 ครูมีส่วนช่วยเหลือให้นักเรียนคิดหัวข้อเรื่องได้ด้วยตนเอง
  - 3.3 อื่นๆ .....
4. แหล่งที่มาของหัวข้อเรื่องที่จะศึกษา ได้มาจากแหล่งใดบ้าง
  - 4.1 การสนทนากับบุคคลต่างๆ
    - 4.1.1 ครู อาจารย์
    - 4.1.2 เพื่อน
    - 4.1.3 ผู้ปกครอง
    - 4.1.4 ผู้รู้หรือผู้เชี่ยวชาญ
    - 4.1.5 อื่นๆ .....
  - 4.2 จากประสบการณ์
    - 4.2.1 ศึกษาต่อยอดจากโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เคยทำมาแล้ว
    - 4.2.2 สังเกตปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ
    - 4.2.3 สังเกตการทดลอง
    - 4.2.4 พบโดยบังเอิญ
    - 4.2.5 ความรู้เดิม
    - 4.2.6 งานอดิเรก
    - 4.2.7 อื่นๆ .....
  - 4.3 การอ่านจากแหล่งต่างๆ
    - 4.3.1 จุลสาร

- 4.3.2 วารสาร
- 4.3.3 นิตยสาร
- 4.3.4 งานวิจัย
- 4.3.5 หนังสือเรียน
- 4.3.6 หนังสือพิมพ์
- 4.3.7 อินเทอร์เน็ต
- 4.3.8 เอกสารอ้างอิง
- 4.3.9 โครงงานวิทยาศาสตร์
- 4.3.10 อื่นๆ .....
- 4.4 การร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนในโรงเรียน
- 4.5 การเดินทางไปเยี่ยมชมสถานที่ต่างๆ
  - 4.5.1 สวนสัตว์
  - 4.5.2 วนอุทยาน
  - 4.5.3 พิพิธภัณฑ์
  - 4.5.4 หน่วยงานวิจัย
  - 4.5.5 ห้องปฏิบัติการ
  - 4.5.6 โรงงานอุตสาหกรรม
  - 4.5.7 สถานที่เพาะเลี้ยงพืชและสัตว์
  - 4.5.8 อื่นๆ .....
- 4.6 ข้อเสนอแนะจากการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
- 4.7 การรับชมหรือรับฟังจากสื่อต่างๆ
  - 4.7.1 วิทยุ
  - 4.7.2 โทรทัศน์
  - 4.7.3 วีดิทัศน์
- 5. เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาเลือกหัวข้อเรื่องที่จะศึกษามีอะไรบ้าง
  - 5.1 ความน่าสนใจ
  - 5.2 ทันท่อเหตุการณ์
  - 5.3 มีความปลอดภัย
  - 5.4 ไม่มีผู้ใดทำมาก่อน
  - 5.5 มีเวลาเพียงพอ

- 5.6 มีงบประมาณเพียงพอ
- 5.7 มีวัสดุอุปกรณ์หรือจัดทำขึ้นมาได้
- 5.8 มองเห็นแนวทางดำเนินการ
- 5.9 ประโยชน์ต่อตนเองและส่วนรวม
- 5.10 มีเอกสารหรือแหล่งความรู้เพียงพอ
- 5.11 เหมาะสมกับทักษะความรู้ความสามารถ
- 5.12 อื่นๆ .....

**รายการต่อไปนี้เป็นวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการศึกษาเอกสารเค้าโครงโครงการ  
วิทยาศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์**

6. กำหนดประเด็นปัญหาอย่างไร
7. ระบุที่มาและความสำคัญของปัญหาที่ศึกษาอย่างไร
8. กำหนดวัตถุประสงค์ของปัญหาที่จะศึกษาอย่างไร
9. ตั้งสมมติฐานของปัญหาที่จะศึกษาอย่างไร
10. แหล่งข้อมูลที่สนับสนุนสมมติฐาน ได้มาจากแหล่งใดบ้าง
  - 10.1 ประสบการณ์หรือความรู้เดิม
  - 10.2 ศึกษาวรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
11. ออกแบบการทดลอง/การเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างไร
  - 11.1 การกำหนดและควบคุมตัวแปร
    - 11.1.1 ตัวแปรต้น คือ
    - 11.1.2 ตัวแปรตาม คือ
    - 11.1.3 ตัวแปรควบคุม คือ
  - 11.2 กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรที่ศึกษา คือ
  - 11.3 กำหนดวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ คือ
  - 11.4 กำหนดวิธีดำเนินการทดลอง คือ
  - 11.5 กำหนดวิธีการบันทึกข้อมูล/ตารางบันทึกข้อมูล คือ
  - 11.6 อื่นๆ .....

**รายการต่อไปนี้เป็นวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสังเกตพฤติกรรมการดำเนินการ  
ทดลองของกลุ่มนักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์**

12. ปฏิบัติการทดลอง/เก็บรวบรวมข้อมูลตามที่วางแผนไว้หรือไม่ อย่างไร

13. มีการปรับเปลี่ยนการทดลอง/เก็บรวบรวมข้อมูลเนื่องจากสาเหตุใด และมีการปรับเปลี่ยนอย่างไร
14. ปฏิบัติการทดลองซ้ำ/เก็บรวบรวมข้อมูลซ้ำหรือไม่ อย่างไร
15. การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

**รายการต่อไปนี้ใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการศึกษาเอกสารรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์**

16. บันทึกผลการทดลอง/การบันทึกผลการเก็บรวบรวมข้อมูลตามที่ได้วางแผนไว้
17. ถ้ามีเปลี่ยนแปลงรูปแบบการบันทึกผลการทดลอง/การบันทึกผลการเก็บรวบรวมข้อมูล มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
18. จัดกระทำข้อมูลด้วยวิธีใดบ้าง
  - 18.1 จัดลำดับข้อมูล
  - 18.2 จัดจำพวกข้อมูล
  - 18.3 หาความถี่ของข้อมูล
  - 18.4 หาความสัมพันธ์
  - 18.5 คิดคำนวณ
  - 18.6 อื่นๆ .....
19. สื่อความหมายข้อมูลในรูปแบบใดบ้าง
  - 18.1 โดยตาราง
  - 18.2 โดยกราฟ
  - 18.3 โดยข้อความ
  - 18.4 อื่นๆ .....
20. สรุปข้อค้นพบตามผลการวิเคราะห์ข้อมูล
21. อธิบายปัญหาที่ระบุนำไว้ตั้งแต่ต้น
22. อภิปรายผลการทดลอง

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวพิรุฒาวัดณ์ ศุภอุทุมพร เกิดวันที่ 30 มิถุนายน 2520 ที่อำเภอพระพุทธบาท จังหวัดสระบุรี สำเร็จการศึกษาปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขามัธยมศึกษา (วิทยาศาสตร์) วิชาเอกวิทยาศาสตร์-ชีววิทยา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2540 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต ในปีการศึกษา 2543 ปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ประจำหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย