

การศึกษาลักษณะการตั้งคำถามของนักเรียนในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มคอ
 ๑ ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ปริญญานิพนธ์

ของ

นิตยา กิจโร

7 ส.ย. 2531

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

กันยายน 2530

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาลักษณะการตั้งคำถามของนักเรียนในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตามผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

บทคัดย่อ
ของ
นิตยา กิจโร

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
กันยายน 2530

การศึกษาค้นคว้าถึงความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับ
การสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนกับการสอนตามคู่มือครู

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2530
ของโรงเรียนวิไลเกียรติอุปถัมภ์ อำเภอเคียนชัย จังหวัดแพร่ จำนวน 78 คน

ผลการศึกษาปรากฏว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมี
การฝึกทักษะการตั้งคำถามกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มี
นัยสำคัญทางสถิติ
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมี
การฝึกทักษะการตั้งคำถามหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู
หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึก
ทักษะการตั้งคำถามกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .01
5. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะ
การตั้งคำถามหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
6. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู
หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
7. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะ
การตั้งคำถามกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .01 เพียงด้านเดียวคือด้านความคล่องในการคิด ส่วนอีกสองด้านคือ ด้านความยืดหยุ่น
ในการคิดและด้านความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

A STUDY ON THE EFFECT OF STUDENTS' QUESTION-SKILL PRACTICE
IN TEACHING SCIENCE UPON MATHAYOM SUKSA I STUDENTS'
SCIENTIFIC ACHIEVEMENT AND CREATIVE THINKING

AN ABSTRACT

BY

NITAYA KITRO

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University
September 1987

The purpose of this study was to investigate the effects of students question-skill practice in teaching science upon Mathayom Suksa I students' scientific achievement and creative thinking.

The subjects were 78 Mathayom Suksa I students of Wilaikiatupatump, in Phrae, during the first semester of 1987 academic year. They were assigned into the experimental and control groups with 39 students in each. The experimental group was taught through students' question skill practice; whereas the control group was taught through the IPST teacher's manual. Randomized control-group pretest-posttest design was used in the study. The t-test was Statistically used for data analysis.

The results of this study indicated that :

1. The achievement in science of the experimental and control groups was not significantly different.

2. The development of achievement in science of the experimental group, between the pretest and the posttest, was significantly different at the .01 level.

3. The development of achievement in science of the control group, between the pretest and the posttest, was significantly different at the .01 level.

4. The scientific creative thinking of the experimental group was significantly higher than that of the control group at the .01 level.

✓

5. The development of scientific creative thinking of the experimental group, between the pretest and the posttest, was significantly different at the .01 level.

6. The development of scientific creative thinking of the control group, between the pretest and the posttest, was significantly different at the .01 level.

7. As for the component of scientific creative thinking, the fluency of the experimental group was significantly higher than the control group at the .01 level but the flexibility and the originality of both group were not significantly different.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิต และคณะกรรมการสชยได้พิจารณาปัญหานี้
ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....อ.ดร. อ.ดร......ประธาน
.....ท.ดร. ท.ดร......กรรมการ

คณะกรรมการสชย

.....อ.ดร. อ.ดร......ประธาน
.....ท.ดร. ท.ดร......กรรมการ
.....ส.ดร. ส.ดร......กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ดร.ชุตินา วัฒนะคีรี รองศาสตราจารย์พวงรัตน์ ทวีรัตน์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวชนไพบูลย์ ผู้วิจัยชาวซึ่งในความกรุณาและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ชวชัย ทิพย์พิทักษ์ อาจารย์สุภารัตน์ จินคาวงษ์ อาจารย์คัมภีร์ สุขศรี อาจารย์อุษา คำประกอบ อาจารย์วิรงรอง โรจนกุล อาจารย์อรทัย โสภา อาจารย์สมบุญ ใจชื่อ อาจารย์वासนา เตือนอรุณสวัสดิ์ อาจารย์สถาพร พันธุประยูร อาจารย์หอมนวล ใจชื่อ อาจารย์มาลัยทอง นันทสุวรรณ อาจารย์อนุศักดิ์ จุลกาฬ และอาจารย์ชัยนาม ยศขำรง ที่มีส่วนช่วยเหลือในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทำการวิจัย

ขอขอบพระคุณ อาจารย์บุญเพ็ญ ทองช่วย ผู้อำนวยการโรงเรียนวิไลเกียรติอุปถัมภ์ คณะอาจารย์ทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ อ่านความสะดวกและให้ความช่วยเหลือในการวิจัย ขอใจนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอขอบพระคุณ ร.ต.ท.กำจักษ์ ใจชื่อ คุณจันทร์พอง ใจชื่อ อาจารย์พรศรี ชุ่มเชื้อ คุณปัทมาภรณ์ เจริญสุข และอาจารย์วิชัย กิจโร ที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือในทุกอย่างควยที่ตลอดระยะเวลาของการศึกษา

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอบพระคุณเป็นเครื่องบูชาแด่คุณพระรัตนตรัย คุณบิดา-มารดา คุณครู-อาจารย์ ของผู้วิจัยทุกท่าน

นิตยา กิจโร

สารบัญ

บทที่	หน้า
1/ บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	8
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	8
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	9
นิยามศัพท์เฉพาะ	10
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	14
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	14
เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	14
เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	26
เอกสารเกี่ยวกับการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียน	32
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก	39
เอกสารเกี่ยวกับคำถาม	45
๓ เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความกิดสร้างสรรค์	
ทางวิทยาศาสตร์	48
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	63
สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	75

บทที่

หน้า

3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	77
	ประชากร	77
	กลุ่มตัวอย่าง	77
	เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	77
	ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	77
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	78
	แบบแผนการทดลอง	83
	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	84
	สถิติที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูล	84
	สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน	86
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	88
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูล	88
	การวิเคราะห์ข้อมูล	88
5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	98
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	98
	สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	99
	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	99
	การวิเคราะห์ข้อมูล	100
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	101
	อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	102
	ข้อเสนอแนะ	109
	บรรณานุกรม	111
	ภาคผนวก	123

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แบบแผนการวิจัย	83
2	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่าง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	90
3	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง	91
4	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม	92
5	ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่าง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	93
6	ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง	94
7	ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม	95
8	ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความ คล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	96

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	21
2 แสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	27

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิชาวิทยาศาสตร์มีความสำคัญสำหรับมนุษย์ เพราะวิชาวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่หมายถึง ความรู้ หากแต่เป็นกระบวนการที่นำไปสู่ขอบข่ายอันกว้างขวางของการเรียนรู้ของมนุษย์เกี่ยวกับโลกที่เขาอาศัยอยู่และขยายขอบเขตออกไปครอบคลุม (นิคา สะเพียรชัย 2520 : 3) ด้วยความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์ นักการศึกษาต่างตระหนักกันดีและเห็นสมควรว่า เยาวชนของชาติควรจะได้รับการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีที่ถูกต้อง เพื่อที่จะดำรงชีวิตอยู่ในโลกวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมและเป็นพลเมืองที่มีคุณภาพ จึงได้พยายามปรับปรุงหลักสูตรและวิธีการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ให้มีคุณภาพสูงขึ้น เหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพที่เปลี่ยนแปลงไป (พรณี ภวภูตานนท์ 2528 : 1) วัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันจึงมุ่ง เน้นด้านการพัฒนาผู้เรียนมากกว่าการถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียน ดังที่ยูเนสโกได้ระบุวัตถุประสงค์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ในหนังสือองค์ประกอบพื้นฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Science in Basic Functional Education) คือ มุ่งพัฒนาความสามารถ ความสนใจ ความรู้สึกลึกซึ้งในตนเองให้กับผู้เรียน และเตรียมผู้เรียนให้เรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างไม่มีวันจบสิ้น เพื่อจะได้นำไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อมได้ (สุนันท์ สังข์ทอง 2523 : 337)

ประเทศไทยมีสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เป็นผู้รับผิดชอบในการพัฒนาหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ จุดมุ่งหมายหลักของหลักสูตรมัธยมศึกษา ก็คือ การมุ่งพัฒนาทั้งด้านความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาทั้งให้นักเรียนเกิดทักษะสำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นวิธีการที่จะส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างสร้างสรรค์ มีเหตุผล

และรู้จักแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (จริยา สุจารีกุล 2521 : 1) ซึ่งสามารถฝึกฝนให้นักเรียนใช้วิธีวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ดังที่ นิกา สะเพียรชัย (นิกา สะเพียรชัย 2518 : 2) กล่าวว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการวิทยาศาสตร์แบบหนึ่ง ซึ่งนำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ วิธีการสอนแบบนี้เน้นกระบวนการเป็นสำคัญส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดแก้ปัญหาด้วยการคิดอย่างลึกซึ้ง นอกเหนือจากลำดับขั้นของการคิดอย่างปกติ เป็นลักษณะภายในของบุคคลที่จะคิดหลายแง่หลายมุมประสมประสานกันจนได้ผลผลิตใหม่ที่ถูกต้องสมบูรณ์ (Torrance, 1963 : 47) ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์จะสามารถแก้ปัญหาได้ลุกล้างไปได้อย่างมีวิจรรณญาณ กล่าวคือ เมื่อพบปัญหาหรือคำถามใด ๆ ก็จะทำทางแก้ปัญหาหรือหาคำตอบหลาย ๆ แบบ และสามารถที่จะแสดงปฏิกิริยาตอบสนองต่อสิ่งที่ยพบเห็นอย่างสมเหตุสมผล (ประสิทธิ์ กาพย์กลอน 2518 : 12) บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์จะสามารถสร้างสรรค์ตนเองและสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในลักษณะที่เหมาะสมพึงพอใจและมีชีวิตที่เป็นสุขได้จากแรงคลั่งใจ จินตนาการที่ควบคู่กับความอดทนมากน้อยอย่าง เก่งกาจความสามารถก็จะช่วยให้เขาประสบความสำเร็จเร็วตามเป้าหมายได้ แต่หากความพยายามนั้นยังไม่เกิดผลผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ก็จะไม่ท้อถอยหรือเลิกล้ม เขาจะไม่อับจนความคิด กลับพยายามชวนขยายคิดค้นเปลี่ยนแปลง ปรับปรุง และมีความยืดหยุ่นพอที่จะปรับสถานการณ์ในลักษณะที่เหมาะสมในลักษณะที่เป็นไปได้มากที่สุด เขาจะยอมรับและพอใจในสภาพนั้น หากประสบความสำเร็จล้มเหลว เขาก็จะสามารถถอน ออกจากนั้น ถ้าเผชิญและยอมรับต่อสภาพการณ์ที่เป็นจริง และสามารถปรับตนให้อยู่ในภาวะแวดล้อมนั้นได้อย่างปกติ (อารี รังสินันท์ 2526 : 61) เขาวชนไทยควรได้รับการฝึกให้มีความคิดสร้างสรรค์ (อารี สักหนวี 2510 : 204) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของเพียเจต์ (McCandless and Ellis, 1978 : 301 citing Piaget, 1952) ที่ว่า การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เป็นเป้าหมายแรกของการศึกษา สมควรที่จะได้รับการกระตุ้นและ

สนับสนุนให้เกิดขึ้นในโรงเรียน แต่จากการศึกษาปัญหาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาที่มุ่งให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการในระดับต่ำ (มันทนา จงสุขสันติกุล 2524 : 42) และจากการศึกษาความสามารถในการสร้างคำถามโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการตั้งคำถามประเภทการตั้งสมมติฐาน ประเภทการออกแบบการทดลองและการควบคุมตัวแปร และคำถามประเภทการนำไปใช้ได้ในระดับต่ำ (วัลภา จิรระวงศ์ 2528 : 45) เมื่อเป็นเช่นนี้ก็อาจจะส่งผลกระทบต่อความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้ เพราะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (ประคิษฐ์ สนั่นเอื้อ 2527 : 66) ประกอบกับนักเรียนที่มีความสามารถตั้งคำถามในประเภทการตั้งสมมติฐาน ประเภทการออกแบบการทดลองและการควบคุมตัวแปร และคำถามประเภทการนำไปใช้ได้ ในเกณฑ์ต่ำ จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับต่ำกว่า (พรวิภา พูลเกษ 2524 : 48)

ความคิดสร้างสรรค์สามารถพัฒนาให้เกิดในตัวผู้เรียนได้ ถ้าครูริเริ่มจัดสถานการณ์ในการเรียนที่เอื้อให้ผู้เรียนได้แสดงออกตามแนวของความคิดอย่างสร้างสรรค์ (สมจิต สวชนไพบูลย์ 2527 : 23) การสอนที่มุ่งให้นักเรียนรู้จักคิด มีกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกคิดบ่อย ๆ จะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ได้ , วิธีฝึกคิดที่ได้ผลวิธีหนึ่ง ก็คือ การฝึกตั้งคำถาม แล้วพยายามหาคำตอบจากคำถามดังกล่าวให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ (อารี รังสินันท์ 2526 : 114 อ้างอิงมาจาก Smith. 1971) การฝึกให้นักเรียนติดตามคำถามจะเป็นแนวทางไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ (กรมการฝึกหัดครู 2521 : 76) ด้วยวิธีการเรียนรู้ของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ชอบที่จะเรียนรู้โดยการตั้งคำถาม เพื่อพยายามที่จะค้นคำตอบด้วยตนเอง (อารี รังสินันท์ 2526 : 12 อ้างอิงมาจาก Torrance. 1965)

แต่ในสภาพจริงของการเรียนการสอนพบว่า ครูมักเป็นผู้ถามคำถามเสียเป็นส่วนใหญ่ นักเรียนมีโอกาสน้อย (อารี รังสินันท์ 2526 : 141) นักเรียนจะมี

ส่วนร่วมในการเรียนด้วยการตั้งคำถามเพียงประมาณ 3 % เท่านั้นของกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งหมด นักเรียนส่วนมากไม่กล้าตั้งคำถามในห้องเรียน (Torrance and Meyers. 1970 : 234) และจากการวิเคราะห์พฤติกรรมในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ก็พบว่า พฤติกรรมทางวาจาในการเรียนการสอนระหว่างครูและนักเรียน 78.34 % จะเป็นพฤติกรรมของครู และมีเพียง 17.80 % เท่านั้นที่เป็นพฤติกรรมของนักเรียนและพฤติกรรมที่ไม่ปรากฏในการเรียนการสอน คือ พฤติกรรมทางวาจาประเภทคำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและการควบคุมตัวแปร (ชลอ วงศ์แสง 2522 : 52) จากการศึกษาการจัดสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา เขตการศึกษา 11 ของหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา ก็พบว่า ในขณะที่สอนมีการใช้คำถามเพื่อการสังเกตและการอภิปรายมาก ครูใช้คำถามเพื่อสร้างสมมติฐานและการนำไปใช้น้อย และเป็นที่น่าสังเกตว่า ครูใช้คำถามเพื่อการออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปรเพียง 3 คน จาก 30 คน เท่านั้น (จินการัตน์ ไกลที่พึ่ง 2528 : 51) ในการสำรวจวิธีสอนโดยทั่วไป พบว่า ไม่มีการกระตุ้นให้ผู้เรียนถามคำถาม ไม่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนถามและวิธีการสอนก็ไม่ได้จัดให้ผู้เรียนได้ถามคำถามด้วยตนเอง (Abbott. 1980 : 5) ครูมักไม่สนับสนุนให้นักเรียนเป็นคนช่างซักช่างถาม บางครั้งยังยับยั้งการซักถามของนักเรียน รู้สึกรำคาญและไม่พอใจที่นักเรียนซักถามบ่อย โดยเฉพาะนักเรียนที่ชอบถามคำถามแปลก ๆ ครูจะตำหนิ ลงโทษ ว่ากล่าวให้อับอาย (อารี รังสินันท์ 2526 : 206) ซึ่งเป็นความล้มเหลวของการมีทักษะในการตั้งคำถามของนักเรียน เพราะในการถามคำถาม สิ่งที่นักเรียนกลัวก็คือ การไม่ได้รับคำตอบหรือถูกปฏิเสธ (นาตยา ภัทรแสงไทย 2523 : 13)

ในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การตั้งคำถามเป็นวิธีหนึ่งที่น่าสนใจด้วยนักการศึกษาเชื่อว่า ความเจริญก้าวหน้าของผลงานทางวิทยาศาสตร์เกิดจากการตั้งคำถามและการตั้งปัญหาของนักวิทยาศาสตร์ แล้วดำเนินการศึกษาค้นคว้าหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังที่ สุวัชร กนิยมคำ (สุวัชร กนิยมคำ 2517 : 9) ได้กล่าวถึงคำถามไว้ว่า งานของนักวิทยาศาสตร์จะเริ่มที่คำถามว่า อะไร อย่างไร

ทำไม โดยเฉพาะคำถามที่ว่า ทำไมสิ่งเหล่านี้จึงเกิดขึ้น คำถามเป็นกุญแจสำคัญในการแสวงหาความรู้และความจริง (วีรยุทธ วิเชียรโชติ 2521 : 85) คำถามเกิดจากกระบวนการคิดของสมองที่ได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้าต่าง ๆ ทำให้เกิดข้อสงสัยและต้องการคำตอบ (วิภา จิรระวงศ์ 2528 : 10) คำถามจะทำให้ได้รับคำตอบบางข้อและอาจจะนำไปถามคำถามอื่นต่อไปอีก (สสวท. 2519 : 2) การรู้จักตั้งคำถามรู้จักเลือกใช้คำถามที่ดีเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หนึ่ง คือ ทักษะการสื่อความหมายเป็นทักษะที่ควรพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน (Sund and Throwbridge. 1967 : 93 - 95) และหลักการสำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ก็คือ นักเรียนต้องมีส่วนร่วมในการเรียน การตั้งปัญหา การตั้งคำถาม (นาตยา ภัทรแสงไทย 2523 : 13) เน้นการฝึกให้นักเรียนคิด ค้นคว้าด้วยตนเอง แต่วิธีการนั้นมีหลายอย่าง นักเรียนจะตั้งคำถามหรือครูจะตั้งคำถาม นักเรียนจะทดลองหรือครูจะทดลองก็ได้ ข้อสำคัญครูจะต้องใช้วิธีการกระตุ้นให้นักเรียนขบขันใจสงสัยเสียก่อน (เสริมศรี เสวตามร และสาธิต งามศิริ 2521 : 73) ในการสอนครูควรฝึกให้นักเรียนตั้งคำถาม (พรวินา พูลเกษ 2524 : 17) การที่จะให้นักเรียนได้เรียนรู้ถึงเหตุการณ์ เรียนรู้ถึงสิ่งต่าง ๆ ต้องให้นักเรียนมีความรับผิดชอบที่จะศึกษาค้นคว้าเหตุการณ์นั้นด้วยตนเอง การที่จะให้นักเรียนค้นคว้าและเก็บข้อมูลเอง เป็นการพัฒนาความสามารถในการสืบเสาะของนักเรียน (Suchman. 1966 : 1 - 6) การพยายามกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามจะทำให้บรรยากาศในชั้นเรียนสนุกสนานน่าสนใจยิ่งขึ้น (ชงชัย ชีวปรีชา 2521 : 64) ทางด้านคุณภาพพบว่า ทำให้นักเรียนมีความสนใจเป็นของตัวเอง การตั้งคำถามของนักเรียนทำให้ครูทราบว่า สิ่งที่ครูสอนไปแล้วนั้นนักเรียนเข้าใจแค่ไหน และการตั้งคำถามของนักเรียนทำให้นักเรียนคิดใคร่ครวญ (Napel1. 1978 : 188 - 197) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยอื่น ๆ ที่แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ประสบความสำเร็จในการเรียนสูงจะเป็นผู้ที่ชอบตั้งคำถามและขัดจังหวะการสอนของครูบ่อย ๆ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ถ้านักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนและได้ตั้งคำถาม เขาจะได้รับการเรียนรู้มากขึ้น (นาตยา ภัทรแสงไทย 2523 : 15) คืออีกกล่าวไว้ว่า ความมุ่งหมายของการศึกษาไม่ใช่

การสอนให้นักเรียนรู่ว่าจะคิดอะไร แต่ต้องสอนให้นักเรียนรู่ว่าต้องคิดอย่างไรด้วย และการได้คิดจริง ๆ เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ (อารี รังสินันท์ 2526 : 109)

แม้ว่าการตั้งคำถามเพื่อการค้นคว้าหาความรู้จะมาก่อนขั้นตอนอื่น ๆ ก็ตาม แต่การรู้จักตั้งคำถามไม่ใช่ทักษะที่นักเรียนจะเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ทักษะในการตั้งคำถาม เป็นสิ่งที่ครูวิทยาศาสตร์ควรจะได้สอนให้กับนักเรียนของตน (Allison and Shrigley. 1986 : 47) ด้วยเหตุผลที่ว่า คำถามที่สร้างขึ้นโดยผู้ไม่มีความสนใจที่ชัดเจนจะมีรอยละคอนข้างสูง ที่คำตอบจะต้องใช้หลักวิชาการค่อนข้างสลับซับซ้อนในการตอบคำถาม และจะหาคำตอบได้ก็เฉพาะจากตำราหรือแสวงหาคำตอบจากผู้รู้ เช่น ครู ผู้สอน คำถามเหล่านี้เป็นคำถามที่ยากสำหรับนักเรียน ซึ่งมีภูมิหลังในเรื่องดังกล่าว น้อยจะสามารถหาความเข้าใจได้โดยอาศัยแต่การอ่านหรือการฟังคำอธิบายเท่านั้น และการตั้งคำถามไม่ถูกต้องก็จะเป็นการยากสำหรับนักเรียน ที่จะหาคำตอบได้ทันที จากปรากฏการณ์ที่ตนพบในครั้งเดียว นอกจากนี้ยังทำให้นักเรียนหันไปให้ความเชื่อถือแหล่งข้อมูลจากภายนอก เช่น ครู สารานุกรม แทนที่จะหาคำตอบจากความคิดของตนเอง ซึ่งลักษณะนี้จะทำให้นักเรียนขาดอิสระทางความคิด การที่จะให้นักเรียนตั้งคำถามที่ถูกจุดและก่อให้เกิดความเข้าใจอย่างชัดเจน ลักษณะคำถามนี้จะต้องอาศัยผู้เรียนมีความหมายชัดเจนและอยู่ในขีดความสามารถของผู้เรียน (Alfke. 1974 : 18 - 19) และในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนควรรู้จักถามคำถามต่าง ๆ แม้ว่าเขารู้คำตอบหรือไม่ก็ตาม แต่ทักษะในการตั้งคำถามเป็นทักษะที่นักเรียนไม่ค่อยได้รับการฝึก (นาตยา ภัทรแสงไทย 2523 : 15 - 18)

สภาพปัญหาการเรียนการสอนอีกประการหนึ่งก็คือ ในปัจจุบันครูหนึ่งคนต้องสอนนักเรียนในชั้นประมาณ 30 คนขึ้นไป การที่ครูคนเดียวจะสอนนักเรียนแต่ละคนให้ได้ผลดีตามต้องการนั้นเป็นสิ่งที่ยากมาก ทุก ๆ คนมีความสามารถไม่เหมือนกัน ไม่สามารถเข้าใจบทเรียนหนึ่ง ๆ ได้ในเวลาเท่ากัน บางคนเข้าใจบทเรียนทันทีหลังจากที่ครูอธิบายเพียงครั้งเดียว แต่บางคนอาจไม่เข้าใจบทเรียนนั้นเลย แม้ว่าครูจะอธิบายซ้ำ

หลายครั้ง (นิยม ทองอุดม 2520 : คำนำ) ทำให้ผู้เรียนเสียความกระตือรือร้น ความอยากรู้อยากเห็น ความไม่กลัว แรงกระตุ้นภายในและการคิดหาแนวทางแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยตนเองไปอย่างมากในห้องเรียน นักการศึกษาจึงพยายามค้นหาวิธีการต่าง ๆ เกี่ยวกับการเรียนการสอนที่จะช่วยให้นักเรียนทุกคนประสบความสำเร็จในการเรียน ความคิดจากเรื่องนี้ทำให้ผู้ศึกษาค้นวิธีการเรียนการสอนแบบต่าง ๆ อย่างมากมาย เช่น แบบเรียนด้วยตนเอง หรือบทเรียนสำเร็จรูปหรือบทเรียนโปรแกรม ชุดการเรียนด้วยตนเอง ศูนย์การเรียน แบบฝึกหัดเรียนด้วยตนเอง ซึ่งแต่ละวิธีการนี้ต่างก็เน้นให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

แบบฝึกหัดจะเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการฝึกทักษะของนักเรียน ด้วยคุณประโยชน์ดังนี้ คือ ช่วยในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล เนื่องจากนักเรียนมีความสามารถทางภาษาแตกต่างกัน การให้นักเรียนได้ทำแบบฝึกหัดที่เหมาะสมกับความสามารถที่จะช่วยให้เขาประสบความสำเร็จในด้านจิตใจมากขึ้น และแบบฝึกหัดที่ทำขึ้นเป็นรูปเล่ม นักเรียนสามารถเก็บรักษาไว้เป็นแนวทางเพื่อทบทวนด้วยตนเองได้ นักเรียนได้ฝึกฝนอย่างเต็มที่ เป็นส่วนเพิ่มหรือเสริมหนังสือเรียนในการเรียนทักษะ ทั้งยังเป็นอุปกรณ์การสอนที่ช่วยลดภาระของครูได้มาก ทำให้ประหยัดทั้งเวลาและแรงงานที่เตรียมสร้างแบบฝึกอยู่เสมอ เพราะแบบฝึกเป็นสิ่งที่ทำขึ้นอย่างมีระบบระเบียบ

จากปัญหาดังกล่าวถ้าจะสรรหารูปแบบการวัดกิจกรรมการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ด้วยตนเองจะเป็นการพัฒนา กิจกรรมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพในแนวทางที่ต้องการคือการให้นักเรียนได้พยายามเรียนเอง ศึกษาเอง ฝึกฝนค้นคว้าเอง และคิดเองให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อที่เขาจะได้ไปหาความรู้จากสิ่งที่มีอยู่ได้อย่างกว้างขวาง ในห้องสมุด นอกห้องสมุด หรือจากสังคม ออกจากโรงเรียนไปแล้วก็จะได้เรียนเองเป็น (บุญถิ่น อัตถากร 2514 : 24) ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาลักษณะการตั้งคำถามของนักเรียน ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีข้อเสนอ สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อันจะเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู
2. เพื่อศึกษาพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถาม
3. เพื่อศึกษาพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู
4. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู
5. เพื่อศึกษาพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถาม
6. เพื่อศึกษาพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู
7. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านคือ ด้านความคล่องในการคิด ด้านความยืดหยุ่นในการคิด และด้านความคิดริเริ่มระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลของการศึกษาค้นคว้าทำให้ได้ทราบข้อเท็จจริงเกี่ยวกับการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อันจะนำไปสู่การปรับปรุงการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

2. ผลของการศึกษาค้นคว้าทำให้ทราบแนวทางในการที่จะทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเองโดยการฝึกให้มีทักษะในการตั้งคำถามตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. ผลของการศึกษาค้นคว้าทำให้ผู้เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนได้ตระหนักถึงความสำคัญของการตั้งคำถามของนักเรียนในการเรียนการสอน และการสร้างแบบฝึกทักษะการตั้งคำถามเพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นต่าง ๆ รวมทั้งทำให้ได้แบบฝึกทักษะการตั้งคำถามวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวิไลเกียรติอุปถัมภ์ อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดแพร่ สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ปีการศึกษา 2530 มีจำนวนทั้งหมด 186 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวิไลเกียรติอุปถัมภ์ อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดแพร่ ปีการศึกษา 2530 ภาคเรียนที่ 1 จำนวนทั้งหมด 78 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) แล้วสุ่มแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 39 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามและกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู

3. ระยะเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2530 โดยใช้เวลาทดลองกลุ่มละ 16 คาบ คาบละ 50 นาที ผู้วิจัยสอนเองทั้งสองกลุ่ม

4. ตัวแปรที่จะศึกษา

4.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การสอนซึ่งแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

4.1.1 การสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถาม

4.1.2 การสอนตามคู่มือครู

4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

4.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

4.2.2 ความกึ่สรางสรรคทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น

3 ด้าน คือ

4.2.2.1 ด้านความคล่องในการคิด

4.2.2.2 ด้านความยืดหยุ่นในการคิด

4.2.2.3 ด้านความคิดริเริ่ม

5. เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นเนื้อหาเรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ของสภานิสง เสริมการสอนวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี

นียมศัพทเฉพาะ

1. การฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียน หมายถึง การจัดกิจกรรมให้นักเรียน
แต่ละกลุ่มรวมกันฝึกทักษะการตั้งคำถามโดยใช้แบบฝึกทักษะการตั้งคำถาม ซึ่งคำถามในแบบ
ฝึกเป็นคำถามที่นำไปสู่พฤติกรรม 5 ประเภท คือ

1.1 คำถามนำไปสู่การสังเกต หมายถึง คำถามที่ให้ใช้ประสาทสัมผัส
อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์
เพื่อจะหาข้อมูล เกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูล เกี่ยวกับการ
เปลี่ยนแปลง ซึ่งเป็นรายละเอียดของวัตถุหรือเหตุการณ์นั้น โดยไม่ใช้ความคิดเห็นของ
ผู้สังเกตลงไป

1.2 คำถามนำไปสู่การอธิบาย หมายถึง คำถามที่แสวงหาสาเหตุของปัญหาหรือแสวงหาความสัมพันธ์ระหว่าง เหตุกับผล

1.3 คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน หมายถึง คำถามที่คาดการณ์ล่วงหน้า หรือทำนายผลของเหตุหรือการกระทำ

1.4 คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร หมายถึง คำถามที่ให้นำเอาหลักการหรือกฎเกณฑ์หรือความสัมพันธ์ของข้อมูลมาใช้ในการวางแผนเพื่อหาคำตอบในการแก้สถานการณ์หรือปัญหา

1.5 คำถามนำไปสู่การนำไปใช้ หมายถึง คำถามที่ให้นำเอาหลักการหรือกฎเกณฑ์ที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาหรือแก้ไขปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่ให้ดีขึ้น

2. แบบฝึกทักษะการตั้งคำถาม หมายถึง แบบฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนฝึกทักษะการตั้งคำถาม รายละเอียดของแบบฝึกประกอบด้วย

2.1 ชื่อแบบฝึก

2.2 คานา

2.3 คำชี้แจงในการใช้แบบฝึกทักษะการตั้งคำถาม ซึ่งสรุปขั้นตอนของกิจกรรมได้ดังนี้

2.3.1 นักเรียนศึกษาวิธีการตั้งคำถาม

2.3.2 นักเรียนศึกษาตัวอย่างการตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งประกอบด้วย ตัวอย่างสถานการณ์ที่กำหนด ตัวอย่างคำสั่งให้ตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด และตัวอย่างคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด

2.3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มฝึกตั้งคำถามในแบบฝึกทักษะการตั้งคำถาม ซึ่งประกอบด้วย สถานการณ์ที่กำหนดเพื่อการฝึกทักษะการตั้งคำถาม คำสั่งให้ตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด

3. การสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียน หมายถึง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมการอภิปรายและกิจกรรมการทดลอง อันเป็นวิธีการที่ได้ทั้งตัวความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนดังนี้

3.1 ขั้นตอนการเตรียมการทดลอง

นักเรียนฝึกทักษะการตั้งคำถามตามแบบฝึกทักษะการตั้งคำถามแล้ว
ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับคำถามเพื่อนำไปสู่การทดลอง

3.2 ขั้นตอนทดลอง

นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามที่กำหนดในแบบเรียน

3.3 ขั้นตอนการอภิปรายหลังการทดลอง

นำข้อมูลที่ได้อาจจากการทดลองมาอภิปรายร่วมกันโดยครูใช้คำถาม
เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบในการแก้สถานการณ์หรือปัญหาแล้วสรุปเป็นความรู้ตลอดจน
การนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้อง

4. การสอนตามคู่มือครู หมายถึง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ซึ่งประกอบ
ด้วยกิจกรรมการอภิปรายและกิจกรรมการทดลองอันเป็นวิธีการที่ได้ทั้งตัวความรู้และ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนดังนี้

4.1 ขั้นตอนการเตรียมการทดลอง

ครูใช้คำถามในการอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนด
ร่วมกับนักเรียนเพื่อนำไปสู่การทดลอง

4.2 ขั้นตอนทดลอง

นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามที่กำหนดในแบบเรียน

4.3 ขั้นตอนการอภิปรายหลังการทดลอง

นำข้อมูลที่ได้อาจจากการทดลองมาอภิปรายร่วมกัน โดยครูใช้คำถาม ,
เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบในการแก้สถานการณ์หรือปัญหาแล้วสรุปเป็นความรู้ตลอดจน
การนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้อง

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการ
เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งวัดได้จากความสามารถในการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตร
วิชาวิทยาศาสตร์ของสภานิสง เสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
โดยวัดความสามารถ 4 ด้าน คือ

5.1 ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

5.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ที่ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่และแปรความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง

5.3 ด้านการนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำเอาความรู้ที่ได้ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน

5.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยทักษะ การสังเกต การจำแนกประเภท การจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล การคำนวณ การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การให้นิยามเชิงปฏิบัติการ การทดลอง การกำหนดและควบคุมตัวแปร การตีความหมายจากข้อมูลและการลงข้อสรุป

6. การคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดแก้ปัญหาหรือหาคำตอบของปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถนั้นประกอบด้วย

6.1 ความคล่องในการคิด หมายถึง ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหรือหาคำตอบของปัญหาได้ปริมาณมากในเวลาอันจำกัด

6.2 ความยืดหยุ่นในการคิด หมายถึง ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหรือหาคำตอบของปัญหาได้หลายแนวทาง

6.3 ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหรือหาคำตอบของปัญหาที่แปลกใหม่ที่เป็นประโยชน์หรือมีคุณค่าต่อสังคมและเป็นคนคิดที่ไม่ซ้ำใครในกลุ่ม

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยดังต่อไปนี้

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสาร เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
2. เอกสาร เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
3. เอกสาร เกี่ยวกับการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียน
4. เอกสาร เกี่ยวกับแบบฝึก
5. เอกสาร เกี่ยวกับคำถาม
6. เอกสาร เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
2. งานวิจัยเกี่ยวกับการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียน
3. งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนวิทยาศาสตร์หลายวิธี ทุกวิธีมุ่งที่จะสอนให้ผู้เรียนได้รับความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) เป็นวิธีหนึ่งที่มุ่งให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

นักการศึกษาและนักวิจัยได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในลักษณะที่แตกต่างกันดังนี้คือ

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของ สสวท. เป็นการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดและปลูกฝังทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมสำคัญคือการทดลอง และการใช้คำถาม (ไชศรี อภรณ์รัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ 2525 : 5 - 7)

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง เริ่มต้นจากการที่ผู้เรียนมีข้อสงสัยในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง และพยายามที่จะหาคำตอบหรือแก้ข้อสงสัยเหล่านั้นโดยอาจเริ่มจากการสำรวจข้อมูลต่าง ๆ มาประกอบการพิจารณาโดยการไต่ถามหรือสอบสวนหาสาเหตุต่าง ๆ เช่น พยายามตั้งคำถามหลายแง่หลายมุมที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับเรื่องนั้น ๆ โดยตรงหรือทำการทดลองเพื่อให้ได้คำตอบของคำถามปัญหาหรือข้อสงสัย (สมสุข ชีระพิจิตร 2526 : 45)

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้คือวิธีการไต่ถามหรือการตั้งคำถามเพื่อที่จะให้ได้คำตอบตรงตามความต้องการโดยใช้เทคนิคกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อที่จะช่วยให้ผู้ทดลองได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง (ฉวีวรรณ กิณางค์ 2527 : 78)

กัสแลนด์ และสโตน (Kusland and Stone. 1969 : 138 - 159) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการสอนโดยครูและนักเรียนได้ศึกษาถึงปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์โดยอาศัยวิธีการและวิญญาณของนักวิทยาศาสตร์ซึ่งมีลักษณะดังนี้

1. ครูและนักเรียนมีปรัชญาพฤติกรรมแสวงหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. ครูให้นักเรียนได้เรียนรู้ให้บรรลุในเนื้อหาที่ต้องการโดยไม่กำหนดตายตัว

3. ไม่ควรให้คำตอบถูกหรือผิดแก่ักเรียนเพราะการให้คำตอบผิดหรือถูกไม่ก่อให้เกิดการพัฒนาในตัวนักเรียน

4. นักเรียนเป็นผู้มีความสนใจอย่างแท้จริงในการหาวิธีการแก้ปัญหา

5. ไม่ควรเน้นเนื้อหาเกี่ยวกับขั้นตอนหรือกฎ เป็นผู้ตามแม้ว่าในหลักสูตรบางหลักสูตรจะกำหนดแนวทางในการเรียนไว้ก็ตาม

6. การเรียนการสอนเริ่มต้นด้วยความสงสัย ตามที่เห็นว่า เรามีวิธีการที่จะเข้าใจเรื่องนี้ได้อย่างไรจึงเป็นลักษณะที่สำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

7. พยายามทำให้ปัญหามีประเด็นเกินชัดและคลุมเครือที่จะเห็นแนวทางที่จะแก้ปัญหาในชั้นเรียน

8. การตั้งสมมติฐานเป็นจุดหมายของการเรียนเพื่อเป็นแนวทางในการสืบเสาะหาความรู้

9. นักเรียนเกิดความรับผิดชอบในการรวบรวมข้อมูลการสังเกตและการอ่าน

10. การประเมินจะต้องสัมพันธ์กับจุดหมายของการสอน

11. นักเรียนมีการเรียนรวมกันเป็นกลุ่มชั้น และเป็นรายบุคคล เพื่อรวบรวมข้อมูลและทดสอบสมมติฐาน

12. นักเรียนเป็นผู้รวบรวมข้อมูลและสรุปตามสมมติฐาน ทดสอบหาคำตอบ คำอธิบายที่เหตุผลด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

13. การลงข้อสรุปต้องมีความสัมพันธ์กันและมีวิธีการนำไปสู่วิทยาศาสตร์มากที่สุด

ซันด์และโทรวบริจ (Sund and Trowbridge. 1974 : 53 - 55)

ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการสอนซึ่งแต่ละบุคคลใช้กระบวนการคิดทางสมอง (Discovery Mental Process) ซึ่งได้แก่การสังเกต การจัดประเภท การวัด การอธิบาย การอ้างอิงรวมทั้งคุณลักษณะต่าง ๆ อย่างผู้ใหญ่ว่าได้แก่ การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การสังเคราะห์ความรู้และการแสดงทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ เช่น เป็นคนมีความคิดแบบวัตถุนิยม (Objective) อยากรู้ อยากเห็น ใจกว้าง

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีหนึ่งที่มี
ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ครูมีหน้าที่เพียงจัดสภาพการ เรียนการสอนให้เอื้อต่อกระบวนการที่จะเกิดแก้ปัญหาโดยใช้คำถาม
และการทดลอง เป็นสื่อการสอนในลักษณะนี้สิ่งที่สำคัญประการหนึ่งคือ ครูจะต้องสร้างแรงจูงใจ
และทำให้ห้องเรียนมีบรรยากาศอิสระเพื่อการซักถามและการอภิปราย ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า
การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเป็นทำเป็นและแก้ปัญหาเป็น

หลักจิตวิทยาของการเรียนรู้ที่สนับสนุนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

มีหลักจิตวิทยาของการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานอยู่ 3 ข้อ ที่สนับสนุนการเรียนการสอน
แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้ (สุวัชต์ นิยมกำ 2517 : 125 - 126)

1. ในการเรียนวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นก็ต่อเมื่อนักเรียน
ได้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการค้นหาคำตอบนั้น ๆ มากกว่าบอกให้

2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนนั้นช่วยให้นัก
เรียนอยากเรียนไม่ใช่มุ่งบังคับ และผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมที่จะนำไปสู่ความสำเร็จใน
การค้นคว้าแทนที่จะให้นักเรียนเกิดความล้มเหลว

3. วิธีที่เรสอนของครูจะต้องส่งเสริมความคิดให้นักเรียนคิดเป็น มีความคิด
สร้างสรรค์ ให้ออกาสนักเรียนได้มีการใช้ความคิดเห็นของตนเองให้มากที่สุด

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีรากฐานมาจากทฤษฎีจิตวิทยาของ เพียเจต์
(เลอวีร์ เสวตาพร และสาลี งามศิริ 2521 : 69 อ้างอิงมาจาก Piaget. n.d.)
เรื่องการพัฒนาความคิดของคนมี 2 ขั้น ได้แก่

ขั้นที่ 1 การดูดซึม (Assimilation) ได้แก่ การเร้าให้เด็กนำความรู้เดิม
มาใช้ในชั้นเรียน เด็กจะเรียนรู้โดยใช้ความรู้เดิมเป็นแนวทางในการคิด

ขั้นที่ 2 การปรับปรุง (Accommodation) หมายถึง การปรับปรุง
เปลี่ยนแปลงขยายโครงสร้างเดิมเพื่อที่จะรับความรู้ใหม่ ๆ และนำมาสัมพันธ์กันใน

โครงสร้างเดิมเมื่อความรู้เดิมไม่สามารถนำมาอธิบายความรู้ใหม่ได้ ถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงโครงสร้างเดิมก็ไม่สามารถรับความรู้ใหม่ได้

จากหลักจิตวิทยาของการเรียนรู้ดังกล่าวสรุปได้ว่า นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีที่สุดเมื่อเขาได้เข้ามามีส่วนร่วมตลอดเวลา เช่นหาการทดลอง อภิปรายเกี่ยวกับการทดลองและเชื่อมโยงความคิดหลัก ถามและตอบคำถามรวมทั้งการแก้ปัญหาตลอดจนการให้เขาได้ทำงานเองให้มากที่สุดเท่าที่สามารถจะทำได้

ความมุ่งหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ซัคแมน (Sund and Trowbridge. 1966 : 37 citing Suchman. n.d.) กล่าวว่าจุดมุ่งหมายหลักของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อเปลี่ยนความคิดในการค้นหาสาเหตุจากแบบมีมติ เดียวมาเป็นหลายมติและการเปลี่ยนแปลงนี้จะนำไปสู่การทดลองในรูปแบบของการคิดตอบอย่างมีเหตุผล

ธีระชัย ปุณณโชติ (ธีระชัย ปุณณโชติ 2516 : 46) ให้ความเห็นว่าความมุ่งหมายของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้คือการให้นักเรียนได้เรียนรู้ถึงวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติจริง ๆ ในการค้นพบสิ่งใหม่ ๆ

กล่าวได้ว่าความมุ่งหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ก็คือการแสดงให้เห็นว่าความคิดรวบยอดและข้อสรุปต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร การสืบเสาะหาความรู้จะแสวงหาแนวทางพัฒนาตนเองให้เป็นผู้รู้จักตัดสินใจอย่างฉลาดและเป็นอิสระสามารถใช้วิธีการที่เป็นระบบ และมีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาด้วยการให้นักเรียนได้ค้นพบคำตอบด้วยตนเองจากสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือการตั้งคำถามเพื่อให้เกิดการพัฒนาความคิด

หลักการของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

หลักการของการสืบเสาะหาความรู้เน้นการฝึกให้นักเรียนได้ค้นคว้าด้วยตนเอง แต่วิธีการมีหลายอย่างนักเรียนจะถามคำถามหรือครูจะถามคำถาม นักเรียนจะทดลองหรือ

ครูจะทดลองก็ได้ข้อสำคัญครูจะต้องใช้วิธีกระตุ้นให้นักเรียนสนใจสงสัยเสียก่อน
(เสริมศรี เสวตามร และสาสี งามศิริ 2521 : 69)

พรวิภา พูลเกษ (พรวิภา พูลเกษ 2524 : 21) กล่าวถึงหลักการสำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้คือ นักเรียนต้องมีส่วนร่วมในการเรียนและใช้การตั้งปัญหาหรือคำถาม เพื่อให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ ปัญหาหรือข้อสงสัยต่าง ๆ อาจจะเกิดจากการวางแผนการสอนที่รัดกุมของครูซึ่งพยายามสร้างบรรยากาศในห้องเรียนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความรู้สึกสงสัย นักเรียนจะถูกชักจูงให้รู้จักตั้งคำถามและหาคำตอบ การสำรวจข้อมูลและการค้นพบเพื่อสร้างแนวความคิดใหม่ ขยายหรือลดเล็กลงแนวคิดเดิม

โดยสรุปแล้วหลักการที่สำคัญในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้คือ นักเรียนต้องมีส่วนร่วมในการเรียนและใช้การตั้งปัญหาหรือคำถามเพื่อการสืบเสาะหาความรู้

กิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ภัทรา ไชยเวช (ภัทรา ไชยเวช 2521 : 30 - 35) กล่าวว่า ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วยกิจกรรมดังต่อไปนี้

1. การทดลอง
2. การอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียน ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้
 - 2.1 นำเข้าสู่บทเรียนด้วยการตั้งปัญหาหรือใช้คำถาม
 - 2.2 อภิปรายก่อนการทดลอง
 - 2.3 นักเรียนทำการทดลอง
 - 2.4 อภิปรายหลังการทดลอง

ไชศรี อภรณ์รัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ (ไชศรี อภรณ์รัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ 2525 : 5 - 7) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของ สสวท. เป็นการสอนที่จะทำให้การเรียนการสอนสัมฤทธิ์ผลโดยนักเรียนมีโอกาสพัฒนาความคิดและได้รับการปลูกฝังทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมที่สำคัญดังนี้

1. การทดลอง การทดลองจะมีอยู่ในแบบเรียนเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นคุณสมบัติพื้นฐานในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

2. การใช้คำถาม เป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่จะช่วยให้การเรียนชวนให้คิดได้ ทำให้นักเรียนพัฒนาทักษะต่าง ๆ

จะเห็นได้ว่าในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ นั้นจะมีกิจกรรมสำคัญอยู่คือ กิจกรรมการทดลองและกิจกรรมการอภิปราย ซึ่งจะต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับการใช้คำถาม ในการนำเข้าสู่การทดลองและอภิปราย เพื่อสรุปผลการทดลอง

ลักษณะของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ซุกแมน (Suchman. 1966 : 1 - 6) ได้กล่าวถึงลักษณะการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สรุปได้ดังนี้ ลักษณะการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบ่งเป็น 2 ระดับย่อย

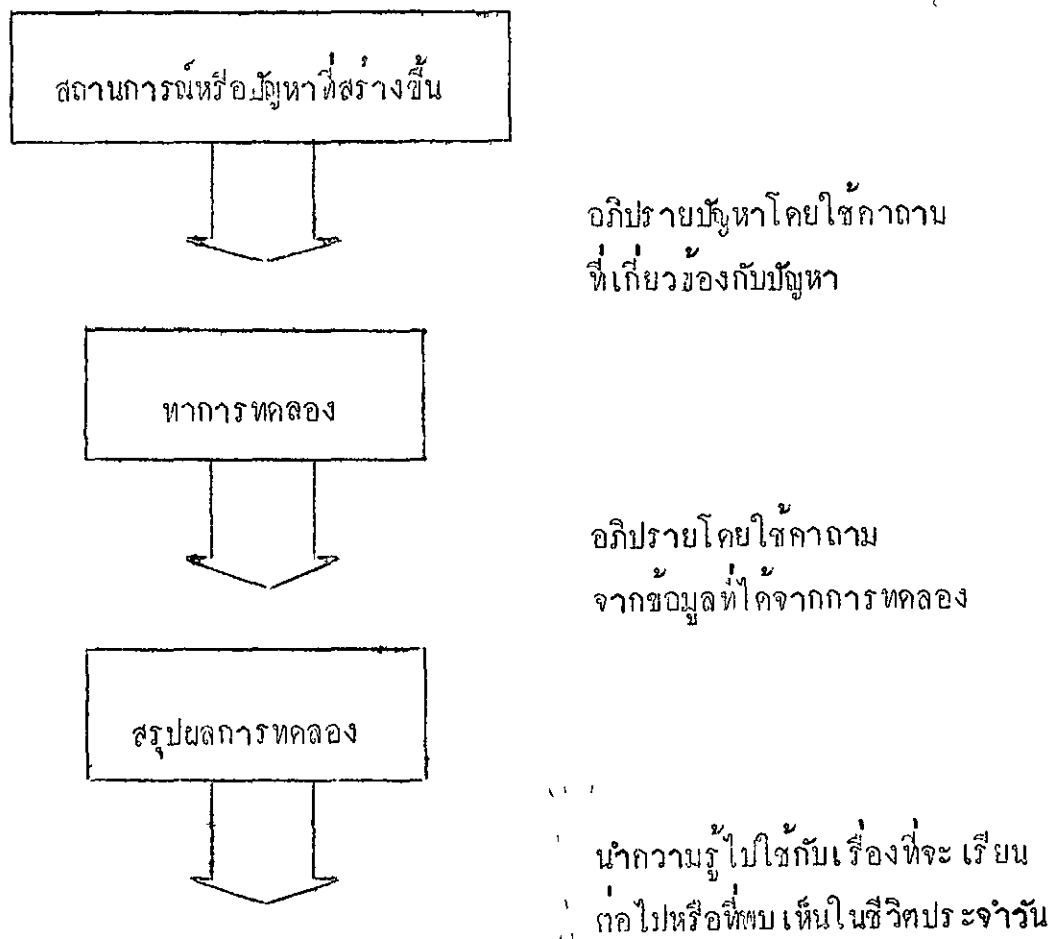
ระดับที่ 1 ฝึกให้นักเรียนตั้งคำถามที่เหมาะสมโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งซุกแมนสรุปว่า การที่จะให้นักเรียนเรียนรู้เหตุการณ์ เรียนรู้ถึงสิ่งต่าง ๆ ต้องให้นักเรียนมีความรับผิดชอบที่จะศึกษากันกว่าเหตุการณ์นั้นด้วยตนเอง ครูเป็นผู้จัดสิ่งแวดล้อมภายในห้องให้เหมาะกับการค้นคว้าและการแก้ปัญหาของนักเรียน การที่ให้นักเรียนค้นคว้าและเก็บข้อมูลเอง เป็นการพัฒนาความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียน

ระดับที่ 2 การขยายกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ไปสู่คำตอบของปัญหาที่ต้องการด้วย การตั้งคำถาม ในระดับที่ 2 นี้ ทั้งครูและนักเรียนจะดำเนินงานสืบเสาะหาความรู้ด้วยการตั้งคำถามในขั้นต่าง ๆ ของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อให้ได้ข้อมูลซึ่งจะนำไปวิเคราะห์และสรุปปัญหาที่กำลังเผชิญ

จากลักษณะของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะเห็นว่าสิ่งแรกที่จะต้องกระทำก่อนที่จะดำเนินการสืบเสาะหาความรู้ด้วยการตั้งคำถามในขั้นต่าง ๆ ของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้คือการฝึกให้นักเรียนตั้งคำถามที่เหมาะสม

โครงสร้างของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

เพื่อให้เกิดความเข้าใจโครงสร้างของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ขอให้พิจารณาภาพประกอบ 1 (คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย 2525 : 116 - 118)



ภาพประกอบ 1 แสดงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

จากภาพประกอบจะเห็นว่า กิจกรรมการอภิปรายนำเข้าสู่การทดลองและการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลองนั้น ต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์ที่สร้างขึ้นกับเรื่องที่จะทดลองและข้อมูลที่ได้จากการทดลองกับผลสรุปในการอภิปรายซักถามนั้น นักเรียนอาจใช้คำถามถามครูหรือถามนักเรียนด้วยกันเอง นอกจากนั้นนักเรียนยังสามารถนำความรู้ไปใช้ในการเรียนเรื่องต่อไป หรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ขั้นตอนการ สอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเรื่องให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางหากำตอบของปัญหาข้างต้น
3. ใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลองและ

ความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์

4. ดำเนินการทดลองและบันทึกผลการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐาน
5. ใช้คำถามในการอภิปราย เพื่อสรุปผลการทดลอง

สมจิต สวชนไพมูลย์ (สมจิต สวชนไพมูลย์ 2526 : 105 - 110) เขียนถึง

ขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ซึ่งมีใจความโดยสรุปว่า ขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ อาจแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นสำรวจข้อมูล (Exploration Phase) เป็นขั้นตอนการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะศึกษาเพื่อนำไปสร้างเป็นความคิดรวบยอดหรือแนวความคิดหลักต่อไป ข้อมูลอาจมาได้จาก 3 แหล่ง แหล่งแรก ได้จากการสังเกตวัตถุจริงหรือปรากฏการณ์โดยตรง แหล่งที่สองได้จากการทดลองและแหล่งสุดท้ายได้จากการรวบรวมมาจากที่อื่น เช่น จากเอกสารหรือจากบุคคล ในการจัดกิจกรรมขั้นสำรวจข้อมูลอาจทำได้ 4 วิธีคือ

วิธีที่ 1 ครูเสนอปัญหา บอกจุดประสงค์และออกแบบการทดลองร่วมกับนักเรียน

วิธีที่ 2 ครูเสนอปัญหา แต่ไม่บอกจุดประสงค์ล่วงหน้าและให้นักเรียนทำกิจกรรมตามที่กำหนด

วิธีที่ 3 ครูสาธิตให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสาธิตไปสรุปเป็นความรู้ใหม่

วิธีที่ 4 วิธีได้ข้อมูลจากแหล่งอื่น ๆ

2. ขั้นสรุปเป็นความรู้ใหม่ (Invention) ภายหลังจากการสำรวจแล้วนักเรียนจะได้ข้อมูลซึ่งเกี่ยวกับคุณลักษณะ คุณสมบัติ การเปลี่ยนแปลงปริมาณและรายละเอียด

อื่น ๆ ข้อมูลที่ได้ไ้ อาจยังไม่มี ความหมายอะไรมากนัก จะต้องมีการนำไปคำนวณและ/หรือจัดกระทำใหม่เสียก่อนจึงจะมีความหมายพอที่จะตีความหรือลงข้อสรุปต่อไป ผลสรุปที่ได้ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของโมเดลหรือหลักการ

3. ขั้นการนำความรู้ใหม่ไปใช้ (Discovery) เป็นขั้นที่นักเรียนมีโอกาสนำความรู้ที่ได้ค้นพบไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งไม่เหมือนที่เคยพบมาแล้วหรือนำความรู้ที่ได้ไปใช้เป็นฐานสำหรับเรียบเรียงเรื่องใหม่ได้ นำไปพยากรณ์ได้เป็นการทดสอบความถูกต้องของความรู้

สำหรับขั้นตอนของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้ในปัจจุบัน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้วางแนวทางของการสอนเป็นขั้นตอนใหญ่ ๆ 3 ขั้นตอน ทั้งนี้โดยพิจารณาจากกิจกรรมสำคัญในกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งได้แก่ การอภิปรายและการทดลอง จึงได้แบ่งขั้นตอนเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้ (พรรณี กาญจนนันทน์ 2528 : 33 - 34)

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง เป็นการเริ่มต้นเพื่อจะนำไปสู่การกำหนดปัญหาหรือแนะแนวทางให้นักเรียนคิดออกแบบการทดลองหรือการตั้งสมมติฐานและหาวิธีการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานแล้วแต่กรณี ผลพลอยได้จากขั้นตอนนี้เป็นการช่วยฝึกและปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นของคนอื่น

2. การทดลอง เป็นส่วนสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ในการที่จะไปสู่การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฝึกให้นักเรียนรู้จักทำงานร่วมกับผู้อื่น ถึงแม้ว่าการทดลองจะเป็นส่วนสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ก็ตาม ในบางครั้งครูอาจดำเนินการสอนไปตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้โดยไม่มีการทดลองก็ได้ แต่ทั้งนี้กิจกรรมที่นำมาแทนในส่วนนี้ได้แก่ การซักถาม การยกข้อมูลที่พบบ่อยก่อนมาอภิปรายสรุปหรือการจำลองสถานการณ์เพื่อให้ได้ข้อมูลมาอภิปรายสรุปผล ดังนั้นในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ อาจเกิดขึ้นโดยไม่มีการทดลองเลยก็ได้

3. การอภิปรายหลังการทดลอง ครูต้องพยายามตั้งคำถามเพื่อนักเรียน ไปสู่ข้อสรุปหรือแนวคิดหรือหลักการสำคัญ ๆ ของบทเรียนนั้น ๆ

จะเห็นว่าขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ได้อธิบายมาข้างต้นจะประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ ๆ คล้ายคลึงกันคือ ขั้นตอนการตั้งปัญหา ขั้นทำการทดลอง และขั้นสรุปผลแก้ปัญหา นำผลไปใช้ในวิถีชีวิตประจำวัน จะแตกต่างกันในส่วนย่อย ๆ เท่านั้น และก็จะเห็นว่าคำถามเป็นส่วนสำคัญในการ เรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ลักษณะของห้อง เรียนแบบสืบเสาะหาความรู้

เสริมศรี เสวตามร และสาส์ งามศิริ (เสริมศรี เสวตามร และสาส์ งามศิริ 2521 : 96) กล่าวถึงบรรยากาศในห้องเรียนที่สนับสนุนการสืบเสาะหาบรรยากาศที่สำคัญในการเรียน คือบรรยากาศที่เปิดโอกาสเด็กคิดค้นคว้า และมีเสรีภาพในการอภิปราย และมีการสร้างสถานการณ์ที่ชวนสงสัย เป็นการดึงความสนใจ

กิจกรรมที่จัดให้เรียนในห้องเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดต่อหรือหาการค้นคว้าต่อไปจนจบ (Open-ended Experiment) ซึ่งมีลักษณะสำคัญดังนี้

1. คำถามเกี่ยวกับการทดลอง เป็นคำถามเชิงกว้าง ๆ วิธีที่จะใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ ถ้านักเรียนสามารถเป็นผู้เลือกได้เองก็จะเป็นการสอนที่ถูกต้องเป้าประสงค์ของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้อย่างยิ่ง

2. โดยทั่วไป นักเรียนไม่ทราบคำตอบก่อนการทดลอง หรือไม่ทราบผลลัพธ์ล่วงหน้าว่าจะไปในรูปใด เพราะเราต้องการจะให้เด็กได้คิดหรือฝึกฝนทักษะทางการสังเกต และสรุปผลของการสังเกตเอง

3. ให้โอกาสแก่นักเรียนได้ใช้ความคิดมากกว่าเดิมในทางที่จะอ่าน หรือแปลความหมายหรือวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มา ครูอาจจะแบ่งนักเรียนออกตามระดับความสามารถเพื่อทำงานด้านวิเคราะห์ข้อมูลในระดับต่าง ๆ เพื่อว่าคำตอบที่ได้มาหลาย ๆ แนวจะช่วยให้เด็กเรียนทั้งเป็นกฎเกณฑ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการทดลองหรืออภิปรายรายการต่อไป

4. ในบางบทเรียน ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองควรไม่เหมือนกัน เพราะให้ต่างคนต่างทดลองด้วยเครื่องมือและเทคนิคหรือขนาด แต่ผลการทดลองที่ได้จากนักเรียนทุกคนจะกลายเป็นข้อมูลของนักเรียนทั้งห้อง ซึ่งอาจนำมาเขียนกราฟ เพื่อใช้ทำนายในส่วนที่ไม่ได้กำหนดไว้ในการทดลองได้

5. การทดลองบางอย่างสามารถกระตุ้นให้เกิดความริเริ่มในตัวนักเรียน ซึ่งอาจทำให้นักเรียนนำไปค้นคว้าศึกษาต่อที่บ้าน

6. ในบางการทดลองเปิดโอกาสให้นักเรียนเห็นว่า คำถามหลาย ๆ ข้ออาจหาคำตอบได้จากการทดลองเพียงอันเดียว หรือคำถามอันใดอันหนึ่งอาจหาคำตอบได้จากการทดลองหลายอย่าง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับมุมมองปัญหาของแต่ละคน

บทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ครูคือผู้แนะนำแนวทางคอยช่วยเหลือนักเรียน และสร้างสถานการณ์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ฉะนั้นครูจึงมีหน้าที่ 3 ประการ คือ

1. ป้อนคำถามแก่นักเรียนเพื่อนำไปสู่การค้นคว้า ครูต้องรู้จักการป้อนคำถามว่า จะถามอะไร เด็กจึงจะเกิดความคิด ความจำหรือความเข้าใจและควรตอบคำถามของนักเรียนบ้าง

2. เมื่อได้ปัญหาแล้ว ให้นักเรียนตั้งชั้นอภิปราย วางแผนแก้ปัญหา หรือกำหนดวิธีการแก้ปัญหาเอง เมื่อตกลงได้จึงลงมือปฏิบัติการ

3. ถ้าปัญหายากเกินไป นักเรียนไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหาหรือกำหนดวิธีการแก้ปัญหาได้ ครูและนักเรียนอาจรวมกันแก้ปัญหาต่อไป (สุวัณท์ นิยมคำ 2517 : 127)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท 2517 : 6 - 7) ให้ข้อเสนอแนะสำหรับครูที่จะดำเนินการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สรุปได้ว่า

1. ควรมีการเตรียมล่วงหน้าในคำนำเนื้อหา อุปกรณ์ และคำถาม
2. ช่วยให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมของการเรียนการสอนตลอดเวลา โดยกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักคิด ทำการทดลอง และรวมอภิปราย ครูควรให้ความสนใจต่อคำถามของนักเรียนทุกคน เมื่อนักเรียนถามคำถามนอกคาบตามที่ ควรให้คำแนะนำที่จะช่วยให้นักเรียนหาคำตอบได้เอง

บทบาทของนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

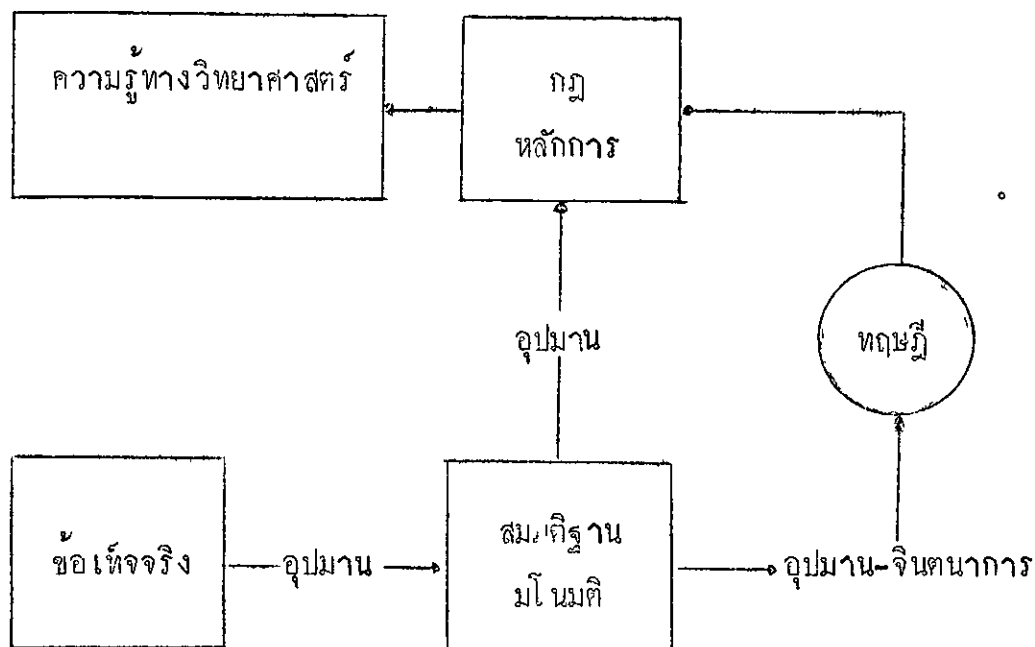
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2517 : 6 - 7) ได้เสนอบทบาทของนักเรียนในการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. พยายามค้นพบสิ่งที่เรียนด้วยตนเอง
2. ใช้หลักการต่าง ๆ ใช้ทักษะการสังเกต การใช้เครื่องมือ การดำเนินการทดลอง การบันทึกข้อมูล การอภิปรายและการสรุป ซึ่งนำไปสู่ความึกและหลักเกณฑ์ที่สำคัญของบทเรียน
3. แสดงความรู้ที่หาคือความึกเห็นอย่างอิสระและมีเหตุผล
4. คิดตามและทำความเข้าใจบทเรียนด้วยตนเอง
5. พุค ชักถามหรือโต้แย้งในสิ่งที่นักเรียนเชื่อมั่นและมีเหตุผล

เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

เนื่องจากความหมายที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์คือความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่ง สมจิต สวชนไญญลย์ (สมจิต สวชนไญญลย์ 2526 : 1 - 15) ได้กล่าวถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับคณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ 2525 : 8 - 13) โดยสรุปดังนี้

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือส่วนที่เป็นผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ การเป็น การค้นคว้าสืบเสาะ ตรวจสอบจนเป็นที่เชื่อถือได้ ความรู้นั้นจะถูกรวบรวมไว้เป็นหมวดหมู่ ซึ่งสรุปความสัมพันธ์ได้ดังนี้



ภาพประกอบ 2 แสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สมจิต ลวชนไพบุลย์ (สมจิต ลวชนไพบุลย์ 2526 : 63 - 69)
กล่าวว่ากระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิด การกระทำ อย่างมีระบบในการค้นคว้าหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ จากประสบการณ์ธรรมชาติและจาก สถานที่ที่อยู่รอบตัวเราโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ตามลำดับขั้นดังต่อไปนี้ ระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน พิสูจน์หรือทดลอง สรุปผลและการนำไปใช้

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผลของการศึกษากันคว่าจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะนิสัยของบุคคลนั้น ๆ เป็นองค์ประกอบอีกด้วย คุณลักษณะที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ในการแสวงหาความรู้นี้เรียกว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยความละเอียดถี่ถ้วน อุตสาหะ ความอดทน ความมีเหตุผลไม่เชื่อสิ่งใ้ง่าย ๆ โคปรปราศจากข้อเท็จจริงบางส่วนสนับสนุนอย่างเพียงพอ ความมีใจกว้าง ยอมรับ ังความคิดเห็นของคนอื่นไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเพียงฝ่ายเดียว มีความกระตือรือร้นที่จะค้นหาความรู้ มีความซื่อสัตย์สุจริต สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น และยอมรับการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าใหม่ ๆ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะสำคัญในกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อสวท ได้รวบรวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้

13 ทักษะ (สมจิต สวชนไพบุญย์ 2526 : 66 - 69) คือ

1. การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง **รวมกัน** เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์โดยมีจุดประสงค์เพื่อหารายละเอียดของสิ่งนั้น โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตแบ่งได้เป็น 3 อย่างคือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

2. การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือที่เหมาะสมหาการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ

3. การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่ยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา

สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

5. การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และวาทะแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท และคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของการร่าง แผนภูมิ แผนภาพ วงจร กราฟ แผนการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

7. การลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

7.1 การลงข้อสรุปเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ แต่ละอย่างที่เกิดขึ้นได้โดยมีข้อมูลไม่เพียงพอ

7.2 ลงข้อสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ อธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิม

8. การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคาดเดาว่าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยประสบการณ์ที่ซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วมาช่วยในการสรุป การพยากรณ์

ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลขได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ทั่วได้ 2 แบบคือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่

9. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคาดคะเนล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิม คำตอบที่คิดหาล่วงหน้ายังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการหรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดล่วงหน้านั้นมักจะกล่าวเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามและสมมติฐานที่ตั้งไว้นั้นอาจถูกหรือผิดก็ได้ซึ่งจะทราบได้ภายหลังจากการทดลองหาคำตอบ เพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การตั้งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ ตัวแปรที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือตัวแปรที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ ตัวแปรที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือไปจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วยซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนกัน ๆ กับ มิเช่นนั้นอาจจะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

12. การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลองประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบ - การทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลอง กอปรลงมือทดลองจริงเพื่อหาพบ

12.1.1 วิธีทดลอง (ซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

12.1.2 อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้อากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัดและอื่น ๆ

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่ป้อน การตีความหมายข้อมูลบางครั้งอาจก่อให้เกิดทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่น การสังเกต การคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการทดลองหรือที่มีอยู่

กล่าวได้ว่ากระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นับประสมก่ด้วยส่วนที่เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อให้ักเรียนได้รั้ทั้ง เนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ของประวิตร ชูศิลป์ (ประวิตร ชูศิลป์ 2524 : 21 - 31) ไปสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยวัดพฤติกรรม 4 ด้านคือ

1. ความรู้ความจา หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้อยู่ไปแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความจิครวมยอด หลักการ กฎและทฤษฎี

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้เมื่อปรากฏในรูปแบบใหม่ และความสามารถในการแปรความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังอีกสัญลักษณ์หนึ่ง

3. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ใสถานการณ์ใหม่หรือที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้อยู่มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการด้าน การสังเกต การจำแนกประเภท

การคำนวณ การจัดการข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล
การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร
การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

เอกสาร เกี่ยวกับการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียน

การฝึก (Training) หมายถึงการจัดสภาพการณ์เพื่อให้ผู้ฝึกเปลี่ยนพฤติกรรมจนสามารถปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ การฝึกแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. การฝึกโดยไปลงมือปฏิบัติงาน (Off-The-Job Training)
หมายถึง การฝึกที่ไม่ต้องลงมือปฏิบัติงานจริงซึ่งมีประเภทต่าง ๆ ดังต่อไปนี้
 - 1.1 การฝึกโดยไม่ต้องลงมือปฏิบัติงานที่พิจารณาวิธีการให้ข้อมูลเป็นเกณฑ์
เช่น วิธีบรรยาย ให้คำคู่มือปฏิบัติการ อภิปรายหรือประชุมอภิปราย ศึกษาจากโสตทัศนอุปกรณ์
เช่น ภาพยนต์ โทรทัศน์ เป็นต้น
 - 1.2 การฝึกโดยไม่ต้องลงมือปฏิบัติงานที่พิจารณากันพฤติกรรม เช่น
การแสดงบทบาทสมมติ ศึกษาโดยจำลองแบบของจริง ฝึกอบรมในห้องทดลอง
2. การฝึกโดยลงมือปฏิบัติงาน (On The Job Training) ได้แก่
วิธีการที่ให้ผู้รับการฝึกได้มีโอกาสเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติจริงภายใต้สภาพแวดล้อมของบรรยากาศและเงื่อนไขตรงกับความเป็นจริง
3. วิธีผสมระหว่างการให้ข้อมูลและ/หรือการแสดงพฤติกรรมแล้วลงมือปฏิบัติงานภายใต้สภาพแวดล้อมที่ตรงกับความเป็นจริง (ชาอุชัย ลวิตรังสิมา และเชิดวิทย์ ฤทธิประศาสน์ 2523 : 114)

การฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนนั้นใช้วิธีการฝึกโดยการผสมระหว่างการให้ข้อมูลแล้วให้ลงมือฝึกทักษะการตั้งคำถามในกิจกรรมฝึกหัดตามแบบฝึกทักษะ การตั้งคำถามและฝึกทักษะการตั้งคำถามในสภาพการเรียนการสอนจริง

การฝึกและการดำรงรักษาทักษะ

พึงใจ สนิทวานนท์ และคนอื่น ๆ (พึงใจ สนิทวานนท์ และคนอื่น ๆ 2519 :

9 - 10) สรุปว่าการฝึกและการดำรงรักษาทักษะต่าง ๆ ไว้ให้ได้นั้นต้องยึดหลัก 3 ประการคือ

1. แบบอย่างที่ดี
2. มีการฝึกโดยอาศัยเกณฑ์ของแบบอย่างนั้น ๆ
3. คุ้นเคยจนกลับ

แบบอย่างที่ดี

แบบอย่างคือ ตัวแทนของทักษะที่เราต้องการจะแสดงให้เห็นว่ามีเกณฑ์ที่ดีอย่างไร อาจจะเป็นทั้งแสดงแบบอย่างที่ดีหรือเปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่างของพฤติกรรมที่ควรทำและไม่ควรทำให้เด่นชัด แบบอย่างดังกล่าวอาจอยู่ในรูปต่าง ๆ เช่น ภาพยนตร์ เทปบันทึกภาพ ภาพนิ่ง เทปบันทึกเรื่อง ข้อเขียน บรรยาย หรือเกณฑ์วัดคุณค่าต่าง ๆ จะเลือกใช้แบบอย่างในลักษณะใดแล้วแต่ความเหมาะสม ความสำคัญของการศึกษาแบบอย่าง คือการวิเคราะห์หลักการและแนวทางที่จะใช้แบบอย่างให้เข้าใจทั้งวิธีการและวิธีการใช้วิธีการดังกล่าวว่าเป็นเพราะเหตุใดและเพื่ออะไรผู้ฝึกจึงจะซึมซาบและนำเอาไปใช้อย่างมีหัตถ์เกณฑ์และเข้าใจ

การลงมือฝึก

การฝึกอาจทำได้หลาย ๆ ทางทั้งโดยการซ้อมด้วยตนเอง การเลียนแบบจากครูที่มีความสามารถในการสอน การลงมือฝึกในสถานการณ์จำลอง

การมีผลย้อนกลับ

การมีผลย้อนกลับทำให้ผู้ฝึกได้รับรู้ผลของการฝึกของตนเอง ข้อนี้เน้นว่ามีความสำคัญเพราะ เป็นทางที่จะช่วยให้เกิดการปรับปรุงแก้ไข เป็นวิธีทางที่ยอมรับกันว่าการมองเห็นปัญหาของตนเองด้วยตนเองจะช่วยให้การแก้ไขตนเองได้มากกว่าการฟังจากผู้อื่น การใช้วิธีดังกล่าวอาจปฏิบัติได้หลายวิธี บางแบบอาจจะช่วยให้เห็นภาพและการเคลื่อนไหว เช่น การบันทึกภาพด้วยเทป แต่มีปัญหาในเรื่องความสิ้นเปลืองและความสามารถในการเทคนิคและการใช้ บางแบบอาจช่วยให้ได้ยืมแต่เสียง เช่น เทปบันทึกเสียง ก็อาจจะเพียงพอและไม่ยากต่อการปฏิบัติทั้งสิ้นเปลืองน้อยกว่าหรืออาจใช้การวิจารณ์จากผู้ชมการฝึก หรืออาจจะประเมินผลด้วยแบบสอบถามที่จัดไว้หรืออาจใช้วิธีการประเมินอย่างมีระบบอื่น ๆ ทั้งนี้แล้วแต่ความเหมาะสม

กิจกรรมที่จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะในการตั้งคำถาม

นาคยา ภัทรแสงไทย (นาคยา ภัทรแสงไทย 2523 : 18 - 19)
เสนอว่าในการฝึกทักษะการตั้งคำถามซึ่งเป็นกิจกรรมที่นักเรียนไม่ค่อยได้รับการฝึกนั้นมีกิจกรรมที่น่าสนใจคือ

1. กิจกรรมที่ 1 ยุทธศาสตร์ 20 คำถาม วิธีการนี้เป็นการให้นักเรียนเดาให้คำตอบในสิ่งที่ยังไม่รู้บางอย่างใดอย่างหนึ่งด้วยการถามคำถามครู โดยครูจะตอบเพียงใช่หรือไม่ใช่ เท่านั้นซึ่งมีเทคนิคดังนี้

- 1.1 ต้องมีการจำกัดจำนวนคำถามที่จะถาม
- 1.2 ต้องมีการกำหนดว่าจะถามให้ได้ที่คำถาม ในเวลาเท่าไร
- 1.3 นักเรียนแต่ละคนถามได้เพียงคำถามเดียว และหมุนเวียนกันไป
- 1.4 นักเรียนบางคนอาจขอ "ผ่าน" ไม่ถามคำถามได้ โดยรอไว้ถามในรอบต่อไปก็ย่อมกระทำได้

1.5 ครูอาจพานักเรียนเกิดความงุนงงได้ เช่น ด้วยการกล่าวว่า 'ในกล่องนี้มีของอยู่ 3 อย่าง คุณว่าวันนี้นักเรียนจะต้องตั้งคำถามกี่คำถาม จึงจะได้คำตอบ สักคำที่แล้วพวกเราหาสถิติไว้ได้ 78 คำถาม

1.6 ครูควรแนะช่องทางของปัญหานั้นด้วย เช่น สิ่งที่ยังบรรจุอยู่ในกล่องนี้เป็นสิ่งของ คำคำนี้มีอยู่ในกระดานดำ ภาพดังกล่าวนี้เป็นภาพของสิ่งของเป็นสิ่งที่อยู่ในห้องเรียนนี้หรือเป็นสิ่งที่นักเรียนเรียนไปเมื่อเดือนที่แล้ว เป็นต้น

ข้อควรคำนึง อย่าให้นักเรียนถามคำถามในลักษณะของการเดาว่าเป็นสิ่งใดสิ่งหนึ่ง คำถามที่นักเรียนถามต้องถามเพียงคำถามเดียว ถามอย่างใดอย่างหนึ่งในลักษณะของ เอกพจน์ ไม่ใช่พหูพจน์ ถ้าเป็นปัญหาเกี่ยวกับสิ่งของ นักเรียนจะต้องถามคำถามเกี่ยวกับรูปร่าง หน้าตาการใช้ของสิ่งนั้น เพื่อให้ได้ข้อมูลว่าสิ่งนั้นคืออะไร

2. กิจกรรมที่ 2 สภาพการณ์ของปัญหา ทำได้โดยการแสดงภาพใดภาพหนึ่งให้นักเรียนดู หรืออาจใช้เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ เพื่อนักเรียนจะได้มองเห็นภาพได้อย่างทั่วถึง ภาพที่นำมาให้นักเรียนดูควรเป็นภาพที่แสดงให้เห็นข้อมูลหรือเงื่อนไขหรือปัญหาอย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อว่ากิจกรรมนี้จะได้ไม่มีลักษณะของการเดาอย่างไม่มีหลักการมากเกินไป จากนั้นให้นักเรียนถามคำถามเพื่อให้ได้คำตอบของภาพนั้น เป็นภาพเกี่ยวกับอะไร บุคคลในภาพเป็นใคร กำลังทำอะไร มีเหตุการณ์อะไรเกิดขึ้น เหล่านี้เป็นต้น

ในกิจกรรมที่ 1 นักเรียนจะถามคำถามอย่างกว้าง ๆ ทั่ว ๆ ไป ไปสู่คำถามที่เฉพาะเจาะจงมากขึ้นหรือให้ได้คำตอบเฉพาะอย่างซึ่งเป็นลักษณะที่เรียกว่าแบบอุปนัย แก่ในกิจกรรมที่ 2 นักเรียนจะถามคำถามเพื่อให้ได้ข้อเท็จจริงก่อนจนได้ข้อมูลเกี่ยวกับข้อเท็จจริงอย่างเพียงพอแล้ว ก็จะถามคำถามเพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูลในภาพต่อไป

เทคนิคที่ใช้ในกิจกรรมที่ 1 สามารถนำมาใช้ในกิจกรรมที่ 2 นี้ได้โดยหลังจากนักเรียนได้ถามคำถามแล้ว ให้นักเรียนได้วิเคราะห์ลักษณะของคำถามของนักเรียนเพื่อการสืบเสาะหาความรู้ เช่น

2.1 นักเรียนถามคำถามทั้งหมดกี่คำถามจึงได้คำตอบ

- 2.2 การถามของใครบ้างที่ช่วยให้นักเรียนคนอื่น ๆ ได้ข้อมูล เกินระดับขึ้น
- 2.3 ก่อนที่นักเรียนจะแสดงความสัมพันธ์ของเรื่องราวในภาพ นักเรียนได้พิจารณาข้อเท็จจริงหรือสิ่งต่าง ๆ ในภาพก่อนหรือไม่
- 2.4 นักเรียนฟังคำถามของเพื่อน ๆ หรือเปล่า
- 2.5 นักเรียนรู้สึกอย่างไร เมื่อครูตอบคำถามของนักเรียนว่า "ไม่ใช่"

ตัวอย่างการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียน

แนเปลล์ (Napell. 1978 : 188 - 197) ได้เสนอตัวอย่างการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนไว้ดังนี้

1. การสัมภาษณ์ (Interviewing) ครูกำหนดหัวข้อให้นักเรียนอ่านแล้วให้นักเรียนตั้งคำถามตามเรื่องนั้น ให้นักเรียนจับคู่กันสัมภาษณ์โดยใช้คำถามที่เตรียมไว้ ก่อนท้ายของแต่ละคาบขอให้ผู้ถามเขียนความคิดเห็นว่าคำตอบนั้นครอบคลุมสิ่งที่ต้องการถามหรือไม่ ใ้ข้อสังเกตสำคัญที่ต้องการถามหรือไม่ และให้ผู้ถามเสนอข้อแก้ไขความผิดพลาดในคำถามนั้น ๆ ด้วย ในตอนสุดท้ายให้นักเรียนทั้งชั้นอภิปรายประเด็นสำคัญของเนื้อหา นักเรียนจะได้ประโยชน์ทั้งด้านเนื้อหาและได้ฝึกการตั้งคำถามด้วย

2. การระดมความคิดสมอง (Brainstorming) ให้นักเรียนทบทวนและเขียนคำถามในหัวข้อที่ครูกำหนด เอาคำถามทั้งหมดมาเขียนบนกระดาน ช่วยกันจัดคำถามตามลำดับเนื้อหาและแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดว่าหากำตอบ ทุกกลุ่มเสนอรายงานต่อชั้น หรือครูอาจให้นักเรียนที่สมัครใจตอบ หรือครูอาจเขียนให้นักเรียนตอบก็ได้

3. การสนทนาตัวต่อตัว (One To One Conversing) ในตอนสรุปของบทเรียนแต่ละหน่วยหรือการอภิปรายเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ครูอาจให้นักเรียนจับคู่ ผลัดกันอธิบายเรื่องนี้ ๆ หากครูอาจตั้งคำถามพิเศษ ให้นักเรียนตอบคำถามนั้นแก่เพื่อนหรือตอบต่อนักเรียนทั้งชั้นหรืออาจให้นักเรียนตั้งคำถามถามเพื่อนที่คู่กัน การสนทนาตัวต่อตัวนี้ทำให้นักเรียนได้ฝึกการตั้งคำถามและตอบคำถามโดยใช้คำพูดของตนเอง ทำให้นักเรียนรู้ว่าตนเองยังไม่เข้าใจตอนใด และนักเรียนได้มีโอกาสคิดคำตอบสิ่งที่ตนเองถามไว้ด้วย

4. การสรุปความ (The Need For Summing Up) การสรุปความ เป็นสิ่งจำเป็นในการเรียนการสอนทุกแบบ อาจทำได้โดยให้นักเรียนจดบันทึกเนื้อหา ให้นักเรียนเติมข้อความลงในช่องว่างตามความเข้าใจของนักเรียน อาจจะให้นักเรียนถามคำถามด้วยก็ได้ ครูสามารถกระตุ้นให้นักเรียนสรุปความด้วยการพูดถึงเนื้อหาโดยใช้ คำพูดของตนเอง และนักเรียนได้สรุปความโดยครอบคลุมเนื้อหาสำคัญ ครูอาจให้นักเรียนจดบันทึกหรือทบทวนหัวข้อสำคัญ แต่ครูไม่ควรให้นักเรียนย่อความ

อัลฟเก (Alfke, 1974 : 18 - 20) ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียน โดยการให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองแล้ว ให้นักเรียนตั้งคำถามจากการทดลอง ครูเอากำถามของนักเรียนมาเขียนบนกระดาน จากนั้น ให้นักเรียนบอกคำถามใดที่สามารถทำการทดลองหาคำตอบได้ ครูกับนักเรียนร่วมกัน อภิปรายเกี่ยวกับคำถามที่สามารถทำการทดลองหาคำตอบได้ แล้วให้นักเรียนตั้งคำถามที่สามารถทำการทดลองหาคำตอบได้กันละคำถาม ถ้านักเรียนสามารถตอบคำถามนั้นได้ นักเรียนก็จะไม่สงสัยอีก นักเรียนจะต้องใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ต้องควบคุม ตัวแปร ต้องดำเนินการทดลองซ้ำเพื่อดูว่าผลการทดลองตรงกันหรือไม่ ต้องหาข้อขัดแย้ง หรือสิ่งที่ทำให้การทดลองคลาดเคลื่อน บางครั้งนักเรียนต้องแบ่ง เป็นการทดลองย่อย ๆ แต่ก็อาศัยพื้นฐานปัญหาเดิม บางครั้งครูต้องช่วยนำทางให้นักเรียนในการสังเกตการทดลอง

เทคนิคที่ครูควรคำนึงในการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียน

นาตยา ภัทรแสงไทย (นาตยา ภัทรแสงไทย 2523 : 19) กล่าวว่า ในการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนนี้แบ่งข้อที่ครูควรคำนึงถึง คือ

1. อย่าพูดทวนคำถามของนักเรียน ถ้ามีนักเรียนคนหนึ่งถามคำถามซึ่งครูทราบว่านักเรียนคนอื่นไม่ได้ยินก่อนที่ครูจะตอบ ครูอาจถามนักเรียนอีกคนหนึ่งว่า "สมศรี เขาพูดว่าอะไร : การทำเช่นนี้จะทำให้นักเรียนสนใจที่จะฟังคำถามซึ่งกันและกัน

2. ก่อนที่ครูจะตอบคำถามของนักเรียนให้แน่ใจว่า ครูเข้าใจในคำถามนั้นเสียก่อน ครูอาจพูดว่า "เนอจว เชอกล้างถามว่า. . . ไชไหม"

3. นักเรียนอาจเป็นกบตั้งปัญหาแทนครูก็ได้ การตอบรับหรือปฏิเสธของครู จะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

3.1 นักเรียนได้รู้จักการถามคำถามต่าง ๆ

3.2 ใช้การตั้งคำถามจากคำถามทั่ว ๆ ไป ไปสู่คำถามที่เจาะเพาะเจาะจง จากคำถามที่มุ่งข้อเท็จจริงไปสู่คำถามเพื่อหาความสัมพันธ์ จากนั้นจึงทดสอบการลงความเห็นต่าง ๆ

3.3 นักเรียนได้เห็นว่าคำตอบรับหรือปฏิเสธสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในลักษณะของการให้ข้อมูลแก่นักเรียนได้ ไม่ได้หมายถึง การประเมินนักเรียนในแง่ของการให้รางวัลหรือลงโทษ

3.4 นักเรียนได้รู้จักมองหาเหตุผล หาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ

3.5 นักเรียนมีโอกาสฝึกการสังเกตให้มากขึ้น

บทบาทของครูต่อคำถามของนักเรียน

บอสซิง (Bossing. 1970 : 338 - 340) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูที่มีต่อคำถามของนักเรียนพอสรุปได้ดังนี้

1. ครูควรสนับสนุนคำถามของนักเรียน เพื่อชักจูงให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน

2. ครูควรชี้ให้นักเรียนเห็นว่าคำถามของนักเรียนมีความสำคัญ

3. ครูควรแนะนำให้นักเรียนตั้งคำถามที่สุภาพ ซึ่งเป็นการรักษาระเบียบวินัยภายในห้องเรียน

4. พิจารณาคำถามนั้น ๆ เปรียบเทียบกับเวลาหรือไม่ ถ้าคำถามนั้นสำคัญสำหรับทุกคนในห้องเรียน ครูควรชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจ

5. ครูควรช่วยผู้ให้กำลังใจนักเรียนคิดตั้งคำถามตามวัตถุประสงค์ที่ครูได้ตั้งไว้
6. เมื่อครูไม่สามารถตอบคำถามของนักเรียนได้ ครูควรตอบตรง ๆ ว่าตอบไม่ได้ และครูควรไปศึกษาก่อนว่าหากตอบเพื่ออธิบายให้ผู้ให้กำลังใจทราบในช่วงโมเมนต์ต่อไป

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก

หลักในการสร้างแบบฝึก

วรรณาด พ่วงสุวรรณ (วรรณาด พ่วงสุวรรณ 2513 : 34 - 37)
ได้กล่าวถึงหลักในการสร้างแบบฝึกซึ่งสรุปได้ดังนี้

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

บาร์เน็ต และคนอื่น ๆ (Barnett and others. 1969 : 11)
ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการสร้างแบบฝึกว่า แบบฝึกที่ดีควรมีข้อแนะนำการใช้ ควรให้มีตัวเลือกทั้งแบบตอบจากัดและแบบตอบเสรี กำลังหรือตัวอย่างที่ยกมาเป็นข้อความหรือเป็นแบบฝึกที่ไม่ควรยาวเกินไปหรือยากแก่การเข้าใจ ถ้าต้องการให้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง แบบฝึกนั้นควรมีหลายรูปแบบและให้ความหมายแก่ผู้ฝึกทำ

บัทส์ (Butts. 1974 : 85) เสนอหลักการสร้างแบบฝึกไว้ดังนี้

1. ก่อนที่จะสร้างแบบฝึกจะต้องกำหนดโครงร่างไว้คร่าว ๆ ก่อนว่าจะเขียนแบบฝึกเกี่ยวกับเรื่องอะไร มีวัตถุประสงค์อย่างไร
2. ศึกษางานด้านวิทยาศาสตร์และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำ
3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเลือกวัสดุสื่อที่เกี่ยวข้องกัน
4. แจงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมออกมาเป็นกิจกรรมย่อยโดยคำนึงถึงความเหมาะสมของผู้เรียน
5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ในกิจกรรมแต่ละตอนให้เหมาะสมกับแบบฝึก
6. กำหนดเวลาที่ใช้ในแบบฝึกแต่ละตอนให้เหมาะสม
7. ประเมินผลจะประเมินผลก่อนเรียนหรือหลังเรียน

หลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก

ในการสร้างแบบฝึก สุจริต เพียรชอบ และสายใจ อินทร์พรชัย (สุจริต เพียรชอบ และสายใจ อินทร์พรชัย 2522 : 52 - 62) กล่าวว่า ต้องยึดตามหลักทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยา ดังนี้

1. กฎการเรียนรู้ของชอว์นได้เกี่ยวกับกฎแห่งการฝึกหัด ซึ่งกล่าวว่า สิ่งใดก็ตามที่มีการฝึกหัดหรือกระทำบ่อย ๆ ย่อมจะทำให้ผู้ฝึกมีความคล่องสามารถทำได้ดี ใบทางตรงข้ามสิ่งใดที่ไม่ได้รับการฝึกหัดหรือทอดทิ้งไปนานแล้วย่อมจะทำไม่ได้ดี
2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล ควรคำนึงว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้ ความถนัดความสามารถและความสนใจต่างกัน ฉะนั้นในการสร้างแบบฝึกหัดจึงควรพิจารณาถึงความเหมาะสมก็ยังไม่ง่ายและไม่ยากเกินไปและควรมีหลาย ๆ แบบ
3. การรู้จักผู้เรียน โดยการจัดแบบฝึกหัดจากง่ายไปหายากเพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียนซึ่งจะทำให้เกิดผลสำเร็จในการฝึกและช่วยผู้ให้ติดตามต่อไป
4. ใช้แบบฝึกสั้น ๆ เพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อหน่าย

นิตยา ปานทิพย์ (นิตยา ปานทิพย์ 2527 : 26 - 27) กล่าวว่า ใน การสร้างแบบฝึกหัดต้องอาศัยหลักสำคัญตาม ทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยาประกอบด้วย ก่อ

1. ความใกล้ชิด (Contiguition) การใช้สิ่งเร้าและการตอบสนองที่เกิดขึ้นในเวลาใกล้เคียงกันจะสร้างความพอใจให้กับผู้เรียน
2. แบบฝึกหัด (Practice) ก่อการให้ผู้เรียนได้กระทำกิจกรรมที่ซ้ำ ๆ เพื่อช่วยในการสร้างความแม่นยำชำนาญ
3. กฎแห่งผล (Law of Effect) ก่อการให้ผู้เรียนได้ทราบผลการทงานของตนโดยรวดเร็วซึ่งหากกระทำให้ผู้เรียนได้ทราบว่าผลการทงานของตนเป็นอย่างไรแล้วยังเป็นการสร้างความพอใจให้กับผู้เรียนอีกด้วย
4. การรู้งใจ (Motivation) ได้แก่การเรียงแบบฝึกหัดจากง่ายไปหายากและจากแบบฝึกหัดที่สั้นไปสู่ที่ยาวขึ้น ทั้งนี้เพื่อเรื่องที่จะมาสร้างแบบฝึกหัดควรมีหลายรสและหลายรูปแบบตลอดจนมีภาพประกอบเรื่อง เพื่อสร้างความสนใจของนักเรียนมากขึ้น

ลักษณะแบบฝึกที่ดี

ฮาร์เรส (Haress. n.d. : 93 - 94) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกไว้ว่า การเขียนแบบฝึกต้องแน่ใจในภาษาที่ใช้ให้เหมาะสมกับนักเรียนและสร้างโดยใช้หลักจิตวิทยาในการยกและตอบสนองดังนี้

1. ใช้แบบฝึกหลาย ๆ ชนิดเพื่อเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจ
2. แบบฝึกที่จัดทำขึ้นนั้นต้องให้นักเรียนสามารถบอกขอบเขตพิจารณาได้ว่าแต่ละแบบแต่ละข้อต้องการให้ทำอะไร
3. ให้นักเรียนได้ฝึกการตอบแบบฝึกหัดแต่ละชนิดแต่ละรูปแบบว่ามีวิธีการตอบอย่างไร

4. ให้นักเรียนได้มีโอกาสตอบสนองสิ่งที่เร้าดังกล่าวด้วยการแสดงออกทาง
ความสามารถและความเข้าใจลงในแบบฝึก

5. นักเรียนได้นำสิ่งที่เรียนรู้จากการเรียนมาตอบในแบบฝึกให้ตรงเป้าหมาย
ที่สุด

ริเวอร์ (River. 1968 : 97 - 105) กล่าวถึงลักษณะแบบฝึกไว้ดังนี้

1. ต้องมีการฝึกแก้ไขจนมากพอสมควรในเรื่องนั้น ๆ ก่อนที่จะมีการฝึกเรื่อง
อื่น ๆ ต่อไป

2. แต่ละบทฝึกควรใช้แบบประโยคเพียงหนึ่งแบบเท่านั้น

3. ฝึกโครงสร้างใหม่กับสิ่งที่เรียนรู้แล้ว

4. ประโยคและกาณ์ที่ควรเป็นแบบที่ใช้พูดกันในชีวิตประจำวันที่นักเรียนรู้จักดี

แล้ว

5. เป็นแบบฝึกที่นักเรียนใช้ความกตัญญู

6. แบบฝึกควรมีหลาย ๆ แบบเพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย

7. ควรฝึกให้นักเรียนสามารถใช้สิ่งที่เรียนไปแล้วใช้ในชีวิตประจำวัน

ศศิธร สุทธิแพทย์ (ศศิธร สุทธิแพทย์ 2517 : 72) ก็พบว่า แบบฝึก
ที่ให้นักเรียนสนใจและกระตือรือร้นที่จะทำเป็นแบบฝึกที่มีลักษณะดังนี้ ใช้หลักจิตวิทยา
สำนวนภาษาง่าย ให้ความหมายต่อชีวิต กิดได้เร็วและสนุก ปลูกความสนใจ อาจศึกษา
ได้ด้วยตนเอง

เช่นเดียวกับนิตยา ฤทธิโยธี (นิตยา ฤทธิโยธี 2520 : 1) กล่าวถึง
ลักษณะของแบบฝึกที่ดีไว้ดังนี้

1. เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว

2. เหมาะสมกับระดับ วัย หรือความสามารถของนักเรียน

3. ใช้เวลาเหมาะสม

4. เป็นสิ่งที่น่าสนใจและท้าทายให้แสดงความสามารถ

ประโยชน์ของแบบฝึก

แบบฝึกมีประโยชน์ต่อการเรียนวิชาทักษะมาก เพ็ตตี (Petty. 1968) :
469 - 472) กล่าวไว้ว่า

1. เป็นส่วนเพิ่มหรือเสริมหนังสือเรียนในการเรียนทักษะ เป็นอุปกรณ์การสอนที่ช่วยลดภาระของครูได้มาก เพราะแบบฝึกเป็นสิ่งที่จัดทำขึ้นอย่างเป็นระบบระเบียบ
2. ช่วยเสริมทักษะทางการใช้ภาษา แบบฝึกเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เด็กฝึกทักษะการใช้ภาษาดีขึ้น แต่ต้องอาศัยการส่งเสริมและความเอาใจใส่จากผู้สอน
3. ช่วยในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล เนื่องจากเด็กมีความสามารถทางภาษาแตกต่างกัน การให้เด็กหาแบบฝึกหัดที่เหมาะสมกับความสามารถของเขาจะช่วยให้เขาประสบความสำเร็จกับจิตใจมากขึ้น
4. แบบฝึกช่วยเสริมให้ทักษะทางภาษางงทน โดยกระทำดังนี้
 - 4.1 ฝึกทันทีหลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ แล้ว
 - 4.2 ฝึกซ้ำหลาย ๆ ครั้ง
 - 4.3 เน้นเฉพาะเรื่องที่ต้องการฝึก
5. แบบฝึกที่ใช้จะเป็นเครื่องมือวัดผลการเรียนหลังจากจบบทเรียนในแต่ละครั้ง
6. แบบฝึกที่จัดทำขึ้นเป็นรูปเล่มนักเรียนสามารถเก็บรักษาไว้ใช้เป็นแนวทางเพื่อทบทวนด้วยตนเองได้ต่อไป
7. การให้นักเรียนหาแบบฝึกช่วยให้ครูมองเห็นจุดเด่นหรือปัญหาต่าง ๆ ของนักเรียนได้ชัดเจนซึ่งจะช่วยให้ครูดำเนินการปรับปรุงแก้ไขปัญหานั้นได้ทันทางที่
8. แบบฝึกที่จัดขึ้นนอกเหนือจากที่อยู่ในหนังสือเรียน จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนเต็มที่
9. แบบฝึกที่วัดพิมพ์ไว้แล้วเรียบร้อยจะช่วยให้ครูประหยัดทั้งแรงงานและเวลาในการที่จะต้องเตรียมแบบฝึกอยู่เสมอ ในด้านผู้เรียนก็ไม่ต้องเสียเวลาลอกแบบฝึกจากตำราเรียนทำให้มีโอกาสดูฝึกฝนทักษะต่าง ๆ ได้อย่างเต็มที่มากขึ้น

10. แบบฝึกช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายเพราะการจัดพิมพ์ขึ้นเป็นรูปเล่มที่แน่นอน ย่อมลงทุนต่ำกว่าที่จะพิมพ์ในกระดาษไขทุกครั้งและนักเรียนสามารถบันทึกและมองเห็น ความก้าวหน้าของตนเองได้อย่างมีระบบและเป็นระเบียบ

ในเรื่องนี้ บิลโลว์ (Billow. 1962 : 175) กล่าวว่าครูควรสร้าง แบบฝึกเรื่องใดเรื่องหนึ่งขึ้น โดยเฉพาะเพื่อจะได้ฝึกนักเรียนซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนกระตือรือร้น สนใจทำ

หลักในการนำแบบฝึกไปใช้ในการเรียนการสอน

บัทส์ (Butts. 1974 . 2) ได้เสนอแนะหลักในการนำแบบฝึกไปใช้ในการเรียนการสอนดังนี้

1. อ่านและศึกษาวัตถุประสงค์ได้เข้าใจก่อน
2. ลองทำกิจกรรมในแบบฝึกดูว่าทำได้หรือไม่
3. พิจารณาเนื้อหาและกิจกรรมของแบบฝึกว่าสอดคล้องกันหรือไม่
4. พิจารณาวัตถุประสงค์ของแบบฝึกและกิจกรรมการเรียนการสอนว่า สอดคล้องกันหรือไม่
5. แบบฝึกนั้นเหมาะสมกับผู้เรียนหรือไม่
6. เตรียมอุปกรณ์ที่จะใช้ในแบบฝึกให้เหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรม
7. พิจารณาเวลาที่ใช้ในการฝึกว่าเหมาะสมกันหรือไม่
8. อภิปรายร่วมกับนักเรียนหลังจากที่นักเรียนได้ทำแบบฝึกแล้วเพื่อศึกษาถึง ปฏิติยาตอบสนองของนักเรียนว่าเข้าใจหรือไม่

จากหลักการดังกล่าว ผู้วิจัยได้ดำเนินการร่างแบบฝึกทักษะการตั้งคำถาม โดย ดำเนินขั้นตอนดังนี้

1. เขียนโครงร่างของแบบฝึกทักษะการตั้งคำถาม
2. กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบฝึก
3. กำหนดกิจกรรมของแบบฝึก
4. ให้ข้อมูลย้อนกลับ

ในแบบฝึกแต่ละตอนจะประกอบด้วยส่วนที่ให้ความรู้ ส่วนที่เป็นกิจกรรมให้ฝึก และส่วนที่เป็นข้อมูลย้อนกลับ

วิธีการในการฝึก กำหนดให้นักเรียนดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาส่วนที่เป็นความรู้หรือเนื้อหา
2. ทำกิจกรรมในแบบฝึก
3. ศึกษาแนวทางการตั้งคำถามจากคำถามที่กำหนด

เอกสารเกี่ยวกับคำถาม

คำถามมีบทบาทสำคัญต่อชีวิตประจำวันของคนเราแล ยังมีความสำคัญมากในการเรียนการสอนเพราะจุดมุ่งหมายของการศึกษาปัจจุบันต้องการให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดของตนเองรวมทั้งมีความเชื่อมั่นที่ถูกต้องอีกด้วย (บึงอร ทรงวรวิทย์ และคนอื่น ๆ 2520 : 1) การใช้คำถามประเภทต่าง ๆ จะช่วยให้เกิดกระบวนการคิดของสมอง (วราภรณ์ ชัยโอภาส 2521 : 127)

ลักษณะของคำถามที่ดี

ธารง บัวศรี (ธารง บัวศรี 2507 : 473) กล่าวถึงลักษณะของคำถามที่ดีไว้ดังนี้

1. คำถามต้องชัดเจน มีจุดมุ่งหมายในการถาม
2. ส่งเสริมให้อยากหาคำตอบและช่วยในการเรียนของนักเรียน

โรจน์ จโนภาม (โรจน์ จโนภาม 2507 : 432) กล่าวถึง ลักษณะคำถามที่ดีในส่วนที่แตกต่างจาก ธารง บัวศรี กล่าวไว้แล้ว