การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตั้งคำถามของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยมีและไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นางสาวนัยนา ตรงประเสริฐ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชามัธยมศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-17-0639-1

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A COMPARISON OF SCIENCE PROCESS SKILLS AND QUESTIONING ABILITY OF THE LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS BETWEEN GROUPS LEARNING SCIENCE WITH AND WITHOUT PRACTICING QUESTIONS ENHANCING SCIENCE PROCESS SKILLS

Miss Naiyana Trongprasert

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 2001

ISBN 974-17-0639-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตั้งคำถามของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยมีและไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
โดย	นางสาวนัยนา ตรงประเสริฐ
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิมพันธ์ เดชะคุปต์

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

……คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. ไพฑูรย์ สินลารัตน์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

……ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช)

……อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์)

……กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อลิศรา ชูชาติ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นัยนา ตรงประเสริฐ: การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตั้งคำถามของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยมีและไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. (A COMPARISON OF SCIENCE PROCESS SKILLS AND QUESTIONING ABILITY OF THE LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS BETWEEN GROUPS LEARNING SCIENCE WITH AND WITHOUT PRACTICING QUESTIONS ENHANCING SCIENCE PROCESS SKILLS) อ. ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 172 หน้า. ISBN 974-17-0639-1

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตั้งคำถามของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น หลังการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 2) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตั้งคำถามของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ระหว่างกลุ่มที่มีและไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง จำนวน 33 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 33 คน เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเรียนโดยไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.90 และ 2) แบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.70 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที (t-test)

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ ได้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ สูงกว่าร้อยละ 70

2. นักเรียนที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ ได้คะแนนความสามารถในการตั้งคำถามสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ สูงกว่าร้อยละ 70

3. นักเรียนที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4. นักเรียนที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการตั้งคำถามสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา มัธยมศึกษา ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2544 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....-.....

##4283732727 :MAJOR SCIENCE EDUCATION
KEY WORD: PRACTICING QUESTIONS ENHANCING SCIENCE PROCESS SKILLS / SCIENCE PROCESS SKILLS / QUESTIONING ABILITY
NAIYANA TRONGPRASERT: A COMPARISON OF SCIENCE PROCESS SKILLS AND QUESTIONING ABILITY OF THE LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS BETWEEN GROUPS LEARNING SCIENCE WITH AND WITHOUT PRACTICING QUESTIONS ENHANCING SCIENCE PROCESS SKILLS.
THESIS ADVISOR : ASSIST.PROF. PIMPAN DACHAKUPT,Ph.D. 172 pp. ISBN 974-17-0639-1

The purposes of this research were to 1) study science process skills and questioning ability of the lower secondary school students after practicing questions enhancing science process skills in science class . 2) compare science process skills and questioning ability of the lower secondary school students between groups learning science with and without practicing questions enhancing science process skills. The sample were two groups of mathayom suksa two students of Chulalongkorn University Demonstration School. They were devided into two groups: an experimental group with 33 students; learned by practicing questions enhancing science process skills and a control group with 33 student; learned without practicing questions enhancing science process skills. The research instruments were 1) a test of science process skills, the reliability of the test was 0.90 2) a test of questioning ability, the reliability of the test of questioning ability was 0.70. The collected data were analyzed by means of percentage, arithmetic means, standard deviation and t-test.

The research findings were summarized as follows:

1. The average score of science process skills of the students learned by practicing questions enhancing science process skills was higher than 70 percent which was the criterion score.

2. The average score of questioning ability of the students learned by practicing questions enhancing science process skills was higher than 70 percent which was the criterion score.

3. The science process skills of students learned by practicing questions enhancing science process skills was higher than those learned without practicing questions enhancing science process skills at the 0.05 level of significance.

4. The questioning ability of students learned by practicing questions enhancing science process skills was higher than those learned without practicing questions enhancing science process skills at the 0.05 level of significance.

Department Secondary Education
Field study Science Education
Academic year 2001

Student's signature……
Advisor's signature……
Co-advisor's signature……..-……..

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องมาจากความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิมพันธ์ เดชะคุปต์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆที่ช่วยให้งานวิจัยสมบูรณ์ยิ่งขึ้นด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาที่ได้รับ จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อลิศรา ชูชาติ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และขอขอบพระคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะ ข้อคิดเห็นต่างๆที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณผู้บริหารโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ตลอดจนคณาจารย์และนักเรียนที่ได้ให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกในการดำเนินการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ และการทดลองเป็นอย่างดี

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อคุณแม่เป็นอย่างสูงที่คอยห่วงใยและเป็นกำลังใจในการทำวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ทุกคนในโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ที่คอยเป็นกำลังใจ สนับสนุน และให้ความช่วยเหลือด้วยดีมาตลอด

นัยนา ตรงประเสริฐ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย……ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ……จ

กิตติกรรมประกาศ……ฉ

สารบัญ……ช

สารบัญตาราง……ญ

บทที่

1 บทนำ……1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา……1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย……5

สมมติฐานของการวิจัย……5

ขอบเขตของการวิจัย……6

ข้อตกลงเบื้องต้น…… 7

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย……7

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย……8

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง……10

ความหมายของคำถามและความสำคัญของการตั้งคำถามในการเรียนการสอน……10

ประเภทของคำถามและการใช้คำถามในการเรียนการสอน……15

ลักษณะของคำถามที่ดีที่ใช้ในการเรียนการสอน……29

ความหมายและความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์……31

ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์……33

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง……43

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่

3 วิธีดำเนินการวิจัย.....56
การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....56
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....56
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....58
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....68
การวิเคราะห์ข้อมูล.....70
สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....71

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....72
ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของคะแนนทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยมี การฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....72
ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของคะแนนความสามารถในการตั้ง คำถามของนักเรียนที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....73
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยมีการฝึก ตั้งคำถามและนักเรียนที่เรียนโดยไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....74
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถใน การตั้งคำถาม ในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยมีการฝึกตั้ง คำถามและนักเรียนที่เรียนโดยไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....75

5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....76
สรุปผลการวิจัย.....77
อภิปรายผล.....78
ข้อเสนอแนะ.....84

รายการอ้างอิง.....85

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก.....94
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ..... .96
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....99
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....142
ภาคผนวก ง คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....166
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....171

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

1 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t–test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 102) ของนักเรียน 2 กลุ่มที่นำมาใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง.....57

2 จำนวนข้อสอบของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ ของตอนที่ 1 และ ตอนที่ 2 จำแนกตามประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 59

3 จำนวนข้อสอบของแบบวัดความสามารถในการตั้งคำถาม ในวิชาวิทยาศาสตร์ จำแนกตามชนิดของคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ศาสตร์.....62

4 จำนวนคาบ และชนิดของคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำแนกตามหัวข้อเรื่องอาหาร.....65

5 **ขั้นตอนของการเรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามและการเรียนโดยไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการทดลอง**.....69

6 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}$) ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ หลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มที่เรียน โดยมีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....72

7 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}$) ของคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามในวิชาวิทยาศาสตร์ หลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มที่เรียนโดยมีการฝึก**ตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์**.....73

8 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนการทดลองของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถาม และกลุ่มที่เรียนโดยไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....74

9 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนน**ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์** ในวิชาวิทยาศาสตร์**หลังการทดลอง**ของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถาม และกลุ่มที่เรียนโดยไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....74

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่

10 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนการทดลองของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามและกลุ่มที่เรียนโดยไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....171

11 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามและกลุ่มที่เรียนโดยไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....167

12 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของ แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องอาหารและเนื้อหาวิทยาศาสตร์ทั่วไป.....167

13 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของ แบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์.....170

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ แต่ละประเทศจะต้องจัดเตรียมประชากรให้เป็นผู้มีความรู้ ความเข้าใจวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานอย่างเพียงพอ เพื่อสามารถก้าวทันความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วได้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2541: 4) แต่จากการประเมินคุณภาพการศึกษาของนักเรียนทั้งประเทศในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในปีการศึกษา 2540 พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ร้อยละ 45.41 โดยมีคะแนนเฉลี่ยจากโครงสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 50.53 และคะแนนเฉลี่ยเชิงกระบวนการเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 41.81 ส่วนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2540 มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ร้อยละ 30.34, 32.25, 28.12 และ 34.25 ตามลำดับ (กรมวิชาการ, 2540: 41-46) ซึ่งจะเห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ

จากการประเมินผลการใช้หลักสูตรพบว่า ผู้สอนส่วนใหญ่ยังคงจัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้สอนเป็นสำคัญ ผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้นำ ถ่ายทอดความรู้ และควบคุมพฤติกรรมการเรียนการสอนแต่เพียงผู้เดียว และพฤติกรรมการสอน และเทคนิคการสอนของผู้สอนวิทยาศาสตร์ส่วนมากสอนโดยการบรรยาย ซึ่งจะเห็นได้ว่า กระบวนการจัดการเรียนการสอนดังกล่าว ยังไม่เอื้อต่อการพัฒนาคนให้มีลักษณะมองกว้าง คิดไกล ใฝ่รู้ วิธีการเรียนยังมุ่งเน้นการถ่ายทอดเนื้อหาวิชามากกว่าการเรียนรู้จากสภาพจริง และไม่เป็นกระบวนการที่ให้นักเรียนพัฒนาในด้านความคิด การวิเคราะห์ การแสดงความคิดเห็น และการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง นอกจากนั้น ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่มีวิธีสอนและขาดเทคนิคการสอนที่ทำให้นักเรียนสนใจ ใฝ่รู้ กระตือรือร้น นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน ไม่มีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2541: 73)

สภาพปัญหาของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ดังที่กล่าวมานั้น เป็นส่วนหนึ่งของปัญหาทั้งหมดที่เกี่ยวกับระบบการจัดการศึกษาของประเทศไทย ที่ไม่สามารถเตรียมคนไทยให้เผชิญกับยุคสมัยของการเปลี่ยนแปลงได้ (ประเวศ วะสี, 2541: 21) ดังนั้นในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2542: 12-16) หมวดที่ 4 ซึ่งว่าด้วยแนวการจัดการศึกษาในหมวด 22 กล่าวว่าการจัดการศึกษาจะต้องมุ่งพัฒนาคนให้เต็มไปตามศักยภาพ โดยต้องให้เกิดการ

พัฒนาที่สมดุลทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ และคุณธรรม มีจริยธรรมและวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข โดยกระบวนการเรียนรู้ต้องมุ่งปลูกฝังให้นักเรียนรู้วิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และ รักที่จะเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต ทั้งนี้ในการจัดการศึกษาจะต้องเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของการพัฒนา จัดให้มีรูปแบบที่หลากหลายเพื่อสนองความต้องการ ความสามารถและความถนัดของผู้เรียน และในมาตราที่ 23 ได้กล่าวถึงการจัดการศึกษา โดยเน้นความสำคัญของความรู้ และ ทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เนื่องจากได้เล็งเห็นว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความจำเป็น และมีความสำคัญมากขึ้นต่อการดำเนินชีวิตมนุษย์ และสามารถแก้ปัญหาอย่างมีลำดับขั้นตอน

การจัดการศึกษาดังกล่าวนั้น สอดคล้องกับหลักการของการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญของการเรียนรู้ โดยเน้นการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง กล่าวคือ การให้นักเรียนเข้ามามีบทบาทร่วมในการเรียนการสอนมากยิ่งขึ้น กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น ส่งเสริมให้นักเรียนทำกิจกรรมต่างๆที่ก่อให้เกิดความรู้ด้วยตนเอง ดังนั้นการสอนวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมที่สามารถนำนักเรียนไปสู่เป้าหมายที่พึงประสงค์ของการเรียนวิทยาศาสตร์ คือ วิธีการสอนแบบสืบสอบหาความรู้ (Inquiry Method) ซึ่งเทคนิคสำคัญที่ใช้ในการเรียนการสอน คือ เทคนิคการตั้งคำถามที่มีประสิทธิภาพของผู้สอนและการฝึกให้นักเรียนตั้งคำถามเพื่อถามผู้สอนและนักเรียนด้วยกัน (กิตติชัย สุธาสิโนบล, 2543: 61) การตั้งคำถามของนักเรียนจะเป็นตัวกระตุ้นความรู้ความเข้าใจของผู้สอนให้ขยายวงกว้างออกไป (Commeyras, 1995: 101-106) นอกจากนั้นนักเรียนที่ตั้งคำถามจะมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้นและมีความจำที่ดีขึ้นด้วย (Bean, 1985: 335-358)

การใช้คำถาม เป็นเทคนิคการสอนที่มีประสิทธิภาพในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มุ่งให้นักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้าหาความรู้ แก้ปัญหา และสรุปแนวคิดหลักได้ด้วยตนเอง และไม่ว่าครูผู้สอนจะใช้วิธีการสอนแบบใด การใช้คำถามก็ยังมีบทบาทสำคัญเสมอในกระบวนการเรียนการสอนนั้นๆ สำหรับการเรียนการสอนแบบสืบสอบหาความรู้นั้น ต้องใช้คำถามเป็นสื่อนำให้เกิดการเรียนรู้ อาจจะเป็นการถามด้วยวาจาระหว่างผู้สอนกับนักเรียน หรือระหว่างนักเรียนกับนักเรียน บทบาทของคำถามในการสอนให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเองมี 3 แบบ คือ แบบที่ผู้สอนเป็นผู้ถามคำถาม แบบที่นักเรียนเป็นผู้ถามคำถาม และ แบบที่ผู้สอน และนักเรียนร่วมกันถามคำถาม ซึ่งการใช้คำถามที่เหมาะสมจะทำให้ได้ประโยชน์ในการเรียนการสอน (ภพ เลาหไพบูลย์ , 2537:157) ซึ่งการศึกษาของ แอลลิสันและ ชริเกรย (Allison & Shrigley, 1986: 73-80) พบว่า เวลาที่ใช้ในการเรียนการสอนมากกว่าร้อยละ 40 จะใช้ในการถามคำถามและการตอบคำถาม ดังนั้นการตั้งคำถามจึงเป็นวิธีการที่สำคัญมากในการเรียนการสอนทุกระดับและในทุกๆสาขาวิชา และร้อยละ 75-80 ของคำถาม ผู้สอนจะเป็นผู้ถามคำถาม ซึ่งนักเรียนจะเป็นผู้ถามคำถามน้อยมาก และคำถามส่วนใหญ่เป็นคำถามการวัดระดับของการจำซึ่งเป็นการถามตรงๆ ตอบ

ง่ายๆได้โดยการท่องจำ ซึ่งก่อให้เกิดกระบวนการคิดระดับต่ำ เพราะฉะนั้น การใช้คำถามมากไม่ได้หมายความว่า จะเป็นการส่งเสริมพัฒนาการทางความคิดมากเสมอไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของคำถาม ซึ่งจะเห็นว่าผู้สอนและนักเรียนส่วนมากมักจะถามคำถามในระดับต่ำถึงร้อยละ 90 ของการตั้งคำถามทั้งหมดในการเรียนการสอนแต่ละครั้ง จึงทำให้นักเรียนขาดโอกาสพัฒนากระบวนการคิดในระดับสูง ขาดความสนใจในการเรียน ทำให้ประสบปัญหานักเรียนมีพฤติกรรมการเรียนไม่พึงประสงค์ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2526; สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ, 2531; สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์, 2540; สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2540) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ เรขา ทองคุ้ม (2523: 46-48) พบว่า การสอนโดยเน้นการใช้คำถามประเภทกว้าง ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนสูงกว่าการสอนโดยเน้นคำถามประเภทแคบ ซึ่ง เอ็ม สจ๊วต (Stewart , 1975: 2125-A) พบว่า การใช้คำถามระดับสูงของผู้สอนทำให้นักเรียนมีการพัฒนาความรู้มากกว่าความรู้ระดับต่ำ จากงานวิจัยจะเห็นได้ว่า ผู้สอนมักจะใช้คำถามที่ใช้ความคิดระดับต่ำเป็นส่วนใหญ่ในการเรียนการสอน จึงส่งผลให้คำถามของนักเรียนออกมาในรูปคำถามขั้นพื้นฐานหรือคำถามที่ใช้ความคิดระดับต่ำด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ แดเนียล เอส อาร์โนลม โรแนล เค แอทวูด และ เวอร์จิเนีย เอ็ม โรเจอร์ (Daniel S. Arnald, Ronald K. Atwood and Virginia M. Roger, 1973:395) พบว่า ผู้สอนที่สอนโดยใช้คำถามขั้นต่ำ นักเรียนก็จะใช้คำถามขั้นต่ำด้วย ส่วนผู้สอนที่สอนโดยใช้คำถามขั้นสูง นักเรียนก็จะใช้คำถามขั้นสูงด้วย จะเห็นได้ว่า คำถามของผู้สอนมีผลต่อการตั้งคำถามของนักเรียน ซึ่งแสดงถึงการใช้ความคิดของนักเรียนด้วย และ ดิลลอน (Dillon, 1988 : 197) กล่าวว่า “การสอนในห้องเรียนไม่ค่อยมีนักเรียนถามคำถามมากนัก โดยเฉลี่ยประมาณ 2 คำถามต่อชั่วโมง และ คำถามส่วนใหญ่เป็นคำถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริงในธรรมชาติมากกว่าคำถามระดับสูงที่ก่อให้เกิดกระบวนการคิดระดับสูง” สอดคล้องกับ รอช และ รอยโชดฮูรี่ (Roth & Roychoudhury, 1993: 127-152) กล่าวว่า “การตั้งคำถามและการเรียนรู้ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่แสดงให้เห็นว่า การถามคำถามระดับสูงของนักเรียนมีน้อยมาก” และกิลเลสไปล์ (Gillespie, 1990: 250 -257) กล่าวไว้เกี่ยวกับการตั้งคำถามสรุปได้ว่า ยังไม่มีการศึกษาและวิเคราะห์การตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ ระดับคำถามขั้นสูงของนักเรียนในการเรียนการสอน

มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงการสอนโดยการฝึกให้นักเรียนตั้งคำถาม ดังนี้

แอนเดอร์สันและคณะ (Anderson, et at.1974 อ้างถึงใน พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2530: 73) กล่าวถึงการสอนโดยการฝึกให้นักเรียนตั้งคำถามว่า “การตั้งคำถามของนักเรียนนับเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เทคนิคสำคัญ คือ การให้นักเรียนตั้งคำถาม และผู้สอน หรือนักเรียนหาวิธีตอบคำถามที่ตั้งขึ้น เพื่อให้นักเรียนเข้าใจอย่างชัดเจน ซึ่งเป็นการสื่อสารสองทาง”และบายเออร์ (Beyer, 1987: 10) กล่าวว่า “การริเริ่มรูปแบบการสอนให้นักเรียนตั้งคำถาม ทำให้นักเรียนพัฒนาการตั้ง

คำถามระดับสูง ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีที่ว่า การคิดและการเรียนรู้สามารถบรรลุผลได้ต้องมีความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทักษะและการจัดการ" ส่วน เรสนิค (Resnick,1989: 1-22) ได้กล่าวเกี่ยวกับการตั้งคำถาม สรุปได้ว่า การตั้งคำถามต้องใช้การคิดทั้งระดับพื้นฐานและการคิดระดับสูง ในขณะที่นักเรียนตั้งคำถาม นักเรียนจะคิด ค้นหาความหมาย และเชื่อมความคิดใหม่ที่เหมือนความรู้เดิมซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่อธิบายโดยทฤษฎีด้านพุทธิพิสัย กล่าวคือ การเรียนรู้เป็นการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ความรู้ภายนอกไม่ใช่สิ่งที่อยู่ในตัว แต่เป็นการปรับเปลี่ยนกระบวนการสร้างความรู้ภายใน ซึ่งการตั้งคำถามของนักเรียนแนะการสร้างความรู้ในรูปแบบต่างๆ มีการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ และมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางความคิดทั้งทักษะการคิดด้านพุทธิพิสัยของการตั้งคำถาม การคิดจึงทำให้เกิดการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของ ไอราน-เนแจด และซีซิล (Iran-Nejad and Cecil, 1992: 61) ที่ว่า "การตั้งคำถามสามารถเกิดขึ้นในขณะที่นักเรียนปรับการจัดระบบโครงสร้างความรู้เดิม กับความรู้ใหม่ และปรับข้อมูลใหม่รวมเข้าด้วยกันกับโครงสร้างความคิดเดิม การจัดระบบโครงสร้างความรู้ใหม่ของโครงสร้างความคิดนำมาซึ่งการเรียนรู้" และสอดคล้องกับแนวความคิดของ กูด และ โบรฟี (Good and Brophy,1995 : 6) ที่ว่า "การตั้งคำถามของนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ มีความเชื่อมโยงระหว่างการคิดและการเรียนรู้ โดยการคิดก่อให้เกิดการเรียนรู้ และการตั้งคำถามเป็นหนึ่งในกระบวนการคิด ซึ่งการตั้งคำถามเป็นการใช้ทักษะกระบวนการคิดแบบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดสร้างสรรค์ และ การคิดแก้ปัญหา"

การฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนการสอนนั้นได้รับการยอมรับว่ามีประสิทธิภาพดังนี้ (1) ช่วยให้มีทักษะการคิดขั้นสูง (Ennis, 1985: 15) (2) ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (Cuccio & Schirripa, 1999: 210-212) (3) ช่วยเพิ่มความสามารถในทางการแก้ปัญหา และกระตุ้นให้มีความสนใจคิดตามบทเรียนเพราะถ้านักเรียนสามารถตั้งคำถามและสามารถตอบคำถามทั้งของตัวเองและของเพื่อนด้วยกันได้ จะทำให้เกิดกำลังใจในการเรียนต่อไป (4) กระตุ้นให้เกิดการอภิปรายจากคำถามและคำตอบของนักเรียนเอง (5) ช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนและกล้าแสดงออกมากขึ้น (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2530: 73)

จากแนวคิด ทฤษฎี และประโยชน์ของการฝึกการตั้งคำถาม ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง อาหาร เพื่อต้องการศึกษา เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตั้งคำถามของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่เรียนวิชาวิทยศาสตร์โดยมีและไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังการฝึกการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการตั้งคำถาม หลังการฝึกการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ระหว่างกลุ่มที่มีและไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการตั้งคำถามของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ระหว่างกลุ่มที่มีและไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมมติฐานของการวิจัย

การฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมายที่เน้นความสำคัญของการเรียนรู้อย่างมีความเข้าใจและมีความหมาย การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนได้เชื่อมโยงสิ่งที่เรียนใหม่เข้าไว้ในโครงสร้างทางปัญญา หรือความรู้เดิมที่มีในสมองของผู้เรียน (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2537; 155-156) ซึ่งสอดคล้องกับ ไอราน - เนแจด และ ซีซิล (Iran-Nejad and Cecil, 1992: 61) พบว่า การตั้งคำถามสามารถเกิดขึ้นในขณะที่นักเรียนปรับการจัดระบบโครงสร้างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ และปรับข้อมูลใหม่รวมเข้าด้วยกันกับโครงสร้างความคิดเดิม การจัดระบบโครงสร้างความรู้ใหม่ของโครงสร้างความคิดนำมาซึ่งการเรียนรู้ การฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จะส่งเสริมพัฒนาการทางความคิด และ พัฒนาความสามารถทางปัญญา (Commeyras, 1995: 101) และการริเริ่มรูปแบบการสอนให้นักเรียนตั้งคำถาม ทำให้นักเรียนพัฒนาการตั้งคำถามระดับสูง ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีที่ว่า การคิดและการเรียนรู้สามารถบรรลุผลได้ต้องมีความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทักษะและการจัดการ (Beyer, 1987: 10) และจากการศึกษางานวิจัยของ คูคคิโอ-ไชริปา และสเทนเนอร์ (Cuccio-Schirripa and Steiner, 1999: 210-224) ที่พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการฝึกให้ตั้งคำถามตามแนวการวิจัย มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิชาการอ่าน และวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่สอนตามแบบปกติ นอกจากนั้นงานวิจัยของ บุบผา อนันตรศิริชัย (2532: 100-101) พบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนร่วมชั้น และคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เท่ากับ 70.76

ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กิตติ สุชาสิโนบล (2541: 85-86) พบว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการตั้งคำถามมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ และคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เท่ากับ 77.15 การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการวัดทักษะทางสติปัญญาหรือทักษะการคิด และการวัดความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก็เป็นการวัดทักษะทางสติปัญญาหรือทักษะการคิดเช่นเดียวกัน ดังนั้นนักเรียนที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงควรมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตั้งคำถามสูงขึ้น และจากงานวิจัยของบุบผา อนันตรศิริชัย และกิตติ สุชาสิโนบล นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เกินร้อยละ 70 ซึ่งจัดว่ามีความสามารถในระดับดีถึงดีมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ตั้งสมมติฐานการวิจัยดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 70

2. นักเรียนที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ ได้คะแนนความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 70

3. นักเรียนที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. นักเรียนที่เรียนโดยได้รับการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้คะแนนความสามารถในการตั้งคำถาม ในวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสาธิตสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย

2. ตัวแปรที่ศึกษามีดังนี้ คือ

2.1 ตัวแปรจัดกระทำ คือ การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.2 ตัวแปรตาม คือ

2.2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.2.2 ความสามารถในการตั้งคำถาม

3. เนื้อหาวิชาที่ใช้ในการศึกษา คือ เนื้อหาในแบบเรียนวิทยาศาสตร์ ว 203 เรื่อง อาหาร ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)

ข้อตกลงเบื้องต้น

การเรียนในช่วงเวลาต่างกัน เมื่อใช้การสอนด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียนตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการสอนโดยไม่มีการฝึกให้นักเรียนตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตั้งคำถามในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

คำจำกัดความที่ใช้ในการทำวิจัย

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญทางสติปัญญา (intellectual skills) หรือเป็นความชำนาญทางการคิดที่นักวิทยาศาสตร์ และผู้ที่นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบสอบหาความรู้ และแก้ปัญหาต่างๆ โดยยึดตามแนวของสมาคมอเมริกันเพื่อการพัฒนาความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science: AAAS) ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วย 8 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการวัด
3. ทักษะการคำนวณ
4. ทักษะการจำแนกประเภท
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล
7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
8. ทักษะการพยากรณ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานประกอบด้วย 5 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
4. ทักษะการทดลอง
5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

2. ความสามารถในการตั้งคำถาม หมายถึง ความชำนาญของนักเรียนในการตั้งคำถาม 13 ชนิด ซึ่งวัดจากแบบวัดความสามารถในการตั้งคำถาม ในวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยยึดตามแนวของสมาคมอเมริกันเพื่อการพัฒนาความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science: AAAS) ซึ่งแบ่งได้เป็น 13 ชนิด ตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกตั้งคำถาม หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคู่มือครู วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 203) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยมีการฝึกให้นักเรียนตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในระหว่างที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในขั้นอภิปราย และขั้นสรุปมีการให้นักเรียนทำแบบฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกตั้งคำถาม หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเช่นเดียวกับข้อ 3 แต่ไม่มีกิจกรรมการฝึกให้นักเรียนตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในขั้นอภิปรายและขั้นสรุปไม่ให้นักเรียนทำแบบฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสาธิต หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนสาธิตสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ประโยชน์ในการพัฒนาการเรียนการสอน

1.1 ข้อค้นพบจากการวิจัยสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางแก่สถาบันที่เกี่ยวข้อง เช่น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมสามัญศึกษา ตลอดจนโรงเรียนในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในเรื่องเกี่ยวกับการแนะให้ผู้สอนฝึกให้นักเรียนตั้งคำถามและให้ผู้สอนใช้คำถามทั้งระดับต่ำ และระดับสูงสลับกันไป และหาแนวทางให้นักเรียนตั้งคำถามในห้องเรียนมากขึ้น

1.2 ข้อค้นพบจากการวิจัยสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์สาขาอื่นๆ อาทิเช่น ชีววิทยา วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เคมี ฟิสิกส์ เป็นต้น และใช้ในวิชาอื่นๆที่นอกเหนือจากวิชาวิทยาศาสตร์

2. ประโยชน์ในการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาวิธีการสอนวิทยาศาสตร์

ข้อค้นพบจะเป็นแนวทางในการเตรียมผู้สอนวิทยาศาสตร์ ให้มีทักษะด้านการใช้คำถามและการฝึกให้นักเรียนตั้งคำถามอย่างถูกต้อง ซึ่งมีผลต่อการคิด กระบวนการคิดและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์

3. ประโยชน์ในการศึกษาวิจัยต่อไป

ข้อค้นพบจะเป็นข้อมูลพื้นฐานแก่นักวิจัยรุ่นต่อไป ในการวิจัยในสาขาวิทยาศาสตร์และสาขาวิชาอื่นๆ ในระดับการศึกษาต่างๆ เช่น ระดับประถมศึกษา ระดับมัธยมศึกษา ตลอดจนระดับอุดมศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตั้งคำถามของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยมี และไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. คำถามและการตั้งคำถาม
    - 1.1 ความหมายของคำถามและความสำคัญของการตั้งคำถามในการเรียนการสอน
    - 1.2 ประเภทของคำถามและการใช้คำถามในการเรียนการสอน
    - 1.3 ลักษณะของคำถามที่ดีที่ใช้ในการเรียนการสอน
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
    - 2.1 ความหมายและความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
    - 2.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
    - 3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคำถามและการตั้งคำถาม
        - 3.1.1 งานวิจัยต่างประเทศ
        - 3.1.2 งานวิจัยในประเทศ
    - 3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
        - 3.2.1 งานวิจัยต่างประเทศ
        - 3.2.2 งานวิจัยในประเทศ

คำถามและการตั้งคำถาม

ความหมายของคำถามในการเรียนการสอน

คำถามเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งของมนุษย์ในการแสวงหาความรู้ ความเข้าใจ และค้นหาคำตอบในสิ่งที่ตนสงสัย นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความสนใจเกี่ยวกับการใช้คำถามในการเรียนการสอน และได้ให้ความหมายของคำถามในการเรียนการสอน ไว้ดังนี้

โรเจอร์ ที คันนิ่งแฮม (Roger T. Cunningham cited in James Weigand, 1971: 83) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “คำถามเป็นข้อความที่ผู้พูดต้องการคำตอบจากผู้ถูกถาม ไม่ใช่เพียงแค่กลุ่มคำ หรือประโยคที่จบลงด้วยเครื่องหมายคำถามเท่านั้น คำถามเป็นเครื่องเร้าความอยากรู้ อยากเห็นและความคิดของนักเรียน ความสำคัญของคำถามจึงอยู่ที่คุณค่าของการกระตุ้นหรือชี้นำความคิดของนักเรียน”

เอช อาร์ มินล์ (H. R. Mills, 1972: 72) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “คำถาม คือ ข้อความที่ครูถามนักเรียนเพื่อให้นักเรียนคิด หรือเพื่อทดสอบนักเรียน ทำให้ครูได้ข้อมูลย้อนกลับในทันที และยังเป็นการประเมินกระบวนการเรียนการสอนด้วย”

เดอริค โรว์นที (Derek Rowntree, 1981: 239) ได้ให้ความหมายของคำถามไว้ว่า “ คำถาม คือ สิ่งสำคัญสำหรับครูในการค้นหาคำตอบจากนักเรียนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ หรือในอีกความหมายหนึ่ง คำถาม คือ พฤติกรรมทางภาษาของครูที่จะนำนักเรียนไปสู่คำตอบได้โดยเร็ว เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้ตรวจประสบการณ์ หรือความรู้ที่มีอยู่ในตัวของนักเรียนเอง”

ลินดา แพคติก (Linda Pactic, 1995: 413) ได้ให้ความหมายว่า “คำถาม คือ การสนทนา หรือการส่งภาษาระหว่างครูกับนักเรียนในห้องเรียน เพื่อค้นหาข้อมูล ซึ่งครูใช้คำถามเป็นเครื่องมือในการกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดเพื่อนำไปสู่การค้นพบข้อมูล”

จากความหมายของคำถามในการเรียนการสอนที่นักการศึกษาต่างประเทศได้กล่าวไว้ สรุปได้ว่า คำถาม คือ ข้อความหรือคำพูดที่ใช้สนทนาระหว่างผู้สอนกับนักเรียนเพื่อค้นพบข้อมูล คำถามเป็นเครื่องมือของผู้สอนในการกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดเพื่อนำไปสู่การค้นพบข้อมูล และตรวจสอบความรู้ของนักเรียน

สำหรับนักการศึกษาไทยมีผู้ให้ความหมายของคำถามในการเรียนการสอน ไว้ดังนี้

วิชัย ดิสระ และคณะ (2519: 27) ได้ให้ความหมายว่า “คำถาม คือ คำพูด หรือประโยคที่มีแนวโน้มจะกระตุ้น หรือดึงการตอบสนองของนักเรียนออกมา ทำให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดในการตอบสนอง”

อรวรรณ เลิศสังข์ (2524: 32) ได้ให้ความหมายว่า “คำถาม คือ พฤติกรรมทางภาษาที่ผู้สอนใช้กระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความคิด และหาเหตุผลในการตอบสนองทางวาจา”

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2542 : 48) ได้ให้ความหมายว่า “คำถาม คือ ข้อความที่ผู้ถามใช้การบูรณาการเพื่อพัฒนาไปสู่การคิดไตร่ตรอง และโครงสร้างกระบวนการคิด ที่ช่วยให้ผู้ตอบได้ไตร่ตรองความเข้าใจของตนเอง และสามารถนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงและการปรับปรุงการเรียนรู้ การคิดและการสอน”

จากความหมายของคำถามในการเรียนการสอนที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ สรุปได้ว่า คำถาม คือ ประโยค หรือข้อความที่ใช้สนทนาระหว่างผู้ถามกับผู้ตอบเพื่อค้นพบข้อความรู้ คำถามเป็นเครื่องมือของผู้ถามในการกระตุ้นให้ผู้ตอบใช้ความคิดเพื่อนำไปสู่การค้นพบข้อความรู้ และตรวจสอบความรู้ของผู้ตอบ

ความสำคัญของคำถามในการเรียนการสอน

คำถามเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งในกระบวนการเรียนการสอนที่ใช้กันมาตั้งแต่สมัยโบราณ และเป็นที่ยอมรับกันว่าเป็นเครื่องมือสำคัญที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ การใช้คำถามเป็นสิ่งที่ก่อให้เกิดความอยากรู้อยากเห็นและช่วยให้ผู้ตอบเกิดความคิดเสมอ นักการศึกษาต่างประเทศและนักการศึกษาไทยได้กล่าวถึงความสำคัญของคำถามในการเรียนการสอน ไว้ดังนี้

โรเจอร์ ที คันนิงแฮม (Roger T. Cunningham, 1971: 85) กล่าวถึงความสำคัญของคำถาม สรุปได้ดังนี้ การสอนเป็นกระบวนการเรียนรู้ซึ่งเกี่ยวพันไปถึงกระบวนการจำและการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปสู่พฤติกรรมที่ดีกว่า ซึ่งกระบวนการเรียนรู้นี้สามารถเกิดขึ้นในตัวผู้เรียนได้ด้วยประเภทของคำถามที่ผู้ถามใช้ ประสิทธิภาพที่สำคัญที่สุดของคำถามก็คือ เป็นทางที่นำไปสู่การคิดของนักเรียน

บรีส ฮัดกินส์ (Bryse Hudgins, 19977: 73) กล่าวถึงความสำคัญของคำถามว่า ”คำถามสามารถทำให้ผู้ตอบมุ่งความสนใจไปยังเนื้อหาที่ผู้ถามต้องการถาม หรือเป็นวิธีการขยายความรู้จากส่วนหนึ่งไปสู่อีกส่วนหนึ่งของบทเรียน คำถามยังสามารถช่วยผู้ตอบได้ทบทวบความรู้และท้าทายให้ผู้ตอบเกิดความคิด และสามารถใช้คำถามเพื่อให้ผู้ตอบบรรลุจุดประสงค์ในการเรียนการสอนหลายอย่างได้”

โรเบิร์ต ริชี (Robert Richey, 1977: 135) กล่าวถึงความสำคัญของคำถามว่า “ครูสามารถใช้คำถามเพื่อเป็นแนวทางแก้ไขพฤติกรรมของนักเรียน เพื่อจัดกิจกรรมในห้องเรียน ริเริ่มการสอน สร้างสถานการณ์ในการเรียนการสอนและการประเมินผลการเรียน”

บีเทรซ ที นิวตัน (Beatryce T. Newton, 1978: 286) กล่าวถึงความสำคัญของคำถามว่า “การใช้คำถามโดยเฉพาะคำถามระดับสูง จะเป็นหนทางที่นำไปสู่การพัฒนาความคิดแบบวิเคราะห์ของผู้เรียนได้”

อัลเลน ออมสทีน (Allen Omstein, 1987: 71) กล่าวถึงความสำคัญของคำถามว่า ”การเรียนการสอนที่ดีสัมพันธ์กับคำถามที่ดี คำถามควรมีลักษณะที่สามารถกระตุ้นผู้ตอบให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น และเกิดความสนใจ กระตุ้นจินตนาการ และกระตุ้นผู้ตอบให้ค้นหาความรู้ใหม่เพิ่มเติม นอกจากนี้คำถามที่ดีของผู้ถามยังท้าทายให้ผู้ตอบคิด”

ราล์ฟ มาร์ติน และคณะ (Ralph Martin and Others, 1988: 352) กล่าวถึงความสำคัญของคำถามว่า “คำถามสามารถช่วยครูค้นหาว่านักเรียนได้เรียนรู้อะไรไปบ้างแล้ว คำถามมีประโยชน์มากในการเรียนการสอน และคำถามสามารถทำให้ครูประเมินได้ทันทีว่าอะไรที่นักเรียนจำได้ รู้ เข้าใจ หรือยังไม่เข้าใจแจ่มแจ้ง หรือยังสับสนอยู่”

จากแนวคิดของนักการศึกษาต่างประเทศดังกล่าว สามารถสรุปเกี่ยวกับความสำคัญของคำถามได้ว่า การใช้คำถามในการเรียนการสอนสามารถกระตุ้นนักเรียนให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น เกิดความสนใจ เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปสู่พฤติกรรมที่ดีกว่า และกระตุ้นนักเรียนให้ศึกษาค้นหาความรู้ใหม่เพิ่มเติม ทำให้ผู้สอนค้นพบว่านักเรียนรู้ เข้าใจชัดเจนหรือสับสนอยู่ นอกจากนี้คำถามที่ดีจะเป็นหนทางที่นำไปสู่การพัฒนาความคิดแบบวิเคราะห์ของนักเรียนได้

นักการศึกษาไทยหลายท่านเห็นความสำคัญของคำถามในการเรียนการสอนและได้ให้แนวคิดที่คล้ายกับแนวคิดของนักการศึกษาต่างประเทศ ดังนี้

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2527: 310-311) กล่าวถึงความสำคัญของคำถาม สรุปได้ว่า คำถามช่วยให้ครูประเมินผลการสอน ทบทวนพื้นฐานความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียนช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจโดยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม นำไปสู่ข้อสรุป และฝึกให้นักเรียนรู้จักฟังด้วยเหตุผล ฝึกให้คิด และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และรู้จักเรียงลำดับขั้นตอนในการคิด

โรจนี จะโนภาษ และคณะ (2522: 70) กล่าวถึงความสำคัญของคำถามไว้ว่า “คำถามของครูมีผลโดยตรงต่อวิธีการคิดของนักเรียน การใช้คำถามที่ดีช่วยให้เกิดการพัฒนาความคิดในระดับต่างๆได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นครูควรมีความสามารถในการใช้คำถามอย่างมีประสิทธิภาพ”

ประยุกต์ ประทุมทิพย์ (2540: 101) กล่าวถึงความสำคัญของคำถามว่า “การใช้คำถามที่ดีจะช่วยให้นักเรียนคิดอย่างมีระบบ และยังกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนและมีความสนใจอยู่ตลอดเวลา แต่การที่จะใช้คำถามอย่างมีประสิทธิภาพไม่ใช่เรื่องที่ง่าย ครูต้องเตรียมคำถามมาก่อนล่วงหน้า”

จากแนวคิดของนักการศึกษาดังกล่าว สรุปได้ว่า การใช้คำถามในการเรียนการสอนมีความสำคัญต่อกระบวนการเรียนการสอนมากในฐานะที่เป็นเครื่องมือกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น เกิดการพัฒนาความคิดและเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปในทางที่พึงปรารถนา นอกจากนี้ยังเป็นเครื่องมือช่วยให้ผู้สอนรู้ว่าผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในสิ่งที่เรียนมากน้อยเพียงใด

นอกจากนั้นกระบวนการเรียนการสอนในปัจจุบันมีแนวโน้มที่จะออกจากระบบการสอนบรรยายแบบเดิมๆเพื่อเข้าถึงรูปแบบการสอนแบบใหม่ คือการสอนที่เน้นนักเรียนและกระบวนการเรียนรู้เป็นสำคัญ วิธีการหนึ่งที่จะช่วยผลักดันให้แนวการสอนรูปแบบใหม่ประสบความสำเร็จ คือ การให้ความสำคัญกับการตั้งคำถามของนักเรียนในการเรียนการสอน นักการศึกษาต่างประเทศและนักการศึกษาไทยได้กล่าวถึงความสำคัญของการให้นักเรียนตั้งคำถามในการเรียนการสอนไว้ดังนี้

เบียน (Bean, 1985: 335) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการให้นักเรียนตั้งคำถามในการเรียนการสอนไว้ว่า “นักเรียนที่ฝึกตั้งคำถามจะมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น มีความจำที่ดี”

วูดวาร์ด (Woodward, 1992: 146-152) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการให้นักเรียนตั้งคำถามในการเรียนการสอนสรุปได้ว่า แก่นของวิทยาศาสตร์ ก็คือคำถามของนักเรียนจะเป็นตัวนำไปสู่คำตอบ นักเรียนที่เรียนและไม่ได้เรียนทางวิทยาศาสตร์มาก็ตาม ในการคิดตั้งคำถามจะต้องรวบรวมความคิดและแสดงความคิดออกมาผ่านทางคำถาม ดังนั้นจึงเป็นโอกาสของผู้สอนที่จะได้รับรู้ความคิดความเข้าใจของนักเรียน

คอมเมย์ราส (Commeyras, 1995: 101) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการให้นักเรียนตั้งคำถามในการเรียนการสอนไว้ว่า “คำถามของนักเรียนจะเป็นตัวกระตุ้นความรู้ความเข้าใจของครูให้ขยายวงกว้างออกไป”

จากแนวคิดของนักการศึกษาต่างประเทศดังกล่าว สรุปได้ว่า การให้นักเรียนตั้งคำถามในการเรียนการสอนมีความสำคัญต่อกระบวนการเรียนการสอนมาก เป็นการสนับสนุนให้นักเรียนมีอิสระทางความคิด พัฒนาความสามารถทางด้านการคิด มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น ทำให้ผู้สอนมีโอกาสได้รับรู้ความคิด ความเข้าใจของนักเรียน พร้อมทั้งทำให้ความรู้ ความเข้าใจของผู้สอนขยายวงกว้างออกไปอีก

นักการศึกษาไทยหลายท่านเห็นความสำคัญของการให้นักเรียนตั้งคำถามในการเรียนการสอนและได้ให้แนวคิดที่คล้ายกับแนวคิดของนักการศึกษาต่างประเทศ ดังนี้

เสริมศรี เสวตามร และ สาลี่ งามคีรี (2521: 7) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการให้นักเรียนตั้งคำถามในการเรียนการสอนไว้ว่า " การใช้คำถามทั้งของนักเรียนและครูมีความสำคัญอย่างยิ่งในการสอนแบบสืบสอบ ซึ่งจะใช้กระตุ้นให้นักเรียนคิด สงสัย อยากค้นคว้าทดลองต่อไป"

ปรีชา นิพนธ์พิทยา (2524: 254) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการให้นักเรียนตั้งคำถามในการเรียนการสอนไว้ว่า "สิ่งที่จำเป็นและมีความสำคัญมากที่สุดในการสอนแบบสืบสอบ ก็คือ ให้นักเรียนมีโอกาสคิด ซึ่งหมายถึง ความสามารถในการตั้งคำถามและตั้งสมมติฐานเพื่อเสาะแสวงหาความรู้ ความเข้าใจกับสิ่งที่เผชิญหน้า"

จากแนวคิดของนักการศึกษาดังกล่าว สรุปได้ว่า การให้นักเรียนตั้งคำถามในการเรียนการสอนมีความสำคัญมากในการเรียนการสอนแบบสืบสอบ ทำให้นักเรียนมีโอกาสคิด กระตุ้นให้เกิดความสงสัยอยากค้นคว้าทดลองต่อไป เพื่อเสาะแสวงหาความรู้ ความเข้าใจในสิ่งต่างๆที่เผชิญอยู่

ประเภทของคำถามในการเรียนการสอน

คำถามมีหลายประเภท คำถามแต่ละประเภทมีวัตถุประสงค์ในการใช้ต่างกัน ผู้ตอบต้องใช้ความคิดในระดับต่างกัน เพื่อให้ได้คำตอบที่เหมาะสม ในการแบ่งประเภทของคำถามนั้นมีหลายรูปแบบตามเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดแบ่ง ซึ่งสามารถแบ่งประเภทคำถามได้ ดังนี้

1) การจัดประเภทคำถามโดยใช้กระบวนการคิดเป็นเกณฑ์
2) การจัดประเภทคำถามโดยใช้คำตอบเป็นเกณฑ์
3) การจัดประเภทคำถามโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเกณฑ์

1. การจัดประเภทคำถามโดยใช้กระบวนการคิดเป็นเกณฑ์

แนวความคิดที่สำคัญๆของนักการศึกษาซึ่งใช้กระบวนการคิดเป็นเกณฑ์ในการจัดจำแนกประเภทของคำถาม โดยแต่ละแนวความคิดจัดจำแนกประเภทคำถามดังต่อไปนี้

บลูม (Bloom, 1956: 201-207) จัดประเภทของคำถามในด้านพุทธิพิสัยโดยใช้วัตถุประสงค์ทางการศึกษาเป็นเกณฑ์ (Bloom' s Taxonomy of Education Objectives) ซึ่งการจัดประเภทของคำถามจำแนกออกเป็น 6 ประเภท เรียงตามลำดับความคิดขั้นต่ำสุด ถึงความคิดขั้นสูงที่สุด ดังนี้คือ

1. คำถามขั้นความรู้ (Knowledge) หมายถึง คำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการระลึก หรือ จำเรื่องราวที่เคยได้เรียนรู้มาแล้ว

2. คำถามขั้นความเข้าใจ (Comphrehension) หมายถึง คำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการแปลความ ตีความและขยายความ สื่อความหมายต่างๆ

3. คำถามขั้นการนำไปใช้ (Application) หมายถึง คำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการนำหลักการ กฎเกณฑ์ และ วิธีการดำเนินการต่างๆ ของเรื่องราวที่ได้เรียนรู้ไปแล้วมาใช้แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องใหม่ หรือ ที่คล้ายคลึงกัน

4. คำถามขั้นการวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง คำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการแยกแยะองค์ประกอบ และ หาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยของข้อเท็จจริงของเรื่องราว เหตุการณ์ หรือ ปรากฏการณ์ใดปรากฏการณ์หนึ่ง

5. คำถามขั้นการสังเคราะห์ (Synthesis) หมายถึง คำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการรวบรวม หรือประกอบส่วนย่อยทั้งหลายให้เป็นส่วนรวม โดยที่ส่วนรวมนี้มีรูปแบบหรือโครงสร้างใหม่ที่มีคุณภาพ หรือ ความหมายมากกว่าเดิม

6. คำถามขั้นประเมินค่า (Evaluating) หมายถึง คำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการตัดสินคุณค่าของสิ่งต่างๆ ของเหตุการณ์ หรือ ผลงาน ตลอดจนความคิดเห็น และ ทัศนคติอย่างมีหลักเกณฑ์

นอร์ริช แซนเดอร์ส (Sanders, 1966: 3-10) ใช้แนวคิดของบลูม จำแนกประเภทของคำถามที่ใช้ในการเรียนการสอน โดยจำแนกคำถามขั้นความเข้าใจเพิ่มอีก 2 ชนิด คือ คำถามให้แปลความและคำถามให้ตีความ และ ได้ตัดคำถามด้านการขยายความออก

เจมส์ เจ. แกลแลคเชอร์ และแมรี่ แจน แอชเนอร์ (Jame J. Gallagher and Marry Jane Ashner, 1963: 183-194) ได้จำแนกประเภทของคำถามตามกระบวนการทางสมองของกิลฟอร์ด (Guilford 's Model of Intellectual Process) ออกเป็น 5 ประเภท คือ

1. คำถามงานประจำ (Routine or Classroom Procedure Questions) เป็นคำถามที่เป็นกระบวนการดำเนินการในห้องเรียน ได้แก่ คำถามที่เกี่ยวกับการจัดการในห้องเรียน การยกย่องชมเชย และ การชี้นำพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน

2. คำถามความรู้-ความจำ (Cognitive-Memory Questions) ได้แก่ คำถามให้นักเรียนสรุปย้ำให้ความกระจ่าง และเสนอข้อเท็จจริง

3. คำถามความคิดสรุปแคบ (Convergent Thinking Questions) ได้แก่ คำถามที่ให้นักเรียนแปลความหมาย สร้างความสัมพันธ์ เชื่อมโยง หรือเปรียบเทียบ อธิบายความต่างๆ และการสรุป

4. คำถามความคิดเปิดกว้าง (Divergent Thinking Question) ได้แก่ คำถามที่ให้นักเรียนให้รายละเอียด เชื่อมโยงความคิดหรือการสังเคราะห์

5. คำถามความคิดประเมินค่า (Evaluative Thinking Questions) ได้แก่ คำถามที่ให้นักเรียนจัดอันดับคุณค่า และตัดสินคุณภาพของสิ่งต่างๆ

จอร์จ บราวน์ (George Brown, 1975 : 108) ได้นำจุดมุ่งหมายทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยของบลูม (Bloom' s Taxonomy of the Cognitive Domain) ประกอบด้วย จุดมุ่งหมายทางการศึกษา 6 ระดับ คือ ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า มาเป็นเกณฑ์ในการจำแนกประเภทของคำถาม ออกเป็น 2 ประเภท แบบกว้างๆ คือ คำถามระดับต่ำ (Lower order cognitive question) และคำถามระดับสูง (Higher order cognitive question) แบ่งเป็นหัวข้อย่อย ดังนี้

1. คำถามระดับต่ำ ได้แก่
    1.1 คำสั่งซึ่งใช้แทนคำถาม (Compliance)
    1.2 คำถามที่ไม่ต้องการคำตอบ (Rhetorical)
    1.3 คำถามให้ระลึก (Recall)
    1.4 คำถามเกี่ยวกับความเข้าใจ (Comprehention)
2. คำถามระดับสูง ได้แก่
    2.1 คำถามเกี่ยวกับการนำไปใช้ (Application)
    2.2 คำถามให้วิเคราะห์ (Analysis)
    2.3 คำถามให้สังเคราะห์ (Synthesis)
    2.4 คำถามให้ประเมินค่า (Evaluation)

วินิจ เกตุขำ (2525: 236-241) จำแนกประเภทของคำถามตามระดับความคิดที่ใช้ในการตอบ เป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. คำถามที่ใช้ความคิดพื้นฐาน เป็นคำถามที่ให้นักเรียนระลึกถึงความรู้เดิม หรือ เพื่อให้พิจารณาจากประสบการณ์ที่เกิดขึ้นในขณะนั้น แบ่งได้เป็น

1.1 ความจำ เป็นคำถามที่จะได้คำตอบจากความรู้ที่เรียนผ่านมาแล้ว หรือ จากประสบการณ์ของผู้ตอบ ซึ่งอาจจะเป็นข้อเท็จจริงโดดๆ หรือข้อเท็จจริงหลายๆอย่างที่สัมพันธ์กัน ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับศัพท์ นิยาม กฎ ระเบียบ ลำดับขั้น การจัดประเภท เกณฑ์ วิธีการ และหลักวิชา นอกจากนี้ยังร่วมถึงการเล่าเรื่อง หรือ ยกตัวอย่างจากประสบการณ์ที่ผ่านมา

1.2 การสังเกต จะได้คำตอบจากประสบการณ์ตรง โดยผู้ตอบต้องอาศัยประสาทสัมผัสทั้งห้า ลักษณะของคำตอบจะบอกถึงรูปร่าง ลักษณะ ส่วนประกอบ หรือคุณสมบัติ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการที่สังเกตเห็น

2. คำถามเพื่อคิดค้น เป็นคำถามที่ผู้ตอบจะต้องใช้ขั้นตอนความคิดซับซ้อนกว่าความคิดพื้นฐาน แบ่งได้เป็น

2.1 ความเข้าใจ เป็นคำถามที่ผู้ตอบใช้ความรู้เดิมมาแก้ปัญหาใหม่ ซึ่งอาจเป็นสถานการณ์ที่เลียนแบบของเก่า หรือ สถานการณ์ใหม่ แต่ใช้เรื่องราวเก่าที่เคยรู้มาดัดแปลงเป็นรูปใหม่

2.2 การนำไปใช้ เป็นคำถามที่ผู้ตอบอาศัยความคิดพื้นฐาน และความเข้าใจ นำเอาความรู้ที่ได้ไปใช้ในเรื่องราวอื่นๆ อย่างถูกต้อง

2.3 การเปรียบเทียบ เป็นคำถามที่ผู้ตอบต้องวิเคราะห์เรื่องราวออกมาเป็นส่วนย่อยๆ และพิจารณาว่าสิ่งใดสำคัญ สิ่งใดไม่สำคัญ

2.4 เหตุ และ ผล เป็นคำถามที่ผู้ตอบต้องหาความสัมพันธ์ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่างๆ ว่าสอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร

2.5 สรุปหลักการ เป็นคำถามที่ผู้ตอบมีการวิเคราะห์หามูลเหตุ หรือความสำคัญของเรื่องราวนั้นแล้ว รวมทั้งเห็นความสัมพันธ์ของเรื่องราว หรือเหตุและผลเหล่านั้น จึงจะสามารถสรุปหลักการได้

3. คำถามที่ขยายความคิด คำถามประเภทนี้ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้ตอบได้ตอบ โดยความคิดเห็นส่วนตัวมากที่สุด เป็นคำถามที่ไม่กำหนดแนวทางคำตอบไว้ว่าจะต้องเป็นอย่างไร จึงไม่มีคำตอบถูก-ผิดชัดเจน แบ่งเป็น

3.1 คาดคะเน เป็นคำถามเชิงสมมติฐาน หรือ สมมติเหตุการณ์ซึ่งอาจเป็นไปได้ หรือยังเป็นไปไม่ได้

3.2 การวางแผน เป็นคำถามที่ผู้ตอบเสนอแนวความคิด วางโครงการ หรือเสนอแผนงานใหม่ๆ

3.3 การประเมินค่า เป็นคำถามเพื่อให้เกิดการวินิจฉัยตีราคา โดยสรุปอย่างมีหลักเกณฑ์

2. การจัดประเภทคำถามโดยใช้คำตอบเป็นเกณฑ์

นักการศึกษาหลายๆท่านได้นำเอาคำตอบของนักเรียนในลักษณะต่างๆมาเป็นเกณฑ์ในการจัดแบ่งประเภทคำถาม ซึ่งแนวทางในการจัดประเภทคำถามของแต่ละท่านเป็นดังนี้

จอร์จ ที แลดด์ และ ฮานส์ โอ แอนเดอร์สัน (George T. Ladd and Hans O. Anderson, 1970 : 395-400) ใช้กระบวนการทางความคิด ที่นักเรียนใช้ความรู้เดิมที่ได้รับมาตอบคำถามเป็นเกณฑ์ในการจำแนกคำถาม โดยจำแนกเป็น 2 ระดับ คือ คำถามสืบสอบระดับต่ำ (Low inquiry) และ คำถามสืบสอบระดับสูง (High inquiry) ซึ่งนิยามเชิงปฏิบัติการของคำถามทั้ง 2 ระดับ มีดังนี้คือ

1. คำถามสืบสอบระดับต่ำ (Low inquiry) ได้แก่ คำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบปฏิบัติสิ่งต่อไปนี้

1.1 ให้บอกความหมายของคำ

1.2 ให้อธิบายคำหรือข้อความ

1.3 ให้ยกตัวอย่าง

1.4 ให้สร้างประโยค วิธีการพิสูจน์ กฎ สรุป ความคิดหรือความเชื่อ ซึ่งเป็นสิ่งที่เคยสร้างมาแล้ว

1.5 ให้สรุปหรือทบทวนสิ่งที่เคยพูดหรือทำมาแล้ว

1.6 ให้จัดประเภทโดยเกณฑ์ที่มีอยู่แล้ว

2. คำถามสืบสอบระดับสูง (High inquiry) ได้แก่คำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบปฏิบัติสิ่งต่อไปนี้

2.1 แสดงการปฏิบัติเชิงนามธรรม ซึ่งใช้มากในวิชาคณิตศาสตร์ เช่น การคูณ การแทนที่ หรือการทำให้อยู่ในรูปอย่างง่าย

2.2 ประเมินค่า โดยมีเหตุผลเพียงพอ

2.3 บอกความเหมือนความแตกต่างของสิ่ง 2 สิ่ง หรือมากกว่า โดยใช้เกณฑ์ที่ผู้ตอบสร้างขึ้นเอง

2.4 บอกลำดับเหตุการณ์ที่เป็นผลจากเหตุการณ์ที่กำหนดให้

2.5 บอกหลักฐาน หรือ เหตุผลของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

อาร์. ที. คันนิงแฮม (R. T. Cunningham, 1971: 86-103) จำแนกประเภทคำถามโดยอาศัยคำตอบเป็นเกณฑ์ แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. คำถามประเภทแคบ (Narrow Questions) เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้ความคิดระดับต่ำ คำตอบเป็นข้อเท็จจริงสั้นๆ หรือเป็นคำถามที่ให้ผู้ตอบ ตอบว่า ใช่ หรือ ไม่ใช่ คำตอบของคำถามแบบนี้สามารถทำนายได้ เพราะเป็นคำตอบที่เฉพาะเจาะจง แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.1 คำถามเกี่ยวกับความรู้ความจำ (Cognitive-Menory Questions) เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบบอกข้อเท็จจริง คำนิยามหรือข้อมูลที่จำได้ คำตอบมักจะเป็นคำคำเดียว หรือเป็นการบอกชื่อสิ่งของ ได้แก่ คำถามให้ระลึก คำถามให้บ่งชี้-สังเกต คำถามที่ให้ตอบรับหรือปฏิเสธ คำถามให้นิยาม คำถามให้บอกชื่อ และคำถามให้ระบุ

1.2 คำถามที่มีแนวคำตอบเดียว (Convergent Questions) เป็นคำถามที่กว้างกว่าคำถามเกี่ยวกับความรู้ เพราะผู้ตอบต้องนำข้อเท็จจริงมารวมกันและสร้างคำตอบขึ้น ที่จัดเป็นคำถามประเภทแคบ เพราะมีคำตอบที่ดีที่สุดหรือถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ได้แก่ คำถามให้อธิบาย คำถามให้บอกความสัมพันธ์ และคำถามให้เปรียบเทียบและบอกความแตกต่าง

2. คำถามประเภทกว้าง (Broad Questions) เป็นคำถามที่มีคำตอบที่เป็นไปได้หลายแบบไม่สามารถทำนายคำตอบล่วงหน้าได้ และเป็นคำถามที่กระตุ้นให้คิด คำถามประเภทกว้างนี้ ต้องการให้ผู้ตอบตั้งสมมติฐาน ทำนาย หรือสรุปอ้างอิง นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับการแสดงความคิดเห็น การตัดสินและความรู้สึก ซึ่งอาจจะไม่เกี่ยวข้องกับคำตอบที่ดีที่สุด แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

2.1 คำถามซึ่งมีหลายคำตอบ (Divergent Questions) เป็นคำถามที่มุ่งให้ผู้ตอบรวบรวมข้อมูลเป็นแบบแผนใหม่ ตามความคิดริเริ่มของตนเอง คำถามประเภทนี้เป็นการตั้งสถานการณ์ปัญหาใหม่ให้ผู้ตอบรวบรวมความคิด แล้วสร้างเป็นข้อแก้ปัญหาที่มีความหมาย ได้แก่ คำถามให้ทำนาย คำถามให้ตั้งสมมติฐาน คำถามให้สรุปอ้างอิง และคำถามที่ให้จัดโครงสร้างใหม่

2.2 คำถามประเมินค่า (Evaluative Questions) เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบตัดสินบอกคุณค่าที่เลือกหรือโต้แย้ง เป็นคำถามระดับที่สูงที่สุด มุ่งให้ผู้ตอบรวบรวมความรู้ ความคิดเห็น และเลือกด้วยตนเอง การตัดสินจะต้องมีหลักเกณฑ์ มีหลักฐานโดยตัดสินว่า ดี - เลว หรือ ถูก - ผิด อย่างไร ได้แก่ คำถามให้ตัดสิน คำถามให้ประเมินค่า คำถามให้โต้แย้ง และคำถามให้ตัดสินใจเลือก

พี อี บลอสเซอร์ (P. E. Blosser, 1973 อ้างถึงใน พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา, 2528: 35-40) ได้จำแนกคำถามเพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างกว้างๆ ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ คำถามปิด (Closed Questions) เป็นคำถามที่กำหนดคำตอบแน่นนอน และ คำถามเปิด (Opened Questions) เป็นคำถามที่ไม่กำหนดคำตอบแน่นอน ดังมีรายละเอียดของคำถามแต่ละประเภท ดังนี้

1. คำถามปิด (Closed Questions) แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1.1 คำถามด้านความรู้ความจำ (Cognitive memory question) เป็นคำถามที่ถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Facts) คำจำกัดความ สูตร และเนื้อหาวิชาต่างๆที่ท่องจำได้ ระลึกได้ และฟื้นความจำได้ คำตอบจะได้มาจากแบบเรียน แผนภูมิ ข้อมูลจากการทดลอง ทัศนศึกษา ฯลฯ ผู้ตอบจะต้องอาศัยความจำ หรือประสบการณ์เดิมในการตอบ จำแนกออกได้อีกเป็น

1.1.1 คำถามเกี่ยวกับความรู้ที่จำได้ ทบทวนได้ รวมทั้งการท่องจำความหมายและคำจำกัดความ

1.1.2 คำถามบอกสิ่งที่สังเกตเห็น แจกแจง แยกประเภทได้ (Identify) ผู้ตอบต้องใช้ความสามารถในการบอกชื่อ (Name) หรือสิ่งที่สังเกต (Observe)

1.2 คำถามที่มีคำตอบถูกต้องเพียงคำตอบเดียว (Convergent thinking question) เป็นการใช้ความคิดแบบเอกนัย คำตอบที่ได้เป็นการรวมข้อเท็จจริงต่างๆเข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้คำตอบที่กำหนดไว้แล้ว คำตอบที่ถูกต้องมีเพียงคำตอบเดียว และ เป็นคำตอบตามแบบแผน (Convertional answer) เช่น การแปรความหมายของสัญญาลักษณ์หรือรูปภาพ บอกความแตกต่างหรือความเหมือน บอกความสัมพันธ์ของทิศทางตำแหน่ง ให้เหตุผลข้ออธิบาย หรือบอกขั้นตอนการทำงาน บอกเหตุการณ์หรือผลที่เกิดขึ้น การสรุปจากการอภิปราย คำถามอาจไม่ได้อยู่ในรูปของคำถามเลยทีเดียว จำแนกได้เป็น

1.2.1 คำถามบอกความสัมพันธ์ (Associate) บอกความเกี่ยวข้องและความแตกต่าง (Discriminate) และจัดจำแนกพวก (Classify)

1.2.2 คำถามที่สามารถดัดแปลงเปลี่ยนรูปของคำถาม (Reformulate) ถึงแม้จะเป็นการดัดแปลงคำถามหรือเปลี่ยนรูปของคำถาม คำตอบที่ได้ควรจะคล้ายกัน

1.2.3 คำถามการนำไปใช้ (Apply) เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎเกณฑ์ และวิธีการต่างๆ ของเรื่องราวที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ผู้ตอบยังไม่เคยพบมาก่อน

1.2.4 คำถามการสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นคำถามที่ผู้ตอบต้องใช้ความสามารถในการรวบรวม หรือประกอบส่วนย่อยทั้งหลายเข้าเป็นส่วนรวมที่มีโครงสร้างใหม่ ชัดเจนและมีคุณภาพสูงกว่าเดิม

1.2.5 คำถามการทำนาย โดยกำหนดคำตอบ (Closed prediction) เป็นการให้ผู้ตอบคาดคะเนเรื่องราวก่อนที่จะเกิดขึ้น หรือหลังจากที่เกิดขึ้นแล้ว ตามรายละเอียดภายในขอบเขตของเรื่องนั้น

1.2.6 คำถามการตัดสิน (Judgement) โดยใช้มาตรฐานจากความรู้ของผู้ตอบในชั้นเรียน (Make critical judgement) เป็นคำถามที่ครูให้ผู้ตอบตัดสินจากเกณฑ์ที่ได้วางไว้

2. คำถามเปิด (Opened question) แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

2.1 คำถามประเภทที่มีหลายคำตอบ (Divergent thinking question) ซึ่งเป็นการใช้ความคิดแบบเอนกนัย เป็นการแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระที่จะทำให้ได้แนวทางหรือความคิดเห็นในแนวใหม่ๆ เช่น การวางแผนงานอย่างละเอียด การนำเอาความคิดเห็นต่างๆมาสัมพันธ์กันหรือเปรียบเทียบกัน

นำเอาข้อมูลที่มีอยู่แล้วมาขยายความ หรือตั้งสมมติฐานจากข้อสรุปเดิมที่มีอยู่แล้วเพื่อใช้ในการเรียนรู้เรื่องใหม่ คำตอบของคำถามประเภทนี้จะไม่มีการคาดหวังล่วงหน้า เป็นการถามที่กระตุ้นให้ผู้ตอบคิด และนำความรู้เดิมหรือหลักการหลายๆอย่างมาประกอบกัน โดยใช้สมรรถภาพของสมองในการสร้างสรรค์ และเป็นการรวบรวมการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ตลอดจนการตั้งสมมติฐาน และการอ้างอิงอย่างครบถ้วน จำแนกออกได้เป็น

2.1.1 คำถามให้ความเห็น (Give opinion) เป็นคำถามที่ครูให้ผู้ตอบออกความเห็นบรรยายการสังเกต การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น โดยใส่ความคิดเห็นของตนเองลงไปอย่างมีเหตุมีผล

2.1.2 คำถามการทำนายโดยไม่กำหนดคำตอบ (Opened prediction) เป็นคำถามที่ให้ผู้ตอบทำนายว่า จะเกิดอะไรขึ้นได้บ้างจากสิ่งที่ผู้ตอบได้เรียนรู้ไปแล้ว โดยไม่กำหนดคำตอบ เป็นการทำนายหาเหตุจากผลหรือทำนายผลจากเหตุ อาจเป็นการแสดงความคิดเห็นจากสิ่งที่รู้แล้วไปหาสิ่งที่ยังไม่รู้

2.1.3 คำถามที่อ้างถึงสิ่งที่เกี่ยวข้อง (Infer or imply) เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการอธิบายสิ่งที่สังเกตได้โดยเชื่อมโยงสิ่งเหล่านั้นกับความเห็นของตน ซึ่งบ่งถึงผลของการสังเกตที่สนับสนุนการอ้างอิงนั้น

2.2 คำถามประเภทประเมินค่า (Evaluation thinking question) คำถามชนิดนี้ต้องการคำตอบในลักษณะที่แสดงถึงการตัดสินใจ ตันสินคุณค่า การเลือกโอกาสหรือการโต้แย้ง จัดเป็นคำถามในระดับขั้นสูง เพราะทำให้ผู้ตอบได้เรียบเรียงความรู้ สร้างแนวความคิด และเลือกแนวคิดที่จะนำไปใช้หาเกณฑ์ในการพิจารณาคุณค่า การตัดสินใจ หรือการเปรียบเทียบส่วนดี ส่วนเสียได้โดยการตัดสินของตน จำแนกได้เป็น

2.2.1 การตัดสิน (Justify) จากพฤติกรรม เป็นการตั้งเกณฑ์เพื่อพิจารณาตัดสินและเปรียบเทียบ เพื่อบอกวิธีการที่ดีที่สุด ข้อสรุปที่ดีที่สุด สมมติฐานที่ดีที่สุด ฯลฯ เพื่อจะใช้แก้ปัญหา

2.2.2 คำถามการออกแบบ (Design) เป็นคำถามที่ให้ผู้ตอบวางแผน หรือออกแบบการทดลอง ซึ่งผู้ตอบจะอธิบายถึง เครื่องมือ เครื่องใช้ ในการทดลอง ตลอดจนลำดับขั้นของการทดลอง ตามปัญหาที่กำหนดให้

2.2.3 คำถามตัดสินบอกคุณค่าอันเป็นผลจากพฤติกรรม (Affective behavior) คำถามประเภทนี้จะใช้พิจารณาและตัดสินว่า วิธีการใดดีหรือไม่ดีอย่างไร มีผลดี หรือ ผลเสียอย่างไรอย่างมีหลักเกณฑ์

2.2.4 คำถามการตัดสินบอกคุณค่าอันเป็นผลจากความรู้ (Cognitive behavior) คำถามประเภทนี้จะแสดงให้เห็นความคิดเห็นที่มีต่อสิ่งต่างๆ โดยพิจารณาคุณค่า จากสิ่งของและผลงานที่แสดงไว้

ลอเรนซ์ เอฟ โลวเวอรี่ และวิลเลี่ยม เอช ลีโอนาร์ด (Lawrence F. Lowery and William H. Leonard, 1978: 2) ได้นำเครื่องมือประเมินคำถามในหนังสือเรียน ซึ่งโครงการร่วมมือจัดเตรียมครู (The Coorperative Teacher Preparation Project) ได้พัฒนาขึ้นมา จำแนกประเภทของคำถามออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. คำถามที่ไม่จำเป็นต้องใช้ประสบการณ์ช่วยในการตอบ (Nonexperiential question) ได้แก่
    1.1 คำถามที่ไม่ต้องการคำตอบ (Rhetorical question)
    1.2 คำถามให้ผู้ตอบระลึกข้อเท็จจริงเฉพาะหรือข้อมูลโดยตรง (Direct information)
    1.3 คำถามให้รวมความ (Focusing)
    1.4 คำถามที่เปิดโอกาสให้ตอบอย่างอิสระ (Open-ended questions)
    1.5 คำถามให้ประเมินค่า (Valuing questions)
2. คำถามที่จำเป็นต้องใช้ประสบการณ์ช่วยในการตอบ (Experiential questions) ได้แก่
    2.1 คำถามให้สังเกต (Observing)
    2.2 คำถามเกี่ยวกับการสื่อสาร (Communication)
    2.3 คำถามให้เปรียบเทียบ (Comparing)
    2.4 คำถามให้จัดระบบ (Organizing)
    2.5 คำถามเกี่ยวกับการทดลอง (Experimenting)
    2.6 คำถามให้อ้างอิง (Inferring)
    2.7 คำถามให้นำไปใช้ (Applying)

โธมัส แอนดรา (Thomas Andra, 1979 : 282-283) ได้ศึกษางานวิจัยการจัดประเภทคำถามและจัดประเภทคำถามไว้ ดังนี้

1. คำถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริง(Factual Questions)เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบบอกข้อมูลที่จำได้

2. คำถามให้ถอดความ (Paraphased Questions) เป็นคำถามที่เกี่ยวกับข้อเท็จจริงให้อธิบายข้อใหญ่ใจความ

3. คำถามทั่วไป (General Questions) เป็นคำถามที่เกี่ยวกับข้อเท็จจริงทั่วไป ซึ่งถามเพื่อให้ได้ข้อมูลมากกว่าที่มีอยู่ในหนังสือเรียน เป็นคำถามที่ถามอย่างตรงไปตรงมา

4. คำถามเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ (Application Questions) เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบบอกตัวอย่างใหม่ๆของความคิดรวบยอดหรือหลักการในหนังสือเรียน

5. คำถามให้บอกความหมายหรือคำถามให้ลงความคิดเห็น (Meaningful learning Questions or Inference Questions) เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบบอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ทราบความหมายแล้ว

6. คำถามระดับสูง (Hing Order Questions) เป็นคำถามให้วิเคราะห์ และ คำถามให้ประเมินคุณค่า

สำหรับในประเทศไทย นักการศึกษาไทยได้จำแนกประเภทของคำถามที่ใช้ในการเรียนการสอนโดยใช้คำตอบเป็นเกณฑ์ดังนี้

วีระยุทธ วิเชียรโชติ (2521: 91-96) ได้จำแนกประเภทของคำถามที่ใช้ในการเรียนการสอนแบบสืบสอบตามขั้นตอนของการสืบสอบหาความรู้ (Inquiry Method) เป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. คำถามประเภทสังกัปแนวหน้า (Advanced Conceptual organizer) เป็นคำถามที่มุ่งดึงประสบการณ์เดิมมาสัมพันธ์กับประสบการณ์ใหม่ มักขึ้นต้นและลงท้ายด้วยคำว่า " เกี่ยวข้องกันอย่างไร " " สิ่งนี้หรือความรู้ข้อนี้เกี่ยวข้องกันอย่างไร " หรือเป็นคำถามที่นำไปสู่การสำรวจว่า ผู้ตอบมีความรู้พื้นฐานเพียงพอหรือไม่ มักจะถามว่า " ความรู้ข้อนี้มีอะไรเป็นพื้นฐาน "

2. คำถามประเภทสังเกต (Observe) เป็นคำถามเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ สิ่งนั้น ประสบการณ์นั้นคืออะไร ประกอบด้วยอะไร คำตอบของคำถามนี้เป็นผลของการสังเกตด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 เช่น เมื่อจุดเทียน มีอะไรเกิดขึ้นกับเทียนบ้าง

3. คำถามประเภทอธิบาย (Explain) เป็นคำถามที่แสวงหาเหตุผลของปัญหา เพื่อตั้งสมมติฐานทั่วไป นำไปสู่การสร้างทฤษฎีและใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่างๆอย่างกว้างขวาง เช่น ทำไม่เทียนจึงดับเมื่อเอาแก้วครอบ

4. คำถามประเภททำนาย (Predict and Prove) เป็นคำถามที่คาดการณ์การ่วงหน้า และมักเป็นคำถามในรูปของสมมติฐานเชิงทำนายผล ในเมื่อมีการแปรเปลี่ยนเหตุ เช่น ถ้าโถแก้วมีรูรั่วเทียนจะดับหรือไม่

5. คำถามประเภทควบคุมและสร้างสรรค์ (Control and Create) เป็นคำถามที่นำเอาหลักการและกฎเกณฑ์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ที่มุ่งจะควบคุมตัวสาเหตุ เพื่อให้เกิดผลตามที่ต้องการ และเป็นคำถามที่กระตุ้นให้เกิดความคิดที่จะแก้ปัญหาอย่างริเริ่มสร้างสรรค์ เช่น เราจะนำหลักการที่ค้นพบไปควบคุมให้ไฟดับในเวลาที่ต้องการได้อย่างไร

ธงชัย ชิวปรีชา (2521: 5-6) ได้จำแนกคำถามโดยอาศัยคำตอบออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. คำถามทั่วๆไปที่ไม่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชา (Managerail Question) เป็นคำถามที่ผู้ถามใช้เพื่อถามเพื่อให้กิจกรรมการเรียนการสอนดำเนินไปในทิศทางที่ต้องการ และอาจใช้กระตุ้นความสนใจของผู้ตอบ คำถามประเภทนี้จะไม่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชา

2. คำถามเน้นความ (Rhetorial Question) เป็นคำถามที่ใช้เน้น และ เร้าความสนใจของผู้ตอบ จุดมุ่งหมายของคำถามประเภทนี้ไม่ใช่อยู่ที่คำตอบว่า ใช่ หรือ ไม่ใช่ แต่ต้องการบอกข้อเท็จจริง ข้อควรระวังในการใช้คำถามประเภทนี้ ผู้ถามจะต้องตระหนักว่าจะถามเพื่ออะไร ถ้าถามเพื่อให้ผู้ตอบคิดแล้ว แล้วจะต้องเลี่ยงคำถามที่คำตอบว่า ใช่ หรือ ไม่ใช่

3. คำถามที่มีคำตอบแน่นอน (Closed Question) เป็นคำถามที่มีคำตอบจำกัดและแน่นอน ไม่ว่าจะถามคำถามนี้ต่อใคร ก็หวังจะได้คำตอบเช่นเดียวกัน คำถามประเภทนี้ไม่เกี่ยวกับความคิดเห็น ส่วนใหญ่ จะเป็นคำถามที่เกี่ยวกับข้อเท็จจริง มักจะวัดความรู้ความจำในสิ่งที่ผู้ตอบเคยเรียนมาแล้ว อย่างไรก็ตามคำถามที่มีคำตอบแน่นอนบางข้ออาจจะเป็นคำถามที่สูงกว่าความรู้ความจำก็ได้

4. คำถามที่มีคำตอบได้หลายอย่าง (Open Question) เป็นคำถามที่มีคำตอบได้มากกว่าหนึ่งคำตอบ มักจะเป็นคำถามที่ให้ผู้ตอบบรรยายสิ่งที่สังเกตได้ อธิบาย หรือ สรุป หรือ ควบคุมตัวแปร คำถามประเภทนี้บางคำถามจะเป็นการให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็นของตนเอง พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ ดังนั้น คำตอบของแต่ละคนอาจจะไม่เหมือนกัน

3. การจัดประเภทคำถามโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเกณฑ์

การจำแนกคำถามประเภทนี้มีลักษณะแตกต่างจากคำถามทั้งสองประเภทที่กล่าวมาแล้ว คือ มีความเชื่อว่าการค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่ควรปลูกฝังให้เกิดกับเด็กนักเรียนทุกๆคน ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านสนใจและได้จำแนกคำถามประเภทนี้ไว้ดังนี้

เจ. ริชาร์ด ซุคแมน (J. Richard Suchman, 1966: 56) ได้จำแนกคำถามตามกระบวนการคิดที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งจัดตามการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Process of Science) แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. การตรวจสอบ (Verification) เป็นคำถามที่ถามความจริง (Fectual Questions) ต้องการให้บ่งชี้หรือตรวจสอบผลบางประการที่ผู้ตอบสังเกตได้จากการทดลองว่าถูกต้องหรือไม่

2. การทดลอง (Experimention) เป็นคำถามที่ได้จากการตั้งสมมติฐาน เพื่อแสดงถึงลำดับขั้นตอนในการทดลอง ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงวิธีดำเนินการทดลองจากที่กำหนดไว้ในคำแนะนำ

3. ความจำเป็น (Necessity) เป็นคำถามเพื่อให้ความมั่นใจว่าสถานการณ์ใด เป็นสิ่งจำเป็นต่อผลการทดลองที่เกิดขึ้น

4. การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นคำถามที่พยายามกำหนดแนวความคิด หรือ ทฤษฎีเฉพาะเกี่ยวกับสาเหตุที่เกิดขึ้นว่าเป็นสาเหตุจริงหรือไม่

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531: 1-9) ได้ส่งเสริมให้มีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบ โดยเน้นการทดลองและการอภิปรายซักถามเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจำแนกคำถามออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. คำถามเพื่อการสังเกต (Observation) คือ คำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 เพื่อรับรู้และตอบปัญหาหรือเป็นการรวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ปัญหา และแก้ปัญหาในขั้นต่อไป มักมีคำว่า เท่าไร อะไร

2 คำถามเพื่อการอธิบาย (Explanation) คือ คำถามที่ผู้ตอบต้องใช้เหตุผลประกอบกับข้อมูลต่างๆที่รวบรวมได้จากการสังเกต หรือจากความรู้เดิม มักจะมีคำว่า ทำไม อย่างไร เพราะเหตุใด จะอธิบายได้อย่างไร

3. คำถามเพื่อสร้างสมมติฐาน (Hypothesis) คือ คำถามที่ถามเพื่อให้ผู้ตอบคาดการณ์ว่าจะมีอะไรเกิดขึ้น เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงบางสิ่งบางอย่าง หรือเป็นคำถามที่ต้องการคำคาดการณ์เพื่อขยายข้อสรุปที่ได้อธิบายไว้แล้วให้กว้างขวางออกไป อาจจะถามด้วยคำว่า คาดว่าจะเป็นอย่างไร หวังว่าจะเป็นอย่างไร ถ้าสมมติว่าหรือทำนาย

4. คำถามเพื่อการออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร (Design) คือ คำถามที่ผู้ตอบจะต้องจะต้องนำเอาหลักเกณฑ์ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆที่ค้นพบขั้นต้นๆเพื่อวางแผนการทดลองในการทดลอง และควบคุมตัวแปรต่างๆ เพื่อให้เกิดผลตามต้องการ เช่น เราจะมีวิธีทดสอบได้อย่างไรว่าก๊าซที่เกิดขึ้นจากการทดลองเป็นก๊าซอะไร หรือ ในการทดลองเพื่อพิสูจน์ว่า การต้มน้ำบนยอดเขา น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิต่ำกว่าเมื่อต้มบนพื้นราบ นักเรียนคิดว่า มีตัวแปรอะไรบ้างที่จะต้องควบคุม เป็นต้น

5. คำถามเพื่อการนำไปใช้ (Application) คือ คำถามที่ถามเพื่อให้ผู้ตอบ นำความรู้หรือกฎเกณฑ์ต่างๆมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ในสถานการณ์ใหม่ๆ เช่น เราจะนำความรู้เกี่ยวกับกฎของบอยล์ ไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง หรือ นักเรียนต้องการปลูกต้นกุหลาบ แต่ดินมีสภาพเป็นกรดมาก จะมีวิธีแก้ไขอย่างไรเพื่อให้ต้นกุหลาบเจริญงอกงามดี เป็นต้น

สมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา (The Association for the Advancement of Science (AAAS) อ้างอิงใน สุวัฒก์ นิยมค้า, 2531: 457-467) ได้กล่าวถึงคำถามเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นการถามหาความจริงในโลกแห่งผัสสะ จะไม่ถามล่วงไปถึงโลกแห่งวิญญาณ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถจัดได้เป็น 13 ทักษะ คำถามที่นำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก็สามารถจัดได้เป็น 13 ประเภท ตามทักษะแต่ละทักษะ ดังนี้

1. คำถามทักษะการสังเกต เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบได้ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ โดยไม่ลงความคิดเห็นลงไปด้วย คำถามจะถามเกี่ยวกับข้อมูลเชิงคุณภาพ ข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง เช่น สีที่เราเห็นเป็นสีอะไร

2. คำถามทักษะการวัด เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ที่ได้สังเกต การเลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสม การอ่านค่าที่ได้จากการวัด เช่น ทำอย่างไรนักเรียนจึงจะทราบอุณหภูมิของอากาศ เป็นต้น

3. คำถามทักษะการคำนวณ เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบนำจำนวนที่ได้จากการสังเกตเชิงปริมาณ การวัด มาคำนวณจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น นักเรียนได้รับดอกไม้ไปรวมกันเป็นกี่ดอก

4. คำถามทักษะการจำแนกประเภท เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบจัดจำแนกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่างๆออกเป็นหมวดหมู่ โดยมีเกณฑ์ในการจัดจำแนก เช่น จากภาพชุดผลไม้ที่ครูแจกให้ ถ้าให้นักเรียนแบ่งผลไม้ในภาพออกเป็น 2 พวกโดยใช้รสเป็นเกณฑ์ นักเรียนจะแบ่งได้อย่างไร

5. คำถามทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนระบุความสัมพันธ์ของสิ่งต่อไปนี้คือ ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติ สิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงากับภาพที่ปรากฏ ตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา และบอกจำนวนมิติของวัตถุที่พบเห็นได้ เช่น ดินสอเป็นสเปสกี่มิติ หรือ ถ้าเราหั่นขนมปังชิ้นนี้ตามขวาง จะเกิดรอยตัดเป็นรูปร่างอย่างไร เป็นต้น

6. คำถามทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยวิธีการต่างๆ เป็นต้นว่าการจัดเรียนลำดับ การจัดแยกประเภท คำนวณหาค่าใหม่ แล้วนำเสนอข้อมูลในรูปของตาราม แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ หรืออื่นๆ เช่น นักเรียนจะเปลี่ยนข้อความบนกระดานให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้อย่างไร เป็นต้น

7. คำถามทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย เช่น ทำไมใบไม้ที่นักเรียนรดน้ำทิ้งไว้นี่จึงเน่าเปื่อยและมีกลิ่น

8. คำถามทักษะการพยากรณ์ เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบได้ทำนายหรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ ความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย เช่น นักเรียนปลูกต้นไม่ต้นหนึ่ง เมื่อปลูกได้นาน 1 สัปดาห์ 2 สัปดาห์ 3 สัปดาห์ ต้นสูง 1 เซนติเมตร 2 เซนติเมตร และ 3 เซนติเมตร ตามลำดับ ถามว่าถ้าปลูกต้นไม้นาน 5 สัปดาห์ ต้นไม่นี้จะสูงเท่าไร เป็นต้น

9. คำถามทักษะการตั้งสมมติฐาน เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบให้คำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าของสิ่งที่ไม่สามารถตรวจสอบได้ด้วยการสังเกต เป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ที่คาดคะเนว่าจะเกิดขึ้นระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน

และสามารถทำการตรวจสอบสมมติฐานโดยการทดลองและแก้ไขเมื่อความรู้ใหม่ เช่น เมื่อสักครู่นี้ครูให้นักเรียนทดลองหยดน้ำมะนาวลงบนหินปูน นักเรียนพบว่าเกิดฟองก๊าซ คราวนี้ถ้าครูให้นักเรียนหยดน้ำมะนาวลงบนหินชนิดอื่น นักเรียนคิดว่าจะเกิดฟองก๊าซหรือไม่ เป็นต้น

10. คำถามทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบได้กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือข้อความให้เป็นที่เข้าใจตรงกัน สามารถสังเกต หรือวัด หรือตรวจสอบได้ง่าย เช่น ไก่สมบูรณ์หมาความว่าอะไร ไข่ดก หรือ น้ำหนักมาก หรือ ไม่เจ็บป่วย เป็นต้น

11. คำถามทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบได้บ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม ในสมมติฐานหนึ่งการควบคุมตัวแปรนั้นจะควบคุมอย่างไร จึงจะไม่ทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน เช่น ก่อนนักเรียนจะทำการทดลองเพื่อหาคำตอบว่า ไก่ที่เลี้ยงด้วยรำจะเติบโตแตกต่างจากไก่ที่เลี้ยงด้วยข้าวหรือไม่ นักเรียนคิดว่าจะต้องจัดอะไรให้แตกต่างกัน ต้องจัดอะไรให้เหมือนกันบ้าง และนักเรียนจะต้องติดตามดูอะไร เป็นต้น

12. คำถามทักษะการทดลอง เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบได้ดำเนินการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอนได้แก่ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกผลการทดลอง เช่น ถ้าอยากทราบว่าเวลาต่างกันอากาศจะมีอุณหภูมิต่างกันหรือไม่ นักเรียนจะทำการทดลองได้อย่างไร จะต้องใช้อุปกรณ์อะไรบ้าง หรือในขณะทดลอง ในการอ่านเทอร์มอมิเตอร์ นักเรียนจะต้องทำอย่างไร นักเรียนต้องบันทึกอะไรบ้าง เป็นต้น

13. คำถามทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ และสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด เช่น จากข้อมูลดังกล่าวตั้งแต่ปี พ.ศ. 2508-2520 จำนวนปลาที่จับได้ เปลี่ยนไปหรือไม่อย่างไร

จากการจัดจำแนกประเภทของคำถามดังที่กล่าวมาแล้ว การจัดประเภทคำถามโดยใช้กระบวนการคิดเป็นเกณฑ์และการใช้คำตอบเป็นเกณฑ์นั้นมีลักษณะคล้ายคลึงกันคือ เป็นการตั้งคำถามถามความรู้ทางวิชาการแต่แตกต่างกันทางด้านรายละเอียดและจุดมุ่งหมายในการจัดจำแนกซึ่งการจัดจำแนกประเภทคำถามทั้งสองระบบมิได้จำกัดว่าจะต้องใช้เฉพาะในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เท่านั้น หากแต่ใช้ได้กับทุกวิชา สำหรับการจัดประเภทคำถามโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเกณฑ์นั้นแตกต่างจากการจัดประเภทคำถาม 2 แนวความความคิดดังกล่าวข้างต้นคือ เน้นเฉพาะการเรียนการสอนในการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจศึกษาเฉพาะการจัดประเภทคำถามตามแนวคิดของสมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา (The Association for the Advancement of Science: AAAS) เป็นคำถามที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ลักษณะของคำถามที่ดีที่ใช้ในการเรียนการสอน

คำถามที่ดีจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดอย่างมีระบบ และเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ การตั้งคำถามที่ดีจึงเป็นศิลปะอย่างหนึ่งที่จำเป็นทั้งครูและนักเรียน สำหรับลักษณะคำถามที่ดีนั้นได้มีผู้ให้ทรรศนะไว้ต่างๆ กัน ดังนี้

บาร์รี ฮาร์เลย์ (Barry Harley, 1973: 48) กล่าวไว้ว่า “คำถามที่ดีจะต้องชัดเจน ถามตรงไปตรงมา เหมาะกับอายุและสติปัญญาของนักเรียน มีวัตถุประสงค์ในการถามและควรมีหลายๆ แบบตามความแตกต่างระหว่างบุคคล”

โจเซฟ เอฟ คอลลาฮัน และ ลีโอนาร์ด เอช คลาร์ค (Joseph F. Callahan and Leonard H. Clark, 1982: 154) กล่าวถึงคำถามที่ดีว่า”ควรชัดเจน กระตุ้นให้นักเรียนคิด ไม่ควรแนะคำตอบ ไม่ควรถามแบบให้ตอบว่า "ใช่ " หรือ "ไม่ใช่" และคำถามควรทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความคิดรวบยอด”

อาร์ นาซิโน-บราวน์ เฟสทัส อี โอค และ เดสมอน พี บราวน์ (R. Nacino-Brown Festus E. Oke and Desmond P. Brown, 1982: 114) ก็ได้กล่าวไว้อย่างสอดคล้องกันอีกว่า “คำถามที่ดีควรมีลักษณะสั้น ชัดเจน รวบรัด และตรงไปตรงมา ยั่วยุให้เกิดการคิด เหมาะสมกับวัย ความสามารถ และความสนใจของนักเรียน”

อรร์ (Orr, 1999: 343-344) ได้กล่าวถึงคำถามที่ดีซึ่งสรุปได้ว่า วิทยาศาสตร์จะดีต้องการเพียง 2 สิ่ง นั่นก็คือ หากท่านได้คำถามที่ตรงประเด็น ถูกต้อง ท่านก็ได้คำตอบที่ดี และตรงประเด็นด้วย

จากแนวความคิดของนักการศึกษาต่างประเทศเกี่ยวกับ ลักษณะของคำถามที่ดีที่ใช้ในการเรียนการสอน สรุปได้ว่า ลักษณะของคำถามที่ดีต้องชัดเจน ตรงประเด็น ตรงตามจุดประสงค์ กระตุ้นให้คิด เหมาะสมกับวัย ความสามารถและความสนใจของนักเรียนและทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความคิด

สำหรับในทรรศนะของนักการศึกษาของประเทศไทย เกี่ยวกับลักษณะของคำถามที่ดีนั้น ส่วนใหญ่ให้ความเห็นไว้คล้ายคลึงกับนักการศึกษาชาวต่างประเทศ ดังนี้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2534: 173-174) ได้เสนอว่า ลักษณะของคำถามที่ดีมีดังนี้

1. มีความหมายชัดเจน ไม่คลุมเครือ ใช้ภาษาง่ายๆ ชัดเจน เจาะจง เมื่อนักเรียนฟังคำถามแล้วจะเข้าใจอย่างถูกต้อง

2. เป็นข้อความที่กระทัดรัด และไม่ควรมีข้อคำถามหลายประเด็นพร้อมกัน

3. เป็นข้อความที่สมบูรณ์ ไม่ควรละข้อความบางส่วนของคำถามให้นักเรียนคิดเอาเอง

4. มีความเหมาะสมกับระดับของนักเรียน มีระดับความยากง่ายพอเหมาะ ไม่เป็นคำถามที่ยากจนเกินไป หรือ ง่ายจนเกินไป

5. เป็นคำถามที่ส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดเพื่อหาคำตอบที่เหมาะสม

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2527: 310-311) กล่าวถึงลักษณะของคำถามที่ดีสรุปได้ว่า มีลักษณะสำคัญ 5 ประการ คือ มีความหมายชัดเจน เป็นข้อความกระทัดรัด เป็นข้อความที่สมบูรณ์ มีความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน และเป็นคำถามที่ส่งเสริม และกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิด เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสม

ชาญชัย อาจินสมาจาร (2529: 8) ได้กล่าวว่า “คำถามจะต้องสัมพันธ์กับวิชาที่สอนอยู่ ต้องมีวัตถุประสงค์ในการถาม ต้องยั่วยุให้นักเรียนอยากคิด และจะต้องเป็นไปตามลำดับ”

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2529:127) กล่าวถึงลักษณะของคำถามที่ดีไว้อีกแง่หนึ่งสรุปได้ว่า คำถามที่ดีจะต้องช่วยให้ครูรู้พื้นฐานความสามารถของนักเรียน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการเรียนการสอน กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะคิด เกิดความอยากรู้ และเต็มใจเข้าร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน ช่วยทบทวนบทเรียน และประเมินผลว่าการเรียนการสอนได้บรรลุตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการคิดค้นด้วยตนเอง และช่วยพัฒนาความคิดอย่างมีวิจารณญาณ”

กล่าวโดยสรุป คำถามที่ดีควรจะถามให้ตรงจุดประสงค์ ใช้ภาษากระทัดรัด ชัดเจน เหมาะสมกับนักเรียน สอดคล้องกับเนื้อหา ยั่วยุและส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาทางความคิดและสามารถใช้ประเมินผลการเรียนได้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีความจำเป็นมากที่จะต้องฝึกฝนนักเรียนให้รู้จักนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเรียน ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนได้รู้จักพัฒนาความคิดและการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายและความคิดเห็นเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ต่างๆกันดังนี้

คัสแลน และสโตน (Kusland and Stone, 1968: 229) กล่าวสรุปไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง “การปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การสังเกต การวัด การทดลองและการออกแบบการทดลอง การอธิบาย การสรุปหลักเกณฑ์และการพิจารณาเหตุผลเชิงปรนัย” นอกจากนั้น คลอพเฟอร์ (Klopfer, 1971: 568-573) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า “เป็นกระบวนการที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์” ซึ่งสอดคล้องกับ จีกา (Gega, 1990: 96) ที่กล่าวสรุปได้ว่า “ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ช่วยนักเรียนคิดและรวบรวมข้อมูลได้ด้วยการสังเกต การจำแนกประเภท การวัด การสื่อความหมายข้อมูล การลงข้อสรุปและการทดลอง ”

นอกจากนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2522:22) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า “เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ” ซึ่ง ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2527: 127) กล่าวว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนเครื่องมือที่จำเป็นในการใช้เสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์” ซึ่งสอดคล้องกับ นิคม ทาแดง และ สุจินต์ วิศวธีรานนท์ (2525: 48) ที่กล่าวไว้ว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะการทำงานตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์แต่ละขั้นตอนนั้นจะประสบความสำเร็จ หรือล้มเหลวขึ้นอยู่กับความสามารถและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน”

วรรณทิพา รอดแรงค้า และพิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2532: V) กล่าวว่า “ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะทางสติปัญญาที่นักวิทยาศาสตร์และผู้นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาในการศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาต่างๆ ”

กรมวิชาการ สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ กระทรวงศึกษาธิการ (2536: 75) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง “ความชำนาญ ความคล่องแคล่วในการคิดและการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ ซึ่งรวมทั้งการค้นคว้าหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยแสดงพฤติกรรมในการสังเกต การเลือกเครื่องมือ การตั้งสมมติฐาน การหาข้อยุติหรือการแสดงความคิดเห็นอย่างมีหลักเกณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับ ไสว ฟักขาว (2536: 150) ที่กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง “กระบวนการต่างๆที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ในการเสาะแสวงหาความรู้ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติ และฝึกฝนความนึกคิดอย่างเป็นระบบของคนและความสามารถในการเลือกใช้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงออกเพื่อแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือใช้ในการแก้ปัญหา อีกทั้งเป็นกระบวนการทางปัญญาที่ต้องอาศัยความคิดในระดับต่างๆมาใช้ในการแก้ปัญหาหรือค้นคว้าสิ่งที่ยังไม่รู้ให้ได้มาซึ่ง ข้อเท็จจริง หลักการ กฎ ก่อให้เกิดความรู้ใหม่เพิ่มขึ้น”

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2540: ค) ได้อธิบายว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง “ความสามารถในการใช้กระบวนการต่างๆ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา การใช้ตัวเลข การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป อย่างคล่องแคล่วถูกต้องแม่นยำ”

จากความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ข้างต้นสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่ได้รับการพัฒนาจนเกิดความชำนาญในการเสาะแสวงความความรู้ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

ความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มิได้มุ่งเฉพาะตัวความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าแล้วเรียบเรียงไว้อย่างมีระบบเท่านั้น แต่ยังมีความหมายครอบคลุมไปถึงกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย การสอนวิทยาศาสตร์จึงควรให้นักเรียนได้รับผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ คือ ตัวความรู้และควรปลูกฝังถึงกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อีกด้วยให้แก่นักเรียนไปด้วยในเวลาเดียวกันกัน (วรรณทิพา, 2540: ค) และได้มีนักการศึกษากล่าวถึงความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

The National Assessment of Education Process: NAEP (1978: 25) ได้กล่าวไว้ว่า "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่ง ของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะการทำงานตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์แต่ละขั้นจะประสบผลสำเร็จหรือไม่ขึ้นอยู่กับความสามารถและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน" ซึ่งสอดคล้องกับ นิดา สะเพียรชัย และคณะ (2527: 72) กล่าวว่า "การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นต้องให้นักเรียนได้ทั้งตัวความรู้ ซึ่งเป็นผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ และได้ทั้งกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งหมายถึง วิธีการทางวิทยาศาสตร์และทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปด้วย เพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ต่อไป" ดังนั้นในปัจจุบันปรัชญาการจัดหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ จึงเป็นมาเน้นทั้งความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และพัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา (2537: 24) ได้กล่าวโดยสรุปได้ว่า "ทักษะกระบวนการทางวิทยษสาสตร์เป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และยังสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาต่างๆได้อีกด้วย"

จากความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวมาแล้วสรุปได้ว่า การสอนวิทยาศาสตร์นั้น ผู้สอนนอกจากจะมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดีแล้ว ควรให้ความสำคัญของกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่น้อยไปกว่าเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพราะเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ แต่กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นสามารถนำไปใช้ในการศึกษาหาความรู้ได้ตลอดไป

ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษา พบว่า นักการศึกษาได้แบ่งประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ลักษณะดังต่อไปนี้

1. การแบ่งประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 13 ทักษะ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนก การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลองและการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

2. การแบ่งประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน มี 8 ทักษะ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนก การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา การใช้ตัวเลข การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูลและการพยากรณ์

2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม มี 5 ทักษะ ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลองและการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

การให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นมีความแตกต่างกันโดยให้รายละเอียดดังนี้

ทบวงมหาวิทยาลัย (2524: 59 -129) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ ดังต่อไปนี้

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน รวมทั้งการใช้เครื่องมือเข้าช่วยประสาทสัมผัส เพื่อให้ได้ข้อมูลหรือปรากฏการณ์ต่างๆโดยไม่ลงข้อคิดเห็นของผู้สังเกตเข้าไปด้วย ข้อมูลจากการสังเกตมี 2 ประเภท คือ

1.1 ข้อมูลเชิงปริมาณ คือ ข้อมูลที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณ เช่น ขนาด มวล อุณหภูมิ อาจบอกโดยกะประมาณ หรือบอกโดยใช้หน่วยมาตรฐาน

1.2 ข้อมูลเชิงคุณภาพ คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติที่ได้จากการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

2. ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือต่างๆเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องไปกับการสังเกต ต้องมีหน่วยกำกับเสมอ ทักษะในการวัดหมายถึง ความสามารถในด้านต่อไปนี้

2.1 เลือกเครื่องมือที่ใช้วัดได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2 ใช้เครื่องมือนั้นๆวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆได้ถูกต้องแม่นยำและรวดเร็ว

2.3 อ่านค่าที่ได้จากการวัดได้ถูกต้อง รวดเร็ว ใกล้เคียงกับความเป็นจริง

3. ทักษะการคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการนำค่าที่ได้จากการสังเกตเชิงปริมาณ การวัด การทดลองและแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ โดยการนับ การบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย ยกกำลังสองหรือถอดราก เป็นต้น และใช้ในการสื่อความหมายให้ชัดเจนให้ได้ข้อมูลที่มีความหมายในเชิงสถิติ

4. ทักษะในการจำแนกประเภท หมายถึง ความสามารถในการจัดจำแนกสิ่งต่างๆออกเป็นหมวดหมู่ โดยอาศัยเกณฑ์บางอย่างในการจำแนก

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ หมายถึง ความสามารถในการกระทำดังนี้

5.1 วาดรูป 3 มิติของวัตถุธรรมดาได้

5.2 ชี้บ่งและบอกจำนวนเส้นสมมาตรของรูป 2 มิติ และรูป 3 มิติได้

5.3 บอกความสัมพันธ์ระหว่างรูป 2 มิติ และรูป 3 มิติได้

5.4 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกกับเงาในกระจกได้

5.5 บอกความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่งได้

5.6 บอกความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา คือ บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง ที่อยู่ ขนาดของวัตถุกับเวลา

6. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้ประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลที่มีอยู่อาจได้มาจากการสังเกต การวัด การทดลอง

7. ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด หรือจากแหล่งข้อมูลอื่นๆมาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมายหรือมีความสัมพันธ์กันมากขึ้นจนง่ายต่อการแปรความหมายในขั้นต่อไป ซึ่งอาจทำได้หลายรูปแบบ เช่น

7.1 คำพูดหรือคำบรรยาย

7.2 สัญลักษณ์หรือเครื่องหมายที่ตกลงกันไว้ เพื่อแทนข้อความบางอย่าง เพื่อสะดวกและง่ายต่อความเข้าใจ

7.3 สมการทางวิทยาศาสตร์

7.4 ไดอะแกรม

7.5 แผนภาพหรือรูปภาพที่เกิดจากการวาด ถ่ายจากของจริง

7.6 แผนภูมิแท่งและแผนภูมิกง กราฟ

7.7 ตาราง

7.8 แผนที่

8. ทักษะการทำนาย หมายถึง ความสามารถในการคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนายได้ในขอบเขตของข้อมูลและภายนอกขอบเขตของข้อมูล

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ก่อนการทดลอง โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมหรือหลักการ กฎ และทฤษฎีอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

10. ทักษะการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ นิยามเชิงปฏิบัติการมีสาระสำคัญ 2 ประการ คือ ระบุสิ่งที่จะสังเกต และระบุการกระทำซึ่งอาจจะได้จากการวัด การทดสอบหรือจากการทดลอง ถ้าคำนิยามไม่มีคุณสมบัติ 2 ประการนี้ถือว่าไม่ใช่คำนิยามเชิง

11. ทักษะการควบคุมตัวแปร ตัวแปรแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. ตัวแปรต้นหือตัวแปรอิสระ (Independent Variable) เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลที่ต้องการศึกษา หรือเป็นตัวแปรที่เราต้องการทดลองดูว่าจะส่งผลให้เกิดเหตุการณ์นั้นๆจริงหรือไม่

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variable) เป็นตัวแปรที่ขึ้นกับตัวแปรอิสระ เมื่อตัวแปรอิสระมีค่าเปลี่ยนไป ตัวแปรตามเปลี่ยนไป ตัวแปรตามจะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

3. ตัวแปรควบคุม (Controlled Variable) เป็นตัวแปรอื่นๆที่เรายังไม่สนใจที่จะศึกษาอิทธิพลที่อาจมีผลต่อตัวแปรตามในขณะนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องควบคุมให้คงที่ไว้ก่อน การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรอื่นๆที่เรายังไม่ต้องการศึกษาให้คงที่เพื่อให้ตัวแปรต้นเหล่านี้มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม

12. ทักษะการทดลอง การทดลองเป็นการรวมเอากระบวนการต่างๆ ได้แก่ การออกแบบการทดลอง การเลือกวัสดุอุปกรณ์และการดำเนินการทดลอง เพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งขึ้น

13. ทักษะการแปลความหมายและสรุปผล คือ ความสามารถในการที่จะบอกความหมายของข้อมูล ซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิ หรือรูปภาพต่างๆ รวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติด้วย ส่วนการสรุปผลเป็นการนำเอาความหมายของข้อมูลที่ได้ทั้งหมดสรุปให้เห็นถึงความสัมพันธ์ภายในขอบเขตของการทดลองนั้นๆ

สมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา (The American Association for the Advancement of Science อ้างอิงใน สุวัฒก์ นิยมค้า, 2531: 161-252) ได้แบ่งประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills)

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม (Integrated Science Process Skills)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) ประกอบด้วยทักษะสำคัญ 8 ทักษะ คือ

1. ทักษะการสังเกต (Observing) หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ซึ่งได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และกายสัมผัสเข้าสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลที่เป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆทั้งนี้โดยไม่ใช้ประสบการณ์และความคิดเห็นของผู้สังเกตในการเสนอข้อมูลนั้น

2. ทักษะการวัด (Measuring) หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆได้อย่างถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอและรวมไปถึงการเลือกใช้ เครื่องมือวัดได้อย่างถูกต้องเหมาะสมกับสิ่งที่วัดด้วย

3. ทักษะการใช้ตัวเลขจำนวน (Using Numbers) หมายถึง ความสามารถในการบวก ลบ คูณ และหารตัวเลขที่แสดงค่าปริมาณของสิ่งต่างๆซึ่งได้จากการสังเกต การวัด การทดลองโดยตรง หรือจากแหล่งอื่นๆทั้งนี้ตัวเลขบวก ลบ คูณ หารนั้นจะต้องแสดงค่าปริมาณในหน่วยเดียวกับตัวเลขใหม่ที่ได้จากการคำนวณจะช่วยให้สื่อความหมายได้ตรงตามที่ต้องการชัดเจนยิ่งขึ้น

4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying) หมายถึง ความสามารถในการแบ่งหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่างๆออกเป็นพวกๆโดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่งเกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมื่อน หรือความแตกต่างกัน หรือความสัมพันธ์กันอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Relationship between space/space and space/time) หมายถึง ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ 3 มิติกับ 2 มิติ ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ระหว่างสเปสกับเวลา ซึ่งได้จากการเปลี่ยนแปลงที่อยู่วัตถุกับเวลา หรือระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

6. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือปรากฏการณ์ไปสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมเพื่อลงข้อสรุปหรืออธิบายปรากฏการณ์หรือวัตถุนั้น

7. ทักษะการจัดกระทำข้อมูลหรือสื่อความหมายข้อมูล (Communicating) หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลดิบได้จากการสังเกต การทดลอง หรือจากแหล่งอื่นๆที่มีข้อมูลดิบอยู่แล้วมาจัดกระทำเสียใหม่ โดยอาศัยวิธีการต่างๆ เช่น การจัดเรียง การจัดแยกประเภท การหาค่าเฉลี่ย เป็นต้น แล้วนำข้อมูลที่จัดกระทำนั้นแล้วนำมาเสนอให้บุคคลอื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาศัยการเสนอด้วยรูปแบบต่างๆ เช่น ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ เป็นต้น

8. ทักษะการทำนาย (Predicting) หมายถึง ความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าโดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการกฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย

ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสม (Integrated Science Process Skills) ประกอบด้วยทักษะสำคัญ 5 ทักษะ คือ

9. ทักษะการควบคุมตัวแปร (Controling Variable) หมายถึง ปรากฏการณ์หนึ่งๆจะมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคู่หนึ่งเป็นอย่างน้อย ซึ่งการศึกษาในปรากฏการณ์นั้นๆจำเป็นจะต้องมองเห็นความเห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เป็นเหตุและเป็นตัวแปรที่เป็นผล และสามารถควบคุมตัวแปรที่เป็นสาเหตุอื่นในขณะที่ศึกษาตัวแปรที่เป็นสาเหตุตัวแปรใดตัวหนึ่ง

10. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง ความสามารถในการหาข้อสรุปหรือคำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการคาดคะเน ซึ่งอาจเป็นข้อสรุปของสิ่งที่

ไม่สามารถตรวจสอบโดยการสังเกต หรือเป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ที่เชื่อว่าจะเกิดขึ้นระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ข้อความของสมมติฐานกำหนดขึ้นโดยอาศัยการสังเกตประกอบกับความรู้และประสบการณ์เดิม กฎ หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

11. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Difining Operationally) หมายถึง ความสามารถในการระบุความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สังเกตได้กับสังเกตไม่ได้ เพื่อให้มีความเข้าใจตรงกันในสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้ ซึ่งการระบุความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการปฏิบัติการทดลองต่อไป

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting) หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการตรวจสอบสมมติฐานโดยการทลอง ซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง

13. ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุปของข้อมูล (Interpreting data and making conclusion) หมายถึง ความสามารถในการบรรยายความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำและอยู่ในรูปที่ใช้ในการสื่อความหมายแล้ว ซึ่งจะนำไปสู่การระบุความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531: 1-9) ได้แบ่งทักษะที่เป็นองค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ดังต่อไปนี้

1. ทักษะการสังเกต (Observation) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวกายเข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ โดยไม่ใช่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 อย่างคือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

2. ทักษะการวัด (Measurement) หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ

3. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying) หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Space/Space Relationship and Space/Time Relationship) หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งจะมีลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติคือ ความกว้าง ความยาว ความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

5. ทักษะการคำนวณ (Using Numbers) หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆมาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นได้ดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปแบบตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ (Prediction) หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นๆมาช่วยสรุปการพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Fomulating Hypothesis) หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นทางการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อนสมมติฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ซึ่งจะทราบได้ในภายหลังจากการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุน หรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่ ตัวแปร คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไปตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่นๆที่นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วยซึ่งต้องควบคุมให้เหมือนๆกัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมสิ่งอื่นๆที่นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนถ้าหากไม่ควบคุมให้เหมือนๆกัน

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติงานเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน ดังนี้

1) การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด

1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

1.2 อุปกรณ์และสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

2) การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริงๆ

3) การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจจะเป็นผลการสังเกต การวัดอื่นๆ

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion) การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมาย หรือ การบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่นด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

นอกจากนั้น วรรณทิพา รอดแรงค้า และ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2542: 3-6) ได้แบ่งทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ ทักษะที่ 1-8 เป็นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และทักษะที่ 9-13 เป็นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และขั้นผสม และความหมายของแต่ละทักษะมีดังนี้

1. การสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น ผิวกายเข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์เพื่อค้นหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น โดยไม่ใส่ความเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็นได้จากวัตถุหรือเหตุการณ์นั้น

2. การวัด (Measuring) หมายถึง การเลือกใช้เครื่องมือและการใช้เครื่องมือนั้นทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่วัด แสดงวิธีใช้เครื่องมือวัดอย่างถูกต้อง พร้อมทั้งบอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือ รวมทั้งระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. การจำแนกประเภท (Classifying) หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่มีอยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ และเกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Using Space/Time Relationships) สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองอยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติคือ ความกว้าง ความยาว ความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

5. การใช้ตัวเลข (Using Numbers) หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หารหรือหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่นๆมาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าเสียใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นได้ดี โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ การเขียนบรรยาย เป็นต้น

7. การลงความเห็นจากข้อมูล (Infering) หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ (Predicting) หมายถึง การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นๆมาช่วยสรุป เช่น การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ซึ่งทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อฒุลที่มีอยู่ เช่น การทำนายผลของ ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นต้น

9. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses) หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้หรือประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีมาก่อน สมมติฐาน คือ คำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีมาก่อน สมมติฐาน คือ คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามสมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งทราบได้ภายหลังจากการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนสมมติฐานหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการตั้งสมมติฐานต้องทราบตัวแปรจากปัญหาและสภาพแวดล้อมของตัวแปรไหนเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ถูกควบคุม

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Opertionally) หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ โดยอาศัยคำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองและวิธีวัดตัวแปรที่เกี่ยวกับการ

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมในการตั้งสมมติฐานหนึ่งๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปร เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่นๆนอกเหนือจากตัวแปรต้นที่ทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่มีการควบคุมให้เหมือนกัน

12. การทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้น คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดสอบจริง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติจริงและใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่นๆได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้องการบันทึกผลการทดลองอาจอยู่ในรูปตารางหรือการเขียนกราฟ ซึ่งโดยทั่วไปจะแสดงค่าของตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระบนแกนนอนและค่าของตัวแปรตามบนแกนตั้ง โดยเฉพาะในแต่ละแกนต้องใช้สเกลที่เหมาะสมพร้อมทั้งแสดงให้เห็นถึงตำแหน่งของค่าตัวแปรทั้งสองบนกราฟด้วย

13. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusion) การตีความหมายของข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายของข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่นๆด้วย เช่น การสังเกต การคำนวณ เป็นต้น และการลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคำถามและการตั้งคำถาม

งานวิจัยต่างประเทศ

ในต่างประเทศพบว่า ได้มีการนำเทคนิคการตั้งคำถามมาทดลองใช้ในการจัดการเรียนการสอนอย่างหลากหลายในยุโรปและอเมริกา ซึ่งงานวิจัยส่วนใหญ่เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อเปรียบเทียบการเรียนการสอนที่ผู้สอนใช้คำถามชนิดต่างๆที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับการคิดของนักเรียน และการพัฒนาความคิดริเริ่มของนักเรียน แต่งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการฝึกให้นักเรียนตั้งคำถาม ในวิชาวิทยาศาสตร์มีไม่มากนัก ดังงานวิจัยที่นำเสนอต่อไปนี้

จอร์ช ที แลดด์ และฮานส์ โอ แอนเดอร์สัน (George T. Ladd, and Hans O. Anderson, 1970 อ้างถึงใน ชไมพร คณูวัฒนา, 2530: 33) ได้สังเกตการสอนของครูซึ่งสอนวิชาวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลกในระดับเกรด 9 จำนวน 400 คน และศึกษาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนจำนวน 1000 คน ที่เรียนกับครูเหล่านี้ ผู้วิจัยใช้เครื่องมือของ Smith and Meux Classification System จำแนกพฤติกรรมการใช้คำถามของครูจากการอภิปรายก่อนการทดลองสามครั้ง แล้วแบ่งครูออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีการถามคำถามแบบสืบเสาะหาความรู้ระดับสูง และกลุ่มที่มีการถามคำถามแบบสืบเสาะหาความรู้ระดับต่ำ จากนั้นใช้แบบสอบสองฉบับกับนักเรียนทั้งหมด ฉบับ ก ประกอบด้วยคำถาม 25 ข้อ ซึ่งถามคำถามที่มีระดับสืบเสาะหาความรู้ระดับสูง ฉบับ ข ประกอบด้วยคำถามที่มีระดับสืบเสาะหาความรู้ระดับต่ำ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่สอนโดยครูที่มีคำถามแบบสืบเสาะหาความรู้ระดับสูงมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่สอนโดยครูที่มีคำถามแบบสืบเสาะหาความรู้ระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญทั้งแบบทดสอบฉบับ ก ฉบับ ข และรวมทั้งสองฉบับ ผลการวิจัยสรุปว่า พฤติกรรมการใช้คำถามของครูมีผลอย่างมากต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

สแตนเลย์ เอ อาการ์ด (Stanley A. Aagard, 1973) ได้ทำการวิจัยเรื่อง อิทธิพลของการใช้คำถามของครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนเกรด 11 มีวัตถุประสงค์ 2 ประการคือ 1) ต้องการให้นักเรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนมากที่สุดด้วยการใช้คำถามระดับสูงเพื่อให้มีส่วนร่วมในการเรียนการสอน 2) เพื่อปรับปรุงหลักสูตรวิชาเคมีให้ทันสมัย ผู้วิจัยแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม กลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม เนื้อหาวิชาที่ใช้สอนเป็นเรื่องเดียวกันทั้ง 3 กลุ่ม คือ เรื่องกัมมันตภาพรังสี และการแผ่รังสี แต่วิธีการสอนต่างกันคือกลุ่มควบคุมสอนโดยครูเป็นผู้ให้ข้อมูล

ส่วนกลุ่มทดลองใช้คำถามแบบสืบสวนสอบสวนทั้ง 2 กลุ่ม แต่กลุ่มหนึ่งใช้คำถามระดับสูง อีกกลุ่มหนึ่งใช้คำถามระดับต่ำ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองที่ใช้คำถามระดับสูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มทดลองที่สอนโดยใช้คำถามระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่สอนโดยไม่ใช้คำถามอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

แนนซี่ ซูซาน คอรินเดีย (Nancy Susan, 1982 อ้างถึงใน ชไมพร คณูวัฒนา, 2530: 35-36) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับคำถามของนักเรียน ระดับการคิดของนักเรียน และระดับคำถามของครู เพื่อทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับคำถาม และระดับการคิดของนักเรียนและระดับคำถามของครู โดยใช้ระบบการจำแนกคำถามในการสอนวิทยาศาสตร์ของ บลอสเซอร์ (Blosser' s Question Category System for Science) ทำการจำแนกคำถามของครู 3 คน และนักเรียนในชั้นที่ครูทั้ง 3 คนนี้สอน ระหว่างการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ใช้สื่อการสอนของ SCIS หรือ ESS และใช้การวิเคราะห์ของเปียร์เจท์ในการวิเคราะห์ระดับการคิดของนักเรียน คาดว่าคำถามระดับความจำและคำถามที่มีคำตอบถูกคำตอบเดียวจะทำให้เกิดการคิดระดับรูปธรรม ส่วนคำถามประเภทมีคำตอบถูกหลายคำตอบ และคำถามประเมินค่าจะทำให้เกิดการคิดระดับที่เป็นนามธรรม คำถามทั้งของครูและนักเรียนในเกรด 6 จำนวน 3 ห้อง ถูกจำแนกตามระดับและให้คะแนนใน 1 คาบของการเรียนวิทยาศาสตร์ แล้วครูจะได้รับการฝึกให้ถามคำถามระดับสูงเพิ่มขึ้นโดยใช้บทเรียนด้วยตนเอง (The Handbook of Effective Questioning Techniques) แล้วสังเกตและจดบันทึกคำถามของครูและนักเรียนในการเรียนวิทยาศาสตร์อีกครั้งหนึ่ง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนถือครูเป็นแบบอย่างในเรื่องการถามคำถาม นักเรียนที่มีระดับการคิดแบบรูปธรรม จะถามคำถามที่เป็นนามธรรมมากขึ้น หลังจากครูได้รับการฝึกให้ถามคำถามจะถามคำถามระดับสูงเพิ่มมากขึ้น

เฟรดส์ (Friends, 1975 อ้างถึงใน ฉลอง รุ่งเรือง, 2538: 64) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการใช้คำถามระดับสูงกับการพัฒนาความคิดริเริ่มของนักเรียนประถมศึกษา โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นครูระดับประถมศึกษาตอนกลางออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ให้ฝึกใช้คำถามขั้นสูงตามการจำแนกของ แซนเดอร์ (Sander) กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนจำนวน 303 คน จาก 14 โรงเรียน ใช้เวลาสอน 10 ชั่วโมง ผลการทดลองพบว่า คะแนนความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ความคิดริเริ่มในการตอบคำถามของนักเรียนกับการใช้คำถามของครูมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ และค่าความสัมพันธ์ของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์กับกลุ่มที่ใช้คำถามระดับสูงมีค่ามากกว่าความสัมพันธ์ของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของกลุ่มควบคุม

แซลติน คุคชิโอ – ชิริพา, เอช เอ็ดวิน เอ็ดวิน สทีเนอร์ (Santine Cuccio – Schirripa, H. Edwin Steiner, 1999) ได้วิจัยเพื่อศึกษาผลของการสอนและผลสัมฤทธิ์ของการใช้ระดับคำถามทางวิทยาศาสตร์ในหัวข้อที่สนใจมากและสนใจน้อยเป็นเครื่องชี้วัด กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนเกรด 7-8 ซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่สอนด้วยการให้นักเรียนตั้งคำถามแบบสืบสอบและกลุ่มที่ไม่ได้สอนด้วยการให้นักเรียนตั้งคำถามตามแนวสืบสอบ นักเรียนแต่ละกลุ่มจะเลือกหัวข้อ 2 หัวข้อที่เขาสนใจมากที่สุดและอีก 2 หัวข้อที่เขาสนใจน้อยที่สุดจาก Middle School Students' Science Topic Interest Rating Scale แล้วเขียนคำถามในแต่ละหัวข้อ ซึ่งคำถามแบ่งเป็นมาตร 4 ระดับที่ใช้อธิบายโดย The Middle School student' Sscience Question Rating Scale โดยคะแนนในแต่ละคำถามจะเป็นค่าเฉลี่ย 2 ตัววัดซึ่งรวมแต่ละระดับความสนใจของนักเรียนแต่ละคน และหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการตั้งคำถามของนักเรียนกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในวิชาการอ่าน การคำนวณและวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนด้วยการให้นักเรียนตั้งคำถามตามแนวสืบสอบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิชาการอ่าน วิชาวิทยาศาสตร์และคะแนนการตั้งคำถามสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการสอนด้วยการฝึกตั้งคำถามตามแนวสืบสอบ

กิลิ มาร์แบช – แอด และฟิลลิป จี. โซโกโลเว (Gili Marbach – Ad and Phillip G.SoKolove, 2000) ได้วิจัยเพื่อสำรวจชนิดของคำถามที่นักศึกษาสร้างขึ้นภายหลังจากที่ได้อ่านหนังสือแล้ว และสำรวจความสามารถของนักศึกษาในการพัฒนาการสร้างคำถาม ในการจำแนกคำถามของนักศึกษาผู้วิจัยใช้การจัดแบ่งประเภทคำถาม (taxonomy) ซึ่งได้รับการพัฒนาเชิงวิทยาศาสตร์ขึ้นเอง กลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 เป็นนักศึกษาระดับอนุปริญญา ในชั้นเรียนชีววิทยาเบื้องต้น ซึ่งได้รับการสอนด้วยรูปแบบเดิมๆ และ กลุ่มที่ 2 เป็นนักศึกษาระดับอนุปริญญา ในชั้นเรียนชีววิทยาเบื้องต้น ซึ่งได้รับการสอนด้วยรูปแบบใหม่ ที่มีการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกัน มีการกระตุ้นให้มีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้โดยการฝึกให้ตั้งคำถาม ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษากลุ่มที่ 2 มีความสามารถในการตั้งคำถามได้ดีกว่า รูปแบบคำถามค่อนข้างลึกซึ้ง มีเนื้อหาที่ครอบคลุมกว่าและคำตอบของคำถามไม่ได้ตอบได้อย่างง่ายๆ โดยการค้นหาจากหนังสือเรียนหรือแหล่งข้อมูลอื่นๆโดยตรง ลักษณะคำถามที่ดีที่สุดควรสามารถปรับใหม่ได้ ในฐานะที่เป็นคำถามเชิงวิจัยทางวิทยาศาสตร์หรือการตั้งสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ ในทางตรงกันข้าม เมื่อใช้การจัดแบ่งประเภทคำถามกับนักศึกษาในห้องเรียนที่สอนด้วยแบบเดิม ความสามารถในการตั้งคำถามไม่มีการพัฒนา

จากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศดังกล่าว สรุปได้ว่า มีการศึกษาการใช้คำถามในการจัดการเรียนในวิชาต่างๆ เช่น วิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป เคมี และชีววิทยา ทั้งนี้ส่วนใหญ่ศึกษาความสัมพันธ์โดยการ

เปรียบเทียบการใช้คำถามระดับต่างๆของผู้สอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระดับการคิดและการคิดริเริ่มของนักเรียน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่เรียนโดยใช้คำถามระดับสูงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระดับการคิดและการคิดริเริ่มสูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยใช้คำถามระดับต่ำหรือการสอนตามปกติ และยังศึกษาความสัมพันธ์โดยการเปรียบเทียบการเรียนการสอนที่มีและไม่มีการฝึกให้นักเรียนตั้งคำถามที่มีผลต่อความสามารถในการตั้งคำถามของนักเรียน พบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยได้รับการฝึกตั้งคำถามมีความสามารถในการตั้งคำถามและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกตั้งคำถาม เป็นการสนับสนุนว่าการใช้คำถามในการเรียนการสอนนั้นสามารถพัฒนานักเรียนทั้งด้านความรู้ ความคิด การคิดริเริ่ม และความสามารถในการตั้งคำถามได้ดี

งานวิจัยในประเทศ

การศึกษาเกี่ยวกับการใช้คำถามในการเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยนั้นมีงานวิจัยเรื่องนี้มากพอสมควร ซึ่งงานวิจัยส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง คือ ศึกษาเปรียบเทียบการเรียนการสอนที่ผู้สอนใช้คำถามชนิดต่างๆที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมกลุ่มของนักเรียน พฤติกรรมการตอบคำถามของนักเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ศึกษา ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการตั้งคำถาม กับพฤติกรรมด้านจิตพิสัยทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แต่งานวิจัยที่เกี่ยวกับการฝึกให้นักเรียนตั้งคำถามในวิชาวิทยาศาสตร์ พบเพียงเรื่องเดียวเท่านั้น งานวิจัยที่ศึกษามี ดังนี้

อำไพ ชูเฉลิมพร (2528) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการตั้งคำถามตามแนวคิดแบบสืบสอบกับพฤติกรรมด้านจิตพิสัยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งชั้น จำนวน 369 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบสอบความสามารถในการตั้งคำถามตามแนวคิดแบบสืบสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และแบบวัดพฤติกรรมด้านจิตพิสัยทางวิทยาศาสตร์ของ อรพรรณ เม่นแย้ม วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิเคราะห์หาความสัมพันธ์โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน หาจำนวนและค่าร้อยละของคำถามแต่ละประเภท ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการตั้งคำถามตามแนวคิดแบบสืบสอบและพฤติกรรมด้านจิตพิสัยทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันสูง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ .79 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ประเภทคำถามที่นักเรียนถามมากที่สุดคือ คำถามเพื่อการอธิบาย ส่วนประเภทของคำถามที่นักเรียนถามน้อยที่สุดคือ คำถามเพื่อการออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร นักเรียนใช้คำถามตามแนวคิดแบบสืบสอบขั้นต่ำมากกว่าใช้คำถามตามแนวคิดแบบสืบสอบขั้นสูง

วีรยุทธ วิเชียรโชติ (2525 อ้างถึงใน อำไพ ชูเฉลิมพร, 2528: 23-24) ได้ตั้งโครงการวิจัยการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนขึ้นโดยได้รับทุนสนับสนุนจากมูลนิธิเอเชีย โดยมีผู้เข้าร่วมการวิจัยเป็นนิสิตปริญญาโทในสาขาวัดผลการศึกษา 6 คน โสตทัศนศึกษา 1 คน อุดมศึกษาและการฝึกหัดครูฟิสิกส์ 1 คน ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นเวลา 2 ภาคเรียน คือ ภาคต้นและภาคกลาง คณะผู้วิจัยได้ทำโครงหุ่นการสอน (Teaching Model)เตรียมไว้ ใช้เวลาสอน 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ตามเนื้อหาที่ตกลงกับทางโรงเรียน ครูที่เป็นกลุ่มตัวอย่างมี 8 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่มๆละ 4 คน ครูกลุ่มทดลองได้ฝึกการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ครูกลุ่มควบคุมไม่ได้รับการฝึกการสอนแบบสืบสวนสอบสวน เป็นครูประจำการของโรงเรียนที่ทดลอง โรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างมี 2 โรงเรียน คือ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ทดลองสอนด้วยวิธีการสืบสวนสอบสวนชนิดนักเรียนเป็นผู้ถามและการสอนแบบเดิมอย่างละ 1 ห้องเรียน โรงเรียนสายน้ำทิพย์ 11 ห้องเรียน โดยแยกเป็นสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดนักเรียนเป็นผู้ถาม 2 ห้องเรียน สอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดครูเป็นผู้ถาม 1 ห้องเรียน สอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดครูและนักเรียนช่วยกันถาม 3 ห้องเรียน สอนแบบเดิม 5 ห้องเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าที (t-test) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดนักเรียนเป็นผู้ถามมีคะแนนเฉลี่ยของความคิดแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่คิดคะแนนจำนวนข้อคำถามและคุณภาพของคำถามในแบบทดสอบทั้งฉบับรูปภาพและฉบับข้อความสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ .01 ตามลำดับ นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอบแบบสืบสวนสอบสวนชนิดนักเรียนและครูเป็นผู้ถามมีคะแนนเฉลี่ยของความคิดแบบสืบสวนสอบสวนทุกแบบสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วัลภา จิรุวงศ์ (2528) ศึกษาความสามารถในการสร้างคำถามโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานครและเขตการศึกษา 1 มีการศึกษา 2525 จำนวน 821 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบสอบความสามารถในการสร้างคำถามโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนสร้างคำถามประเภทการสังเกตมากที่สุด รองลงมาคือ คำถามประเภทการอธิบาย การนำไปใช้ การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง และการควบคุมตัวแปร 2) นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำถามระดับต่ำ คือ สร้างคำถามขั้นการสังเกตและการอธิบายมาก ส่วนคำถามเป็นการตั้งสมมติฐาน การออกแบบ การทดลองและควบคุมตัวแปรและการนำความรู้ไปใช้ นักเรียนสร้างคำถามน้อย 3) นักเรียนในเขตการศึกษา 1 สามารถสร้างคำถามโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มากกว่านักเรียนในเขตกรุงเทพมหานคร 4) นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีความสามารถในการสร้างคำถามโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน 5) ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับเขตที่ตั้งโรงเรียนต่อความสามารถในการสร้างคำถามของนักเรียน

พรทิพย์ ไชยโส (2521 อ้างถึงใน ชไมพร คณูวัฒนา, 2530: 30-31) ทำการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้คำถามของครูวิทยาศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบระดับพฤติกรรมการใช้คำถามของครูวิทยาศาสตร์ที่สอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มัธยมศึกษาปีที่ 2 และมัธยมศึกษาปีที่ 1 เครื่องมือในการวิจัย คือ แบบสังเกตพฤติกรรมการใช้คำถามของครูที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อคำถามทางด้านความรู้ตามเกณฑ์การจำแนกของบลูม (Bloom' s Taxonomy) และคำถามทางด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์การจำแนกของสมาคม เอ เอ เอ เอส (AAAS) กลุ่มตัวอย่างคือ ครูวิทยาศาสตร์ที่สุ่มจากโรงเรียนประเภทโรงเรียนชาย โรงเรียนหญิง และโรงเรียนสหศึกษา ประเภทละ 3 โรงเรียน เป็นจำนวนครูทั้งสิ้น 27 คน การวิเคราะห์ข้อมูลจากเทปเพื่อจัดประเภทคำถามตามแบบสังเกตพฤติกรรมการใช้คำถามของครู พบว่า ครูถามคำถามทางด้านความรู้ขั้นความจำร้อยละ 53.78 และคำถามทางด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่กระบวนการสังเกต ร้อยละ 37.61 และครูทั้ง 3 ชั้น มีพฤติกรรมการใช้คำถามทางด้านความรู้และทางด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จินตนา พุทธินันท์ (2523 อ้างถึงใน ชไมพร คณูวัฒนา, 2530: 31) ได้วิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของสาร โดยใช้ระดับคำถามที่แตกต่างกัน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มที่ครูใช้คำถามในระดับต่ำ กับกลุ่มที่ครูใช้คำถามในระดับสูง และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ครูใช้คำถามระดับต่ำ และกลุ่มที่ครูใช้คำถามในระดับสูงกับกลุ่มที่ครูใช้คำถามตามปกติ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 3 กลุ่ม จำนวน 96 คนโดยคัดเลือกนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในภาคต้น ปีการศึกษา 2522 ไม่แตกต่างกัน กลุ่มทดลองมี 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 สอนโดยใช้คำถามที่เน้นความจำและคำถามที่มีคำตอบอย่างเดียว กลุ่มที่ 2 โดยใช้คำถามที่มีหลายคำตอบ และคำถามที่เป็นการประเมินค่าทั้ง 2 กลุ่มนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสอนเอง กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม สอนโดยอาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์สอนโดยใช้คำถามตามปกติ ไม่เน้นคำถามในระดับต่ำหรือระดับสูง เนื้อหาที่สอนคือ เรื่อง สมบัติของสาร ใช้เวลาสอน 16 คาบๆละ 50 นาที เมื่อจบบทเรียนมีการทดสอบด้วยแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง จำนวน 30 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น .79 วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Varience) ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เจริญ ศรีเพชรพงษ์ (2531) ได้วิจัยเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตั้งคำถามตามแนวคิดแบบสืบสอบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตั้งคำถามตามแนวคิดแบบสืบสอบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และเพื่อหาสมการถดถอยพหุคูณคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีคะแนนความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามตามแนวคิดแบบสืบสอบเป็นตัวทำนาย กลุ่มตัวอย่างประชากรได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากโรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 350 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบวัดความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งสร้างขึ้นโดยรับบาและแอนเดอร์เสน แบบทดสอบความสามารถในการตั้งคำถามตามแนวคิดแบบสืบสอบและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเอง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเปียร์สัน และวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณโดยเพิ่มตัวแปรเป็นขั้นๆ ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเท่ากับ 0.849 โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการตั้งคำถามตามแนวคิดแบบสืบสอบกับคะแนนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเท่ากับ 0.837 โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 3) เมื่อใช้คะแนนความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (X_1) กับคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามตามแนวคิดแบบสืบสอบ(X_2) เป็นตัวแปรทำนาย และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (Y) เป็นตัวแปรเกณฑ์ พบได้ว่าสมการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเป็นดังนี้ $Y = -18.733 + 0.500X_1 + 0.446X_2$

ฉลอง รุ่งเรือง (2538) ได้วิจัยเรื่อง การวิเคราะห์การใช้คำถามของครูและพฤติกรรมการตอบคำถามของนักเรียนในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนโครงการขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาการใช้คำถามของครูในด้านประเภทคำถาม ด้านลักษณะการใช้คำถาม และศึกษาพฤติกรรมการตอบคำถามของนักเรียนในโรงเรียนโครงการขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ กลุ่มตัวอย่างเป็นครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 13 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 13 ห้องเรียน ปีการศึกษา 2537 ซึ่งได้จากการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง และสุ่มแบบแบ่งชั้นหลายขั้นตอน จากโรงเรียนในโครงการขยายโอกาสขั้นพื้นฐานทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน จังหวัดสุพรรณบุรี เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสังเกตการใช้คำถามของครูและพฤติกรรมการตอบคำถามของนักเรียนในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมลด้วยการหาค่าร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า

1) การใช้คำถามของครูในด้านประเภทของคำถามนั้น ครูใช้คำถามแคบเป็นส่วนใหญ่ และใช้คำถามกว้างเป็นส่วนน้อย ในการใช้คำถามแคบนั้น ครูใช้คำถามความจำมากกว่าคำถามสรุปแคบ ส่วนการใช้คำถามกว้างนั้น ครูใช้คำถามเปิดกว้างมากกว่าคำถามประเมิน 2) ลักษณะการใช้คำถามของครูนั้น ครูใช้คำถามที่มีลักษณะการใช้คำถามที่ไม่ดีมากกว่าลักษณะการใช้คำถามที่ดี ในการใช้คำถามที่มีลักษณะการใช้คำถามที่ไม่ดีนั้น ครูใช้คำถามแล้วไม่มีการเสริมแรงมากที่สุด ส่วนลักษณะการใช้คำถามที่ดีนั้นครูใช้คำถามเป็นภาษาพูดเข้าใจง่ายมากที่สุด 3) พฤติกรรมการตอบคำถามของนักเรียนนั้น เป็นการตอบคำถามพร้อมกันเป็นหมู่มากที่สุด รองลงมาคือ การตอบคำถามด้วยความสมัครใจด้วยการยกมือตอบ และตอบคำถามครูหลังจากปรึกษากับเพื่อนแล้วน้อยที่สุด

กิตติชัย สุธาสิโนบล (2541) ได้ทำวิจัยเรื่อง ผลการใช้เทคนิคการตั้งคำถามของครู ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมกลุ่มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 วัตถุประสงค์ของการวิจัยคือ เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมกลุ่มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการตั้งคำถามซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบขึ้น กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนสวัสดีวิทยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 ซึ่งได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 36 คน เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการตั้งคำถามซึ่งผู้วิจัยออกแบบขึ้น กลุ่มควบคุมได้รับการสอนที่ไม่ได้ใช้เทคนิคการตั้งคำถามซึ่งผู้วิจัยออกแบบขึ้น (การสอนตามปกติโดยครูผู้สอนของโรงเรียน) การดำเนินการทดลองใช้แบบแผนการวิจัยแบบที่มีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแบบสุ่มและมีการทดสอบก่อนกับทดสอบหลังการทดลอง (Randomized Control Group Pretest-Posttest Design) และทดสอบสมมติฐาน โดใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) ผลการวิจัยพบว่า 1) คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการตั้งคำถามซึ่งผู้วิจัยออกแบบขึ้น หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง ทั้งในภาพรวม และในรายสมรรถภาพย่อย 2) คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ปรับแก้ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการตั้งคำถามซึ่งผู้วิจัยออกแบบขึ้น หลังการทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมทั้งในภาพรวมและในรายสมรรถภาพย่อย 3) คะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการตั้งคำถามซึ่งผู้วิจัยออกแบบขึ้น หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง ทั้งในภาพรวมและในรายสมรรถภาพย่อย 4) คะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับแก้ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการตั้งคำถามซึ่งผู้วิจัยออกแบบขึ้น หลังการทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมทั้งในภาพรวมและในรายสมรรถภาพย่อย ยกเว้นทักษะการวัดและทักษะการลงเห็นจากข้อมูลกลุ่มไม่แตกต่างกัน 5) นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการตั้งคำถามซึ่งผู้วิจัยออกแบบขึ้น มีคะแนนพฤติกรรมการปฏิบัติงานกลุ่มที่พึงประสงค์สูงกว่าคะแนนพฤติกรรมการปฏิบัติงานกลุ่มที่ไม่พึงประสงค์

จากงานวิจัยต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น พบว่าการใช้คำถามในการจัดการเรียนการสอนนั้น มีผลต่อผู้สอนในด้านการนำมาใช้เป็นเครื่องมือกระตุ้นนักเรียนให้เกิดการตอบสนองที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งการตอบสนองของนักเรียนจะมีประสิทธิภาพสูงก็ต้องขึ้นกับระดับของคำถามด้วย คำถามระดับสูงจะทำให้นักเรียนเกิดการตอบสนองที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าคำถามระดับต่ำ และมีผลต่อนักเรียนทั้งในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการตั้งคำถาม ระดับการคิด การคิดริเริ่ม โดยนักเรียนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เห็นความสำคัญและประโยชน์ของการเรียนที่มีการสอดแทรกคำถามนี้มาใช้ว่านักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถาม การคิดระดับสูง การคิดริเริ่ม เป็นต้น ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า การใช้คำถามโดยเฉพาะคำถามระดับสูงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพที่ดีขึ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

งานวิจัยในต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีอยู่เป็นจำนวนมากพอสมควร ซึ่งงานวิจัยส่วนใหญ่เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยงานวิจัยส่วนใหญ่จะศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์เพื่อเปรียบเทียบระหว่างการเรียนการสอนที่เน้นและไม่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาทางสติปัญญา ความสามารถในการคิดเชิงตรรกะ เป็นต้น แต่ยังไม่พบว่า มีงานวิจัยที่ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังนั้น เพื่อให้ได้ภาพรวมของงานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยขอเสนองานวิจัยที่สำคัญ ดังนี้

วิดเดน (Widden, 1972) ได้ศึกษาผลของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science :A Process Approach) โดยทดลองศึกษากับครู 26 คน นักเรียน 555 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองครูสอนตามหลักสูตร (SAPA) ครูที่สอนจะได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมครูสอนตามหลักสูตรเดิม และครูไม่ได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าหลักสูตรซาปา (SAPA) มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คือ นักเรียนในกลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม

เอล-เกสบี (El-Gosbi, 1982) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ในการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมกับการพัฒนาทางสติปัญญา และตัวแปรอื่นๆซึ่ง ได้แก่ คะแนนเฉลี่ยและความถนัดทางการเรียนวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาวิชาครูและวิชาวิทยาศาสตร์เป็นหลัก ในรัฐกรีนสโมสร จำนวน 85 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและแบบสอบการคิดเชิงตรรกะ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าความแปรปรวน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน การวิเคราะห์การถดถ้อยธรรมดา และการถดถอยพหุคูณหลายขั้นตอน ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักศึกษามีความสัมพันธ์กับคะแนนเฉลี่ยและความถนัดทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ชุง (Hsiung,1988) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ความสามารถในการคิดเชิงตรรกะและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เกรด 10 ในไทเปไต้หวัน ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนเกรด 10 จำนวน 635 คนแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีคะแนนจุดตัดในการสอบเข้ามหาวิทยาลัยปี 1986 ในระดับสูง 206 คน ปานกลาง 231 คน และต่ำ 198 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม (The Test of Integrated Process Skill II: TIPS II) และแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงตรรกะ ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมมีความสัมพันธ์ทางบวก กับความสามารถในการคิดเชิงตรรกะ ($r = 0.37$) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ความสามารถในการคิดเชิงตรรกะ และผลสัมฤทธิ์ทางการวิทยาศาสตร์ระหว่างเพศหญิงและชายไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รูบิน (Rubin, 1989) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ยุทธวิธีการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมกับผลสัมฤทธิ์ทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 382 คน ในรัฐเวย์นี แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ได้รับการสอนโดยครูที่ได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับยุทธวิธีการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม กลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนโดยครูที่ได้รับการฝึกอบรมวิธีสอนแบบควบคุมมีการเรียนอย่างครบวงจร กลุ่มที่ 3 ได้รับการสอนแบบดั้งเดิม วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่โดยวิธีเซฟเฟ (Scheffe 's multiple comparison) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนที่แตกต่างกันจะมีผลสัมฤทธิ์ทางทักษะกระบวนการทางวิทยาสาสตร์ขั้นผสมต่างกัน ทยาศาสตร์ต่างประเทศจะเห็นได้ว่าทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สามารถที่จะฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดขึ้นกับตัวนักเรียนได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น การให้ผู้สอนได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การทำกิจกรรมหรือการสอนโดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบการสอนดังกล่าวจะมีผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการ

งานวิจัยในประเทศ

การศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้มีผู้ศึกษาไว้มากพอสมควร ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อเปรียบเทียบการเรียนการสอนที่มีและไม่มีการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และความนิยมชมชอบของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ ส่วนการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับความสามารถในการตั้งคำถามของนักเรียนเป็นเรื่องใหม่ยังไม่พบว่ามีการศึกษางานวิจัยที่ศึกษามีดังนี้

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2528) ได้ศึกษาเรื่องการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมเพื่อช่วยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 127 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 63 คน ได้รับการฝึกทักษะขั้นผสมด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปที่ผู้วิจัยได้ดัดแปลงขึ้นพร้อมกับครูฝึก กลุ่มควบคุม 64 คน ได้รับการสอนปกติตามหลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะขั้นผสม โดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูปพร้อมกับครูฝึก มีผลสัมฤทธิ์ในการใช้ทักษะกระบวนการขั้นผสมสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามหลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ปรีชา ธรฤทธิ์ (2529) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนจากการสอนแบบสาธิตที่เสริมด้วยแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนาบอน จำนวน 60 คน แบ่งเป็น กลุ่มทดลอง จำนวน 30 คน ได้รับการสอนแบบสาธิตที่เสริมด้วยแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกลุ่มควบคุม จำนวน 30 คน ได้รับการสอนตามคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยได้ทดสอบหลังการเรียนด้วยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการพยากรณ์และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการสังเกต ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และทักษะการตั้งสมมติฐานทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

สุชิน เล้าอรุณ (2532) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ และศึกษาความนิยมชมชอบของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคต้น ปีการศึกษา 2531 โรงเรียนมัธยมฐานบินกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม จำนวน 92 คนได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิ แบ่งกลุ่มโดยการสุ่มออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจำนวนกลุ่มละ 46 คน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองที่เข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ และกลุ่มควบคุม ซึ่งไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01นั่นคือ นักเรียนที่เข้าค่ายกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมและนักเรียนกลุ่มทดลองมีความนิยมชมชอบต่อการเข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ในระดับชอบมาก ร้อยละ 100

นิรมิตร ภัทรสุวรรณกิจ (2535) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดการสอนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนตลิ่งชันวิทยา กรุงเทพมหานคร จำนวน 60 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน เรียนโดยใช้ชุดการสอนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ส่วนกลุ่มควบคุม 30 คน เรียนโดยวิธีปกติ ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนมีประสิทธิภาพ 87.44/85.23 ผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เรียม เทศสบาย (2538) ได้ศึกษาผลของการใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพนมดงรักวิทยา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพนมดงรักวิทยา จังหวัดสุรินทร์ ปีการศึกษา 2538 จำนวน 70 คนโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม จับสลากแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 35 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แบบฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม มีค่าความเชื่อมั่น 0.8016 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่น 0.8089 สถิติที่ใช้ในการวิจัย คือ t-test ผลการวิจัยพบว่า 1) แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีประสิทธิภาพ 82.47/82.37 2) ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปิยวรรณ สุขเกษม (2541) ได้ศึกษาพฤติกรรมการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดบุรีรัมย์ ตัวอย่างประชากรเป็นครูผู้สอนวิชาเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 5 คน ซึ่งได้จากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ กรอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสังเกตพฤติกรรมการสอนในชั้นเรียน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าร้อยละ แล้วนำเสนอในรูปตารางประกอบคำอธิบาย ผลการวิจัยพบว่า 1) พฤติกรรมการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใน 5 บทเรียน มี 12 ทักษะ ทักษะที่ครูไม่ได้สอน มีจำนวน 3 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน และการกำหนดและควบคุมตัวแปร 2) พฤติกรรมการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้สอนเคมีในแต่ละทักษะ ดังนี้ (2.1) การให้นักเรียนปฏิบัติด้วยตัวเอง ได้แก่ การสังเกต การวัด การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และการทดลอง (2.2) การใช้คำถาม ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภทและการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (2.3) การแนะนำให้ปฏิบัติและอธิบายเพิ่มเติม ได้แก่ การลงความเห็นจากข้อมูล และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ภายในประเทศจะเห็นได้ว่า การเรียนการสอนวิยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวก กับพัฒนาการทางสถิติปัญญา ความคิดเชิงตรรกะและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นอกจากนี้จะเห็นว่า การที่จะส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นมีหลายรูปแบบ เช่น การเข้าค่ายกิจกรรมวิทยาศาสตร์ การใช้ชุดฝึกกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตั้งคำถามของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยมีและไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ศึกษาข้อมูลจากหนังสือ เอกสาร วารสาร และงานวิจัยทั้งในประเทศ และต่างประเทศ เกี่ยวกับหลักการพื้นฐาน และทฤษฎีที่เกี่ยวกับการใช้เทคนิคการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. ศึกษาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น แบบเรียนคู่มือครู และหนังสือคู่มือประกอบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ว 203) ในเนื้อหาเรื่อง อาหาร ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนการสอน

3. ศึกษาหลักและวิธีการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และศึกษาวิธีวัดผล และประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสาธิตสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม โดยดำเนินการกำหนดกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. เลือกโรงเรียน โดยผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกโรงเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1.1 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลาง ประเภทสหศึกษา เปิดทำการสอนตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 นักเรียนมีระดับความสามารถ และองค์ประกอบต่างๆไม่แตกต่างจากโรงเรียนสาธิต สังกัดทบวงมหาวิทยาลัยทั่วไป

1.2 ผู้บริหารและครูในโรงเรียนให้การสนับสนุน และให้การร่วมมือเป็นอย่างดี

2. การสุ่มห้องเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยได้พิจารณาจากคะแนนสอบวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 102) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 7 ห้องเรียน แล้วทำการเลือกมา 2 ห้องเรียน โดยมีวิธีการตามลำดับดังนี้

2.1 นำคะแนนสอบวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 102) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 ของนักเรียนแต่ละห้องมาหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เป็นรายห้อง

2.2 เลือกห้องเรียนที่มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนสอบวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 102) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 ที่ใกล้เคียงกัน จำนวน 2 ห้อง แล้วทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 102) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 ของนักเรียนทั้ง 2 ห้อง โดยการทดสอบค่าที (t - test) และพบว่านักเรียนทั้ง 2 ห้อง มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ของคะแนนสอบวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 102) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปรากฏผลดังในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t–test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 102)ของนักเรียน 2 กลุ่ม ที่นำมาใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง	$\overline{X}$	S.D.	t – test
กลุ่มที่ 1	57.87	9.11	1.94
กลุ่มที่ 2	56.75	9.28	

*$p < 0.05$

2.3 เมื่อได้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 2 กลุ่มแล้ว ทำการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับฉลาก เพื่อกำหนดกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีนักเรียนจำนวนกลุ่มละ 33 คน ประกอบด้วยนักเรียนเพศชาย 18 คน นักเรียนเพศหญิง 15 คน ซึ่งนักเรียนกลุ่มทดลองให้เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมให้เรียนโดยใช้วิธีการสอนตามแบบปกติไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มี 2 ประเภท คือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มี 2 ชุด คือ
   1.1 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
   1.2 แบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 203) มี 2 แบบ คือ
   2.1 แผนการสอนที่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
   2.2 แผนการสอนที่ไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

รายละเอียดของการสร้างเครื่องมือ มีดังนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.) **เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล**

1. **แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์วิชาวิทยาศาสตร์** เรื่อง อาหาร และเนื้อหาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ใช้เป็นแบบวัดก่อนเรียนและหลังเรียน (Pretest - Posttest) ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ต่อไปนี้

1.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเอกสารเกี่ยวกับการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์

1.2 สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดทั้ง 13 ทักษะ โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาในหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 203) เรื่อง อาหาร และเนื้อหาวิทยาศาสตร์ทั่วไป (ว 101 และ ว 102) พิจารณากำหนดน้ำหนักของแบบวัดจากจุดประสงค์ในแผนการสอน และจุดประสงค์รายวิชา เพื่อกำหนดอัตราส่วนของแบบวัดที่เหมาะสม ซึ่งในการวิจัยนี้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 ประเภท คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน โดยแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นี้แบ่งเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยเน้นเนื้อหาเรื่อง อาหาร ในแบบเรียนวิทยาศาสตร์ ว 203 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) และตอนที่ 2 วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยเน้นเนื้อหาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนข้อสอบของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ของตอนที่ 1 และตอนที่ 2 จำแนกตามประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	จำนวนข้อสอบ		
	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	รวม
ขั้นพื้นฐาน			
1. ทักษะการสังเกต	3	2	5
2. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล	2	2	4
3. ทักษะการจำแนกประเภท	2	3	5
4. ทักษะการวัด	2	2	4
5. ทักษะการคำนวณ	3	3	6
6. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา	2	2	4
7. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	3	3	6
8. ทักษะการพยากรณ์	3	2	5
ขั้นผสมผสาน			
1. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	3	4	7
2. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	3	5	8
3. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	2	5	7
4. ทักษะการทดลอง	3	5	8
5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	9	2	11
รวม	**40**	**40**	**80**

1.3 สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาวิทยาศาสตร์ ให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมทั้ง 13 ทักษะ โดยสร้างเป็นแบบปรนัยเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก

จำนวน 80 ข้อ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อ คือ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบมากกว่า 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน

1.4 นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาวิทยาศาสตร์ ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณา แล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน (รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในภาคผนวก ก) ตรวจสอบ โดยในตอนที่ 1 ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความคลอบคลุมทักษะที่ต้องการวัด ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ตัวลวง และความถูกต้องด้านภาษา ส่วนในตอนที่ 2 ตรวจสอบความคลอบคลุมทักษะที่ต้องการวัด ลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ตัวลวง และความถูกต้องด้านภาษา พร้อมทั้งเสนอแนะเพื่อนำมาปรับปรุงและแก้ไข

1.5 นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากข้อแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไขแบบวัดที่สร้างขึ้น ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ข้อแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ สรุปได้ดังนี้

1. ควรขีดเส้นใต้หรือพิมพ์ตัวหนาในกรณีที่ข้อความในคำถามเป็นประโยคปฏิเสธ เช่น “ปัจจัยใดที่ **ไม่มี**ผลต่อความต้องการพลังงาน” เป็นต้น

2. ควรปรับภาษาที่ใช้ให้ถูกต้องและเหมาะสม เช่น “ความเร็ว” ควรเปลี่ยนเป็น “อัตราเร็ว” หรือตัวเลือกตอบในบางข้อไม่ควรใช้เพราะจะทำให้ ข้อสอบข้อนี้มีเพียง 3 ตัวเลือก เช่น “ข้อสรุปทุกข้อถูกต้อง”

3. รูปภาพและข้อความในรูปภาพมีขนาดเล็กเกินไป มองไม่ชัดเจน

4. คำชี้แจงควรอยู่เหนือข้อความที่กำหนดให้หรืออยู่เหนือตาราง

5. ข้อสอบบางข้อวัดไม่ตรงกับทักษะที่ต้องการวัด เช่น ต้องการวัดทักษะการตีความหมายข้อมูล แต่แบบวัดไปวัดทักษะการคำนวณ ดังตัวอย่างนี้ “ถ้ารับประทานหอยนางรมเพิ่มเป็น 200 กรัม จะทำให้ได้แคลเซียมและฟอสฟอรัสเป็นปริมาณเท่ากับรับประทานอาหารชนิดใดปริมาณ 100 กรัม”

6. ข้อสอบบางข้อเว้นวรรคตอนไม่ถูกต้อง

1.6 นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2544 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ซึ่งได้เรียนเรื่อง อาหารและเนื้อหาวิทยาศาสตร์ทั่วไปมาแล้ว จำนวน 100 คน

1.7 นำผลการวัดมาตรวจให้คะแนนแล้วนำผลการวัดมาหาค่าความเที่ยง โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน จากนั้นนำผลการวัดมาวิเคราะห์รายข้อ เพื่อหาค่าระดับความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก(r) แล้วนำผลการวิเคราะห์มาใช้ในการเลือกแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยถือเกณฑ์ว่าเลือกข้อสอบที่มีค่าระดับความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.2- 0.8 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ส่วนข้อสอบที่มีระดับความยากง่ายและอำนาจจำแนกไม่ตรงตามเกณฑ์ ผู้วิจัยได้นำมาปรับปรุงแก้ไขใหม่โดยปรับข้อคำถามและตัวลวงให้เหมาะสม

1.8 นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2544 ที่ผ่านการเรียนเรื่อง อาหาร และเนื้อหาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มาแล้วจำนวน 100 คน ซึ่งเป็นนักเรียนโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม แล้วนำมาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการวิเคราะห์พบว่า ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.90 มีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.23 - 0.79 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.20-0.80 จึงได้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารและเนื้อหาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ตามเกณฑ์ที่ต้องการไปใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ง)

2. แบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นข้อสอบอัตนัย ให้ตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ชนิด คือ คำถามเพื่อพัฒนาการสังเกต คำถามเพื่อพัฒนาการวัด คำถามเพื่อพัฒนาการคำนวณ คำถามเพื่อพัฒนาการจำแนกประเภท คำถามเพื่อพัฒนาการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา คำถามเพื่อพัฒนาการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล คำถามเพื่อพัฒนาการลงความคิดเห็นจากข้อมูล คำถามเพื่อพัฒนาการพยากรณ์ คำถามเพื่อพัฒนาการตั้งสมมติฐาน คำถามเพื่อพัฒนาการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ คำถามเพื่อพัฒนาการกำหนดและควบคุมตัวแปร คำถามเพื่อพัฒนาการทดลอง และคำถามเพื่อพัฒนาการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ใช้เป็นแบบวัดก่อนเรียนและหลังเรียน (Pretest - Posttest) ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

2.1 ศึกษาหนังสือ เอกสาร งานวิจัยทั้งภาษาไทย และต่างประเทศเกี่ยวกับการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.2 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับวิธีการสร้างและการประเมินผลข้อสอบแบบอัตนัย

2.3 ศึกษาข้อมูลจากหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ทั้งของต่างประเทศและในประเทศ เอกสาร และวารสาร ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ทั่วๆไป เพื่อนำมาวิเคราะห์หาข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แล้วนำไปสร้างแบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยสร้างเป็นแบบอัตนัย มีสถานการณ์ 10 สถานการณ์ จำนวน 20 ข้อ ซึ่งแบบวัดทั้งฉบับจะวัดครอบคลุมชนิดของคำถามทั้ง 13 ชนิด

2.4 สร้างแบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นข้อสอบแบบอัตนัยจำนวน 20 ข้อ จากการวิเคราะห์ความคลอบคลุมชนิดของคำถามทั้ง 13 ชนิด ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนข้อสอบของแบบวัดความสามารถในการตั้งคำถาม ในวิชาวิทยาศาสตร์ จำแนกตามชนิดของคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ชนิดของคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	จำนวนข้อสอบ
1. คำถามเพื่อพัฒนาการสังเกต	1
2. คำถามเพื่อพัฒนาการลงความคิดเห็นจากข้อมูล	2
3. คำถามเพื่อพัฒนาการจำแนกประเภท	2
4. คำถามเพื่อพัฒนาการวัด	1
5. คำถามเพื่อพัฒนาการคำนวณ	1
6. คำถามเพื่อพัฒนาการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสฯ	1
7. คำถามเพื่อพัฒนาการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	1
8. คำถามเพื่อพัฒนาการพยากรณ์	1
9. คำถามเพื่อพัฒนาการกำหนดและควบคุมตัวแปร	2
10. คำถามเพื่อพัฒนาการตั้งสมมติฐาน	2
11. คำถามเพื่อพัฒนาการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	2
12. คำถามเพื่อพัฒนาการทดลอง	2
13. คำถามเพื่อพัฒนาการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	2
รวม	**20**

2.5 สร้างเกณฑ์ในการให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละข้อ มีเกณฑ์ในการให้คะแนนที่แตกต่างกัน คือ ถ้าตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (คำถามชนิดที่ 1-8) ถูกต้องให้ 1 คะแนน และคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน (คำถามชนิดที่ 9-13) ถูกต้องให้ 2 คะแนน ถ้าตั้งคำถามผิดหรือไม่ตั้งคำถามหรือตั้งคำถามมากกว่า 1 คำถาม ให้ 0 คะแนน

2.6 นำแบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบภาษา และความครอบคลุมชนิดของคำถามทั้ง 13 ชนิด แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขหลังจากนั้นนำแบบวัดไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน (รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ ในภาคผนวก ก) พิจารณาความครอบคลุมชนิดของคำถามทั้ง 13 ชนิด ตลอดจนความชัดเจนของภาษา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ ดังรายละเอียดดังนี้

ข้อแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ สรุปได้ดังนี้

1. รูปภาพ และตัวหนังสือในรูปภาพมีขนาดเล็กเกินไป
2. ควรปรับภาษาที่ใช้ในสถานการณ์ต่างๆให้ถูกต้อง และเหมาะสม
3. รายละเอียดของบางสถานการณ์มีน้อยเกินไปไม่สามารถจะนำมาใช้ในการตั้งคำถามได้
4. สถานการณ์บางข้อนำมาจากในหนังสือ ว 014 เริ่มต้นกับโครงงานวิทยาศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ควรจะระบุแหล่งที่มาของสถานการณ์นั้นๆด้วย
5. ในบางสถานการณ์ ควรมีการเรียงลำดับเหตุการณ์ให้ชัดเจนและเข้าใจได้ง่ายด้วย

2.7 นำแบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ตรวจแก้ไข ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 35 คน ซึ่งเป็นนักเรียนโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม นำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ทำการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อหาความเที่ยง โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์อัลฟาของ ครอนบาค ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.70 จากนั้นนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อเพื่อหาค่าระดับความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก ซึ่งพบว่า แบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 20 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกและค่าระดับความยากง่ายอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ คือ มีค่าระดับความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.55 - 0.78 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.23-0.45 (รายละเอียด ปรากฏในภาคผนวก ง)

2.8 นำแบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาความถูกต้อง และความเหมาะสมจากข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์หาคุณภาพครั้งที่ 1 และนำข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา มาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม

2.9 นำแบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 5 คน ซึ่งเป็นนักเรียนโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของภาษาและความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นเพื่อใช้กับกลุ่มตัวอย่าง (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ข)

2.) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 203) เรื่อง อาหาร ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชุด ดังนี้ คือ

1. แผนการสอนที่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับกลุ่มทดลอง

2. แผนการสอนที่ไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับกลุ่มควบคุม

รายละเอียดของการสร้างเครื่องมือ มีดังนี้

1. แผนการสอนที่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยสร้างแผนการสอนโดยดำเนินตามขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา และขอบข่ายของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ จากหนังสือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น

1.2 ศึกษารายละเอียดเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแผนการสอน จากคู่มือครู และแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 203) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง อาหาร

1.3 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนการสอน จากเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 203) เรื่อง อาหาร

1.4 เขียนแผนการสอน ให้ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง อาหาร โดยในการดำเนินการสอนจะมีการให้นักเรียนได้ฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในระหว่างทำการเรียนการสอนในแต่ละแผนการสอน ซึ่งแผนการสอนนี้มีทั้งหมด 12 แผนการสอน และในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ขั้นตอนการสอน 4 ขั้น อันได้แก่

1.4.1 <u>ขั้นนำ</u> เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นหรือเร้าความสนใจของนักเรียนให้เกิดความต้องการ ความสนใจในการเรียน และความอยากรู้อยากเห็นด้วยการสนทนาตั้งคำถามและใช้สื่อประกอบ

1.4.2 <u>ขั้นกิจกรรม</u>

ก) กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการปฏิบัติการทดลองในห้องปฏิบัติการ

ผู้สอนจัดการเรียนการสอนเน้นวิธีสืบสอบ โดยให้นักเรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง คือ การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือในการค้นคว้าหาความรู้ โดยนักเรียนปฏิบัติการทดลองตามคำแนะนำในหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ (ว 203) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แล้วหาคำตอบด้วยตนเอง

ข) กิจกรรมการเรียนการสอนที่ไม่มีการปฏิบัติการทดลองในห้องปฏิบัติการ

ผู้สอนจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนใช้กระบวนการในการหาความรู้ โดยเป็นการเรียนการสอนที่เน้นการใช้กิจกรรมที่มีการแลกเปลี่ยนความรู้ประสบการณ์กัน ได้วิเคราะห์ อภิปรายในเรื่องที่เรียน โดยเน้นให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมนั้น

1.4.3 ขั้นอภิปราย ผู้สอนให้นักเรียนนำเสนอผลการทดลองที่ได้จากการปฏิบัติการทดลอง หรือผลงานที่ได้จากการลงมือทำกิจกรรม และอภิปรายผลการทดลอง หรือผลงานร่วมกับนักเรียน และฝึกให้นักเรียนตั้ง คำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.4.4 ขั้นสรุป ผู้สอนให้นักเรียนสรุปสาระความรู้ด้วยตนเองก่อน จากนั้นผู้สอนจึงช่วยเสริม และให้นักเรียนทำแบบฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคล โดยต่างคนต่างทำ ไม่มีการปรึกษากัน ให้นักเรียนทำภายในเวลา 10 นาที

1.5 นำแผนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาในด้านความตรงตามจุดประสงค์ และความตรงตามเนื้อหาหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ตลอดจนสื่อการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งจะนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ข้อเสนอแนะ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

1.6 นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ตรวจพิจารณาในด้านความตรงตามจุดประสงค์ และความตรงตามเนื้อหาหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ตลอดจนสื่อการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งจะนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ แสดงรายละเอียดในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 จำนวนคาบ และชนิดของคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ จำแนกตามหัวข้อเรื่อง อาหาร

แผนการสอน	หัวข้อ	จำนวนคาบ	ชนิดของคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
1	การทดสอบสารอาหาร	3	ทักษะการสังเกต ทักษะการจัดจำแนกประเภท
2	สารอาหารที่ให้พลังงาน	1	ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลง ข้อสรุป

ตารางที่ 4 (ต่อ)

แผนการสอน	หัวข้อ	จำนวนคาบ	ชนิดของคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3	กิจกรรม 7.2 อาหารมีพลังงานสะสมหรือไม่	3	ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ
4	สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน (กิจกรรม 7.3 การเปรียบเทียบวิตามินซีในผลไม้ชนิดต่างๆ)	3	ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
5	กิจกรรมลองทำดู (เปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในผัก ผลไม้อื่นๆ และเปรียบเทียบวิตามินซีในผักสดและผักสุกชนิดเดียวกัน	3	ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการพยากรณ์
6	วิตามินและแร่ธาตุ	3	ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา
7	ธาตุที่เป็นส่วนประกอบของอาหาร (กิจกรรม 7.4 อาหารประกอบด้วยธาตุอะไรบ้าง)	3	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการทดลอง
8	การกินอาหารให้ถูกสัดส่วน	2	ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการคำนวณ ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการตีความหมายข้อมูลและสรุป
9	โทษของการขาดสารอาหาร	2	ทักษะการสังเกต ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 (ต่อ)

แผนการสอน	หัวข้อ	จำนวนคาบ	ชนิดของคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
10	พลังงานจากอาหารกับกิจกรรมต่างๆ	3	ทักษะการคำนวณ ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
11	สิ่งเป็นพิษในอาหาร	2	ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
12	สำรวจอาหารที่ใช้สิ่งเจือปนการทดสอบผงชูรส	2	ทักษะการสังเกต ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป

1.7 นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากข้อแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไข แผนการสอนที่สร้างขึ้น (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ค)

2. **แผนการสอนที่สอนโดยไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์** ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนเช่นเดียวกับแผนการสอนที่สอนโดยมีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ เป็นแผนการสอนที่เน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง แต่ไม่ได้สอดแทรกการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการเรียนการสอนขั้นอภิปรายและขั้นสรุป (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ค)

การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยตนเอง โดยดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นดังต่อไปนี้

1. ขั้นเตรียมนักเรียนก่อนดำเนินการสอน

1.1 แนะนำวิธีการเรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองเข้าใจ ในหัวข้อดังต่อไปนี้

1.1.1 ความหมายและความสำคัญของคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.1.2 ประโยชน์ของการตั้งคำถามที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

1.2 ทำการทดสอบก่อนเรียน ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ใช้เวลา 90 นาที ในสัปดาห์แรกก่อนทำการทดลอง และจากนั้นทำการทดสอบก่อนเรียน ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ใช้เวลา 50 นาที ในสัปดาห์แรกก่อนทำการทดลองแล้วนำผลการทดสอบทั้งของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน มาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้สถิติทดสอบค่าที (t - test) เพื่อต้องการทราบว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันหรือไม่ ผลปรากฏว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. ขั้นดำเนินการสอน

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองกับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แผนการสอนที่สร้างขึ้นให้นักเรียนกลุ่มทดลองเรียนตามแผนการสอนโดยมีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมเรียนตามแผนการสอนโดยไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมเรียนตามแผนการสอนดังกล่าวกลุ่มละ 12 แผนการสอน ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มใช้เวลาในการเรียน ทั้งสิ้น 10 สัปดาห์ๆละ 3 คาบๆละ 50 นาที โดยนักเรียนกลุ่มทดลอง ใช้ระยะเวลาในการเรียนการสอน เริ่มตั้งแต่ 4 มิถุนายน ถึง 7 สิงหาคม 2544 ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุม ใช้ระยะเวลาในการเรียนการสอน เริ่มตั้งแต่ 6 มิถุนายน ถึง 9 สิงหาคม 2544

3. ขั้นหลังการสอน

3.1 เมื่อดำเนินการทดลองครบตามที่กำหนดไว้ในแผนการสอนแล้ว ผู้วิจัยทำการทดสอบนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มด้วยแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ หลังเรียนอีกครั้ง โดยให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ ในช่วงเวลาเดียวกัน และใช้เวลา 90 นาที

3.2 ภายในสัปดาห์เดียวกันนั้น ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มด้วยแบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนอีกครั้ง โดยให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มทำแบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในช่วงเวลาเดียวกัน และใช้เวลา 50 นาที

3.3 นำคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามจากแบบวัดมาวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน

ขั้นตอนของการเรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามและการเรียนโดยไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการทดลองปรากฏดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ขั้นตอนของการเรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามและการเรียนโดยไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการทดลอง

การเรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	**การเรียนโดยไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์**
1. ขั้นนำ ผู้สอนกระตุ้นหรือเร้าความสนใจของนักเรียนให้เกิดความต้องการ ความสนใจในการเรียนและความอยากรู้อยากเห็นด้วยการสนทนาตั้งคำถาม และใช้สื่อประกอบ	**1. ขั้นนำ** ผู้สอนกระตุ้นหรือเร้าความสนใจของนักเรียนให้เกิดความต้องการ ความสนใจในการเรียนและความอยากรู้อยากเห็นด้วยการสนทนาตั้งคำถาม และใช้สื่อประกอบ
2. ขั้นกิจกรรม 2.1) <u>กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการปฏิบัติการทดลองในห้องปฏิบัติการ</u> ผู้สอนจัดการเรียนการสอนเน้นวิธีสืบสอบ โดยให้นักเรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง คือ การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือในการค้นคว้าหาความรู้ โดยนักเรียนปฏิบัติการทดลองตามคำแนะนำในหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ (ว 203) ของสถาบันส่งเสริม	**2. ขั้นกิจกรรม** 2.1) <u>กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการปฏิบัติการทดลองในห้องปฏิบัติการ</u> ผู้สอนจัดการเรียนการสอนเน้นวิธีสืบสอบ โดยให้นักเรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง คือ การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือในการค้นคว้าหาความรู้ โดยนักเรียนปฏิบัติการทดลองตามคำแนะนำในหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ (ว 203) ของสถาบันส่งเสริม

ตารางที่ 5 (ต่อ)

การเรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	**การเรียนโดยไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์**
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แล้วหาคำตอบด้วยตนเอง 2.2) กิจกรรมการเรียนการสอนที่ไม่มีการปฏิบัติการทดลองในห้องปฏิบัติการ ผู้สอนจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนใช้กระบวนการในการหาความรู้ โดยเป็นการเรียนการสอนที่เน้นการใช้กิจกรรมที่มีการแลกเปลี่ยนความรู้ประสบการณ์กัน ได้วิเคราะห์ อภิปรายในเรื่องที่เรียน โดยเน้นให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมนั้น **3. ขั้นอภิปราย** ผู้สอนให้นักเรียนนำเสนอผลการทดลองที่ได้จากการปฏิบัติการทดลอง หรือผลงานที่ได้จากการลงมือทำกิจกรรมและอภิปรายผลการทดลอง หรือผลงานร่วมกับนักเรียนและฝึกให้นักเรียนตั้ง คำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ **4. ขั้นสรุป** ผู้สอนให้นักเรียนสรุปสาระความรู้ที่ได้เรียนในคาบนั้นด้วยตนเองก่อน จากนั้นผู้สอนจึงช่วยเพิ่มเติมและให้นักเรียนทำแบบฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคล โดยต่างคนต่างทำ ไม่มีการปรึกษากัน ให้นักเรียนทำภายในเวลาที่กำหนดให้	การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แล้วหาคำตอบด้วยตนเอง 2.2) กิจกรรมการเรียนการสอนที่ไม่มีการปฏิบัติการทดลองในห้องปฏิบัติการ ผู้สอนจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนใช้กระบวนการในการหาความรู้ โดยเป็นการเรียนการสอนที่เน้นการใช้กิจกรรมที่มีการแลกเปลี่ยนความรู้ประสบการณ์กัน ได้วิเคราะห์ อภิปรายในเรื่องที่เรียน โดยเน้นให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมนั้น **3. ขั้นอภิปราย** ผู้สอนให้นักเรียนนำเสนอผลการทดลองที่ได้จากการปฏิบัติการทดลอง หรือผลงานที่ได้จากการลงมือทำกิจกรรมและอภิปรายผลการทดลอง หรือผลงานร่วมกับนักเรียน โดยไม่มีการอภิปรายและการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนารทางวิทยาศาสตร์ **4. ขั้นสรุป** ผู้สอนให้นักเรียนสรุปสาระความรู้ที่ได้เรียนในคาบนั้นด้วยตนเองก่อน จากนั้นผู้สอนจึงช่วยเพิ่มเติมและไม่มีการทำแบบฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามข้อตอนดังนี้

1. หาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{ร้อยละ}$) ของคะแนนจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แล้วประเมินผลคะแนนของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลอง โดยนำค่าเฉลี่ยร้อยละเทียบกับเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดคือ ร้อยละ 70 และนำค่าเฉลี่ยมาแปลความหมาย

2. หาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$) ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แล้วประเมินผลตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยตั้งขึ้น คือ ร้อยละ 70 และนำค่าเฉลี่ยมาแปลความหมาย

3. วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม โดยการทดสอบค่าที (t - test) แบบทางเดียว

4. วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการทดสอบค่าที (t - test) แบบทางเดียว

5. วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง โดยการทดสอบค่าที (t - test) แบบทางเดียว

6. วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการตั้งคำถาม ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการทดสอบค่าที (t - test) แบบทางเดียว

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. การวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อหาค่าความเที่ยง ค่าระดับความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป IRT

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

หาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)ของคะแนนแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แล้วทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยการทดสอบค่าที (t-test) ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 7.5 FOR WINDOWs

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตั้งคำถามของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยมี และไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามของนักเรียนที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามและนักเรียนที่เรียนโดยไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามและนักเรียนที่เรียนโดยไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากการวิเคราะห์คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ปรากฏผลดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{ร้อยละ}$) ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาวิทยาศาสตร์หลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถาม(N=33)

คะแนน	$\overline{X}$	$\overline{X}_{ร้อยละ}$
คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ *	56.88	71.10

* คะแนนเต็ม 80 คะแนน

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามมีค่าฉลี่ยร้อยละของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์หลังการทดลองคิดเป็นร้อยละ 71.10 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 และจัดอยู่ในเกณฑ์ที่มีความสามารถอยู่ในระดับดี

<u>ตอนที่ 2</u> ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามของนักเรียนที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการตั้งคำถาม ในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ปรากฏผลดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{ร้อยละ}$) ของคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามในวิชาวิทยาศาสตร์หลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (N = 33)

ชนิดของคำถาม	คะแนน	$\overline{X}$	$\overline{X}_{ร้อยละ}$
1.การสังเกต	1	.939	93.90
2.การวัด	1	.878	87.80
3.การจำแนกประเภท	2	1.636	81.80
4.การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสฯ	1	.757	75.70
5.การคำนวณ	1	.878	87.80
6.การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	1	.787	78.70
7.การลงความเห็นจากข้อมูล	2	1.576	78.80
8.การพยากรณ์	1	.833	83.30
9.การตั้งสมมติฐาน	4	3.212	80.30
10.การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	4	2.908	72.70
11.การกำหนดและควบคุมตัวแปร	4	3.516	87.90
12.การทดลอง	4	2.664	66.60
13.การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	4	2.788	69.70
คะแนนรวม	**30**	**23.372**	**77.91**

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนรวมของแบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีค่าเท่ากับ 77.91 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และจัดอยู่ในเกณฑ์ที่มีความสามารถอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามชนิดต่างๆ พบว่า 1) ได้คะแนนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70 มี 11 ชนิด คือ คำถามเพื่อพัฒนาการสังเกต คำถามเพื่อพัฒนาการวัด คำถามเพื่อพัฒนาการจำแนกประเภท คำถามเพื่อพัฒนาการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา คำถามเพื่อพัฒนาการคำนวณ คำถามเพื่อพัฒนาการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล คำถามเพื่อพัฒนาการลงความเห็นจากข้อมูล คำถามเพื่อพัฒนาการพยากรณ์ คำถามเพื่อพัฒนาการตั้งสมมติฐาน คำถามเพื่อพัฒนาการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และคำถามเพื่อพัฒนาการกำหนดและควบคุมตัวแปร โดยคำถามเพื่อพัฒนาการสังเกต มีคะแนนค่าเฉลี่ยร้อยละสูงสุด คือ 93.90 2) ได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 มี 2 ชนิด คือ คำถามเพื่อพัฒนาการทดลอง และคำถามเพื่อพัฒนาการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป โดยมีคะแนนค่าเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 66.60 และ 69.70 ตามลำดับ

<u>ตอนที่ 3</u> ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถาม และนักเรียนที่เรียนโดยไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลองของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามและกลุ่มที่เรียนโดยไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ปรากฏผลดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t – test) ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนการทดลองของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามและกลุ่มที่เรียนโดยไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มตัวอย่าง	$\overline{X}$	S.D.	t – test
กลุ่มทดลอง	32.27	10.55	0.65
กลุ่มควบคุม	33.84	9.12	

*$p < 0.05$

จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนการทดลองของนักเรียนในกลุ่มที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกับนักเรียนในกลุ่มที่เรียนโดยไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

การวิเคราะห์คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์หลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามและกลุ่มที่เรียนโดยไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ปรากฏผลดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t – test) ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์หลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถาม และกลุ่มที่เรียนโดยไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มตัวอย่าง	$\overline{X}$	S.D.	t – test
กลุ่มทดลอง	56.88	9.30	2.96 *
กลุ่มควบคุม	49.27	11.45	

*$p < 0.05$

จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองของนักเรียนในกลุ่มที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนในกลุ่มที่เรียนโดยไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

<u>ตอนที่ 4</u> ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถาม และนักเรียนที่เรียนโดยไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการตั้งคำถาม ในวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลองของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยได้รับการฝึกตั้งคำถามและกลุ่มที่เรียนโดยไม่ได้รับการฝึกตั้งคำถาม ปรากฏผลดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t – test) ของคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนการทดลองของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถาม และกลุ่มที่เรียนโดยไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มตัวอย่าง	$\overline{X}$	S.D.	t – test
กลุ่มทดลอง	13.58	3.59	0.09
กลุ่มควบคุม	13.41	4.55	

*$p < 0.05$

จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนการทดลองของนักเรียนในกลุ่มที่เรียนโดยได้รับการฝึกตั้งคำถามไม่แตกต่างกับนักเรียนในกลุ่มที่เรียนโดยไม่ได้รับการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

การวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการตั้งคำถาม ในวิชาวิทยาศาสตร์หลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยได้รับการฝึกตั้งคำถามและกลุ่มที่เรียนโดยไม่ได้รับการฝึกตั้งคำถาม ปรากฏผลดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t - test) ของคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์หลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยได้รับการฝึกตั้งคำถามและกลุ่มที่เรียนโดยไม่ได้รับการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มตัวอย่าง	$\overline{X}$	S.D.	t - test
กลุ่มทดลอง	23.37	3.60	6.20*
กลุ่มควบคุม	14.22	3.78	

*$p < 0.05$

จากตารางที่ 11 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองของนักเรียนในกลุ่มที่เรียนโดยได้รับการฝึกตั้งคำถามสูงกว่านักเรียนในกลุ่มที่เรียนโดยไม่ได้รับการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตั้งคำถามของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยมี และไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการตั้งคำถาม หลังการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในวิชาวิทยาศาสตร์ 2) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตั้งคำถามของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ระหว่างกลุ่มที่มีและไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม แบ่งเป็น 2 กลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามมีนักเรียน 33 คนและกลุ่มที่เรียนโดยไม่มีการฝึกตั้งคำถามมีนักเรียน 33 คน โดยวิธีการสุ่มตามลำดับดังนี้ เลือกโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม เป็นกลุ่มตัวอย่างโรงเรียน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง จากนั้นสุ่มกลุ่มตัวอย่างนักเรียนจากโรงเรียนดังกล่าวโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย เพื่อให้ได้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ชุด ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหาร ที่ใช้สอนโดยมีการฝึกตั้งคำถามและแผนการสอนที่สอนโดยไม่มีการฝึกตั้งคำถาม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ 1) แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาวิทยาศาสตร์ เครื่องมือดังกล่าวมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.90 และ 2) แบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.70

วิธีรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบก่อนเรียนกับกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แล้วทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามที่ได้ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มดังกล่าวโดยการทดสอบค่าที (t-test) ปรากฏว่านักเรียนกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มมีค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการตั้งคำถาม ก่อนเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการสอนกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มด้วยตนเองตามแผนการสอนที่สร้างขึ้น โดยให้กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถาม และให้กลุ่มทดลองที่ 2 เรียนโดยไม่มีการฝึกตั้งคำถาม เป็นเวลากลุ่มละ 10 สัปดาห์ๆละ 3 คาบ รวมทั้งสิ้น 10 สัปดาห์ เมื่อครบทุกแผนการสอนแล้วให้นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการตั้งคำถาม แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{ร้อยละ}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และสถิติทดสอบค่าที (t-test)

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยเพื่อศึกษาการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตั้งคำถามของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยมีและไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ ได้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ สูงกว่าร้อยละ 70

2. นักเรียนที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ได้คะแนนความสามารถในการตั้งคำถามสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ สูงกว่าร้อยละ 70

เมื่อพิจารณาคะแนนค่าเฉลี่ยร้อยละของแบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามแต่ละชนิด พบว่า

2.1 นักเรียนได้คะแนนความสามารถในการตั้งคำถามชนิด คำถามเพื่อพัฒนาการสังเกต คำถามเพื่อพัฒนาการวัด คำถามเพื่อพัฒนาการจำแนกประเภท คำถามเพื่อพัฒนาการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา คำถามเพื่อพัฒนาการคำนวณ คำถามเพื่อพัฒนาการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล คำถามเพื่อพัฒนาการลงความเห็นจากข้อมูล คำถามเพื่อพัฒนาการพยากรณ์ คำถามเพื่อพัฒนาการตั้งสมมติฐาน คำถามเพื่อพัฒนาการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และคำถามเพื่อพัฒนาการกำหนดและควบคุมตัวแปร สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ สูงกว่าร้อยละ 70

2.2 นักเรียนได้คะแนนความสามารถในการตั้งคำถามชนิด คำถามเพื่อพัฒนาการทดลอง และคำถามเพื่อพัฒนาการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ต่ำกว่าร้อยละ 70

3. นักเรียนที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4. นักเรียนที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถาม มีความสามารถในการตั้งคำถามสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อภิปรายผล

1. พิจารณาคะแนนแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การวิจัยนี้พบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 70 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานของผู้วิจัยที่ตั้งขึ้น เนื่องจาก การตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเป็นคำถามเพื่อพัฒนาทักษะทางสติปัญญา ซึ่งการสอนโดยการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระหว่างที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์นี้ มีส่วนสำคัญยิ่งที่ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังปรากฏผลการวิจัยที่พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยได้รับการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยไม่ได้รับการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ วีระชาติ สวนไพรินทร์ (2531: 78) ที่ได้ศึกษาพบว่า การใช้คำถามที่ดีเป็นวิธีการหนึ่งที่จะฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นได้ และการใช้คำถามระดับสูงนั้น นอกจากจะพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้ว ยังช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย และสอดคล้องกับงานวิจัยของไรลีย์ (Rilley,1975:5152-A) ที่ได้ศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การลงมือปฏิบัติกิจกรรมจริง จะมีความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ใช้การสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ กิตติชัย สุธาสิโนบล (2541: 111) ที่พบว่าคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการตั้งคำถามซึ่งผู้วิจัยออกแบบขึ้น หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการตั้งคำถามที่ผู้วิจัยออกแบบขึ้น หลังการทดลองสูงกว่ากลุ่มที่สอนตามปกติ นอกจากนั้นยังสอดคล้องกับแนวคิดของ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2543: 2) ว่า “การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการคิดและกระบวนการคิดนั้น ผู้สอนสามารถฝึกให้ผู้เรียนได้คิด โดยการใช้คำถามกระตุ้นให้คิด คำถามต่างๆนั้นจึงสามารถพัฒนาให้นักเรียนเพิ่มพูนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประเภทต่างๆ ดังนั้นผู้สอนต้องรู้จักการใช้คำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งประเภทพื้นฐานและประเภทผสมผสานเป็นอย่างดี “

จากเหตุผลดังกล่าว เป็นการสนับสนุนว่า การฝึกให้นักเรียนตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนการสอนนี้ จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งขั้นพื้นฐานและขั้นผสมผสานเป็นอย่างดี และเป็นการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม ได้ทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม และได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตัวเอง จึงทำให้นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการเรียนรู้ในทางที่ดีได้ ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่ว่า “การเรียนรู้ด้วยตัวเองของนักเรียนนั้นจะส่งผลให้นักเรียนมีความตื่นตัวในการสร้างความรู้ได้ดี และเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายกับนักเรียน” (Hanley, 1994:25: อ้างถึงใน บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์, 2540: 11)

2. พิจารณาคะแนนรวมของแบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากการวิจัยพบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 70 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานของผู้วิจัยที่ตั้งขึ้น ผลการวิจัยที่ได้นี้ เนื่องจาก การฝึกให้นักเรียนตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียน อันนำไปสู่การพัฒนากระบวนการทางความคิดอย่างต่อเนื่องและมีเหตุผล นักเรียนกล้าแสดงออก กล้าถามคำถาม กล้าตอบคำถาม กล้าแสดงความคิดเห็น และนักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ภพ เลาหไพบูลย์ (2537: 157) ว่า “การใช้คำถาม เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดในการสืบเสาะหาความรู้จากกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้สอนกำหนดให้ ซึ่งนักเรียนจะมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนทุกขั้นตอน และการฝึกให้นักเรียนตั้งคำถามเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดอย่างเป็นระบบ ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ช่วยให้นักเรียนฝึกการใช้ความคิดเพื่อแก้ปัญหา ค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง เป็นการพัฒนาความคิดในระดับสูง” และสอดคล้องกับแนวคิดของ สุพิน บุญชูวงศ์ (2531: 104) และประจวบจิตร คำจตุรัส (2537: 4) ที่ได้ศึกษาพบว่า กลวิธีการใช้คำถามที่ดีจะช่วยให้นักเรียนเกิดความคิดอย่างเป็นระบบ ตลอดจนพัฒนาความรู้ความคิดของนักเรียน ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจอยากถามคำถามและอยากตอบคำถาม จึงทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น และเทคนิคการตั้งคำถามดังกล่าว ยังช่วยสร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างผู้สอนกับนักเรียน และระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้บรรยากาศการเรียนการสอนไม่ตึงเครียด มีความสนุกสนาน เป็นกันเอง ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์” ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ บลูม (Bloom, 1976: 13) ที่กล่าวว่า “การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน โดยมีการตอบโต้ระหว่าง

ผู้สอนกับนักเรียน มีการส่งเสริมการปฏิบัติกิจกรรมร่วมกัน ถือเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ" นอกจากนั้น เบียน (Bean, 1985:335-358) และ วูดวาร์ด (Woodward, 1992 : 146-152) มีแนวคิดที่สอดคล้องกันคือ "นักเรียนที่ฝึกตั้งคำถามจะมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น มีความจำที่ดีขึ้น เพราะคำถามของนักเรียนจะเป็นตัวนำไปสู่คำตอบ ไม่ว่านักเรียนจะเรียนและไม่ได้เรียนมาทางสายวิทยาศาสตร์ก็ตาม ในการคิดตั้งคำถามจะต้องรวบรวมความคิดออกมาผ่านทางคำถาม ดังนั้น จึงเป็นโอกาสของผู้สอนที่จะได้รับรู้ความคิด ความเข้าใจของนักเรียน" ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของคอมเมย์ราส (Commeyras, 1995: 101-106) ว่า "คำถามที่นักเรียนถามจะเป็นตัวกระตุ้นความรู้ ความเข้าใจของผู้สอนให้ขยายวงกว้างออกไป" และ ออร์ (Orr, 1999: 344-345) มีแนวคิดว่า " วิทยาศาสตร์จะดีนั้นต้องการเพียง 2 สิ่ง นั่นก็คือ หากท่านได้คำถามที่ตรงประเด็น ถูกต้อง ท่านก็ได้คำตอบที่ดี และตรงประเด็นด้วย

เมื่อพิจารณาคะแนนรวมที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น แม้ว่าคะแนนที่ได้จากความสามารถในการตั้งคำถามชนิด คำถามเพื่อพัฒนาการสังเกต คำถามเพื่อพัฒนาการวัด คำถามเพื่อพัฒนาการคำนวณ คำถามเพื่อพัฒนาการจำแนกประเภท คำถามเพื่อพัฒนาการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา คำถามเพื่อพัฒนาการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล คำถามเพื่อพัฒนาการลงความคิดเห็นจากข้อมูล คำถามเพื่อพัฒนาการพยากรณ์ คำถามเพื่อพัฒนาการตั้งสมมติฐาน คำถามเพื่อพัฒนาการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และคำถามเพื่อพัฒนาการกำหนดและควบคุมตัวแปร จะมีค่าเฉลี่ยร้อยละ สูงกว่า 70 แต่คะแนนที่ได้จากคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อีก 2 ชนิด คือ คำถามเพื่อพัฒนาการทดลองและคำถามเพื่อพัฒนาการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ เท่ากับ 66.60 และ 69.70 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด เมื่อนำคะแนนทั้ง 13 ชนิด มารวมกันแล้วทำให้คะแนนค่าเฉลี่ยร้อยละรวมแล้วได้ 77.91 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

3. พิจารณาคะแนนค่าเฉลี่ยร้อยละของแบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามการเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละชนิด

จากการวิจัยพบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองที่เรียนโดยมีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 70 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานของผู้วิจัยที่ตั้งขึ้น แต่มีค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์บางประเภทที่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานของผู้วิจัยที่ตั้งขึ้น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 70 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานของผู้วิจัยที่ตั้งขึ้นถึง 11 ชนิดคำถาม คือ คำถามเพื่อพัฒนาการสังเกต คำถามเพื่อพัฒนาการวัด คำถามเพื่อพัฒนาการคำนวณ คำถามเพื่อพัฒนาการจำแนกประเภท คำถามเพื่อพัฒนาการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา คำถามเพื่อพัฒนาการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล คำถามเพื่อพัฒนาการลงความคิดเห็นจากข้อมูล คำถามเพื่อพัฒนาการพยากรณ์ คำถามเพื่อพัฒนาการตั้งสมมติฐาน คำถามเพื่อพัฒนาการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และคำถามเพื่อพัฒนาการกำหนดและควบคุมตัวแปร ผลที่ได้จากการวิจัยนี้ เนื่องจาก คำถามเพื่อพัฒนาการสังเกต คำถามเพื่อพัฒนาการวัด คำถามเพื่อพัฒนาการคำนวณ คำถามเพื่อพัฒนาการจำแนกประเภท คำถามเพื่อพัฒนาการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา คำถามเพื่อพัฒนาการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล คำถามเพื่อพัฒนาการลงความคิดเห็นจากข้อมูล คำถามเพื่อพัฒนาการพยากรณ์ คำถามเพื่อพัฒนาการตั้งสมมติฐาน คำถามเพื่อพัฒนาการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และคำถามเพื่อพัฒนาการกำหนดและควบคุมตัวแปร โดยคำถามที่นักเรียนตั้งมากที่สุด คือ คำถามเพื่อพัฒนาการสังเกต มีค่าเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 93.90 อาจเนื่องมาจากสาเหตุต่างๆ ดังนี้

3.1.1 คำถามเพื่อพัฒนาการสังเกต คำถามเพื่อพัฒนาการวัด คำถามเพื่อพัฒนาการใช้ตัวเลขและคำนวณ คำถามเพื่อพัฒนาการจำแนกประเภท คำถามเพื่อพัฒนาการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา คำถามเพื่อพัฒนาการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล คำถามเพื่อพัฒนาการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และคำถามเพื่อพัฒนาการพยากรณ์ เป็นคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ยังไม่ใช้การคิดที่เป็นกระบวนการหรือเป็นขั้นตอน โดยเฉพาะคำถามเพื่อพัฒนาการสังเกต เป็นคำถามที่นักเรียนตั้งมากที่สุดเพราะว่า คำถามดังกล่าวนักเรียนได้เรียนรู้ และฝึกมาตั้งแต่ระดับประถมศึกษา โดยเฉพาะในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้เรียนรู้เรื่อง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เสมอๆ จึงเป็นผลให้นักเรียนตั้งคำถามเพื่อพัฒนาการสังเกตมากที่สุด

3.1.2 คำถามเพื่อพัฒนาการตั้งสมมติฐาน คำถามเพื่อพัฒนาการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และคำถามเพื่อการกำหนดและควบคุมตัวแปร แม้จะเป็นคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน เป็นการคิดระดับสูงที่มีการคิดซับซ้อนมากขึ้น แต่เนื่องจากคำถามดังกล่าวเป็นทักษะที่นักเรียนใช้เสมอๆ ตั้งแต่ระดับประถมศึกษาในวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต จนถึงระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในวิชาวิทยาศาสตร์ เมื่อนักเรียนได้รับการฝึกบ่อยๆจึงทำให้นักเรียนมีความชำนาญในทักษะดังกล่าว เป็นผลทำให้นักเรียนได้คะแนนความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 11 ประเภทสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดและอยู่ในเกณฑ์ดีและดีมากด้วย

3.2 ความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 70 ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานของผู้วิจัยที่ตั้งขึ้น 2 ประเภทคำถาม คือ คำถามเพื่อพัฒนาการทดลอง และคำถามเพื่อพัฒนาการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปได้คะแนนค่าเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 66.60 และ 69.70 อาจเนื่องมาจากสาเหตุต่างๆ ดังนี้

1) อาจเป็นเพราะผู้สอนมักจะใช้คำถามที่ใช้ความคิดระดับต่ำเป็นส่วนใหญ่ในการเรียนการสอน จึงส่งผลให้คำถามของนักเรียนออกมาในรูปคำถามขั้นพื้นฐานหรือคำถามที่ใช้ความคิดระดับต่ำด้วย ดังที่ แดเนียล เอส อาร์โนลม โรแนล เค แอทวูด และ เวอร์จิเนีย เอ็ม โรเจอร์ (Daniel S. Arnald, Ronald K. Atwood and Virginia M. Roger, 1973:395) ได้วิจัยพบว่า ผู้สอนที่สอนโดยใช้คำถามขั้นต่ำ นักเรียนก็จะใช้คำถามขั้นต่ำด้วย ส่วนผู้สอนที่สอนโดยใช้คำถามขั้นสูง นักเรียนก็จะใช้คำถามขั้นสูงด้วย จะเห็นได้ว่า คำถามของผู้สอนมีผลต่อการตั้งคำถามของนักเรียน ซึ่งแสดงถึงการใช้ความคิดของนักเรียนฉะนั้นผู้สอนควรจะให้ความสำคัญแก่การตั้งคำถามและควรตั้งคำถามขั้นสูงให้มากขึ้น

2) อาจเป็นเพราะผู้สอนไม่กระตุ้นนักเรียนให้ตั้งคำถาม ทำให้นักเรียนไม่มีการเรียนรู้ที่จะต้องตั้งคำถามในห้องเรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ กูด สลาวินส์ แฮรอลและอีเมอร์สัน (Good, Slavings, Haral & Emerson, 1987: 186) และ วูด และ วูด (Wood and Wood, 1988: 221) ว่า "การที่นักเรียนไม่ตั้งคำถามเนื่องจากตัวนักเรียนเอง และที่สำคัญผู้สอนไม่ชอบให้นักเรียนตั้งคำถาม ทำให้ผู้สอนไม่กระตุ้นนักเรียนให้แสดงความคิดเห็น ผลลัทธ์คือ นักเรียนไม่มีการเรียนรู้ที่จะต้องตั้งคำถามในห้องเรียน"

3) อาจเป็นเพราะผู้สอนมักจะสรุปผลการทดลองเอง แทนการให้นักเรียนเป็นผู้สรุป แล้วให้นักเรียนเรียนจดบันทึกตาม นักเรียนไม่เคยได้รับการฝึกให้สรุปผลการทดลองเอง ทำให้นักเรียนไม่สามารถสรุปผลการทดลองเองได้ เมื่อนักเรียนสรุปผลการทดลองไม่ได้ นักเรียนก็ไม่สามารถตั้งคำถามเพื่อพัฒนาการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปได้ ส่งผลให้นักเรียนไม่เกิดความตระหนักในการที่จะตั้งคำถามและการสรุปผลการทดลองด้วยตัวเอง

4) อาจเป็นเพราะการฝึกให้นักเรียนตั้งคำถามในการวิจัยครั้งนี้ มีระยะเวลาในการฝึกสั้น ทำให้ยังไม่เกิดเป็นทักษะ

5) อาจเป็นเพราะตัวนักเรียนเองไม่ค่อยเต็มใจที่จะคิดตั้งคำถาม และคำถามที่นักเรียนส่วนใหญ่ถามจะเป็นคำถามขั้นพื้นฐานหรือคำถามที่ใช้การคิดขั้นต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ดิลลอน (Dillon, 1988:197) ว่า "นักเรียนเล็กๆมักชอบถาม และจะถามมากขึ้นเมื่อโตขึ้นมา แต่จะเป็นตั้งคำถามถามเพื่อนและคนในครอบครัว แต่นักเรียนจะตั้งคำถามในชั้นเรียนน้อยลง เมื่อเรียนในระดับที่สูงขึ้น คือ โดยเฉลี่ยประมาณ 2 คำถามต่อชั่วโมง และคำถามส่วนใหญ่เป็นคำถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริงในธรรมชาติมากกว่าคำถามขั้นสูงที่ก่อให้เกิดกระบวนการคิดระดับสูง"

6) อาจเป็นเพราะหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่จัดทำขึ้นในปัจจุบันนั้น ไม่ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกคิดหาแนวทางออกแบบการทดลองปฏิบัติด้วยตัวเอง แต่กำหนดให้ปฏิบัติตามวิธีการทดลองในแบบเรียน คำถามที่มีในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นคำถามที่ใช้การคิดระดับต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รอช และรอยโชดฮูรี่ (Roth & Roychoudhury, 1993: 127-152) พบว่า การตั้งคำถามและการเรียนรู้ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ จะถามคำถามขั้นต่ำเป็นส่วนมาก มีการถามคำถามขั้นสูงน้อยมาก

7) อาจเป็นเพราะลักษณะเฉพาะของคำถามเพื่อพัฒนาการทดลอง ที่เป็นทักษะการคิดระดับสูงซึ่งประกอบด้วย ทักษะการออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกผลการทดลอง ซึ่งทั้ง 3 ทักษะนี้ต้องอาศัยความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ด้วย นอกจากนั้นคำถามเพื่อพัฒนาการทดลอง ยังเป็นคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน ที่รวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมดมาใช้ เป็นคำถามที่มีการคิดซับซ้อนมาก ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ลัดดา ภู่เกียรติ (2543: 13) ที่กล่าวว่า "ทักษะการทดลองเป็นทักษะที่รวบรวมเอาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมดหรือเกือบทั้งหมดมาใช้ " ส่วนคำถามเพื่อพัฒนาการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปก็เช่นเดียวกัน คือ ต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณมาช่วยด้วย เมื่อนักเรียนยังไม่เข้าใจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทุกทักษะอย่างชัดเจน จะมีผลทำให้นักเรียนมีทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ที่ไม่ถูกต้องได้ด้วย เป็นผลให้นักเรียนมีความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 ประเภทนี้ไม่ดีด้วย

จากเหตุผลต่างๆดังกล่าว สรุปได้ว่า การที่นักเรียนได้คะแนนจากแบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 11 ชนิด สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด เนื่องจาก เป็นคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน มีการคิดไม่ซับซ้อนมากนัก และแม้ว่าคำถามบางประเภทเป็นคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน แต่คำถามนั้นเป็นทักษะที่นักเรียนใช้บ่อยๆจนทำให้นักเรียนเกิดความชำนาญ จึงทำให้ได้คะแนนความสามารถในการตั้งคำถามสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และการที่นักเรียนได้คะแนนความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชนิด คำถามเพื่อพัฒนาการทดลอง และคำถามเพื่อพัฒนาการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด เนื่องจากคำถามดังกล่าวเป็นคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน มีการคิดที่ซับซ้อนมาก และต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทักษะอื่นๆเกือบทั้งหมดมาใช้ ผู้สอนมักใช้คำถามขั้นพื้นฐาน และไม่ค่อยกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามในชั้นเรียน ส่วนใหญ่ครูจะสรุปผลการทดลองให้นักเรียนฟังแล้วบันทึกตาม และที่สำคัญหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่ใช้นี้กำหนดให้นักเรียนปฏิบัติตามวิธีการทดลองในแบบเรียน ดังนั้นผู้สอนควรต้องหาแนวทางจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ฝึกให้นักเรียนมีความสามารถในการตั้งคำถามในระดับที่สูงขึ้นสำหรับการตั้งคำถามทั้ง 2 ชนิดดังกล่าว

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. **ข้อเสนอแนะสำหรับสถาบัน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องด้านการพัฒนาหลักสูตร**

ควรมีการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533 และ สาระการเรียนรู้กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีทักษะในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. **ข้อเสนอแนะสำหรับผู้สอน**

ควรพัฒนาและฝึกให้นักเรียนตั้งคำถาม ขณะมีการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ หรือให้งานหรือกิจกรรมที่ฝึกให้นักเรียนตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยมุ่งเน้นการฝึกให้นักเรียนตั้งคำถามทั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน โดยเฉพาะคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน ควรฝึกให้นักเรียนฝึกมากๆอยู่เสมอ เพื่อให้นักเรียนมีความชำนาญ และตั้งคำถามหรือมีนิสัยช่างซักถาม

3. **ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป**

3.1 ควรทำการศึกษาเรื่องเดียวกันนี้ โดยทำการศึกษาในระดับการศึกษาอื่นๆทั้งระดับประถมศึกษา และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

3.2 ควรวิจัยและพัฒนาชุดฝึกให้นักเรียนตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งในวิชาวิทยาศาสตร์สาขาอื่นๆ ได้แก่ ชีววิทยา วิทยาศาสตร์ทั่วไป เคมี ฟิสิกส์ วิทยาศาสตร์ชีวภาพและกายภาพ รวมทั้งวิชาอื่นๆด้วย

3.3 ควรทำการศึกษาตัวแปรตามอื่นๆที่นอกเหนือจาก ความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อาทิ เช่น แรงจูงใจ ความพึงพอใจในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสาร เป็นต้น

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กิตติชัย สุธาสิโนบล. **ผลการใช้เทคนิคการตั้งคำถามของครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมกลุ่มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร ,2541.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, **แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540-2544)**. กรุงเทพมหานคร : (ม.ป.ท.),2542.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, **สำนักงาน.พระราชบัญญัติแห่งชาติ พ.ศ. 2542**. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2542.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงานและกองทุนสนับสนุนการวิจัย, สำนักงาน. **วิกฤตการณ์วิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย**. กรุงเทพมหานคร : บริษัทดีไซร์จำกัด, 2541.

เจริญ ศรีเพชรพงษ์. **ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตั้งคำถามตามแนวคิดแบบสืบสอบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**. ปริญญานิพนธ์มหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช."เทคนิคการใช้คำถาม" **ในเอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1-7**. หน้า 308-318. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2527.

ฉลอง รุ่งเรือง. **การวิเคราะห์การใช้คำถามของครูและพฤติกรรมการตอบคำถามของนักเรียนในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนโครงการขยายโอกาสทางการศึกษาพื้นฐานสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

ธงชัย ชิวปรีชา. การใช้คำถามในห้องเรียน. **ข่าวสาร สสวท**. 2 (มกราคม 2521): 9-11.

นงนุช ภัทราดร. **สถิติการศึกษา**.กรุงเทพมหานคร:ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ,2534.

นิคม ทาแดง และสุจินต์ วิศวธีรานนท์."ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์".**เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ 3 หน่วยที่ 1- 5**. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช กรุงเทพมหานคร :วิคตอรีเพาเวอร์ พอยท์, 2525.

นิดา สะเพียรชัยและคณะ.**ปรัชญาและความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์**.อนุสรณ์งานพระราชทานเพลิงศพ รศ.ดร.นิดา สะเพียรชัย ณ วัดธาตุทอง.กรุงเทพมหานครโรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2527.

นิรมิต ภัทรสุวรรณกิจ. **ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดการสอนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2535.

บุบผา อนันตรศิริชัย. **การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับการเรียนร่วมชั้น**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532.

ประเวศ วะสี. **ปฏิรูปการศึกษายกเครื่องทางปัญญา ทางรอดจากความหายนะ**, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพมหานคร: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์, 2541.

ประจวบจิตร คำจตุรัส. “หน่วยที่ 8 การสอนวิทยาศาสตร์(1),”**ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 8 –12**.กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช,2537

ประยุกต์ ประทุมทิพย์. **วิธีการสอนทั่วไป**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์รุ่งเรืองธรรม, 2540.

ปิยวรรณ สุขเกษม. **การศึกษาพฤติกรรมการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมีในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดบุรีรัมย์**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

ปรีชา นิพนธ์พิทยา. **การประถมศึกษากับการพัฒนา**. กรุงเทพมหานคร: ธีรพงษ์การพิมพ์, 2524.

ปรีชา วงศ์ชูศิริ.”การจัดลำดับเนื้อหาและประสบการณ์” ,**เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1 –7** .พิมพ์ครั้งที่ 2.กรุงเทพฯ : สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2527.

ปรีชา ธรฤทธิ์. **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนจากการสอนแบบสาธิตที่เสริมด้วยแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต,มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,2529.

พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา.**สารัตถะและวิทยวิธีทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 5 – 7** .นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์,มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2537.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. **ความสัมพันธ์ระหว่างกลวิธีการสอน คุณภาพของกลวิธี เวลาที่ใช้ในการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นในกรุงเทพมหานคร**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. **คำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์**.ในเอกสารอบรมโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอน,24-26 พฤศจิกายน 2543.

ภพ เลาหไพบูลย์. **การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมึกษา**. เชียงใหม่ : โรงพิมพ์เชียงใหม่คอมเมอริเชียล, 2537.

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

เรขา ทองคุ้ม. **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาระหว่างการสอนโดยเน้นการใช้คำถามประเภทแคบกับการสอนโดยเน้นคำถามประเภทกว้าง**. วิทยานิพนธ์ปริญญานิพนธ์มหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523.

เรียม เทศสบาย. **ผลของการใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพนมดงรักวิทยา**.ปริญญานิพนธ์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2538.

โรจนี จะโนภาษ และคณะ. แบบจำลองทักษะการสอนจุลภาค: **ทักษะการตั้งคำถาม**.กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2522.

ลัดดา ภู่เกียรติ. โครงงานวิทยาศาสตร์และทักษะที่จำเป็นในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์. ใน**เอกสารประกอบการประชุมวิชาการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา**,หน้า 101–119. 20-21 มกราคม 2544 ณ อาคารเฉลิมพระเกียรติมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

วรรณทิพา รอดแรงค้า. **การศึกษาองค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม เพื่อช่วยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประสบความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์.ภาควิชาการศึกษา**,คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,2528.

วรรณทิพา รอดแรงค้า และพิมพันธ์ เดชะคุปต์. **กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครู**.สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ, 2532.

วรรณทิพา รอดแรงค้า และพิมพันธ์ เดชะคุปต์. **การพัฒนาการคิดของครูด้วยกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์**. สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ, 2542.

วรรณทิพา รอดแรงค้า .**การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการ.กรุงเทพฯ** :ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,2540.

วัลภา จิรุวงศ์. **การวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำถามโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานครและเขตการศึกษา 1**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2538.

วิชาการ, กรม. **คู่มือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)**. กรุงเทพมหานคร : กรมวิชาการ, 2534.

วิชาการ , กรม กระทรวงศึกษาธิการ.**แผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต**.สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ,2536

วินิจ เกตุขำ.**หลักการสอนและการเตรียมประสบการณ์ภาคปฏิบัติ**. กรุงเทพมหานคร: ม.ป.ท.,2525.

วิชัย ดิสระ และคณะ. **คำถามและการใช้คำถาม**. กรุงเทพมหานคร: ฟันนี่พลับบลิชชิ่ง, 2519.

วีระชาติ สวนไพรินทร์. **การสอนวิทยาศาสตร์**.กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2531.

วีระยุทธ วิเชียรโชติ. **จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์อำนวยการพิมพ์ม, 2521.

ศึกษาธิการ, กระทรวง, กรมวิชาการ. **ผลการประเมินคุณภาพการศึกษา ปีการศึกษา 2540**. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2540.

ศึกษาธิการ, กระทรวง, กรมวิชาการ. **หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)**. กรุงเทพมหานคร : คุรุสภา, 2533.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. **คู่มือครูวิชาฟิสิกส์ เล่ม 2**. กรุงเทพมหานคร : คุรุสภา, 2519.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,สถาบัน.**แนวการสอนแผนใหม่**.กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,2522(อัดสำเนา)

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,สถาบัน.**ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์**. 2531. (อัดสำเนา).

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. **คู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ ว 203**. กรุงเทพมหานคร : คุรุสภา, 2537.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. **หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 203**. กรุงเทพมหานคร : คุรุสภา, 2537.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. **หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 101** กรุงเทพมหานคร : คุรุสภา, 2537.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. **หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 102**. กรุงเทพมหานคร : คุรุสภา, 2537.

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. **การสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: 2542.

สุจินต์ วิศวธีรานนท์. ระบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. **เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1-7**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร:สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสโขทัยธรรมาธิราช, 2525.

สุพิน บุญชูวงศ์.**หลักสูตรการสอน**. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ วิทยาลัยครูสวนดุสิต,2531.

สุวัฒก์ นิยมค้า. **ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม** 1. กรุงเทพมหานคร: เจนเนอรัลบุ๊คเซนเตอร์, 2531.

สุวัฒก์ นิยมค้า. **ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม** 2. กรุงเทพมหานคร: เจนเนอรัลบุ๊คเซนเตอร์, 2531.

สุรางค์ โค้วตระกูล. **จิตวิทยาการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 8 . กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.

สุชิน เล้าอรุณ. **การศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2ที่เข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์และศึกษาความนิยมชมชอบของนักเรียนที่มีค่ายกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2532.

ไสว ฟักขาว.**การพัฒนาระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2536

เสริมศรี เสวตามร และสาลี่ งามศิริ. “วิเคราะห์วิธีการสอนแบบต่างๆ”.**วารสารครุศาสตร์**. 8 (กรกฎาคม 2529) : 8 – 9

อรวรรณ เลิศสังข์.**การวิเคราะห์ประเภทคำถามของครูสอนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดสุพรรณบุรี**.ปริญญานิพนธ์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร,2524.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาษาอังกฤษ

Aagard, Stanley A. Oral Questioning by the teacher: Influence on Student Achievement in Eleventh Grade Chemistry. **Dissertation Abstracts International.** 34(August 1973): 631-632A.

Allison, A.W., & Shrigley, R.L. Teaching children to ask operational question in science. **Science Education**.70 (July 1986): 73-80.

Andra, Thomas. Does Answering Higher - Level Questions While Reading Facilitate Productive Learning?. **Review of Educational Research.** 49 (Spring 1979): 282-283.

Arnold, Daniel S., Atwood, Ronald K., and Roger. Verginia M. An Investigation of Relationships among Question Level Respose Level and Lapse Time. **School Science and Mathematice**. 73 (October 1973): 591-595.

Barry, Barry. **A Synthesis of Teaching Methods**, 2nd ed. Sydney: McGraw Hill Book Company, 1973.

Bean, T.W. Classroom questioning strategies: Directions for applied research. In A.C. Graesser & J.B. Black (Eds.), **The psychology of questioning.** Hillsdale, NJ: Erlbaurm.35-01 (1985): 335.

Beyer, B.K. **Practical Strategies for the teaching of thinking.** Boston : Allyn & Bacon. 1987.

Bloom, Benjamin S. **Taxonomy of Education objective Hand Book I: Cognitive Domain.** New York: David Mac Kay Company, 1956.

Bloom, Benjamin S. **Human Characteristics and School Learning**. New York: McGrew Hill Book Company, 1976.

Brown, George A. **Statistical Analysis in Psychology and Education.** 5 th ed. Tokyo: Kosaido Printing, 1971.

Callahan, Joseph F. and Clark, Leonard H. Question and Respones Levels and Lapse Time Interval. **The Journal of Experimental Education.** 43 (Fall 1982): 154.

Commeyras, M. What can we learn from students' question?. **Theory into Practice.** 34 (February 1995): 101.

Cuccio-Schirripa. **The effects of interest, instruction, and achievement on the science question level of middle school students.** Doctoral dissertation, University of South Florida. Dissertation Abstracts International. 58,(August 1999): 4222A.

Cunningham, Roger T. Developing Questioning-Asking Skills. In **Developing Teacher Competencies.** Edited by James E. Weigand. Englewood Cliffs, NJ. :Prentice Hall, (1971):81-103.

Dillon, J.T. The remedial status of student questioning. **Journal of Curriculum Studies.** 20(May 1988): 197-210.

El-Gosbi, A.C. **Inquiry Teachiques for Teaching Science.** New York: Prentice-hall, 1982.

Ennis, R. H. Goals for the critical thinking curriculum. In A.L. Costa (Ed.), Developing minds : **A resource book for teaching thinking.** Alexandria, VA:Association for Supervision and Curriculum Development,1985.

Gallagher, Jame J. and Mary Jane Aschner. A Preliminary Report of Analysis of Classroom Interaction. **The Merrill Palmer Quarterly of Behavior and Development.** 9 (July 1963): 183-194.

Gega, Peter C. **Science in Elementary Education.** 6 th ed. New York : Mac-Millan, 1990.

Gili Marbach-Ad and Phillip G. Sokolove. Can Undergraduate Biology Students Learn to Ask Higher Level Questions. **Journal of research in science teaching.** 37(May 2000): 854-870.

Gillespie, C. Questions about student - generated questions. **Journal of Reading.** 34 (November 1990): 250-257.

Good, T.L. & Brophy, J. **Educational psychology.** New York : Longman, 1995.

Hsiung. C.J. Reletionships among Integrated Science Process Skill Achievement, Logical Thinking Abilities, and Acadermic Science Achievement of Tenth Grade Public School Students in Taipei, taiwan, Republic of China. **Dissertation Abstracts International.** 49 Zseptember 1988): 2606A.

Iran-Nejad, A.,& Cecil, C. Interest and learning : **A biofunctional perspective.** In K.A. Renninger, S. Hidi, & Krapp (Eds.), The role of interest in learning. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1992.

Klopfer, Leopold E. Evaluation of Learning in Science. In **Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning.** Edited by Benjamin S. Bloom, et al. New York: Mc Craw-Hill,1971.

Kusland, Louis I., and A. Harris Stone. **Teaching Chidren Science: An inquiry approach.** Belmont, California:Wadsworth Publishing Company, Inc.1968.

Ladd, George T., and Hans O. Anderson. Questions and Earth Science Teaching: Using Your Influence Effictively. **Journal of Geological Education.** 1 (November 1970): 395-400.

Lowery, Lawrence FF. And William H. Leonard. A Comparison of Questioning Styles Among Four Widely Used High School Biology Texbooks. **Journal of Research in Science Teaching.** 15 (January 1978): 2.

Mill, H.R. Text-based and knowledge-based questioning by children. **Cognition and Instruction.** 9 (June 1972):72.

Nacino – Brown, R. Festus E. Oke and Desmond P. Brown. **Curriculum and Instruction.** The Macmillan Press,1982.

Orr, H. A. An evolutionary dead end? **Science.** 285(1999):343-344.

Pactic, Lida. The constructivist learning model. **The Science Teacher.** 56 (June 1995): 413.

Resnick, L.B. Introduction. In L.B. Resnick (Ed.). **Knowing, learning, and instruction (pp. 1-24).** Hillsdale, NJ : Erlbaum,1989.

Rilley, Joseph Phillip.The Effect of Science Process Training on Presewice Elementary Teacher's Process Skills Abilities Under Standing of Science Teaching. **Dissertation Abstracts Interantional.**35 (February1975):5152-A.

Roth, W.M., & Roychoudhury, A. The development of science process skills in authentic contexts. **Journal of Research in Science Teaching.** 30,(April 1993): 127-152.

Rowntree, Derek. Good science begins with good questions. **Journal of College Science Teaching.** (1981): 72.

Rubin, R.L. Using a Systematic Modeling Teaching Strategy to Promote the development of Integrated Science Process Skills and Formal Cognitive Reasoning Ability (Reasoning). **Dissertation Abstracts International.** 50 (November 1989): 8409A.

Sanders, Norris M. **Classroom Question: What kind?.** New York: Harper and Row, 1966.

Santine Cuccio-Schirripa, H. Edwin Steiner. Enhancement and Analysis of Science Question Level for Middle School Students. **Journal of research in science teaching.** 37(September 1999): 210-224.

Stewart, M. D. Conitive and Affective Process Development and Their Relation to the Use of Lecture and Transition among Lecture Question and Student Tnitiated Comments. **Dissertation Abstracts International.** 36 (October 1975) : 2125-A.

Suchman, J. Richard. **Developing Inquiry.** Chicago: Science Research Associates, 1966.

The National Assessment of Education Process (NAEP). Measueing the Process of Science of Science Objectives. **Science Education.** 62 (January 1978): 19-30.

Widden, M.F. A Product Evaluatiom of Science A Process Approach.**Dissertation Abstracts International.** 32 (January 1972): 3583A.

Woodward, C. Raising and answering question in primary science: Some Considerations. **Evaluation and Reasearch in Education.**6 (December 1992): 146-152.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการภาคผนวก

ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ
ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
ค เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
ง คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายนามผู้ทรงทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. อาจารย์ ดร. สุมาลี กาญจนชาตรี — อาจารย์ประจำหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. อาจารย์ กนกศักดิ์ ทองตั้ง — นักวิชาการประจำสาขาวิทยาศาสตร์ มัธยมศึกษา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. อาจารย์ กรรณิการ์ จันทร์หิรัญ — นักวิชาการสอบ 7 ประจำสำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นวนจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ — อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พเยาว์ ยินดีสุข — อาจารย์ประจำหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
3. อาจารย์ ดร. สมศรี ตั้งมงคลเลิศ — ผู้ชำนาญการประจำสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแผนการสอน

1. อาจารย์ ดวงกมล เหมะรัต — อาจารย์ประจำหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนเทพศิรินทร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. อาจารย์ ธาริณี วิทยาอนิวรรตน์	อาจารย์ประจำหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิยาลัย ฝ่ายมัธยม
3. อาจารย์ นิตยา เจริญนิเวศนุกุล	หัวหน้าหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนแจงร้อนวิทยา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์
2. แบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์วิชาวิทยาศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง อาหารและเนื้อหาวิทยาศาสตร์ทั่วไป

คำชี้แจงในการทำแบบวัด

1. แบบวัดนี้มีจำนวน 28 หน้า จำนวนข้อสอบ 80 ข้อ
   คะแนนเต็ม 80 คะแนน เวลาที่ใช้ในการทดสอบ 80 นาที
   ข้อสอบมีทั้งหมด 2 ตอน คือ
   - ตอนที่ 1 เรื่องอาหาร จำนวนข้อสอบ 40 ข้อ
   - ตอนที่ 2 เนื้อหาวิทยาศาสตร์ทั่วไป จำนวนข้อสอบ 40 ข้อ

2. ให้นักเรียนอ่านคำถามให้เข้าใจแล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยใช้ดินสอ 2B ระบายลงในช่องวงกลมที่ตรงกับหมายเลขที่เลือกในกระดาษคำตอบ ตัวอย่างเช่น

ข้อ	1	2	3	4
0	O	O	O	O

3. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนแปลงคำตอบให้ใช้ยางลบดินสอลบออกให้สะอาด แล้วระบายเลือกคำตอบใหม่ ห้ามใช้น้ำยาลบคำผิดเป็นอันขาด
4. ห้ามขีดฆ่า ทำเครื่องหมายหรืออักษรใดๆลงในแบบวัดและกระดาษคำตอบ
5. ให้นักเรียนส่งแบบวัดและกระดาษคำตอบคืนผู้คุมสอบ เมื่อครบเวลาที่กำหนด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

♣ แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ♣

<u>ตอนที่ 1</u> (เรื่อง อาหาร)

1. เด็กชายป๋อมเฝ้าดูการทดสอบสารอาหารในไข่ขาว ผลการสังเกตการทดสอบสารอาหารของเด็กชายป๋อมคือข้อใด

1. ไข่ขาวที่นำมาทดลองคือไข่เป็ด
2. ไข่ขาวถูกต้มนาน 20 นาที
3. ไข่ขาวเมื่อทดสอบด้วยวิธีไบยูเร็ตเปลี่ยนเป็นสีม่วง
4. ไข่ขาวมีสารอาหารประเภทโปรตีนเป็นส่วนประกอบ

(ทักษะการสังเกต)**ใช้**

ข้อมูลการทดสอบอาหารในตารางต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 2-3

ตาราง บันทึกผลการทดลอง

อาหาร	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้			
	สารละลายไอโอดีน	สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตและโซเดียมไฮดรอกไซด์	สารละลายเบเนดิกต์	ถูกับกระดาษ
A	สีน้ำเงินปนม่วง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง
B	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ตะกอนสีแดงอิฐ	ไม่เปลี่ยนแปลง
C	ไม่เปลี่ยนแปลง	เปลี่ยนเป็นสีม่วง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง
D	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	กระดาษโปร่งแสง
E	ไม่เปลี่ยนแปลง	เปลี่ยนเป็นสีม่วง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง

2. จากตารางบันทึกผลการทดลอง ถ้าแบ่งอาหารออกเป็น 4 กลุ่ม เกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งคือข้อใด

1. ปริมาณอาหาร
2. สารที่ใช้ทดสอบอาหาร
3. ลักษณะเด่นของอาหาร
4. คุณค่าทางโภชนาการ

(ทักษะการจำแนกประเภท)

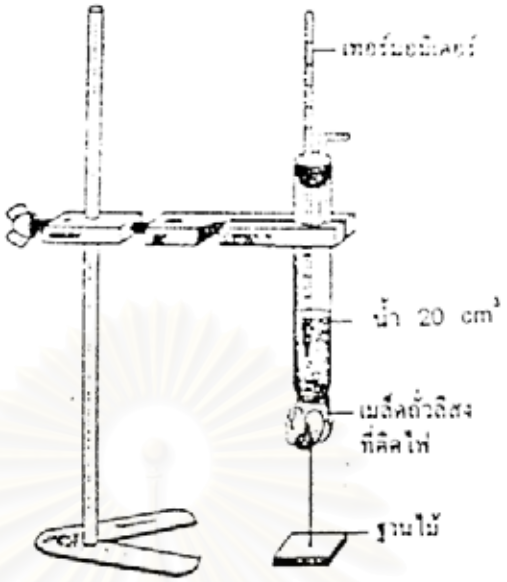
3. ชื่อตารางที่เหมาะสมคือข้อใด

1. การทดสอบสารอาหารชนิดต่างๆ
2. การทดสอบอาหารเมื่อใช้สารชนิดต่างๆ
3. การเปลี่ยนแปลงของอาหารกับสารชนิดต่างๆ
4. การเปลี่ยนแปลงของสารที่ใช้ทดสอบกับอาหารชนิดต่างๆ

(ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จงตอบคำถามข้อ 4 - 8 รูปภาพแสดงการต้มน้ำ 20 กรัม โดยใช้เปลวไฟจากการเผาถั่วลิสง



4. ตัวแปรต้น และตัวแปรตามของการทดลองนี้คือข้อใด ตามลำดับ

1. พลังงานที่สะสมในเมล็ดถั่ว และ อุณหภูมิของน้ำที่เพิ่มมากขึ้นจากเดิม
2. อุณหภูมิของน้ำที่เพิ่มมากขึ้นจากเดิม และ พลังงานที่สะสมในเมล็ดถั่ว
3. ขนาดของเมล็ดถั่วลิสง และ อุณหภูมิของน้ำที่เพิ่มมากขึ้นจากเดิม
4. ปริมาณน้ำที่ใช้ต้ม และ ขนาดของเมล็ดถั่วลิสง

(ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

5. น้ำจำนวน 20 กรัม อุณหภูมิ 30 °C เมื่อนำไปต้มจนมีอุณหภูมิเป็น 70 °C น้ำได้รับปริมาณความร้อนกี่แคลอรี

1. 600
2. 800
2. 1,400
4. 2,000

(ทักษะการคำนวณ)

6. ในการทดลองนี้ถ้าเปลี่ยนเป็นหลอดทดลองขนาดใหญ่ขึ้น ระหว่างหลอดทดลองเดิม กับหลอดทดลองขนาดใหญ่ขึ้น อุณหภูมิของน้ำในหลอดทดลองขนาดใหญ่ขึ้นเป็นอย่างไร ถ้าควบคุมเวลาและขนาดเมล็ดถั่วให้เท่ากัน

1. อุณหภูมิเท่าเดิม
2. อุณหภูมิต่ำกว่าหลอดทดลองเดิม
3. อุณหภูมิสูงกว่าหลอดทดลองเดิม
4. ยังสรุปผลไม่แน่นอน

(ทักษะการตั้งสมมติฐาน)

7. ในการวัดอุณหภูมิของน้ำ รูปภาพในข้อใดแสดงการวัดได้อย่างถูกต้อง

1.

2.

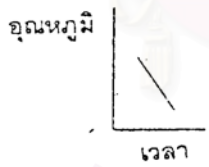
3.

4.

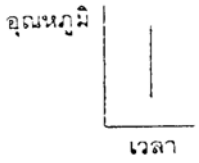
(ทักษะการวัด)

8. กราฟในข้อใดที่แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำ 20 กรัม ในการทดลองนี้

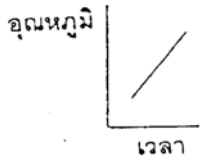
1.



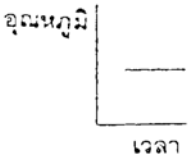
2.



3.



4.



(ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

9. อาหาร A ให้พลังงาน 500 แคลอรีต่อกรัม เมื่อนำอาหาร A จำนวนหนึ่งมาเผาให้ลุกเป็นเปลวไฟ แล้วนำเปลวไฟไปต้มน้ำจำนวน 3 ลิตร ที่มีอุณหภูมิ 15°C จนเดือดพอดีเปลวไฟจึงดับ อาหาร A ที่นำมาเผามีจำนวนเท่าใด

1. 510 กรัม
2. 255 กรัม
3. 45 กรัม
4. 0.51 กรัม

(ทักษะการคำนวณ)

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 10 -13

บูรพาเป็นโรคเลือดออกตามไรฟันหรือโรคลักปิดลักเปิด จึงไปพบแพทย์เพื่อรักษาโรคนี้ แพทย์จึงแนะนำให้รับประทานผลไม้ที่มีปริมาณวิตามินซีมากๆ บูรพาต้องการทราบว่าผลไม้ชนิดใดมีปริมาณวิตามินซีมาก จึงไปซื้อผลไม้มา 5 ชนิด คือ ชนิด A B C D และ E แล้วนำมาทดสอบวิตามินซีในผลไม้แต่ละชนิดได้ผลดังตารางนี้

ตาราง แสดงจำนวนหยดของสารละลายที่ทำให้สีน้ำเงินปนม่วงของสารละลายไอโอดีนในน้ำแป้งจางลงจนไม่มีสี

ชนิดของน้ำผลไม้	จำนวนหยดของสารละลายที่ใช้
A	17
B	7
C	11
D	82
E	20

10. จากการทดลองนี้บูรพาวัด**ผลไม้ที่มีปริมาณวิตามินซีมาก**ได้อย่างไร

1. จำนวนหยดของน้ำผลไม้ที่ทำให้สารละลายไอโอดีนในน้ำแป้งเปลี่ยนเป็นไม่มีสี
2. จำนวนของสารละลายไอโอดีนที่ทำให้น้ำผลไม้เปลี่ยนเป็นไม่มีสี
3. จำนวนหยดของน้ำผลไม้ที่ทำให้น้ำแป้งเปลี่ยนเป็นไม่มีสี
4. วัดความเปรี้ยวของน้ำผลไม้แต่ละชนิด

(ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ)

11. ในการทดลองนี้ ถ้านักเรียนนำหลอดทดลองขนาดกลางมาตัดเฉียงเอียงทำมุม 45° กับหลอดทดลอง ภาพหน้าตัดที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร

1. วงกลม
2. วงรี
3. สี่เหลี่ยมจตุรัส
4. สามเหลี่ยมหน้าจั่ว

(ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา)

12. บูรพาสงสัยว่าความร้อนมีผลต่อปริมาณวิตามินซีในผลไม้หรือไม่ เขาจะตั้งสมมติฐานอย่างไร

1. เมื่อนำผลไม้ไปต้ม ปริมาณวิตามินซีในผลไม้นั้นจะลดลง
2. นำผลไม้ไปต้ม แล้วนำมาวัดปริมาณวิตามินซีจะเพิ่มขึ้น
3. ผลไม้ต่างชนิดกัน จะมีปริมาณวิตามินซีต่างกัน
4. ปริมาณความร้อนต่างกัน จะมีผลต่อปริมาณวิตามินซีในผลไม้ต่างกัน

(ทักษะการตั้งสมมติฐาน)

13. ในการทดลองนี้ต้องควบคุมตัวแปรใดบ้าง

1. ปริมาณน้ำแป้ง ขนาดหลอดหยด จำนวนหยดของน้ำผลไม้
2. ปริมาณน้ำผลไม้ ขนาดหลอดหยด จำนวนหยดของสารละลายไอโอดีน
3. ปริมาณน้ำแป้ง ขนาดหลอดทดลอง จำนวนหยดของสารละลายไอโอดีน
4. ปริมาณน้ำผลไม้ ขนาดหยดของน้ำผลไม้ จำนวนหยดของสารละลายไอโอดีน

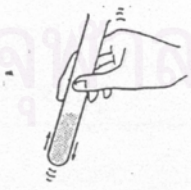
(ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

14. เมื่อหยดน้ำผลไม้ชนิดต่างๆลงในหลอดทดลองที่บรรจุน้ำแป้งสุกและสารละลายไอโอดีนแต่ละหยดต้องเขย่าสารทุกครั้งที่หยดน้ำผลไม้ รูปภาพในข้อใดที่แสดงการเขย่าสารได้ถูกต้อง

1.

2.

3.



4.

(ทักษะการวัด)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

15. เด็กชายศรรามทำการทดลองเรื่อง อาหารประกอบด้วยธาตุอะไรบ้าง ข้อใดคือผลการสังเกตของเด็กชายศรราม

1. อาหารประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน
2. ก๊าซที่เกิดขึ้นคือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
3. สารสีดำที่เหลือหลังเผา คือ คาร์บอน
4. ผงจุนสีสะตุเปลี่ยนเป็นสีฟ้าสด

(ทักษะการสังเกต)

16. สมหวังทำการทดลองเรื่อง "อาหารประกอบด้วยธาตุอะไรบ้าง" ขณะเผาอาหารที่นำมาทดลอง ปรากฏว่ามีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น สมหวังทราบได้อย่างไร

1. การเปลี่ยนแปลงของน้ำปูนใสที่ขุ่นขึ้น
2. การเปลี่ยนแปลงของจุนสีสะตุที่เป็นสีฟ้า
3. การเปลี่ยนแปลงสีของอาหารที่เป็นสีดำ
4. การเปลี่ยนแปลงของสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์เป็นสีส้มอิฐ

(ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ)

17. เด็กหญิงไหม กลัวอ้วนจึงไม่รับประทานอาหารที่มีไขมันเลย เขาจึงมีโอกาสขาดวิตามินใดมากที่สุด

1. วิตามินซี
2. วิตามินบีสอง
3. วิตามินบีสิบสอง
4. วิตามินเค

(ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล)

จากตาราง จงตอบคำถามข้อ 18 - 20

ตาราง แสดงปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสในอาหารชนิดต่างๆซึ่งมีมวลอย่างละ 100 กรัม

อาหาร (100 กรัม)	ปริมาณแร่ธาตุ (มิลลิกรัม)	
	แคลเซียม	ฟอสฟอรัส
ไข่	0.6	21
นม	12	0.9
หอยนางรม	0.3	11
ปลาหมึกหลอด	0.2	25

18. อาหารชนิดใดเหมาะสำหรับหญิงมีครรภ์มากที่สุด

1. นม
2. ไข่
3. หอยนางรม
4. ปลาหมึกหลอด

(ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล)

19. ถ้ารับประทานหอยนางรมเพิ่มเป็น 200 กรัม จะทำให้ได้แคลเซียม และฟอสฟอรัสเป็นปริมาณเท่ากับรับประทานอาหารชนิดใดปริมาณ 100 กรัม

1. นม
2. ไข่
3. หอยนางรม
4. ปลาหมึกหลอด

(ทักษะตีความหมายข้อมูลและทักษะการคำนวณ)

20. ข้อสรุปในข้อใดถูกต้อง

1. อาหารที่มีแคลเซียมมาก จะต้องมีฟอสฟอรัสมากด้วย
2. อาหารแต่ละชนิดมีปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสแตกต่างกัน
3. อาหารชนิดหนึ่งๆ จะมีปริมาณฟอสฟอรัสมากกว่าแคลเซียมเสมอ
4. อาหารแต่ละชนิดจะมีปริมาณแคลเซียมมากกว่าฟอสฟอรัสเสมอ

(ทักษะการลงข้อสรุป)

ใช้ตารางข้างล่างนี้ตอบคำถามข้อ 21 - 22

ตาราง แสดงพลังงานที่ใช้ในการทำกิจกรรมต่างๆใน 1 ชั่วโมงต่อน้ำหนักร่างกาย 1 กิโลกรัม

กิจกรรม	พลังงานที่ใช้ (กิโลแคลอรี)	
	ชาย	หญิง
นอนหลับ	1.05	0.97
ล้างจาน	2.84	2.62
เล่นเทนนิส	6.30	5.82

21. จากข้อมูลข้างต้น ควรนำเสนอข้อมูลในรูปแบบใดที่เหมาะสมที่สุด

1. แผนภูมิรูปภาพ
2. แผนภูมิกง
3. แผนภูมิแท่ง
4. แผนภูมิกราฟ

(ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล)

22. สมชายหนัก 60 กิโลกรัม นอนหลับเป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วตื่นขึ้นมาล้างจาน 30 นาที สมชายต้องใช้พลังงานทั้งหมดกี่กิโลแคลอรี

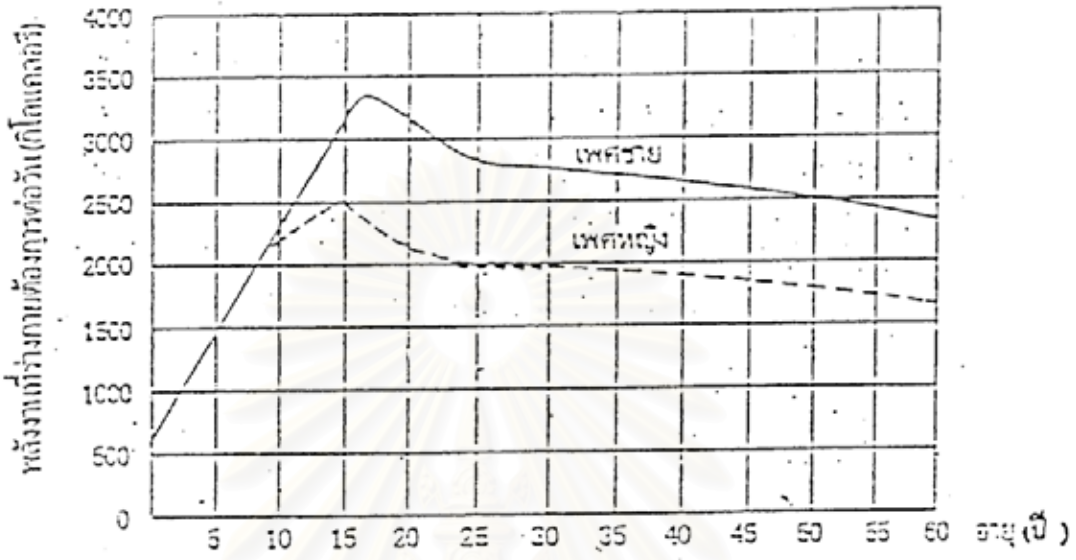
1. 200
2. 211
3. 215
4. 250

(ทักษะการคำนวณ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ให้ใช้กราฟข้างล่างนี้ ตอบคำถามข้อ 23-25

กราฟ แสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอายุกับพลังงานที่ร่างกายต้องการต่อวันของเพศชายและเพศหญิง



23. คนที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป พลังงานที่ร่างกายต้องการต่อวันควรเป็นอย่างไร

1. เท่ากับคนที่มีอายุต่ำกว่า
2. น้อยกว่าคนที่มีอายุต่ำกว่า
3. มากกว่าคนที่มีอายุต่ำกว่า
4. สรุปผลไม่ได้

(ทักษะการพยากรณ์)

24. เพศชายและเพศหญิงอายุเท่าใดที่ต้องการพลังงานต่อวันเท่ากัน

1. แรกเกิด - 5 ปี
2. แรกเกิด- 8ปี
3. 5-10 ปี
4. 8-12 ปี

(ทักษะการตีความหมายข้อมูล)

25. จากกราฟสรุปได้ว่าอย่างไร

1. เพศชายมีความต้องการพลังงานต่อวันน้อยกว่าเพศหญิง
2. เมื่ออายุมากขึ้น ร่างกายต้องการพลังงานต่อวันมากขึ้น
3. เพศและอายุมีผลต่อความต้องการพลังงานในแต่ละวัน
4. กิจกรรมที่ทำมีผลต่อความต้องการพลังงาน

(ทักษะการลงข้อสรุป)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 26-27

มานีนำมันหมู ถั่วลิสง น้ำตาลทรายมาจุดไฟเผา แล้วนำเปลวไฟที่ได้จากการเผามาต้มน้ำในหลอดทดลองซึ่งบรรจุน้ำจำนวน 10 ลูกบาศก์เซนติเมตรแล้ววัดอุณหภูมิของน้ำที่ต้มเปรียบเทียบกับก่อนต้มน้ำ

26. สมมติฐานการทดลองนี้คือข้ออะไร

1. มันหมู ถั่วลิสง น้ำตาลทราย มีธาตุที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐานแตกต่างกัน
2. มันหมู ถั่วลิสง น้ำตาลทราย เป็นอาหารที่มีพลังงานสะสมอยู่
3. มันหมู ถั่วลิสง น้ำตาลทราย ใช้เป็นเชื้อเพลิงได้
4. มันหมู ถั่วลิสง น้ำตาลทราย ติดไฟหรือไม่

(ทักษะการตั้งสมมติฐาน)

27. ในการทดลองนี้ต้องควบคุมตัวแปรใดบ้าง

ก. ขนาดของเทอร์มอมิเตอร์ ข. ชนิดของอาหาร

ค. อุณหภูมิของน้ำก่อนต้ม ง. ขนาดของหลอดทดลอง

1. ก และ ข 2. ก และ ค

3. ค และ ง 4. ก ข ค และ ง

(ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 28- 31

ตาราง แสดงปริมาณพลังงานที่คนไทยต้องการภายในหนึ่งวัน

ชาย		หญิง	
อายุ (ปี)	พลังงาน (Kcal)	อายุ (ปี)	พลังงาน (Kcal)
7-9	1900	7-9	1900
10-12	2300	10-12	2300
13-15	2800	13-15	2355
16-19	3300	16-19	2200
20-29	2550	20-29	1800
30-39	2450	30-39	1700
		มีครรภ์	+200
		ให้นมบุตร	+1000

28. ปัจจัยใดที่**ไม่มี**ผลต่อความต้องการพลังงาน

1. เพศ
2. อายุ
3. กิจกรรมที่ทำ
4. สภาพร่างกาย

(ทักษะตีความหมายจากข้อมูล)

29. ผู้ชายอายุ 45 ปี จะต้องการพลังงานต่อวันประมาณกี่กิโลแคลอรี

1. น้อยกว่า 2,450
2. มากกว่า 2,450
3. ประมาณ 2,300
4. ไม่สามารถบอกได้ เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ

(ทักษะการพยากรณ์และทักษะการคำนวณ)

30. บุคคลใดต้องการพลังงานมากที่สุด

1. ผู้ชายอายุ 14 ปี
2. ผู้หญิงอายุ 17 ปี
3. ผู้หญิงอายุ 30 ปีที่กำลังให้นมบุตร
4. หญิงอายุ 25 ปี ที่กำลังตั้งครรภ์

(ทักษะการตีความหมายจากข้อมูล)

31. ข้อสรุปใดถูกต้อง

1. ความต้องการพลังงานสูงสุดของหญิงและชายอยู่ในวัยเดียวกันคือ อายุ 16-19 ปี
2. เพศไม่มีผลต่อความต้องการพลังงานในช่วงอายุ 7-12 ปี
3. เพศชายมีความต้องการพลังงานน้อยกว่าเพศหญิง
4. ความต้องการพลังงานจะเพิ่มขึ้นตามอายุ

(ทักษะการลงข้อสรุปจากข้อมูล)

32. ข้อใดเป็นการทดสอบน้ำส้มสายชูว่า **"เป็นน้ำส้มสายชูแท้หรือไม่"**

1. ทดสอบด้วยกระดาษขมิ้น แล้วกระดาษขมิ้นไม่เปลี่ยนสี
2. ทดสอบด้วยสารละลายแบเรียมคลอไรค์ จะได้สารละลายสีขาวใส
3. ทดสอบด้วยสารละลายแบเรียมคลอไรค์ จะได้สารละลายสีขาวขุ่น
4. หั่นพริกและผักชีสดลงในน้ำส้ม ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง พริกและผักชีเละ

(ทักษะการทดลอง)

ใช้ข้อมูลในตารางตอบคำถามข้อ 33-34

ตาราง การสูญเสียวิตามินของถั่วเมล็ดกลมภายใต้อุณหภูมิต่างๆ กัน และในระยะเวลาที่ต่างกัน

อุณหภูมิที่แช่ถั่วเมล็ดกลม ($^{\circ}C$)	การสูญเสียวิตามินซี (%)		
	1 วัน	2 วัน	3 วัน
4	4	8	9
21	15	24	40
30	32	50	64

33. ถ้าระยะเวลาเท่ากัน แต่เพิ่มอุณหภูมิที่แช่ถั่วเมล็ดกลมเป็น 40°C การสูญเสียวิตามินซี จะเป็นอย่างไร

1. ลดลง
2. เท่าเดิม
3. สูงขึ้น
4. ไม่มีผลต่อการสูญเสียวิตามินซี

(ทักษะการพยากรณ์)

34. ข้อมูลใดต่อไปนี้ได้จากตาราง

1. เมื่ออุณหภูมิที่แช่สูงขึ้น ปริมาณวิตามินซีที่เหลือในถั่วจะเพิ่มขึ้นด้วย
2. ปริมาณวิตามินซีที่สูญเสียไปจะเพิ่มขึ้น ถ้าอุณหภูมิที่แช่ถั่วสูงขึ้น
3. ปริมาณวิตามินซีที่เหลือในถั่ว แปรตามจำนวนวันที่เก็บรักษา
4. วิตามินซีที่เป็นวิตามินที่มีความทนทานสูง

(ทักษะตีความหมายและสรุปผลจากข้อมูล)

35. ในการทดสอบการละลายของวิตามิน 4 ชนิด ได้ผลดังนี้

ตาราง แสดงผลการละลายวิตามินบางชนิดในน้ำและน้ำมัน

ชนิดของวิตามิน	การละลายใน	
	น้ำมัน	น้ำ
W	ละลาย	-
X	-	ละลาย
Y	ละลาย	-
Z	-	ละลาย

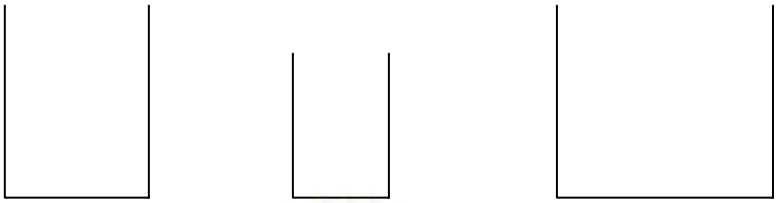
จากการทดลองนี้สรุปได้ว่าอย่างไร

1. วิตามินแต่ละชนิดละลายน้ำได้ดีไม่เท่ากัน
2. วิตามินแต่ละชนิดละลายน้ำได้ดีเท่ากับละลายในไขมัน
3. วิตามินแต่ละชนิดละลายน้ำจะสลายตัวได้ง่ายกว่าที่ละลายในน้ำมัน
4. วิตามินแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ ละลายในน้ำ และละลายในน้ำมัน

(ทักษะการลงข้อสรุปผลจากข้อมูล)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

36. จากการทดลองในข้อ 35 ถ้านำน้ำมา 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพื่อใช้ในการทดลองโดยบรรจุในบีกเกอร์ขนาดต่างๆกันดังรูป ระดับน้ำในบีกเกอร์จะเป็นอย่างไร



ก ข ค

1. ระดับน้ำในบีกเกอร์ทุกใบสูงเท่ากัน
2. ระดับน้ำในบีกเกอร์ (ข) สูงที่สุด
3. ระดับน้ำในบีกเกอร์ (ค) สูงที่สุด
4. ระดับน้ำในบีกเกอร์ (ก) ต่ำที่สุด

(ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา)

37. ผงชูรสแท้มีลักษณะทางกายภาพเป็นอย่างไร

1. เป็นผงคล้ายเกลือ ใสไม่มีสี
2. เป็นผลึกรูปเข็ม ใสไม่มีสี
3. เป็นผลึกรูปเข็ม สีขาวขุ่น
4. เป็นผลึกคล้ายน้ำตาลทราย สีขาวขุ่น

(ทักษะการสังเกต)

38.

สารอะฟลาทอกซิล แบคทีเรีย แมงดาทะเล ผักขี้หนอน เห็ดมีพิษ	ปุ๋ยยูเรีย ผงชูรส โครเมียม บอแรกซ์ ดินประสิว ดีดีที

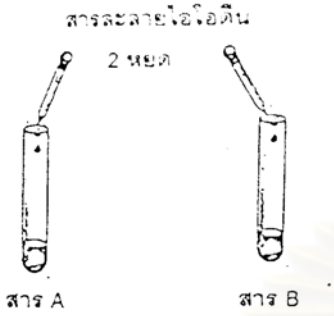
ในการจัดแบ่งประเภทสิ่งเป็นพิษในอาหารออกเป็น 2 พวกดังข้อมูลข้างต้น เกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งพวกสิ่งเป็นพิษในอาหารเหล่านี้คือข้อใด

1. การมีชีวิต
2. โรคที่เกิดขึ้น
3. ลักษณะการเกิดสารเป็นพิษ
4. ลักษณะอาการเป็นพิษที่แสดงออก

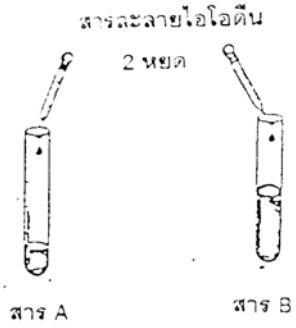
(ทักษะการจำแนกประเภท)

39. สารละลาย A มีลักษณะสีขาวขุ่นข้น และสารละลาย B ก็มีลักษณะสีขาวขุ่นข้นเช่นกัน กุ๊กกิ๊กต้องการทดสอบว่า " สารละลายชนิดใดมีแป้งเป็นองค์ประกอบ" กุ๊กกิ๊กจะเลือกแบบการทดลองใด

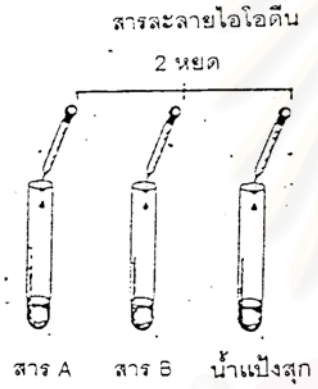
1.



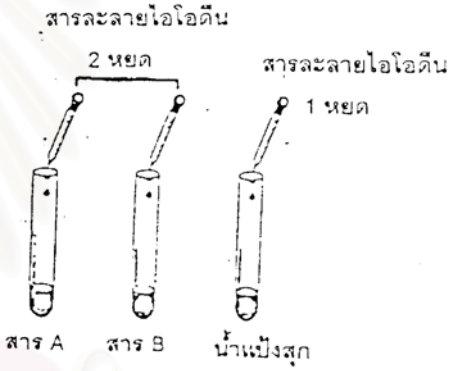
2.



3.



4.



(ทักษะการทดลอง)

40. นิกกี้ สงสัยว่า "อาหารเสริมโปรตีนมีผลต่อขนาดไข่เป็ดหรือไม่" นิกกี้จะเลือกออกแบบการทดลองอย่างไร

1. นำเป็ดพันธุ์เดียวกัน ขนาดเท่ากันมา 10 ตัว แบ่ง 2 กลุ่ม กลุ่ม A ให้อาหารเสริมโปรตีน อีกกลุ่มให้กินข้าวสวยธรรมดา เป็นเวลา 6 เดือน แล้ววัดขนาดของไข่เป็ด
2. นำเป็ดแต่ละพันธุ์ ขนาดเท่ากันมา 10 ตัว แบ่งเป็น 2 กลุ่มตามพันธุ์ กลุ่ม A ให้อาหารเสริมโปรตีน อีกกลุ่มให้กินข้าวสวยธรรมดา เป็นเวลา 6 เดือน แล้ววัดขนาดของไข่เป็ด
3. นำเป็ดพันธุ์เดียวกัน ขนาดต่างๆกันมา 10 ตัว แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ตามขนาด แล้วให้อาหารเสริมโปรตีนเหมือนกันทั้ง 2 กลุ่ม เป็นเวลา 6 เดือน แล้ววัดขนาดของไข่เป็ด
4. นำเป็ดพันธุ์เดียวกัน ขนาดเท่ากันมา 10 ตัว แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่ม A ให้อาหารเสริมโปรตีนวันเว้นวัน กลุ่ม B ให้อาหารเสริมโปรตีนทุกวันเป็นเวลา 6 เดือน แล้ววัดขนาดของไข่เป็ด

(ทักษะการทดลอง)

<u>ตอนที่ 2</u> (เนื้อหาวิทยาศาสตร์ทั่วไป)

41. ในชั่วโมงวิทยาศาสตร์ ครูให้นักเรียนออกไปสำรวจแปลงต้นบานชื่น แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาบันทึกผลของการออกสำรวจบนกระดานดำ ซึ่งได้ผลดังนี้

กลุ่มที่1 : ดอกบานชื่นแปลงนี้มีหลายสี คือ แดง ขาว ชมพู และ เหลือง

กลุ่มที่2 : ต้นบานชื่นแปลงนี้มีทั้งหมด 50 ต้น และดอกมีสีชมพู เหลือง ขาว และแดง

กลุ่มที่3 : ใบของต้นบานชื่นมีรูพรุน เพราะถูกหนอนกัดกิน

กลุ่มที่4 : บานชื่นออกดอกทุกต้น ใบบานชื่นมีสีเขียวตองอ่อน

จากการบันทึกผลดังกล่าว กลุ่มใดอธิบายสิ่งที่สังเกตได้อย่างถูกต้อง

1. กลุ่มที่ 1
2. กลุ่มที่ 2
3. กลุ่มที่ 3
4. กลุ่มที่ 4

(ทักษะการสังเกต)

42. ถ้านักเรียนต้องการน้ำกลั่นปริมาตร 2.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร นักเรียนจะเลือกใช้อุปกรณ์ชนิดใดที่เหมาะสมที่สุด

1. ช้อนตวงเบอร์ 1
2. บีกเกอร์ขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. หลอดฉีดยาขนาด 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4. กระบอกตวงขนาด 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร

(ทักษะการวัด)

43. เก่งแบ่งต้นไม้ต่อไปนี้ออกเป็น 2 กลุ่ม เก่งใช้เกณฑ์อะไรในการแบ่ง

กลุ่ม A	กลุ่ม B
กุหลาบ จำปี มะลิ	พลูด่าง พญาไร้ใบ สาวน้อยประแป้ง

1. ชนิดของลำต้น
2. กลิ่นของดอก
3. ประโยชน์ที่ได้รับ
4. ลักษณะของลำต้น

(ทักษะการจำแนกประเภท)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

44. ถ้าต้องการทดลองเพื่อแสดงให้เห็นว่า **"ของเหลวต่างชนิดกัน ระเหยได้ไม่เท่ากัน"** จะเริ่มเตรียมการทดลองอย่างไร

1. ใส่ของเหลวชนิดเดียวกันจำนวนเท่ากัน ลงในภาชนะขนาดเท่ากัน
2. ใส่ของเหลวชนิดเดียวกันจำนวนต่างกัน ลงในภาชนะขนาดต่างกัน
3. ใส่ของเหลวต่างชนิดกันจำนวนเท่ากัน ลงในภาชนะขนาดเท่ากัน
5. ใส่ของเหลวต่างชนิดกันจำนวนต่างกัน ลงในภาชนะขนาดต่างกัน

(ทักษะการทดลอง)

45. อุปกรณ์ต่อไปนี้คือ พืชชนิดเดียวกัน 2 ต้น ดินต่างชนิดกัน กระป๋องนม 2 ใบ และน้ำ จะนำมาใช้ทดลองเรื่องอะไรจึงจะเหมาะสม

1. การเจริญเติบโตของพืชต่างชนิดกัน
2. การเจริญเติบโตของพืชที่ใช้ปุ๋ยต่างชนิดกัน
3. การเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกในกระป๋องนม
4. การเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกในดินต่างชนิดกัน

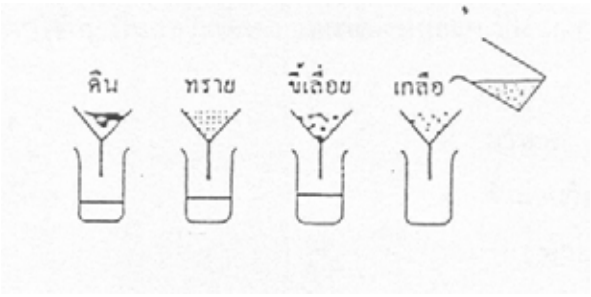
(ทักษะการทดลอง)

46. บ้านของปูอยู่ห่างจากโรงเรียนเป็นระยะทาง 400 เมตร ส่วนบ้านของป๋องอยู่ห่างจากโรงเรียนเป็นระยะทาง 500 เมตร ถ้าปูและป๋องออกจากบ้านพร้อมกันเวลา 7.10 นาฬิกา แล้วเดินตรงไปโรงเรียน ปรากฏว่าทั้งปูและป๋องถึงโรงเรียนเวลา 7.30 นาฬิกา พร้อมกัน นักเรียนคิดว่าระหว่างปูกับป๋อง ใครเดินเร็วกว่ากัน และเร็วกว่ากันกี่เมตรต่อวินาที

1. ปูเดินเร็วกว่า 5 เมตรต่อนาที
2. ป๋องเดินเร็วกว่า 5 เมตรต่อนาที
3. ป๋องเดินเร็วกว่า 20 เมตรต่อนาที
4. ปูเดินเร็วกว่า 25 เมตรต่อนาที

(ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลาและทักษะการคำนวณ)

47. ชาลีใส่ดิน ทราย ขี้เลื่อย และเกลืออย่างละเท่าๆกันลงในกรวยพลาสติกที่มีขนาดเท่าๆกันเพื่อต้องการหาว่า **"วัสดุต่าง ๆ ดังกล่าวดูดซึมน้ำได้เท่าไร"** เขาจึงรินน้ำอย่างละ 10 มิลลิลิตร ลงในกรวยแต่ละกรวยดังภาพ การทดลองเป็นไปอย่างราบรื่นเมื่อเขารินน้ำลงในกรวยที่มีดิน ทราย และขี้เลื่อย แต่พอมาถึงกรวยที่ใส่เกลือ ปรากฏว่าเกลือหายไปเกือบหมด



เพราะเหตุใดเกลือจึงหายไปเกือบหมด

1. เพราะเกลือละลายหมด
2. เพราะน้ำพัดพาเกลือไป
3. เพราะดิน ทราย และขี้เลื่อยไม่ละลายในน้ำ
4. ถูกต้องทุกข้อ

(ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล)

48. น้ำทิพย์ได้ทำการชั่งน้ำหนักปลาสลิดที่นำไปตั้งไว้กลางแดด ในช่วงเวลาที่ผ่านไปได้บันทึกผลดังตาราง

จำนวนวันที่ผ่านไป	น้ำหนักปลาสลิด (กรัม)
1	850
2	720
3	610
4	520

จากตารางนักเรียนคิดว่าน้ำหนักปลาสลิดจะเป็นเท่าไรในวันที่ 5

1. 370 กรัม
2. 400 กรัม
3. 450 กรัม
4. 500 กรัม

(ทักษะการพยากรณ์)

49. เด็กชายกุ้งทดลองปลูกผักกาด 5 แปลงที่มีขนาดเท่ากัน รดน้ำปริมาณเท่ากันทุกวัน แต่ให้ปริมาณปุ๋ยแปลงละ 5, 10, 15, 20 และ 25 กรัม ตามลำดับ 2 สัปดาห์ต่อมาเขาวัดความสูงของต้นผักกาดแต่ละแปลง สมมติฐานของการทดลองครั้งนี้คือข้อใด

1. ยิ่งให้น้ำมากขึ้น ต้นผักกาดยิ่งสูงขึ้น
2. ยิ่งเพิ่มปุ๋ยมากขึ้น ต้นผักกาดยิ่งสูงขึ้น
3. น้ำและปุ๋ยที่เพิ่มขึ้น ทำให้ต้นผักกาดยิ่งสูงขึ้น
4. ยิ่งเพิ่มปุ๋ยมากขึ้นเท่าใด ยิ่งต้องเพิ่มน้ำมากขึ้นเท่านั้น

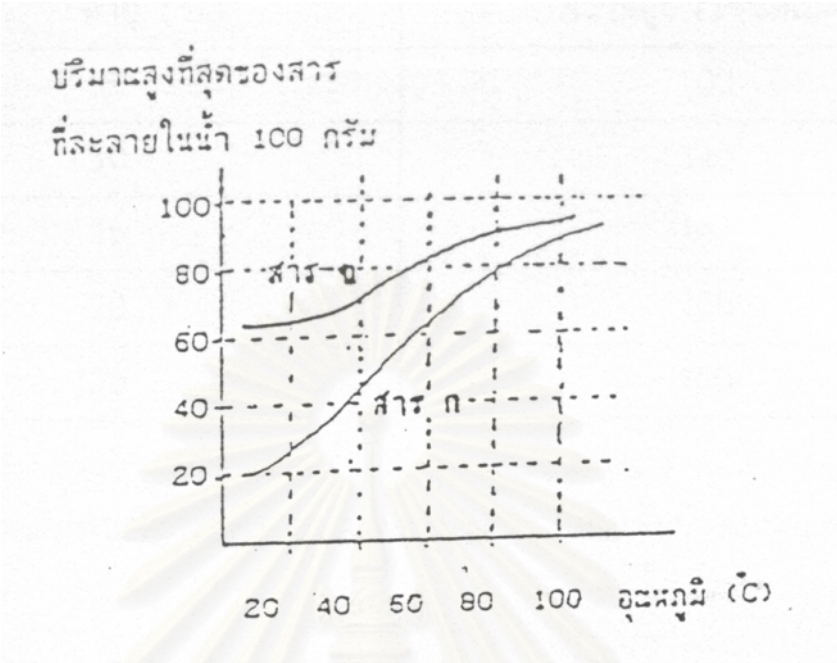
(ทักษะการตั้งสมมติฐาน)

50. ถ้านักเรียนต้องการทดสอบสมมติฐานที่ว่า **" รับประทานอาหารที่ไหม้เกรียมเป็นประจำอาจทำให้เป็นมะเร็งได้ "** โดยใช้หนูเป็นสัตว์ทดลอง และแบ่งหนูออกเป็น 2 กลุ่ม ในการทดลองครั้งนี้สิ่งใดที่ต้องจัดให้แตกต่างกัน

1. ปริมาณน้ำ
2. อาหาร
3. สถานที่เลี้ยง
4. จำนวนวันที่ใช้ในการทดลอง

(ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

51. กราฟแสดงปริมาณสูงที่สุดของการละลายของสาร ก และ สาร ข ในน้ำที่มีอุณหภูมิต่างๆกัน



จากกราฟที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส สารใดจะละลายได้มากกว่ากัน

1. สาร ก ละลายได้มากกว่า 90 กรัม
2. สาร ก ละลายได้มากกว่า 80 กรัม
3. สาร ข ละลายได้มากกว่า 20 กรัม
4. สาร ข ละลายได้มากกว่า 10 กรัม

(ทักษะการตีความหมายข้อมูล)

52. อาจารย์นิพนธ์ ต้องการคัดเลือกนักเรียนที่มีสมรรถภาพ เพื่อเป็นตัวแทนของโรงเรียนไปวิ่งแข่งขันในกีฬาสาธิตฯ สามัคคี เขาทำการคัดเลือกโดยให้นักเรียนทดลองวิ่งในสนามของโรงเรียนเป็นระยะทาง 100 เมตร และเริ่มออกวิ่งจากจุดเดียวกัน จับเวลาที่นักเรียนแต่ละคนวิ่ง คำว่า **" สมรรถภาพ "** ในการทดลองครั้งนี้หมายถึงอะไร

1. ระยะทางที่นักเรียนแต่ละคนวิ่งในเวลาที่ต่างกัน
2. ระยะทางที่นักเรียนแต่ละคนวิ่งในเวลาที่เท่ากัน
3. เวลาที่นักเรียนแต่ละคนวิ่งในระยะทางที่ต่างกัน
4. เวลาที่นักเรียนแต่ละคนวิ่งในระยะทางที่เทากัน

(ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ)

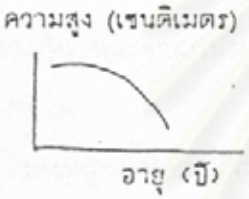
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

53. ความสูงของอ้อม ตั้งแต่อายุ 5 -25 ปี ได้แสดงในตารางข้างล่าง

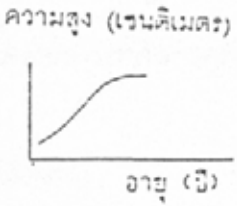
อายุ (ปี)	ความสูง (เซนติเมตร)
5	100
10	140
15	155
20	165
25	165

กราฟข้อใดที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอายุและความสูงของอ้อมได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องที่สุด

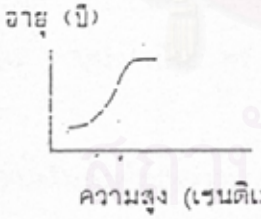
1.



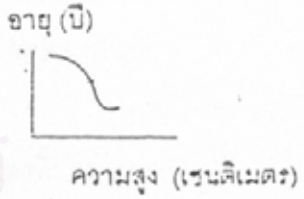
2.



3.



4.



(ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล)

54. กั้งขับรถด้วยความเร็ว 70 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยปกติรถยนต์ของเขาแล่นในระยะทาง 12.5 กิโลเมตร ต้องใช้น้ำมัน 1 ลิตร ถ้าเขาต้องขับรถเป็นเวลานานถึง 5 ชั่วโมง เขาต้องเติมน้ำมันอย่างน้อยที่สุดกี่ลิตร

1. 28.5 ลิตร
2. 40 ลิตร
3. 87.5 ลิตร
4. 350 ลิตร

(ทักษะการคำนวณ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

55. สมปองทดลองปลูกผักบุ้งในกระถางดินร่วนและกระถางดินเหนียวเป็นเวลา 1 สัปดาห์ เขาได้จดบันทึกข้อมูลต่างๆดังในข้อ 1, 2, 3 และ 4 ข้อใดที่**ไม่ใช่**ข้อมูลจากการสังเกตเพียงอย่างเดียว

1. ต้นผักบุ้งในกระถางดินร่วนสูงประมาณ 6 เซนติเมตร ส่วนในกระถางดินเหนียวสูงประมาณ 3 เซนติเมตร
2. ต้นผักบุ้งในกระถางดินร่วน มีใบสีเขียวเข้ม ส่วนในกระถางดินเหนียว ใบจะมีสีเขียวอ่อน
3. ต้นผักบุ้งในกระถางดินร่วนมีใบยาวประมาณ 4 เซนติเมตร ส่วนในกระถางดินเหนียวใบยาวประมาณ 2 เซนติเมตร
4. ต้นผักบุ้งในกระถางดินเหนียวเจริญเติบโตช้ากว่าต้นผักบุ้งในกระถางดินร่วนเนื่องจากมีฮิวมัสมากกว่า

(ทักษะการสังเกต)

56. สุชาติต้องการศึกษาดูว่าปริมาณของวิตามิเอ ที่หนูได้รับมีผลต่อน้ำหนักของหนูหรือไม่ โดยเลี้ยงหนูในกล่องสี่เหลี่ยมเป็นจำนวน 4 กล่องๆละ 3 ตัว แต่ละกลุ่มจะได้รับน้ำและอาหารที่เหมือนกัน แต่ได้รับปริมาณวิตามินเอต่างกัน หลังจากกนั้น 2 สัปดาห์ เขาชั่งน้ำหนักหนูแต่ละตัว ตลอดการทดลองครั้งนี้สิ่งที่**ไม่ต้องควบคุม**คือข้อใด

1. น้ำหนักของหนูหลังการทดลอง
2. สถานที่เลี้ยงหนู
3. ปริมาณอาหาร
4. ปริมาณน้ำ

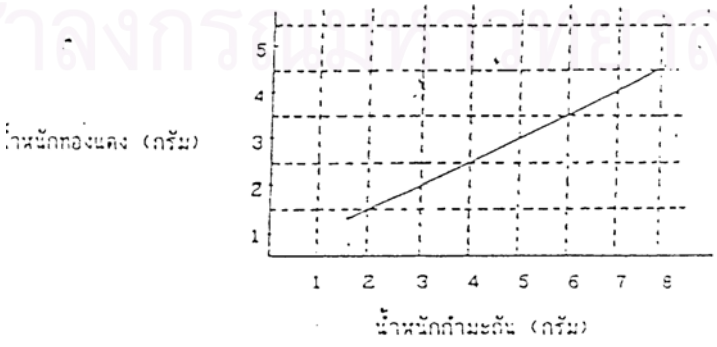
(ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

57. ถ้านิดต้องการวัดการเจริญเติบโตของต้นถั่วเมื่อปลูกได้ 5 วัน โดยวัดการเจริญเติบโตจากความสูงของต้นถั่ว เขาควรเลือกใช้เครื่องมือชนิดใด และหน่วยที่วัดควรเป็นหน่วยอะไรเหมาะสมที่สุด

1. ไม้บรรทัด หน่วยเป็นเซนติเมตร
2. สายวัดตัว หน่วยเป็นเซนติเมตร
3. ไม้เมตร หน่วยเป็นเมตร
4. ไม้โปรแทรกเตอร์ หน่วยเป็นนิ้ว

(ทักษะการวัด)

58. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของกำมะถันและน้ำหนักของทองแดงที่นำมาเผารวมกัน

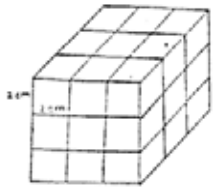


จากกราฟถ้าใช้ทองแดง 5 กรัม จะต้องใช้กำมะถันกี่กรัม

1. 2.75 กรัม
2. 9.50 กรัม
3. 11.00 กรัม
4. 13.00 กรัม

(ทักษะการพยากรณ์)

59. กล่องสี่เหลี่ยมเล็กๆขนาด กว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 2 เซนติเมตร และสูง 2 เซนติเมตร เรียงกันดังรูปข้างล่างอยากทราบว่า ปริมาตรของสี่เหลี่ยมทั้งหมดนี้เป็นเท่าใด



1. 8 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. 64 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. 128 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4. 216 ลูกบาศก์เซนติเมตร

(ทักษะการคำนวณ)

60. ถ้านักเรียนต้องการทราบว่าระหว่างกระดาษเซลโลเฟนและกระดาษแก้ว เยื่อชนิดใดที่อนุภาคของน้ำตาลทรายสามารถแพร่ผ่านได้ดี นักเรียนจะตั้งสมมติฐานตามข้อใด

1. อนุภาคน้ำตาลทรายแพร่ผ่านกระดาษเซลโลเฟนได้ดี
2. อนุภาคน้ำตาลทรายแพร่ผ่านกระดาษเซลโลเฟนได้ไม่ดี
3. อนุภาคน้ำตาลทรายแพร่ผ่านกระดาษเซลโลเฟนไม่ได้เลย
4. อนุภาคน้ำตาลทรายแพร่ผ่านกระดาษเซลโลเฟนได้ดีกว่ากระดาษแก้ว

(ทักษะการตั้งสมมติฐาน)

61. ในการจัดแบ่งสัตว์ออกเป็น 2 พวกดังรูปข้างล่างนี้ เกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งพวกสัตว์เหล่านี้คือข้อใด

กุ้ง ปู ปลาหมึก ไฮดรา แมงมุม กิ้งกือ	ปลาทู กิ้งก่า กวาง เสือ ลิง นก

1. จำนวนขา
2. ที่อยู่อาศัย
3. กระดูกสันหลัง
4. อุณหภูมิในร่างกาย

(ทักษะการจำแนกประเภท)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

62. พิจารณาตารางต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม

ชนิดของสัตว์	ลักษณะการสืบพันธุ์
A	แบบไม่อาศัยเพศ ด้วยการแบ่งตัวเป็นสอง
B	แบบอาศัยเพศ ปฏิสนธิภายนอก ออกลูกเป็นไข่
C	แบบอาศัยเพศปฏิสนธิภายใน ออกลูกเป็นไข่
D	แบบอาศัยเพศ ปฏิสนธิภายใน ออกลูกเป็นตัว

ชื่อตารางที่เหมาะสมคืออะไร

1. สัตว์ต่างชนิดกันมีการสืบพันธุ์ต่างกัน
2. ลักษณะลูกสัตว์แต่ละชนิด
3. การสืบพันธ์แบบต่างๆของสัตว์
4. การสืบพันธุ์ของสัตว์ชนิดต่างๆ

(ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล)

63. ข้อใดเป็นลักษณะถูกต้องที่สุดเมื่อส่องกล้องจุลทรรศน์ดูพยัญชนะ "ณ "

1.
2.
2.
4.

(ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส)

64. ครรชิดไปหาโนราห์ที่บ้านและได้พูดคุยกันดังนี้

ครรชิต : วันนี้ทำไมเธอไม่ไปที่โรงเรียน .....(1)

โนราห์ : ฉันปวดท้องนะซิ.....(2)

ครรชิต : เธอไปกินอะไรมาล่ะ.....(3)

โนราห์ : เปล่านี่ (พร้อมกับเอามือกดท้องทางด้านขวาและนิ่วหน้า)..... (4)

ครรชิต : เธอควรไปหาหมอนะอาจเป็นไส้ติ่งอักเสบก็ได้.....(5)

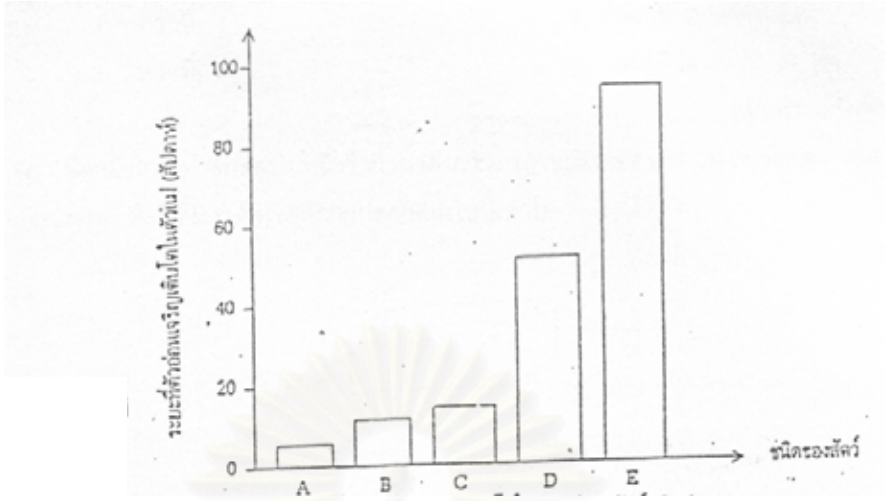
โนราห์ : โอ๊ยแล้วฉันต้องผ่าตัดไหมนี่.....(6)

จากการสนทนาดังกล่าวประโยคใดเป็น**การลงความเห็นจากข้อมูล**

1. ประโยคที่ 2
2. ประโยคที่ 3
3. ประโยคที่ 5
4. ประโยคที่ 6

(ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล)

65. พิจารณาแผนภูมิต่อไปนี้



จากกราฟข้อความใดเป็นข้อสรุปจากแผนภูมิ

1. สัตว์ชนิด E มีระยะการเจริญเติบโตในตัวแม่นานที่สุด
2. สัตว์ชนิด C เจริญเติบโตในตัวแม่เป็นเวลาประมาณ 16 สัปดาห์
3. สัตว์แต่ละชนิดมีระยะเวลาในการเจริญเติบโตในตัวแม่แตกต่างกัน
4. สัตว์ชนิด C มีระยะการเจริญเติบโตในตัวแม่นานกว่าสัตว์ชนิด A

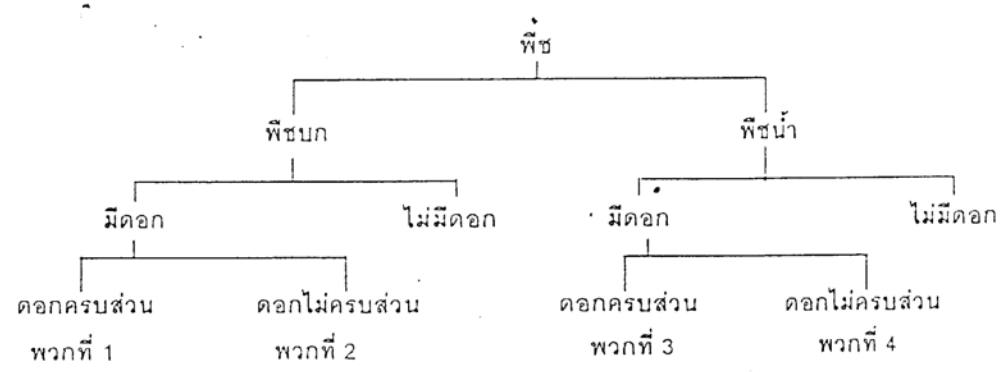
(ทักษะการลงข้อสรุปจากข้อมูล)

66. นายแดงทดลองเลี้ยงไก่โดยให้อาหาร 2 ชนิด คือข้าวเปลือกและข้าวสาร เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของไก่ที่ให้อาหารต่างชนิดกัน ระหว่างทดลอง นายแดงแบ่งไก่เป็น 2 กลุ่มๆ ละ 5 ตัว เมื่อเริ่มต้นทดลองไก่แต่ละตัวมีความสูง เส้นรอบวงอก จำนวนเส้นขน และความยาวของปีกไก่ ใกล้เคียงกัน เลี้ยงไก่ทั้ง 2 กลุ่มในที่เดียวกันคือ บริเวณที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก ให้น้ำจำนวนเท่าๆกัน และวัดรอบอกไก่ที่มีขนาดเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลา 2 เดือน ในการทดลองนี้การเจริญเติบโตของไก่วัดได้จากสิ่งใด

1. ความสูงของไก่
2. เส้นรอบวงของอกไก่
3. จำนวนเส้นขนของไก่
4. ความยาวของปีกไก่จากปลายปีกข้างหนึ่งถึงปลายปีกอีกข้างหนึ่ง

(ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ)

67.

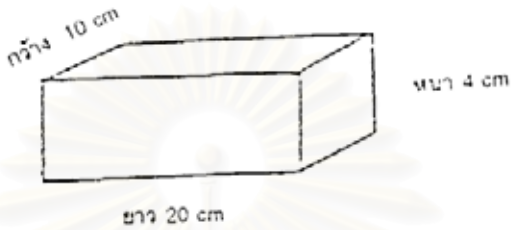


โจ๊กปลูกต้นมะละกอ 10 ต้นในสวนหลังบ้าน โจ๊กจะจัดต้นมะละกอไว้ในพืชพวกใด

1. พวกที่ 1
2. พวกที่ 2
3. พวกที่ 3
4. พวกที่ 4

(ทักษะการจัดจำแนกประเภท)

68. นิดาต้องการทาสีกล่องใบหนึ่งซึ่งมีขนาด กว้าง 10 เซนติเมตร ยาว 20 เซนติเมตร หนา 4 เซนติเมตร ดังรูปภาพ พื้นที่ที่นิดาต้องทาสีภายนอกกล่องใบนี้เท่าใด



1. 305 cm^2
2. 640 cm^2
3. 1000 cm^3
4. 6000 cm^3

(ทักษะการคำนวณ)

ใช้ข้อมูลข้างล่างนี้ตอบคำถามข้อ 69-71

จุ๊บแจงทำการทดลองความสามารถในการละลายน้ำ 100 กรัมของสาร A , B และ C ได้ผลการทดลองดังนี้ "ที่อุณหภูมิ 20°C สาร A ละลายน้ำได้ 30 กรัม สาร B ละลายน้ำได้ 25 กรัม และสาร C ละลายน้ำได้ 38 กรัม ที่อุณหภูมิ 40°C สาร A ละลายน้ำได้ 65 กรัม สาร B ละลายน้ำได้ 15 กรัม สาร C ละลายน้ำได้ 38 กรัม ที่ อุณหภูมิ 60°C สาร A ละลายน้ำได้ 110 กรัม สาร B ละลายน้ำได้ 11 กรัม สาร C ละลายน้ำได้ 38.5 กรัม"

69. ถ้าจุ๊บแจงต้องการนำข้อมูลมาบันทึกลงในตาราง จุ๊บแจงควรเลือกใช้ตารางในข้อใด

1.

มวลของสารเป็นกรัมที่ละลายในน้ำ 100 กรัม	สาร ก.	สาร ข.	สาร ค.
อุณหภูมิ (°C)			

2.

สาร	มวลของสารเป็นกรัมที่ละลายในน้ำ 100 กรัม	อุณหภูมิ (°C)
ก		
ข		
ค		

3.

อุณหภูมิ (°C)	มวลของสารเป็นกรัมที่ละลายในน้ำ 100 กรัม		
	สาร ก.	สาร ข.	สาร ค.

4.

อุณหภูมิ (°C)	มวลของสารเป็นกรัมที่ละลายในน้ำ 100 กรัม	สาร ก.	สาร ข.	สาร ค.

(ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล)

70. ถ้าจุ๊บแจงดัดแปลงการทดลอง โดยนำสาร A, B, และ C มาละลายในน้ำและละลายในเอทิลแอลกอฮอล์ที่อุณหภูมิเดียวกันในหลอดทดลอง แสดงว่าจุ๊บแจงมีจุดประสงค์สำคัญสำหรับการทดลองครั้งนี้อย่างไร

1. สารชนิดใดละลายในเอทิลแอลกอฮอล์ได้มากที่สุด
2. ที่อุณหภูมิเดียวกัน สาร A, B และ C ละลายน้ำได้เท่ากันหรือไม่
3. สาร A, B และ C ละลายน้ำหรือเอทิลแอลกอฮอล์ได้ดีกว่ากัน
4. อุณหภูมิมีผลต่อการละลายน้ำและเอทิลแอลกอฮอล์ของสาร A, B และ C หรือไม่

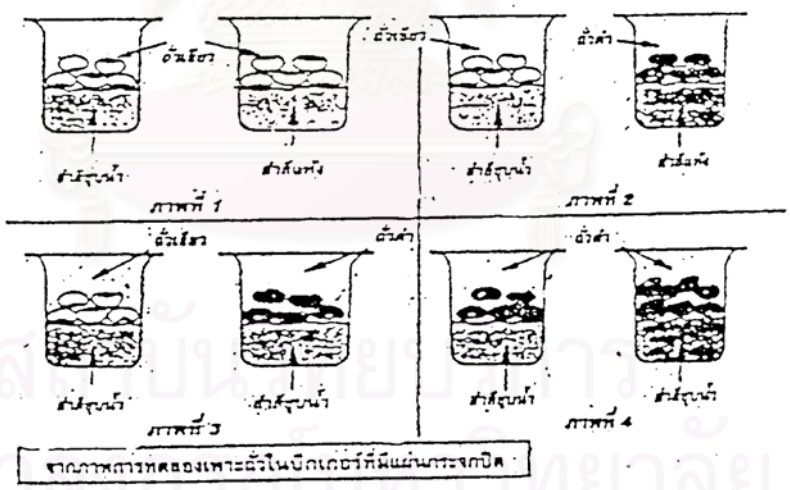
(ทักษะการตั้งสมมติฐาน)

71. จากการทดลองในข้อ 70 จะต้องควบคุมปริมาณของสารใดให้มีปริมาณเท่ากันทุกหลอด

1. เฉพาะน้ำ
2. เฉพาะเอทิลแอลกอฮอล์
3. ทั้งน้ำและเอทิลแอลกอฮอล์
4. ทั้งสาร A, B และ C

(ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

ใช้ภาพต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 72-74



72. ถ้าหนูแหม่มตั้งสมมติฐานว่า **"ถั่วแต่ละชนิดใช้เวลาในการงอกไม่เท่ากัน"** หนูแหม่มควรเลือกการทดลองดังภาพใด

1. ภาพที่ 1
2. ภาพที่ 2
3. ภาพที่ 3
4. ภาพที่ 4

(ทักษะการทดลอง)

73. ถ้าเด็กชายดินแดน ตั้งสมมติฐานว่า "ความชื้นมีผลต่อการงอกของเมล็ดถั่ว" เขาควรเลือกการทดลองดังภาพใด

1. ภาพที่ 1
2. ภาพที่ 2
3. ภาพที่ 3
4. ภาพที่ 4

(ทักษะการทดลอง)

74. หนูแหม่มและเด็กชายดินแดน วัด**การงอกของเมล็ดพืช**ได้อย่างไร

1. วัดความยาวจากปลายรากถึงรากส่วนที่ใหญ่ที่สุด
2. วัดความยาวจากโคนรากที่ติดเมล็ดถึงปลายราก
3. วัดจากผิวดินถึงยอดของต้น
4. วัดจากยอดของต้นถึงผิวดิน

(ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ)

ใช้ภาพต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 75-76

เด็กชายยอดทำการทดลองเรื่อง การคายน้ำของพืช

ภาพ แสดงการทดลองการคายน้ำของพืช

75. การทดลองนี้ตัวแปรอิสระคือข้อใด

1. ชนิดของพืช
2. จำนวนใบพืช
3. ขนาดของใบพืช
4. จำนวนหยดน้ำ

(ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

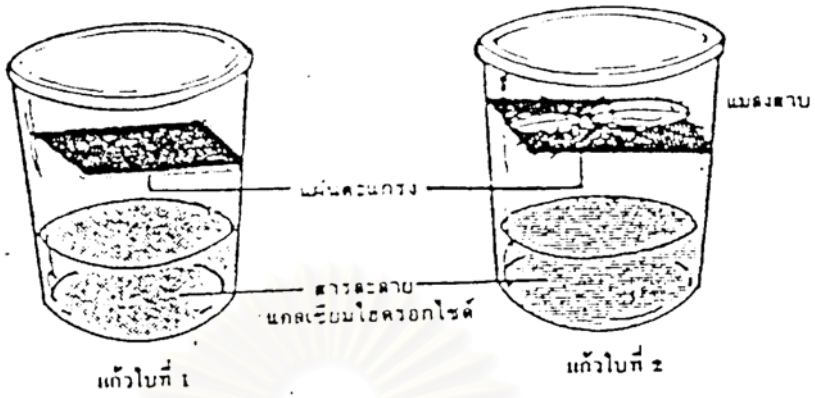
76. เด็กชายยอดวัด**การคายน้ำของพืช**ในการทดลองนี้ได้อย่างไร

1. จำนวนหยดน้ำในแต่ละถุง
2. จำนวนใบพืชในแต่ละถุง
3. จำนวนหยดน้ำทั้งในถุงและนอกถุง
4. จำนวนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นในแต่ละถุง

(ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใช้ภาพต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 77-78



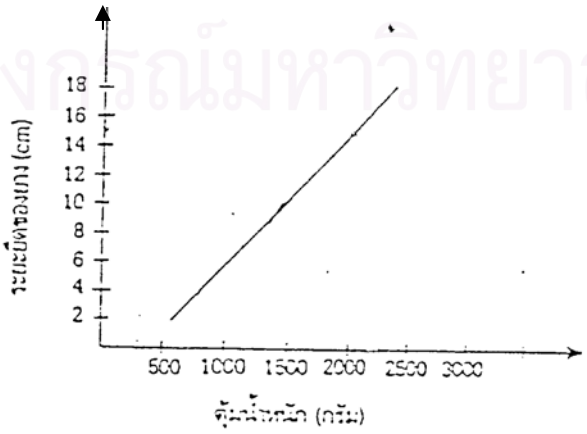
77. การจัดการทดลองขึ้นดังภาพเพื่อศึกษาเรื่องใด
    1. พฤติกรรมของแมลงสาบเมื่ออยู่ในที่จำกัด
    2. ก๊าซที่แมลงสาบหายใจออกมาคือก๊าซชนิดใด
    3. ก๊าซที่แมลงสาบใช้ในการดำรงชีพคือ ก๊าซชนิดใด
    4. สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์มีผลต่อแมลงสาบอย่างไร

(ทักษะการทดลอง)

78. การจัดการทดลองขึ้งดังภาพมีสมมติฐานว่าอย่างไร
    1. แมลงสาบที่อยู่ในที่จำกัดจะสงบนิ่งกว่าเมื่ออยู่ในที่กว้าง
    2. ก๊าซที่แมลงสาบใช้ในการดำรงชีพคือ ก๊าซออกซิเจน
    3. สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์จะทำให้ตัวแมลงสาบซีดลง
    4. ก๊าซที่แมลงสาบหายใจออกมา คือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

(ทักษะการตั้งสมมติฐาน)

79. กราฟแสดงระยะยืดของยางเมื่อถ่วงด้วยตุ้มน้ำหนักขนาดต่างๆ



ถ้าถ่วงด้วยตุ้มน้ำหนัก 2,500 กรัม ระยะยืดของยางจะเป็นกี่เซนติเมตร

1. 14
2. 15
3. 17
4. 18

(ทักษะการพยากรณ์)

80. ในการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า "วัตถุยิ่งมีน้ำหนักมากจะตกถึงพื้นได้เร็วขึ้น" นักเรียนจะเลือกแบบการทดลองใดที่จะทดสอบสมมติฐานดังกล่าว

1. นำก้อนหิน 2 ก้อน หนักก้อนละ 500 กรัม แล้วปล่อยให้ก้อนหินทั้ง 2 ตกจากตึกสูง 20 เมตรในเวลาเดียวกัน จับเวลาที่ก้อนหินทั้ง 2 ตกถึงพื้น
2. ปล่อยกระดาษ 2 แผ่น ขนาดเท่ากัน ในเวลาต่างกัน จากตึกสูง 200 เมตรจับเวลาที่แผ่นกระดาษทั้ง 2 ตกถึงพื้น
3. นำถุงทราย 2 ถุง หนักถุงละ 300 และ 800 กรัม ทิ้งจากตึกสูง 20 เมตร ในเวลาเดียวกัน จับเวลาที่ถุงทรายทั้ง 2 ตกถึงพื้น
4. หย่อนขนนกพิราบ 2 ชิ้น ซึ่งหนักชิ้นละ 100 กรัม จากตึกสูง 20 และ 30 เมตรตามลำดับในเวลาเดียวกัน จับเวลาที่ขนนกพิราบทั้ง 2 ตกถึงพื้น

(ทักษะการทดลอง)

♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจงในการทำแบบวัด

1. แบบวัดมีจำนวน 12 หน้า จำนวนข้อสอบ 20 ข้อ (จำนวน 10 สถานการณ์) คะแนนเต็ม 30 คะแนน เวลาที่ใช้ในการทดสอบ 60 นาที
2. ให้นักเรียนอ่านคำสั่งและสถานการณ์ในแต่ละข้อให้เข้าใจ แล้วใช้ปากกาเติมคำตอบลงไปในแบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นี้เลย
3. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนแปลงคำตอบให้ใช้ยางลบปากกาหรือน้ำยาลบคำผิดลบคำตอบเดิมแล้วเขียนคำตอบใหม่ลงไป
4. ให้นักเรียนส่งแบบวัดที่ทำเสร็จแล้วคืนผู้คุมสอบ เมื่อครบเวลาที่กำหนด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่าง

เลี้ยงไก่ให้โตเร็ว

ออย : อ๋อมทำไมทำหน้ามุ้ยอย่างนี้ล่ะ

อ๋อม : ก็ฟาร์มไก่ที่บ้านฉันน่ะซิ เลี้ยงไก่ตั้ง 3 เดือนเจริญเติบโตนิดเดียวเอง ผิดกับฟาร์มไก่ของลุงฮูกเลี้ยง 3 เดือนเหมือนกันแต่ไก่เจริญเติบโตเร็วมากคือ ความยาวรอบอกไก่จะมากกว่าไก่ของฉัน ทั้งๆที่ก็เป็นไก่พันธุ์เดียวกัน

ออย : อ๋อมทำไมไม่ไปถามคุณลุงฮูกดูละว่าลุงเขามีเคล็ดลับอะไร ไก่จึงโตเร็วจัง

อ๋อม : ถามแล้วคุณลุงฮูกบอกว่าอาหารที่ลุงให้ไก่กินเสริมปริมาณโปรตีนมากขึ้นกว่าอาหารทั่วไป

ออย : ก็เมื่อรู้เคล็ดลับแล้ว อ๋อมก็รีบไปลองเลี้ยงสิว่าจะได้ผลเหมือนคุณลุงฮูกหรือเปล่า

ถ้านักเรียนเป็น**ออย**จะตั้งคำถามอย่างไรที่จะให้**อ๋อม**ใช้ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

♥ **ตัวอย่างคำตอบ** : การเจริญเติบโตของไก่วัดจากอะไร

ถ้านักเรียนเป็น**อ๋อม**จะตั้งคำถามอย่างไรที่จะให้**ลุงฮูก**ใช้ทักษะการตั้งสมมติฐาน

♥ **ตัวอย่างคำตอบ** : ชนิดของอาหารมีผลต่อการเจริญเติบโตของไก่หรือไม่ อย่างไร

สถานการณ์ที่ 1

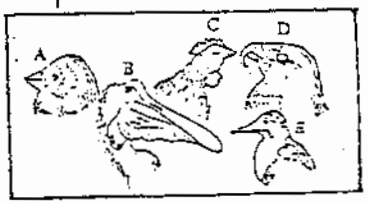
ดูนกที่เขาใหญ่

ชูใจและมานีไปทัศนศึกษาที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ชูใจนั้นมีความสนใจเรื่องการดูนกมากเป็นพิเศษ ในระหว่างดูนก

ชูใจ : ที่เขาใหญ่มีนกชนิดต่างๆเยอะมากเลยนะ

มานี : ใช่จ๊ะ สีสันต่างๆสวยงามมาก มีทั้งสีเขียว สีเหลือง สีดำ สีแดงและสีอื่นๆอีกมากมาย

ชูใจ : มานีเธอสังเกตลักษณะจงอยปากของนกแต่ละชนิดซิ (สังเกตดังภาพ)



มานี : นกแต่ละชนิดก็จะมีลักษณะจงอยปากของนกแตกต่างกัน

ชูใจ : แต่นกบางชนิด ก็จะมีจงอยปากเหมือนนกอีกชนิดหนึ่งด้วย นั่นไงดูสิ

มานี : ใช่ๆเราว่าลักษณะจงอยปากน่าจะเกี่ยวข้องกับอาหารที่มันกินน่ะ ดูนก A และ นก C ซิน่าจะกินอาหารคล้ายกัน เพราะลักษณะจงอยปากของนกทั้ง 2 ชนิดคล้ายกัน

ถ้านักเรียนเป็น**ชูใจ**จะตั้งคำถามอย่างไรที่จะให้**มานี**ใช้ทักษะการสังเกต

♥.....

ถ้านักเรียนเป็น**ชูใจ**จะตั้งคำถามอย่างไรที่จะให้**มานี**ใช้ทักษะการจำแนกประเภท

♥.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถานการณ์ที่ 2

อากาศกับการเจริญเติบโตของพืช

ตุ๊ก : เราสงสัยจังเลยว่าอากาศกับการเจริญเติบโตของพืชมันเกี่ยวข้องกันไหม

ต้อม : เราว่าน่าจะเกี่ยวข้องกันน่ะเพราะที่บ้านเราห้องทำงานของคุณพ่ออยู่ชั้นใต้ดิน ต้นพลูด่างไม่ค่อยเจริญเติบโตเลย แต่ต้นพลูด่างที่ห้องรับแขกเจริญเติบโตดีมาก

ตุ๊ก : แล้วห้องทำงานคุณพ่อกับห้องรับแขกมันแตกต่างกันยังไง

ต้อม : ห้องทำงานคุณพ่ออากาศไม่ค่อยถ่ายเทเลย แต่ห้องรับแขกจะเป็นห้องโล่ง อากาศถ่ายเทได้สะดวกมาก ซึ่งเราว่ามันน่าจะเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต

ตุ๊ก : เธอรู้ได้อย่างไรว่าต้นพลูด่างมันเจริญเติบโต

ต้อม : เราก็นับจำนวนใบพลูด่างที่เพิ่มจำนวนขึ้นน่ะสิ

ตุ๊ก : อ๋อ...อย่างนี้นี่เอง

ถ้านักเรียนเป็นตุ๊กจะตั้งคำถามอย่างไรที่จะให้ต้อมใช้ทักษะการตั้งสมมติฐาน

♥.....

ถ้านักเรียนเป็นตุ๊กจะตั้งคำถามอย่างไรให้ต้อมใช้ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

♥.....

ถ้านักเรียนเป็นตุ๊กจะตั้งคำถามอย่างไรที่จะให้ต้อมใช้ทักษะการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร

♥.....

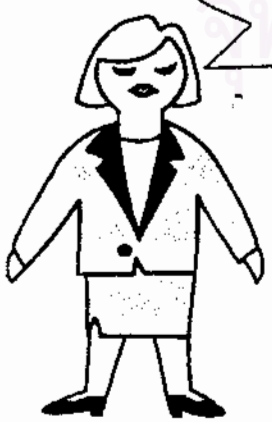
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถานการณ์ที่ 3

ไม้กายสิทธิ์

ถ้านักเรียนเป็นเด็กหญิงจ๋อมจะตั้งคำถามอย่างไรที่จะให้เด็กชายต๋อม ใช้ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา

♥.....



สถานการณ์ที่ 4

สารใดละลายได้ดี

ฝน : ฟ้ากำลังทำอะไรอยู่จ๊ะ

ฟ้า : กำลังทดสอบความสามารถในการละลายน้ำของสารชนิดต่างๆจ๊ะ

ฝน : มีอะไรให้ฝนช่วยไหมจ๊ะ ฝนช่วยได้นะ

ฟ้า : ได้สิ ช่วยมาเขียนบันทึกผลการทดลองให้ฟ้นหน่อยสิจ๊ะ

ฝน : ได้เลย พร้อมแล้ว

ฟ้า : " การทดลองความสามารถในการละลายน้ำ 100 กรัม ของสาร ก ข และ ค ได้ผลการทดลองดังนี้ ที่อุณหภูมิ 20°C สาร ก. ละลายน้ำได้ 30 กรัม สาร ข ละลายน้ำได้ 25 กรัม และสาร ค ละลายน้ำได้ 38 .กรัม ที่อุณหภูมิ 40 °C สาร ก ละลายน้ำได้ 65 กรัม สาร ข ละลายน้ำได้ 15 กรัม สาร ค ละลายน้ำได้ 38 กรัม " ที่อุณหภูมิ 60°C สาร ก ละลายน้ำได้ 110 กรัม สาร ข ละลายน้ำได้ 11 กรัม สาร ค ละลายได้ 38.5 กรัม"

ฝน : เสร็จแล้วหรือจ๊ะ

ฟ้า : เสร็จแล้ว ไหนขอฟ้าดูหน่อยสิ อือ...ดูแล้วเข้าใจยากจังเลย

ฝน : เอาอย่างนี้เดี๋ยวฝนทำให้ข้อมูลมันดูเข้าใจได้ง่ายและน่าสนใจด้วย ขอเวลา 10 นาที

ฟ้า : (ผ่านไป 10นาที) โอ้โฮ เธอเปลี่ยนข้อมูลที่ยุ่งๆให้เป็นกราฟ สวยจังแถมยังดูแล้วเข้าใจง่ายด้วย

ฝน : ฟ้าเธอดูเส้นกราฟของสาร ก. สิมันเฉียงขึ้นไปเรื่อยๆแสดงว่าถ้าอุณหภูมิ 80°C การละลายของสาร ก. น่าจะเพิ่มมากขึ้นน่ะ เธอว่าไหม

ถ้านักเรียนเป็น**ฟ้า**จะตั้งคำถามอย่างไรที่จะให้**ฝน**ใช้ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

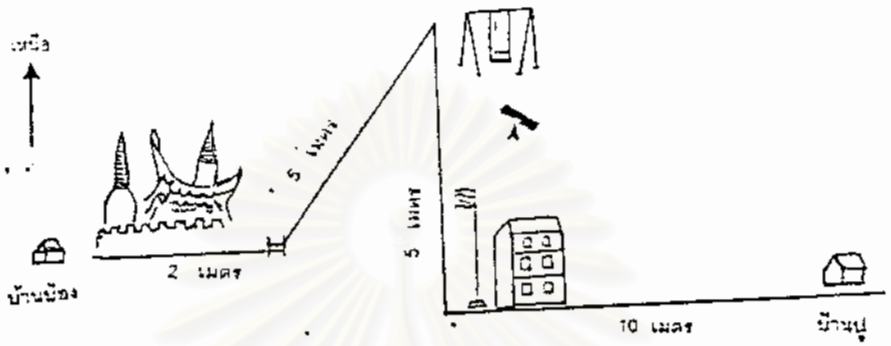
♥ .....

ถ้านักเรียนเป็น**ฝน**จะตั้งคำถามอย่างไรที่จะให้**ฟ้า**ใช้ทักษะการตีความหมายข้อมูล

♥ .....

สถานการณ์ที่ 5

ไปโรงเรียนกันเถอะ



ปู่ : สวัสดีป้อง วันนี้เรามาถึงโรงเรียนพร้อมกันเลย เมื่อเช้าเราออกจากบ้าน 7.10 น. มาถึงโรงเรียน 7.30 น. พร้อมกัน แสดงว่าเธอต้องออกจากบ้านก่อนเราแน่เลย

ป้อง : เปล่านี่ เราก็ออกจากบ้าน 7.10 น. เหมือนกัน

ปู่ : เอ...อย่างนี้แสดงว่าป้องเดินเร็วกว่าเราน่ะซิ เพราะระยะทางจากบ้านเธอถึงโรงเรียนไกลกว่าบ้านเราซะอีก (ปู่ทำท่าคิด) ใช่เธอเดินเร็วกว่าเราตั้ง 3.3 นาที

ป้อง : ใช่แล้ว เราเดินเร็วกว่าเธอ เดี๋ยวเรากะว่าก็ฟ้าสีปีหน้าเราจะลงแข่งขันเดินเร็ว

ปู่ : อย่างนี้มีหวังป้องต้องได้แชมป์เดินเร็วแน่เลย

ถ้านักเรียนเป็นป้องจะตั้งคำถามอย่างไรที่จะให้ปู่ใช้ทักษะการคำนวณ

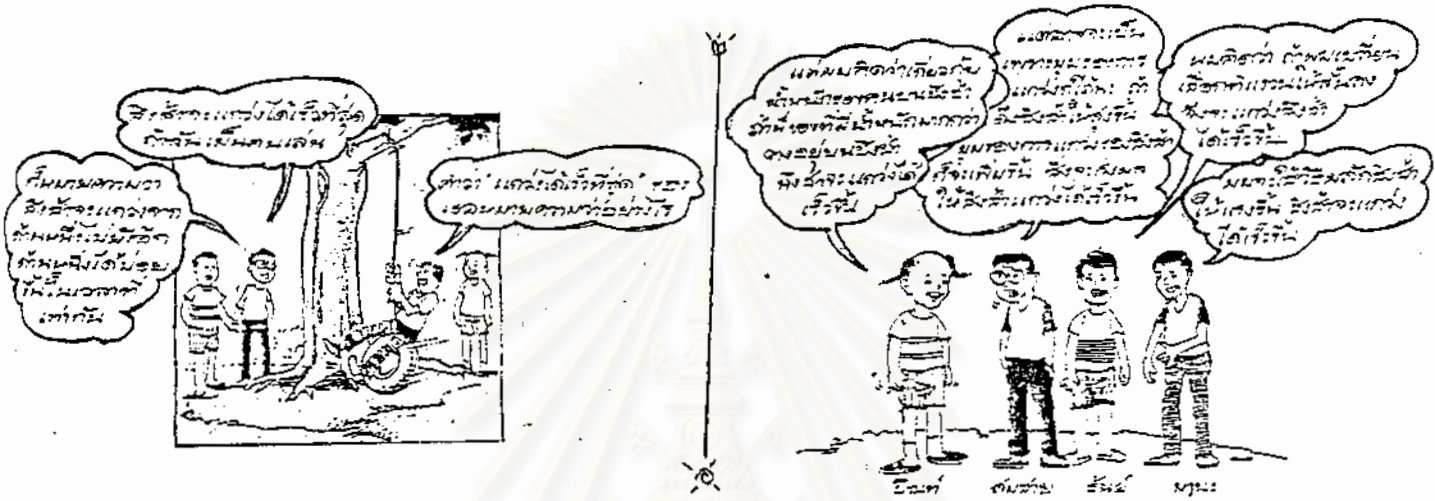
♥.....

ถ้านักเรียนเป็นป้องจะตั้งคำถามอย่างไรที่จะให้ปู่ใช้ทักษะการวัด

♥.....

ทนการณ์ที่ 6

แกงเลียงแม่ช้า



แบบโดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

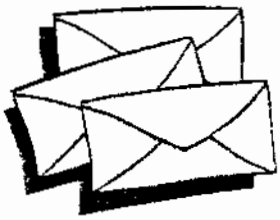
จากสมมติฐานของ**สมชาย**นักเรียนจะตั้งคำถามอย่างไรที่จะให้**สมชาย**ใช้ทักษะการตั้งสมมติฐาน

♥.....

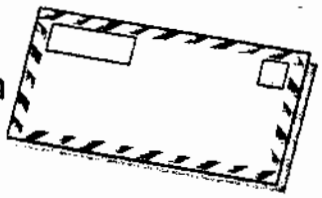
จากสมมติฐานของ**บิณฑ์**นักเรียนจะตั้งคำถามอย่างไรที่จะให้**บิณฑ์**ใช้ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

♥.....

สถานการณ์ที่ 7



จดหมายสื่อรัก



โรงเรียนวัดนาดี ต. นาดี อ. แกลง

จ. ระยอง 34160

16 กรกฎาคม 2544

สวัสดีแกละเพื่อนรัก

ฉันได้รับจดหมายของเธอตั้งแต่วันที่ 10 กรกฎาคม 2544 แล้วรู้สึกดีใจจังเลย เพราะเราได้รู้อะไรดีๆมากมายจากเธอซึ่งหลายอย่างเป็นเรื่องที่เราไม่เคยรู้มาก่อนเลย เอ้อ...เรามีเรื่องอยากจะปรึกษาเธอเรื่องหนึ่ง คือว่าบ้านเราอยู่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ซึ่งปล่อยควันรบกวนไปทั่วบริเวณนั้น และเรายังพบว่าต้นกุหลาบในสนามหญ้าของเราไม่ค่อยงาม แต่สนามหญ้ายังคงสภาพที่สมบูรณ์อยู่ เมื่อเราสังเกตต้นกุหลาบอย่างใกล้ชิด ก็พบว่ามีละอองเล็กๆสีดำปกคลุมทั่วไปทั้งต้นกุหลาบ เราคิดว่าละอองเล็กๆสีดำมันต้องเกี่ยวข้องกับการงามของต้นกุหลาบแน่เลย คือมันไปทำให้แสงสว่างส่องถึงใบได้น้อยลง ทำให้พืชสังเคราะห์ด้วยแสงได้น้อย จึงทำให้ต้นกุหลาบไม่ค่อยงาม แกละล่ะมีความคิดเห็นอย่างไรและแกละมีวิธีการอย่างไรจึงจะทำให้ต้นกุหลาบของเรางอกงามได้

แกละช่วยบอกและตอบจดหมายเราด้วยละ เรารู้ว่าแกละน่ะเก่งอยู่แล้ว จริงไหม

รักและคิดถึงมาก

จุก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คุณหนู ๆนักเรียนอย่าพึ่งไปไหน อย่าพึ่งไปไหน มีตั้งคำถามต่อหน้าถัดไป

คุณหนู ๆนักเรียนที่น่ารักตั้งใจทำน่ะจ๊ะ
ผมจะคอยให้กำลังใจ

ถ้านักเรียนเป็นจุกจะตั้งคำถามอย่างไรที่จะให้แกละใช้ทักษะการทดลอง

♥.....

ถ้านักเรียนเป็นจุกจะตั้งคำถามอย่าไรที่จะให้แกละใช้ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

♥.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถานการณ์ที่ 8

เขาดินถิ่นของสัตว์

ครูพานักเรียนไปศึกษานอกสถานที่ คือไปที่สวนสัตว์เขาดินวนา ซึ่งทำให้นักเรียนทุกคนตื่นเต้นมาก โดยครูให้งานนักเรียนคือ จดชื่อสัตว์แต่ละชนิดที่พบในสวนสัตว์เขาดิน ในระหว่างเดินดูสัตว์ต่างๆ นิกกี้ กับนิโคลก็คุยกันดังนี้

นิกกี้ : สัตว์เยอะแยะไปหมดเลย เราตื่นเต้นจังเลยนิโคล

นิโคล : อุ๊ยดูนั่นสิ นกกระจอกเทศ นิกกี้รู้ไหมว่ามันได้รับสมญานามว่าเป็นนกที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลก แล้วนิกกี้บอกได้ไหมว่าตัวไหนตัวผู้ ตัวไหนตัวเมีย

นิกกี้ : รู้ซิ ก็ดูที่สีขนของเจ้านกกระจอกเทศ นั่นไงถ้าขนสีดำเข้มจะเป็นตัวผู้ ส่วนขนสีเทาหรือน้ำตาลจะเป็นตัวเมียจ๊ะ

นิโคล : นิกกี้เก่งจังเลย อุ๊ย...โน่นม้าลาย ยีราฟ เยอะแยะไปหมด แล้วนิกกี้เจอสัตว์อะไรเพิ่มเติมบ้างล่ะ

นิกกี้ : มีเสือ ลิง กิ้งก่า ปลาทอง ปลาเทรา ปู ปลาหมึก กุ้งมังกร

นิโคล : เหมือนกับที่เราพบเลย เราว่าพวกเรามาช่วยกันแบ่งกลุ่มสัตว์เหล่านี้ดีกว่า เราใช้ที่อยู่อาศัยเป็นเกณฑ์ ดีไหม

นิกกี้ : นั้นก็แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกสัตว์บก มีนกกระจอกเทศ ม้าลาย ยีราฟ เสือ ลิง กิ้งก่า กลุ่มที่ 2 สัตว์น้ำ มีปลาทอง ปลาเทรา ปู ปลาหมึก กุ้งมังกร นิโคลว่าไงถูกต้องไหม

ถ้านักเรียนเป็น**นิโคล**จะตั้งคำถามอย่างไรที่จะให้**นิกกี้**ใช้ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

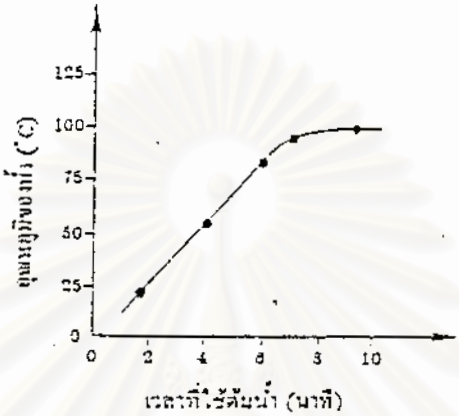
♥.....

ถ้านักเรียนเป็นนิโคลจะตั้งคำถามอย่างไรที่จะให้**นิกกี้**ใช้ทักษะการจำแนกประเภท

♥.....

สถานการณ์ที่ 9 การต้มน้ำของนิหน่าและนิดหน่อย

นิหน่าตั้งกาต้มน้ำบนเตาไฟฟ้า เขาวัดและบันทึกอุณหภูมิของน้ำทุกๆ 2 นาที ผลที่ได้จากการวัดอุณหภูมิของน้ำแสดงให้เห็นดังกราฟข้างล่างดังนี้



นิดหน่อย : อุ๊ย...นิหน่าดูกราฟสิ ยิ่งเธอต้มน้ำนานอุณหภูมิยิ่งสูงขึ้นเรื่อยๆ แต่เอ๊ะ...เธอดูกราฟตรงนาทีที่ 7 ซิกราฟจะคงที่ไม่สูงขึ้นเลย

นิหน่า : ใช่ๆๆ ยังนี้เราว่าถ้าเราต้มน้ำต่อไปอีกจนถึง 15 นาที เส้นกราฟน่าจะคงที่อย่างนี้ไปเรื่อยๆที่อุณหภูมิ 100 °C เธอเห็นด้วยกับเราไหม

นิดหน่อย : เราเห็นด้วยกับเธออยู่แล้ว

ถ้านักเรียนเป็น**นิดหน่อย**จะตั้งคำถามอย่างไรที่จะให้**นิหน่า**ใช้ทักษะการพยากรณ์

♥.....

ถ้านักเรียนเป็น**นิหน่า**จะตั้งคำถามอย่างไรที่จะให้**นิดหน่อย**ใช้ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

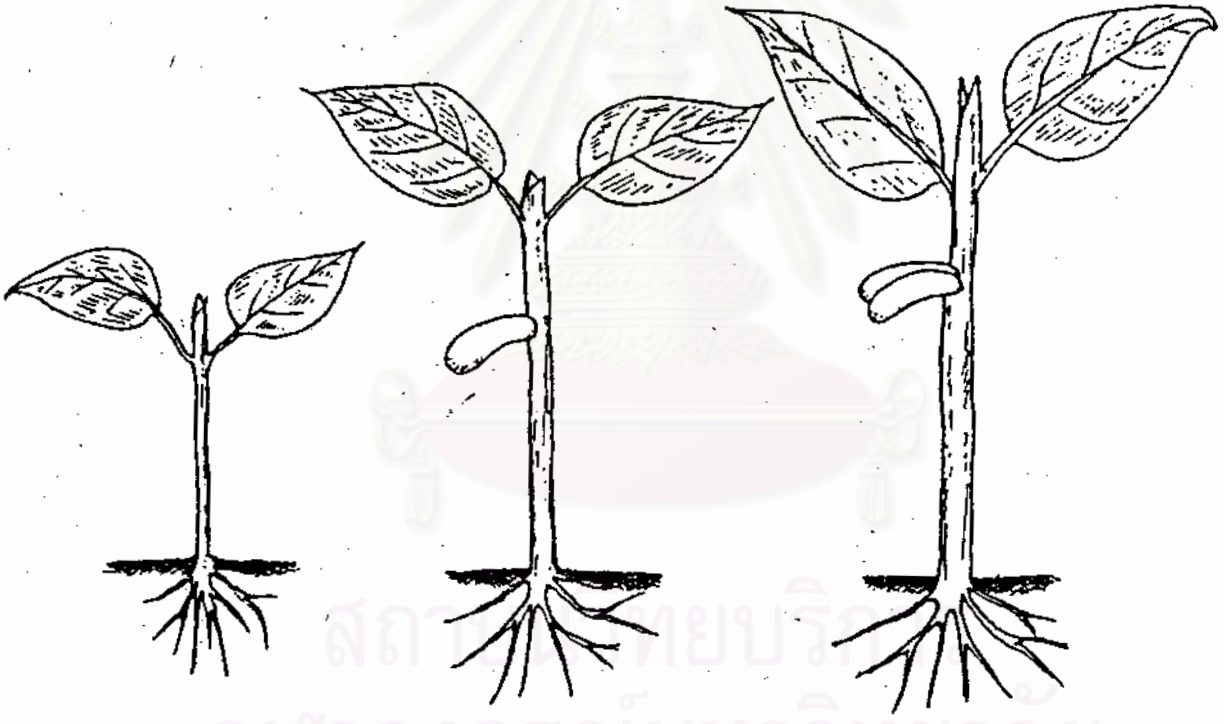
♥.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถานการณ์ที่ 10

อาหารจากใบเลี้ยงกับการเจริญเติบโตของพืช

สมคิดได้ทำการทดลอง เรื่อง อาหารจากใบเลี้ยงกับการเจริญเติบโตของพืช โดยเขาตั้งสมมติฐานว่า " จำนวนใบเลี้ยงมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียว" เขาได้นำเมล็ดถั่วเขียวมาเพาะในกะบะ ซึ่งในกะบะได้แบ่งถั่วออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 10 เมล็ด โดยเพาะเป็นแถว ซึ่งในแต่ละกลุ่มจะอยู่แถวเดียวกัน เมื่อเมล็ดถั่วงอกได้ 2 วัน เขาได้เด็ดใบเลี้ยงถั่วแถวที่ 1 ทิ้งทั้ง 2 ใบ ส่วนแถวที่ 2 เขาเด็ดใบเลี้ยงถั่วทิ้ง 1 ใบ และแถวที่ 3 ไม่เด็ดใบเลี้ยงเลย จากนั้นเขาได้สังเกตการเจริญเติบโตของต้นถั่วทุก 5 วัน



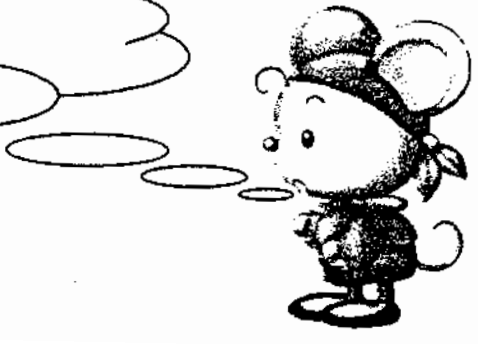
แถวที่ 1
ต้นถั่วไม่มีใบเลี้ยง

แถวที่ 2
ต้นถั่วมีใบเลี้ยง 1 ใบ

แถวที่ 3
ต้นถั่วมีใบเลี้ยง 2 ใบ

รูป การเจริญเติบโตของต้นถั่วซึ่งมีจำนวนใบเลี้ยงต่างกัน

คุณหนู ๆนักเรียนอย่าพึ่งไปไหน อย่าพึ่งไปไหน มีตั้งคำถามต่อหน้าถัดไป



นักเรียนจะตั้งคำถามอย่างไรที่จะให้**สมคิด**ใช้ทักษะการทดลอง

♥.....

นักเรียนจะตั้งคำถามอย่างไรที่จะให้**สมคิด**ใช้ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

♥.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. ตัวอย่างแผนการสอนโดยมีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. ตัวอย่างแผนการสอนโดยไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนการสอนที่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 203) **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่** 2

เรื่อง กิจกรรม 7.3 **การเปรียบเทียบวิตามินซีในผลไม้ชนิดต่าง ๆ** **เวลา** 2 **คาบ** (100 **นาที**)

สาระสำคัญ

วิตามิน แร่ และน้ำ เป็นสารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน

การทดสอบวิตามินซีอย่างง่ายทำได้โดย หยดสารละลายที่ต้องการทดสอบลงไปในน้ำแป้งผสมสารละลายไอโอดีน และสังเกตการเปลี่ยนสีของน้ำแป้ง ถ้าน้ำแป้งเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี แสดงว่าสารนั้นมีวิตามินซีอยู่

คำถามเพื่อพัฒนาการตั้งสมมติฐาน เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบให้คำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าของสิ่งที่ไม่สามารถตรวจสอบได้ด้วยการสังเกต

คำถามเพื่อพัฒนาการกำหนดและควบคุมตัวแปร เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบได้บ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม ในสมมติฐานหนึ่งการควบคุมตัวแปรนั้นจะควบคุมอย่างไร จึงจะไม่ทำ ให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

<u>ตอนที่ 1</u> 1. ตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่กำหนดให้ได้

2. ออกแบบการทดลองเพื่อหาปริมาณวิตามินซีในผลไม้ชนิดต่างๆได้

3. กำหนดและควบคุมตัวแปรในการทดลองได้

4. กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการในการทดลองนี้ได้

5. สรุปและเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในผลไม้ชนิดต่างๆได้

6. นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการทดลองให้อยู่ในรูปที่สวยงามและเข้าใจได้ง่าย

<u>ตอนที่ 2.</u> 1. บอกความหมายของการตั้งสมมติฐานและการกำหนดและควบคุมตัวแปร

2. ตั้งคำถามเพื่อพัฒนาการตั้งสมมติฐานและคำถามเพื่อพัฒนาการกำหนดและควบคุมตัวแปร

เนื้อหา

<u>ตอนที่ 1</u>

การทดสอบวิตามินซีอย่างง่ายทำได้โดย หยดสารละลายที่ต้องการทดสอบลงไปในน้ำแป้งผสมสารละลายไอโอดีน และสังเกตการเปลี่ยนสีของน้ำแป้ง ถ้าน้ำแป้งเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี แสดงว่าสารนั้นมีวิตามินซีอยู่

ในการเปรียบเทียบว่าในสารใดมีวิตามินซีมากหรือน้อย ทำได้โดยเทียบจากจำนวนหยดที่สารนั้นเปลี่ยนสีน้ำเงินของน้ำแป้งผสมสารละลายไอโอดีนเป็นไม่มีสีกับจำนวนหยดของวิตามินซีสังเคราะห์ ซึ่งทราบปริมาณความเข้มข้นของวิตามินซี

วิตามินซี มีมากในอาหารจำพวกผลไม้ ผัก เช่น มะเขือเทศ มะละกอ ส้ม มะนาว สับปะรด เป็นต้น

ตอนที่ 2

คำถามเพื่อพัฒนาการตั้งสมมติฐาน เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบให้คำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าของสิ่งที่ไม่สามารถตรวจสอบได้ด้วยการสังเกต เป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ที่คาดคะเนว่าจะเกิดขึ้นระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน สามารถตรวจสอบสมมติฐานโดยการทดลองได้ เช่น เมื่อสักครู่นี้ทดลองหยดน้ำมะนาวลงบนหินปูน แล้วเกิดฟองก๊าซ คราวนี้ถ้าลองหยดน้ำมะนาวลงบนหินชนิดอื่น จะเกิดฟองก๊าซหรือไม่ เป็นต้น

คำถามเพื่อพัฒนาการกำหนดและควบคุมตัวแปร เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบได้บ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม ในสมมติฐานหนึ่งการควบคุมตัวแปรนั้นจะควบคุมอย่างไร จึงจะ ไม่ทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน เช่น ก่อนจะทำการทดลองเพื่อหาคำตอบว่า ไก่ที่เลี้ยงด้วยรำจะเติบโตแตกต่างจากไก่ที่เลี้ยงด้วยข้าวหรือไม่จะต้องจัดอะไรให้แตกต่างกัน ต้องจัดอะไรให้เหมือนกันบ้างและเราจะต้องติดตามดูอะไร เป็นต้น

สื่อการเรียนการสอน

	จำนวน/กลุ่ม
1. อุปกรณ์	
1. หลอดทดลอง	6 หลอด
2. หลอดหยด	1 อัน
3. หลอดฉีดยา	1 อัน
4. ที่ตั้งหลอดทดลอง	1 อัน
2. สารเคมี	
1. น้ำแป้งสุก	12 cm^3
2. น้ำส้ม	12 cm^3
3. น้ำสับปะรด	12 cm^3
4. น้ำมะเขือเทศ	12 cm^3
5. น้ำมะละกอสุก	12 cm^3
6. น้ำมะนาว	12 cm^3
7. สารละลายวิตามินซี	5 cm^3
8. สารละลายไอโอดีน	5cm^3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. <u>สื่ออื่นๆ</u>

1. กระดาษฟลิปชาร์ตและปากกาเมจิก

2. แบบฝึกความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ขั้นนำ (10 นาที)

1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนทบทวนตัวเองว่า ได้รับการฝึกทักษะอะไรมาบ้างแล้ว พร้อมกับบอกนักเรียนว่ากิจกรรมต่อไปนี้ต้องอาศัยทักษะที่ได้ฝึกมาแล้ว พร้อมทั้งให้นักเรียนลองคิดว่าหลังจากจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนต้องใช้ทักษะพื้นฐานอะไรบ้างในการทำกิจกรรมนี้ให้ลุล่วงไปด้วยดี

1.2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มประจำโต๊ะตามที่ครูกำหนดให้

2. ขั้นกิจกรรม (50 นาที)

2.1 ครูยกตัวอย่างเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของต้นถั่วว่า ต้นถั่วเขียวพันธุ์เดียวกันปลูกไว้ในกระถาง 2 กระถาง ทำไมต้นถั่วเขียวจึงเจริญเติบโตไม่เท่ากัน โดยกระถาง A เจริญเติบโตได้ดีกว่ากระถาง B ครูถามนักเรียนว่าสาเหตุอะไรบ้างที่มีผลทำให้ต้นถั่วกระถาง A เจริญเติบโตได้ดีกว่ากระถาง B โดยให้นักเรียนคิดหาคำตอบเกี่ยวกับสาเหตุที่เกี่ยวข้อง (แสงสว่าง ปริมาณน้ำที่รด ชนิดของดิน ปริมาณปุ๋ยที่ให้)

2.2 เมื่อนักเรียนสามารถบอกสาเหตุที่ทำให้ถั่วเจริญเติบโตได้แล้ว ครูให้นักเรียนฝึกตั้งสมมติฐานด้วยตัวเอง (ต้นถั่วกระถาง A ได้รับแสงสว่างเต็มที่จึงเจริญเติบโตได้ดีกว่าต้นถั่วกระถาง B, ต้นถั่วกระถาง A ปลูกด้วยดินร่วนจึงเจริญเติบโตได้ดีกว่าต้นถั่วกระถาง B ที่ปลูกด้วยดินเหนียว)

2.3 ครูกล่าวต่อไปว่า สมมติฐานที่นักเรียนบอกมานั้นถูกต้องแล้ว และอธิบายต่อไปว่า สมมติฐานที่ สามารถบอกแนวทางการออกแบบการทดลองมักนิยมตั้งในรูป **"ถ้า...ดังนั้น..."** ครูยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย เช่น

ถ้าแสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว ดังนั้น ต้นถั่วที่ได้รับแสงจะเจริญเติบโตได้ดีกว่าต้นถั่วที่ไม่ได้รับแสง ทั้งนี้ต้องควบคุมตัวแปรอื่นๆให้เหมือนกัน เป็นต้น

2.4 ครูให้นักเรียนฝึกตั้งสมมติฐานจากตัวแปรที่ระบุในข้อ 2.1 ในรูปแบบ **"ถ้า...ดังนั้น..."**

2.5 เมื่อนักเรียนเข้าใจแล้ว ครูถามว่าทราบหรือไม่ว่าการตั้งสมมติฐานมีประโยชน์อย่างไรบ้าง (ผู้ทดลองได้ทราบทิศทาง/แนวทางการออกแบบการทดลอง เพื่อพิสูจน์สมมติฐาน ซึ่งเป็นคำตอบที่คาดคะเนไว้)

2.6 ครูให้นักเรียนเลือกสาเหตุที่ทำให้ต้นถั่วกระถาง A เจริญเติบโตได้ดีกว่ากระถาง B สมมติว่านักเรียนเลือกแสงสว่าง ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในหัวข้อต่อไปนี้

- สมมติฐานนี้เกี่ยวข้องกับอะไรบ้าง (แสงสว่างและการเจริญเติบโตของต้นถั่วของต้นถั่ว)
- สิ่งที่เกี่ยวข้องนี้ ในเรื่องของการทดลองเรียกว่าอะไร (ตัวแปร)

- ถ้าให้นักเรียนออกแบบการทดลองนักเรียนจะจัดอะไรให้เหมือนกันบ้าง (ชนิดของถั่ว ชนิดของดิน ปริมาณน้ำ ปริมาณปุ๋ย ขนาดกระถาง จำนวนเมล็ดถั่ว)

- สิ่งที่จัดให้เหมือนกันนี้ เราเรียกว่าอะไร (ตัวแปรควบคุม)

- การทดลองนี้เราได้จัดอะไรให้แตกต่างกันบ้าง (แสงสว่าง)

- สิ่งที่จัดให้แตกต่างกันนี้เรียกว่าอะไร (ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ)

- การทดลองนี้เราต้องคอยติดตามดูอะไรบ้าง (การเจริญเติบโตของต้นถั่วที่ได้รับแสงสว่างและที่ไม่ได้รับแสงสว่าง)

- สิ่งที่ต้องติดตามดูอันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต้น เรียกว่าอะไร (ตัวแปรตาม)

- นักเรียนมีวิธีการวัดการเจริญเติบโตของต้นถั่วอย่างไร (วัดจากความสูงของต้นถั่วจากโคนต้นถึงยอด)

- การเจริญของต้นถั่วเป็นผลเนื่องมาจากอะไร (ปริมาณแสงสว่าง)

2.7 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อความรู้ดังนี้ " ในการทดลองเรื่องใดเรื่องหนึ่งนั้นมักจะมีตัวแปรเข้ามาเกี่ยวข้องกับการทดลองอยู่เสมอและตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลองนั้นจะแบ่งออกได้ 3 พวกดังนี้ คือ 1.ตัวแปรที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่ ซึ่งเรียกว่าตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ ซึ่งจากการทดลองที่ผ่านมานั้น ได้แก่ ปริมาณแสงสว่าง 2. ตัวแปรที่เป็นผลมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นนั้นเปลี่ยนแปลงไป เรียกว่าตัวแปรตาม ซึ่งจากการทดลองได้แก่ การเจริญของต้นถั่ว 3. ตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ คือ สิ่งอื่นๆที่นอกเหนือตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนถ้าหากว่าไม่มีการควบคุมให้เหมือนกัน ซึ่งจากการทดลองได้แก่ ชนิดของถั่ว ชนิดของดิน ปริมาณน้ำ ปริมาณปุ๋ย ขนาดกระถาง จำนวนเมล็ดถั่ว เป็นต้น

2.8 ครูถามนักเรียนต่อไปว่า "แล้วคำถามที่ถามเพื่อต้องการให้ผู้ตอบคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าอย่างสมเหตุสมผลเรียกคำถามประเภทนี้ว่าอย่างไร (คำถามเพื่อพัฒนาการตั้งสมมติฐาน) และคำถามที่ถามเพื่อต้องการให้ผู้ตอบบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม เรียกคำถามประเภทนี้ว่า (คำถามเพื่อพัฒนาการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

2.9 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมฝึกการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาการตั้งสมมติฐานและคำถามเพื่อพัฒนาการกำหนดและควบคุมตัวแปร (กิจกรรม 7.3 การเปรียบวิตามินซีในผลไม้ชนิดต่างๆ) โดยให้ศึกษาวิธีการทดลองในหนังสือวิทยาศาสตร์ (ว 203) หน้า 8 โดยใช้เวลา 40 นาที พร้อมทั้งให้ผู้แทนแต่ละกลุ่มเสนอผลของการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียนด้วย เมื่อนักเรียนเข้าใจแล้ว ครูแจกแบบฝึกคำถามเพื่อพัฒนาการตั้งสมมติฐานและคำถามเพื่อพัฒนาการกำหนดและควบคุมตัวแปรให้แต่ละกลุ่ม

3. ขั้นอภิปราย (30 นาที)

2.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มที่รับผิดชอบออกมารายงานผลการทำกิจกรรม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามที่นักเรียนตั้งขึ้นดังนี้

- ผลไม้แต่ละชนิดจะมีปริมาณวิตามินซีเท่ากันหรือไม่อย่างไร (ไม่เท่ากันแตกต่างกันตามชนิดของผลไม้)
- ถ้าน้ำมะเขือเทศมีปริมาณวิตามินซีมากกว่าน้ำมะละกอสุก ดังนั้นจำนวนหยดของน้ำผลไม้ทั้งสองที่ใช้ในการทดลองควรเป็นอย่างไร(ปริมาณหยดของน้ำมะเขือเทศจะต้องน้อยกว่าจำนวนหยดของ น้ำมะละกอสุก)
- กิจกรรมนี้สิ่งที่จัดให้แตกต่างกันคืออะไร (ชนิดของผลไม้)
- กิจกรรมนี้สิ่งที่จัดให้เหมือนกันคืออะไร (ปริมาณน้ำแป้งสุก จำนวนหยดของสารละลายไอโอดีน ขนาดของหลาดหยด)
- สิ่งที่ต้องติดตามดูอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงชนิดของน้ำผลไม้คืออะไร (ปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้)
- ผลการทดลองสรุปได้ว่าอย่างไร (น้ำผลไม้แต่ละชนิดมีปริมาณวิตามินซีไม่เท่ากัน เราสามารถทราบปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้ โดยการเปรียบเทียบจำนวนหยดของน้ำผลไม้ที่ใช้กับจำนวนหยดของสารละลายวิตามินซีที่ทราบความเข้มข้นแล้ว)

4. ขั้นสรุป (5 นาที)

4.1 ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปบทเรียนตามหัวข้อต่อไปนี้

- ความหมายของการตั้งสมมติฐาน
- คำถามเพื่อพัฒนาการตั้งสมมติฐาน
- ความหมายของการกำหนดและควบคุมตัวแปร
- คำถามเพื่อพัฒนาการกำหนดและควบคุมตัวแปร
- ทดสอบและเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในผลไม้ชนิดต่างๆได้

4.2 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาการตั้งสมมติฐานและคำถามเพื่อพัฒนาการกำหนดและควบคุมตัวแปร ใช้เวลาประมาณ 10 นาที

การวัดและการประเมินผล

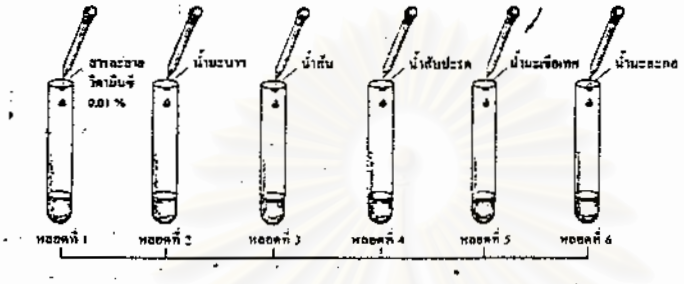
1. สังเกตพฤติกรรมการเรียนขณะปฏิบัติการทดลอง
2. สังเกตการอภิปรายร่วมกันขณะทำงานเป็นกลุ่ม
3. สังเกตพฤติกรรมการใช้อุปกรณ์
4. ประเมินจากใบงานและการนำเสนอหน้าชั้นเรียน
5. ประเมินจากแบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ใบงาน
แบบฝึกความสามารถในการตั้งคำถาม

<u>ตอนที่ 1 คำถามเพื่อพัฒนาการตั้งสมมติฐาน</u>

คำสั่ง : ให้นักเรียนตั้งคำถามเพื่อพัฒนาการตั้งสมมติฐานพร้อมทั้งตอบคำถามที่นักเรียนได้ตั้งขึ้นด้วย

การทดสอบปริมาณวิตามินซีในผลไม้ชนิดต่าง ๆ



คำถาม :.....

♥คำตอบ :.....

คำถาม :.....

♥คำตอบ :.....

<u>ตอนที่ 2 คำถามเพื่อพัฒนาการกำหนดและควบคุมตัวแปร</u>

คำสั่ง : ให้นักเรียนตั้งคำถามเพื่อพัฒนาการกำหนดและควบคุมตัวแปร พร้อมทั้งตอบคำถามที่นักเรียนได้ตั้งขึ้นด้วย

คำถาม :.....

♥คำตอบ :.....

คำถาม :.....

♥คำตอบ :.....

คำถาม :.....

♥คำตอบ :.....

คำถาม :.....

♥คำตอบ :.....

♥♥♥♥♥♥♥♥♥♥♥

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การประเมินผล
แบบฝึกความสามารถในการตั้งคำถาม

คำสั่ง : ให้นักเรียนใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ตั้งคำถามเพื่อพัฒนาการตั้งสมมติฐาน(1) และคำถามเพื่อพัฒนาการกำหนดและควบคุมตัวแปรดังต่อไปนี้

" วริศเลี้ยงผึ้งไว้หลายรัง เขาสังเกตเห็นว่าจำนวนของตัวผึ้งที่ฟักออกมาจากไข่มีปริมาณต่างๆกันในช่วงเวลาที่ต่างกัน เขาสงสัยว่าตัวแปรใดต่อไปนี้อาจมีผลต่ออัตราที่ตัวผึ้งฟักออกจากไข่"

ก. อุณหภูมิของรังผึ้ง

ข. ความชื้นสัมพัทธ์ที่อยู่ภายในรังผึ้ง

ค. ปริมาณอาหารที่หาได้

1.) คำถาม(1).....

คำถาม(2).....

2.) คำถาม(1).....

คำถาม(2).....

3.) คำถาม(1).....

คำถาม(2).....

♣♣♣♣♣♣♣♣

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนการสอนที่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 203) **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่** 2

เรื่อง กิจกรรมลองทำดู (เปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในผักผลไม้อื่น ๆและเปรียบเทียบวิตามินซีในผักสดและผักสุกชนิดเดียวกัน) **เวลา** 2 **คาบ** (100 **นาที**)

สาระสำคัญ

ผักและผลไม้ต่างชนิดกันจะมีวิตามินซีไม่เท่ากัน และผักสดมีวิตามินซีมากกว่าผักต้มสุกชนิดเดียวกัน

คำถามเพื่อพัฒนาการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยวิธีการต่างๆ เป็นต้นว่าการจัดเรียนลำดับ การจัดแยกประเภท คำนวณหาค่าใหม่ แล้วนำเสนอข้อมูลในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ หรืออื่นๆ

คำถามเพื่อพัฒนาการพยากรณ์ เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบได้ทำนายหรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ ความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ ทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

<u>ตอนที่ 1</u>
1. ทำการทดลองเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในผักและผลไม้ชนิดต่างๆได้
2. ทำการทดลองเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในผักชนิดเดียวกันที่อยู่ในสภาพสดและต้มสุกได้
3. สรุปและเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในผักและผลไม้ได้กับในผักสดและผักต้มสุกได้

<u>ตอนที่ 2</u>
1. บอกความหมายของการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลและการพยากรณ์ได้
2. ตั้งคำถามเพื่อพัฒนาการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลและคำถามเพื่อพัฒนาการพยากรณ์ได้

เนื้อหา

<u>ตอนที่ 1</u>

ผักและผลไม้ต่างชนิดกันจะมีวิตามินซีไม่เท่ากัน และผักสดมีวิตามินซีมากกว่าผักต้มสุกชนิดเดียวกัน ซึ่งเราสามารถนำความรู้นี้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประวันได้คือ ควรบริโภคผักสด เพราะมีปริมาณวิตามินซีมากกว่าผักต้มสุก

<u>ตอนที่ 2</u>

คำถามเพื่อพัฒนาการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบนำข้อมูล ที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยวิธีการต่างๆ เป็นต้นว่าการจัดเรียงลำดับ การจัดแยกประเภท คำนวณหาค่าใหม่ แล้วนำเสนอข้อมูลในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพกราฟ หรืออื่นๆ เช่น จะเปลี่ยนข้อความบนกระดานให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้อย่างไร เป็นต้น

คำถามเพื่อพัฒนาการพยากรณ์ เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบได้ทำนายหรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ ความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย เช่น ถ้าเราปลูกต้นไม้ต้นหนึ่ง เมื่อปลูกได้นาน 1 สัปดาห์ 2 สัปดาห์ 3 สัปดาห์ ต้นสูง 1 เซนติเมตร 2 เซนติเมตร และ 3 เซนติเมตร ตามลำดับ ถามว่าถ้าปลูกต้นไม่นาน 5 สัปดาห์ ต้นไม้นี้จะสูงเท่าไร เป็นต้น

สื่อการเรียนการสอน

1. <u>อุปกรณ์</u> จำนวน/กลุ่ม
    1. หลอดทดลอง 6 หลอด
    2. หลอดหยด 1 อัน
    3. หลอดฉีดยา 1 อัน
    4. ที่ตั้งหลอดทดลอง 1 อัน
    5. ตะเกียงแอลกอฮอร์ 1 อัน
    6. บีกเกอร์ขนาดกลาง 1 อัน
2. <u>สารเคมี</u>
    1. น้ำแป้งสุก 12 cm^3
    2. น้ำฝรั่ง 12 cm^3
    3. น้ำแตงโม 12 cm^3
    4. น้ำมะม่วง(สุก) 12 cm^3
    5. น้ำตำลึง 12 cm^3
    6. น้ำผักคะน้า 12 cm^3
    7. น้ำผักตำลึงต้มสุก 12 cm^3
    8. น้ำผักคะน้าต้มสุก 12cm^3
    9. สารละลายไอโอดีน 5cm^3

3. <u>สื่ออื่นๆ</u>
    1. กระดาษฟลิปชาร์ตและปากกาเมจิก
    2. แบบบรรยายผลการเจริญเติบโตของต้นถั่วในระยะเวลาที่แตกต่างกัน
    3. ตารางแสดงผลการเจริญเติบโตของต้นถั่วในระยะเวลาที่แตกต่างกัน
    4. กราฟแสดงผลการเจริญเติบโตของต้นถั่วในระยะเวลาที่แตกต่างกัน
    5. แบบฝึกความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ขั้นนำ

1.1 ครูนำข้อมูลที่เป็นแบบบรรยายผลการทดลองการเจิญเติบโตของต้นถั่วซึ่งวัดจากความสูงของต้นถั่วในเวลา 5 10 15 และ 20 วัน ติดที่กระดาน จากนั้นนำข้อมูลเดียวกันนี้แต่นำเสนออยู่ในรูปของ ตาราง และกราฟติดที่กระดานอีก ครูถามนักเรียนว่าข้อมูลอันเดียวกัน การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบใดที่เข้าใจได้ง่ายที่สุดและน่าสนใจด้วย (ตาราง กราฟ)

1.2 จากนั้นครูจึงกล่าวต่อไปว่า นี่เป็นการสื่อความหมายข้อมูลเพื่อให้เกิดความเข้าใจง่ายและน่าสนใจมากขึ้น ซึ่งการสื่อความหมายที่พบโดยทั่วไปมีหลายรูปแบบ ทราบหรือไม่ว่ามีรูปแบบใดบ้าง (บรรยาย แผนภาพ แผนภูมิ แผนผัง ไดอะแกรม วงจร ตาราง กราฟ สมการเป็นต้น) วันนี้เราจะได้เรียนรู้การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

1.3 ก่อนทำกิจกรรมครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนั่งประจำโต๊ะตามที่ครูกำหนดให้

2. ขั้นกิจกรรม

2.1 ครูให้คำสั่งว่ากิจกรรมมี 2 ตอน โดยให้กลุ่มที่ 1-4 ทำกิจกรรมตอนที่ 1 และกลุ่ม 5-7 ทำกิจกรรมตอนที่ 2 โดยกิจกรรมดังนี้

<u>ตอนที่ 1</u> ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมลองทำดู เรื่อง เปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในผักผลไม้อื่นๆและเปรียบเทียบวิตามินซีในผักสดและผักสุกชนิดเดียวกัน

<u>ตอนที่ 2</u> ให้นักเรียนทดลองเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในผักที่ต้มที่อุณหภูมิต่างๆ เมื่อนักเรียนพร้อมแล้วครูแจกอุปกรณ์ให้กลุ่มละ 1 ชุดและให้นักเรียนนำเสนอข้อมูลที่ได้ในรูปแบบต่างๆที่เข้าใจได้ง่าย น่าสนใจและสวยงามโดยให้แต่ละกลุ่มทำลงในกระดาษฟลิปชาร์ต จากนั้นครูให้สัญญาณนักเรียนลงมือทำกิจกรรมใช้เวลา 40 นาที ในระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรม ครูเดินสังเกตพฤติกรรมนักเรียนแต่ละกลุ่มเพื่อนำมาใช้ประกอบการอภิปราย

3. ขั้นอภิปราย

3.1 ครูให้ผู้แทนแต่ละกลุ่ม นำผลการทดลองมาเสนอโดยนำกระดาษฟลิปชาร์ตมาติดบนกระดานดำพร้อมทั้งรายงานหน้าชั้นเรียนด้วย

3.2 ครูให้นักเรียนสังเกตผลการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่ม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายดังนี้

- กลุ่มสื่อความหมายข้อมูลในรูปแบบใดบ้าง (ตาราง แผนภูมิแท่ง แผนภูมิกง กราฟเส้น)
- แต่ละกลุ่มได้เสนอเรื่องต่อไปนี้ชัดเจนหรือไม่อย่างไร เช่น ชื่อตาราง คำอธิบายใต้กราฟ หน่วยภาษาที่ใช้ เป็นต้น
- ข้อมูลต่างๆที่ได้จากการทดลอง ก่อนสื่อความหมายเป็นรูปแบบต่างๆ เรียกว่าข้อมูล (ข้อมูลดิบ)

- ก่อนจะนำข้อมูลไปสื่อความหมายเป็นรูปแบบของตาราง กราฟ แผนภูมิกง แผนภูมิแท่งและอื่นๆนั้นได้จัดการกับข้อมูลดิบอย่างไรบ้าง (เรียงลำดับ เช่น มากไปน้อย หรือ น้อยไปมาก หาความถี่ และประเภทคำนวณใหม่ เป็นต้น)

- การนำข้อมูลดิบมาเรียงลำดับ หรือหาความถี่หรือแยกประเภทหรือคำนวณใหม่เรียกว่า (การจัดกระทำข้อมูล)

3.3 ครูย้ำให้นักเรียนเข้าใจว่าก่อนที่จะทำการสื่อความหมายในรูปแบบต่างๆ นักเรียนจะต้องทำตามลำดับ

3.4 จากนั้นครูให้นักเรียนสังเกตผลการทดลองที่เสนอในรูปแบบต่างๆแล้วครูกับนักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามดังนี้

- น้ำผลไม้หรือน้ำผักชนิดใดมีปริมาณวิตามินซีมากที่สุด (น้ำฝรั่ง) ทราบได้อย่างไร (ดูจากจำนวนหยดที่น้อยที่สุด)

- ระหว่างน้ำตำลึงกับน้ำตำลึงต้มสุก อย่างใดมีวิตามินซีมากกว่ากัน (น้ำตำลึง) เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น (ความร้อนทำให้วิตามินซีสลายตัวและเสื่อมคุณภาพลง)

- น้ำตำลึงต้มที่อุณหภูมิเท่าใดมีปริมาณวิตามินซีน้อยที่สุด (80°C) ทราบได้อย่างไร (ดูจากจำนวนหยดที่น้อยที่สุด)

- ที่อุณหภูมิ 50°Cจำนวนหยดเป็นอย่างไร (มากกว่า 45 หยด แต่ไม่เกิน 60 หยด) ทราบได้อย่างไร (ดูจากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตถ้านำมาทำเป็นกราฟ)

- ที่อุณหภูมิ 100°Cจำนวนหยดเป็นอย่างไร (มากกว่า 90 หยด) ทราบได้อย่างไร (ลากเส้นกราฟต่อขึ้นไปและดูแนวโน้ม)

- นักเรียนจะสรุปผลการทดลองนี้ได้ว่าอย่างไร (ผักและผลไม้ต่างชนิดกันจะมีวิตามินซีไม่เท่ากันและผักสดมีวิตามินซีมากกว่าผักต้มสุกและยิ่งอุณหภูมิสูงการสูญเสียวิตามินซีจะยิ่งมากขึ้น)

- นักเรียนสามารถนำความรู้นี้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร (ควรบริโภคผักสดเพราะมีวิตามินซีมาก)

3.5 จากนั้นครูกล่าวต่อไปว่าคำถามที่ถามเพื่อต้องการให้ผู้ตอบนำข้อมูลจากการสังเกต การวัด การทดลอง มาจัดกระทำเสียใหม่โดยวิธีการต่างๆ แล้วเสนอข้อมูลในรูปแบบใหม่ที่เข้าใจได้ดีขึ้นเราเรียกคำถามนั้นว่าอย่างไร (คำถามเพื่อพัฒนาจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล) เช่น

- จากข้อมูลดิบเรื่องการเปรียบเทียบวิตามินซีในผักและผลไม้ชนิดต่างๆจะนำมาเสนอในรูปแบบใดให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น

- ชื่อตาราง (กราฟ แผนภูมิ) ที่เหมาะสมคืออะไร เป็นต้น

3.6 ครูถามต่อไปว่า แล้วคำถามที่ถามเพื่อให้ผู้ตอบได้ทำนายหรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าโดยการพยากรณ์แบ่งเป็น 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตข้อมูลและการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตข้อมูล เราเรียกคำถามประเภทนี้ว่าอย่างไร (คำถามเพื่อพัฒนาการพยากรณ์)

4. ขั้นสรุป

4.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเพื่อให้ได้ความรู้ตามหัวข้อต่อไปนี้

- ความหมายของการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
- คำถามเพื่อพัฒนาการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
- ความหมายของการพยากรณ์
- คำถามเพื่อพัฒนาการพยากรณ์
- การเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในผล ผักสดและผักต้มสุกที่อุณหภูมิต่างๆ

4.2 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกความสามารถในการตั้งคำถาม โดยใช้เวลา 10 นาที

การวัดและการประเมินผล

1. สังเกตพฤติกรรมการเรียนขณะปฏิบัติการทดลอง
2. สังเกตการอภิปรายร่วมกันขณะทำงานเป็นกลุ่ม
3. ประเมินจากการนำเสนอหน้าชั้นเรียน
4. สังเกตการถามคำถามและการตอบคำถามของนักเรียน
5. ประเมินจากแบบฝึกความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบฝึกความสามารถในการตั้งคำถาม

คำสั่ง : ให้นักเรียนใช้ข้อมูลที่กำหนดให้แล้วนำมาตั้งเป็นคำถามตามประเภทที่กำหนดให้

1. **คำถามเพื่อพัฒนาการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล**

ผลการทดลองนำถั่วเมล็ดกลมเก็บรักษาไว้ในระยะเวลาที่ต่างกันภายใต้อุณหภูมิห้อง เพื่อศึกษาการสูญเสียวิตามินซี ได้ผลดังนี้

"เก็บถั่วเมล็ดกลมใน 1 วัน , 2 วัน และ 3 วัน การสูญเสียวิตามินซีเป็นดังนี้ 15% ,24% และ 40% "

♣ จากข้อมูลข้างต้นนักเรียนจะตั้งคำถามเพื่อพัฒนาการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลได้ว่าอย่างไร

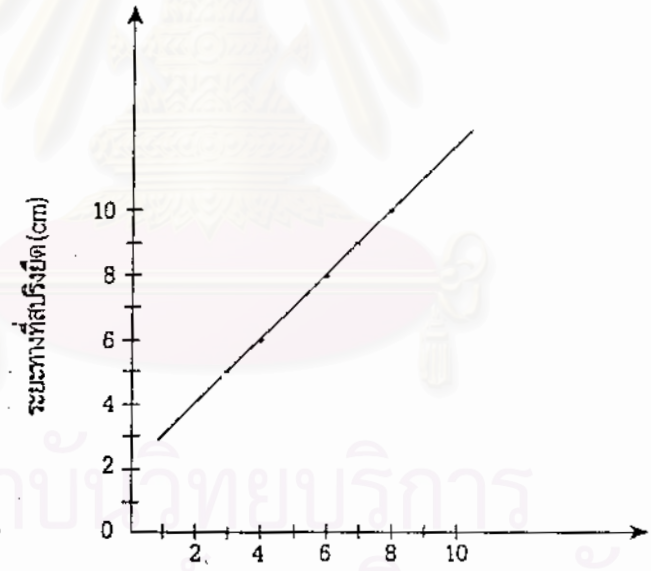
คำถาม 1.....

♣คำตอบ 1.....

คำถาม 2.....

♣คำตอบ 2.....

2. **คำถามเพื่อพัฒนาการพยากรณ์**



กราฟ ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักที่ใช้แขวนกับระยะทางที่สปริงยืดออก

♣ จากกราฟข้างต้นนักเรียนจะตั้งคำถามเพื่อพัฒนาการพยากรณ์ได้ว่าอย่างไร

คำถาม 1.....

♣คำตอบ 1.....

คำถาม 2.....

♣คำตอบ 2.....

♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣

แผนการสอนที่ไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 203) **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**

เรื่อง สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน (กิจกรรม 7.3 การเปรียบเทียบวิตามินซีในผลไม้ชนิดต่าง ๆ) **เวลา 2 คาบ (100 นาที)**

สาระสำคัญ

วิตามิน แร่ และน้ำ เป็นสารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน

การทดสอบวิตามินซีอย่างง่ายทำได้โดย หยดสารละลายที่ต้องการทดสอบลงไปในน้ำแป้งผสมสารละลายไอโอดีน และสังเกตการเปลี่ยนสีของน้ำแป้ง ถ้าน้ำแป้งเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี แสดงว่าสารนั้นมีวิตามินซีอยู่

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. ตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่กำหนดให้ได้
2. ออกแบบการทดลองเพื่อหาปริมาณวิตามินซีในผลไม้ชนิดต่างๆได้
3. กำหนดและควบคุมตัวแปรในการทดลองได้
4. กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการในการทดลองนี้ได้
5. สรุปและเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในผลไม้ชนิดต่างๆได้
6. นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการทดลองให้อยู่ในรูปที่สวยงามและเข้าใจได้ง่าย

เนื้อหา

การทดสอบวิตามินซีอย่างง่ายทำได้โดย หยดสารละลายที่ต้องการทดสอบลงไปในน้ำแป้งผสมสารละลายไอโอดีน และสังเกตการเปลี่ยนสีของน้ำแป้ง ถ้าน้ำแป้งเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี แสดงว่าสารนั้นมีวิตามินซีอยู่

ในการเปรียบเทียบว่าในสารใดมีวิตามินซีมากหรือน้อย ทำได้โดยเทียบจากจำนวนหยดที่สารนั้นเปลี่ยนสีน้ำเงินของน้ำแป้งผสมสารละลายไอโอดีนเป็นไม่มีสี กับจำนวนหยดของวิตามินซีสังเคราะห์ ซึ่งทราบปริมาณความเข้มข้นของวิตามินซี

วิตามินซี มีมากในอาหารจำพวกผลไม้ ผัก เช่น มะเขือเทศ มะละกอ ส้ม สับปะรด เป็นต้น

สื่อการเรียนการสอน

1. <u>อุปกรณ์</u> จำนวน/กลุ่ม
    1. หลอดทดลอง 6 หลอด
    2. หลอดหยด 1 อัน
    3. หลอดฉีดยา 1 อัน
    4. ที่ตั้งหลอดทดลอง 1 อัน
2. <u>สารเคมี</u>
    1. น้ำแป้งสุก 12 cm^3
    2. น้ำส้ม 12 cm^3
    3. น้ำสับปะรด 12 cm^3
    4. น้ำมะเขือเทศ 12 cm^3
    5. น้ำมะละกอสุก 12 cm^3
    6. น้ำมะนาว 12 cm^3
    7. สารละลายวิตามินซี 5 cm^3
    8. สารละลายไอโอดีน 5cm^3
3. <u>สื่ออื่นๆ</u>
    1. รูปภาพผลไม้ชนิดต่างๆ
    2. กระดาษฟลิปชาร์ต 1 แผ่น/กลุ่ม
    3. ปากกาเมจิก 2 ด้าม/กลุ่ม
    4. แบบทดสอบเรื่อง การทดสอบวิตามินซีในผลไม้ชนิดต่างๆ

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำ (10 นาที)

ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยทบทวนเรื่องอาหารที่ให้พลังงาน จากนั้นใช้รูปภาพผลไม้ชนิดต่างๆ เช่น ส้มเขียวหวาน มะม่วง มะละกอสุก สับปะรด มะเขือเทศ ส้มโอ แตงโม แล้วใช้คำถามเพื่อร่วมอภิปรายดังนี้

1. นักเรียนเคยรับประทานอาหารเหล่านี้หรือไม่
2. อาหารเหล่านี้จัดเป็นสารอาหารชนิดใด จำเป็นต่อร่างกายหรือไม่อย่างไร
3. เหตุใดร่างกายจำเป็นต้องได้รับวิตามินและแร่ธาตุต่างๆทั้งที่อาหารเหล่านี้ไม่ให้พลังงานต่อร่างกาย
4. หากร่างกายได้รับวิตามินและแร่ธาตุไม่เพียงพอจะมีผลเสียต่อร่างกายหรือไม่อย่างไร
5. นักเรียนจะปฏิบัติตนอย่างไรเพื่อให้ร่างกายได้รับวิตามินและแร่ธาตุเพียงพอ ครูกล่าวต่อไปว่า วิตามินบางชนิดสามารถตรวจสอบได้ เช่น การเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในผลไม้ชนิดต่างๆตามกิจกรรม 7.3

ขั้นกิจกรรม

1. ครูให้ผู้แทนแต่ละกลุ่มมารับอุปกรณ์

2. ให้นักเรียนศึกษาวิธีการทดลอง กิจกรรม 7.3 เรื่องการเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในผลไม้ชนิดต่างๆ จนนักเรียนเข้าใจอย่างชัดเจน จากนั้นครูถามคำถามก่อนการทดลองดังนี้

2.1 การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์คืออะไร (เพื่อศึกษาวิธีการทดสอบหาปริมาณวิตามินซีในผลไม้และสามารถเปรียบเทียบได้ว่า ผลไม้ชนิดใดมีปริมาณวิตามินซีมากกว่า)

2.2 ถ้าหยดสารละลายไอโอดีนลงในน้ำแป้งจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (สารละลายไอโอดีนเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินปนม่วง)

2.3 นักเรียนคิดว่าผลไม้แต่ละชนิดมีปริมาณวิตามินซีเท่ากันหรือไม่อย่างไร (ไม่เท่ากัน แตกต่างกันตามชนิดของผลไม้)

2.4 ถ้านักเรียนคิดว่า น้ำมะเขือเทศมีปริมารวิตามินซีมากกว่ามะละกอสุกดังนั้นจำนวนหยดของน้ำผลไม้ทั้งสองควรเป็นอย่างไร (ปริมาณหยดของน้ำมะเขือเทศจะต้องน้อยกว่าจำนวนหยดของน้ำมะละกอสุก)

3. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลอง สังเกตผลแล้วบันทึกผลลงในตาราง พร้อมทั้งตั้งชื่อตารางด้วย ดังตัวอย่างตารางบันทึกผลกิจกรรม 7.3

ตาราง แสดงจำนวนหยดของสารละลายที่ทำให้สีน้ำเงินปนม่วงของสารละลายไอโอดีนในน้ำแป้งจางลงจนไม่มีสี

สารละลาย	จำนวนหยดของสารละลาย
วิตามินซี 0.01 %	(7)
น้ำมะนาว	(17)
น้ำส้ม	(11)
น้ำสับปะรด	(82)
น้ำมะเขือเทศ	(5)
น้ำมะละกอ	(9)

4. ครูให้ผู้แทนแต่ละกลุ่มนำผลการทดลองมาเสนอซึ่งบันทึกลงในกระฟลิปชาร์ตแล้วนำมาติดบนกระดานดำ

5. ครูให้นักเรียนสังเกตผลการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่ม จากนั้นถามคำถามเพื่อให้นักเรียนตอบและอภิปรายร่วมกับครูดังนี้

5.1 ผลการทดลองของกลุ่มใดแตกต่างจากกลุ่มอื่นบ้างเพราะเหตุใด

5.2 จากการทดลองน้ำผลไม้ใดที่ใช้จำนวนหยดมากที่สุดและชนิดใดใช้จำนวนหยดน้อยที่สุด (น้ำสับปะรด น้ำมะเขือเทศ ตามลำดับ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3 การทดลองนี้ให้นักเรียนเรียงลำดับน้ำผลไม้ที่มีวิตามินซีมากไปหาน้อย (น้ำมะเขือเทศ น้ำมะละกอสุก น้ำส้ม น้ำมะนาว น้ำสับปะรด)

5.4 จากการทดลองนี้นักเรียนจะสรุปผลการทดลองนี้ได้ว่าอย่างไร (ผลไม้แต่ละชนิดมีปริมาณวิตามินซีไม่เท่ากัน เราสามารถทราบความเข้มข้นของวิตามินซีในน้ำผลไม้ โดยการเปรียบเทียบจำนวนหยดของน้ำผลไม้ที่ใช้กับจำนวนหยดของสารละลายวิตามินซีที่ทราบความเข้มข้นแล้ว)

5.5 ถ้านักเรียนได้พบคนที่มีอาการเลือดออกตามไรฟันหรือเป็นโรคเหงือกบ่อยๆ นักเรียนจะมีข้อแนะนำเขาอย่างไรบ้าง (ให้รับประทานอาหารที่มีวิตามินซีมากๆ เช่น มะขามป้อม ฝรั่ง มะละกอสุก ส้ม และผักสีเขียวต่างๆ)

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเพื่อให้ได้แนวคิดเกี่ยวกับ

1. วิธีการทดสอบวิตามินซีในอาหาร
2. การนำความรู้เรื่องสารอาหารที่ไม่ให้พลังงานไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบเรื่อง การทดสอบวิตามินซีในผลไม้ชนิดต่างๆ

การวัดและการประเมินผล

1. ประเมินผลจากการทำแบบทดสอบ
2. สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะร่วมกิจกรรม
3. สังเกตการทำงานเป็นกลุ่ม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนการสอนที่ไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 203) **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่** 2

เรื่อง กิจกรรมลองทำดู การเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในผัก ผลไม้อื่น ๆ เปรียบเทียบวิตามินซีในผักสดและผักสุกชนิดเดียวกัน) **เวลา 2 คาบ (100 นาที)**

สาระสำคัญ

ผักและผลไม้ต่างชนิดกันจะมีวิตามินซีไม่เท่ากัน และผักสดมีวิตามินซีมากกว่าผักต้มสุกชนิดเดียวกัน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. ทำการทดลองเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในผักและผลไม้ชนิดต่างๆได้
2. ทำการทดลองเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในผักชนิดเดียวกันที่อยู่ในสภาพสดและผักต้มสุกได้
3. สรุปและเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในผักและผลไม้ได้กับในผักสดและผักต้มสุกได้

เนื้อหา

ผักและผลไม้ต่างชนิดกันจะมีวิตามินซีไม่เท่ากัน และผักสดมีวิตามินซีมากกว่าผักต้มสุกชนิดเดียวกัน ซึ่งเราสามารถนำความรู้นี้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประวันได้คือ ควรบริโภคผักสด เพราะมีปริมาณวิตามินซีมากกว่าผักต้มสุก

สื่อการเรียนการสอน

1. <u>อุปกรณ์</u> จำนวน/กลุ่ม
   1. หลอดทดลอง 6 หลอด
   2. หลอดหยด 1 อัน
   3. หลอดฉีดยา 1 อัน
   4. ที่ตั้งหลอดทดลอง 1 อัน
   5. ตะเกียงแอลกอฮอร์ 1 อัน
   6. บีกเกอร์ขนาดกลาง 1 อัน
2. <u>สารเคมี</u>
   1. น้ำแป้งสุก 12 cm^3
   2. น้ำฝรั่ง 12 cm^3
   3. น้ำน้ำแตงโม 12 cm^3
   4. น้ำมะม่วง(สุก) 12 cm^3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. น้ำตำลึง 12 cm^3
6. น้ำผักคะน้า 12 cm^3
7. น้ำผักตำลึงต้มสุก 12 cm^3
8. น้ำผักคะน้าต้มสุก 12cm^3
9. สารละลายไอโอดีน 5cm^3

3. สื่ออื่นๆ

1. กระดาษฟลิปชาร์ต 1 แผ่น
2. ปากกาเมจิก 2 ด้าม

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำ (10 นาที)

ครูนำตำลึงสดใส่จาน 1 จานและตำลึงต้มสุกใส่จานอีก 1 จาน แล้วตั้งคำถามนำนักเรียนอภิปรายเข้าสู่บทเรียนดังนี้

1. นักเรียนคิดว่าระหว่างตำลึงสดและตำลึงต้มสุก อันไหนน่าจะมีปริมาณวิตามินซีมาก (ตำลึงสด)
2. ทำไมนักเรียนจึงคิดว่าตำลึงสดมีปริมาณวิตามินซีมากกว่าตำลึงต้มสุก (ความร้อนทำลายวิตามินซี)

เพื่อพิสูจน์สิ่งที่นักเรียนตั้งสมมติฐานไว้ว่าถูกต้องหรือไม่ วันนี้เราจะทดลองเปรียบปริมาณวิตามินซีในผัก ผลไม้อื่นๆและเปรียบเทียบวิตามินซีในผักสดและผักต้มสุกชนิดเดียวกัน

ขั้นกิจกรรม (40 นาที)

1. ครูให้ผู้แทนแต่ละกลุ่มมารับอุปกรณ์กลุ่มละ 1 ชุด แล้วศึกษาวิธีการทดลองในกิจกรรมลองทำดู เรื่อง เปรียบเทียบวิตามินซีในผัก ผลไม้อื่นๆและเปรียบเทียบวิตามินซีในผักสดและผักสุกชนิดเดียวกัน
2. ครูอธิบายวิธีการทดลองอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้นักเรียนทุกคนเข้าใจได้ถูกต้องตรงกัน
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยให้นักเรียนถามคำถามก่อนการทดลอง ดังนี้

3.1 วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้คืออะไร (เพื่อศึกษาว่าผักและผลไม้ชนิดอื่นมีวิตามินซีมากน้อยเพียงไร และศึกษาว่าผักชนิดเดียวกันที่อยู่ในสภาพผักสดกับผักต้มสุก จะมีวิตามินซีแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร)

3.2 นักเรียนคิดว่าผลไม้และผักที่จะทดลองนี้มีวิตามินซีเท่ากันหรือไม่ (ไม่เท่ากัน)

3.3 ผักชนิดเดียวกันที่เป็นผักสดกับผักต้มสุก นักเรียนคิดว่าจะมีวิตามินซีแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร (แตกต่างกัน โดยผักสดจะมีปริมาณวิตามินซีมากกว่า)

3.4 ผักชนิดเดียวกันที่เป็นผักต้มที่อุณหภูมิ 10 $^{\circ}C$ และ 40 $^{\circ}C$ ปริมาณวิตามินซีเท่ากันหรือไม่ (ไม่เท่ากัน)

4. ครูให้นักเรียนทดลองเพิ่มเติม คือ ต้มผักที่อุณหภูมิ 10°C, 20°C, 40°C, 60°C, 80°C และ 100°C แล้วหาปริมาณวิตามินซีเพิ่มเติม

5. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองสังเกตผลแล้วออกแบบตารางบันทึกการทดลองดังตัวอย่าง ตารางบันทึกผลกิจกรรมลองทำดู

ตาราง แสดงจำนวนหยดของน้ำผลไม้และน้ำผักบางชนิดที่ทำให้สีน้ำเงินปนม่วงของสารละลายไอโอดีนในน้ำแป้งจางลงจนไม่มีสี

สารละลาย	จำนวนหยด
น้ำแตงโม	70
น้ำฝรั่ง	3
น้ำมะม่วง(สุก)	34
น้ำตำลึง	30
น้ำผักคะน้า	7
น้ำตำลึงต้มสุก	42
น้ำผักคะน้าต้มสุก	15

ตาราง แสดงจำนวนหยดน้ำตำลึงภายใต้อุณหภูมิต่างๆที่ทำให้สีน้ำเงินปนม่วงของสารละลายไอโอดีนในน้ำแป้งจางลงจนไม่มีสี

น้ำตำลึง / อุณหภูมิ (C°)	จำนวนหยด
20	40
40	55
60	70
80	83
100	115

6. ครูให้ผู้แทนแต่ละกลุ่มนำผลการทดลองมาเสนอและติดผลการทดลองบนกระดาน โดยครูสุ่มผู้แทนนักเรียน 4 กลุ่ม ซึ่งครูใช้ไม้หมุนหมุน ถ้าหมุนได้หมายเลขที่ตรงกับกลุ่มใดก็ให้กลุ่มนั้นนำเสนอผลการทดลอง

7. ให้นักเรียนสังเกตผลการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่ม จากนั้นถามคำถามเพื่อให้เกิดการอภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน ดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7.1 ผลการทดลองเป็นไปตามที่นักเรียนตั้งสมมติฐานไว้หรือไม่อย่างไร (ตรงกับสมมติฐาน คือ ผลไม้และผักต่างๆมีปริมาณวิตามินซีไม่เท่ากัน)

7.2 น้ำผลไม้และน้ำผักชนิดใดมีปริมาณวิตามินซีมากที่สุด (น้ำฝรั่ง) ทราบได้อย่างไร (ดูจากจำนวนหยดที่น้อยที่สุด)

7.3 ระหว่างน้ำตำลึงสดกับน้ำตำลึงต้มสุก อย่างใดมีปริมาณวิตามินซีมากกว่ากัน (น้ำตำลึงสด) เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น (ความร้อนทำให้วิตามินซีสลายตัวและเสื่อมคุณภาพลง)

7.4 สรุปผลการทดลองนี้ได้ว่าอย่างไร (ผักและผลไม้ต่างชนิดกันจะมีวิตามินซีไม่เท่ากันและผักสดมีวิตามินซีมากกว่าผักต้มสุกชนิดเดียวกัน)

7.5 นักเรียนสามารถนำความรู้จากการทดลองนี้ไปใช้ประโยชน์ในการทดลองนี้ได้อย่างไร (ควรบริโภคผักสดเพราะมีปริมาณวิตามินซีมากกว่าผักต้มสุก)

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเพื่อให้ได้แนวคิดเกี่ยวกับ

1. การเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในผัก ผลไม้ต่างๆและเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในผักสดกับผักต้มสุก
2. การนำความรู้เกี่ยวกับการบริโภคอาหารที่มีปริมาณวิตามินซีมาก

การวัดและการประเมินผล

1. สังเกตพฤติกรรมการเรียนขณะปฏิบัติการทดลอง
2. สังเกตการอภิปรายร่วมกันขณะทำงานเป็นกลุ่ม
3. สังเกตการถามคำถามและการตอบคำถามของนักเรียน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

1. คุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาวิทยาศาสตร์
2. คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหาร จำนวน 80 ข้อ

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.55	0.31
2	0.45	0.62
3	0.41	0.23
4	0.47	0.34
5	0.75	0.25
6	0.63	0.45
7	0.75	0.70
8	0.62	0.49
9	0.23	0.69
10	0.41	0.33
11	0.68	0.40
12	0.43	0.44
13	0.35	0.20
14	0.65	0.21
15	0.40	0.28
16	0.62	0.36
17	0.46	0.66
18	0.75	0.60
19	0.72	0.69
20	0.61	0.79
21	0.58	0.55
22	0.46	0.38
23	0.68	0.25
24	0.67	0.70
25	0.78	0.80

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
26	0.73	0.37
27	0.61	0.43
28	0.44	0.39
29	0.55	0.52
30	0.39	0.41
31	0.61	0.35
32	0.33	0.24
33	0.33	0.45
34	0.53	0.66
35	0.76	0.64
36	0.76	0.56
37	0.30	0.32
38	0.39	0.20
39	0.58	0.26
40	0.62	0.75
41	0.42	0.38
42	0.47	0.53
43	0.31	0.33
44	0.74	0.59
45	0.79	0.80
46	0.54	0.71
47	0.50	0.21
48	0.62	0.43
49	0.61	0.68
50	0.78	0.80
51	0.51	0.57
52	0.54	0.64

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
53	0.58	0.47
54	0.34	0.71
55	0.54	0.74
56	0.56	0.59
57	0.54	0.68
58	0.59	0.47
59	0.48	0.80
60	0.48	0.80
61	0.67	0.43
62	0.53	0.52
63	0.33	0.34
64	0.69	0.45
65	0.41	0.43
66	0.58	0.67
67	0.45	0.25
68	0.48	0.37
69	0.46	0.37
70	0.35	0.30
71	0.37	0.45
72	0.54	0.47
73	0.41	0.47
74	0.25	0.31
75	0.42	0.62
76	0.49	0.55
77	0.43	0.55
78	0.33	0.70
79	0.50	0.62
80	0.64	0.51

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.75	0.31
2	0.64	0.41
3	0.59	0.45
4	0.56	0.43
5	0.70	0.33
6	0.55	0.42
7	0.77	0.25
8	0.55	0.44
9	0.67	0.36
10	0.76	0.24
11	0.57	0.43
12	0.59	0.40
13	0.55	0.41
14	0.78	0.23
15	0.59	0.42
16	0.73	0.37
17	0.61	0.44
18	0.65	0.43
19	0.58	0.35
20	0.68	0.39

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวนัยนา ตรงประเสริฐ เกิดวันที่ 13 มีนาคม 2520 ที่จังหวัดอุบลราชธานี สำเร็จการศึกษาปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขามัธยมศึกษา (วิทยาศาสตร์) วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป–ชีววิทยา จากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2540 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต ในปีการศึกษา 2542 ปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ประจำหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย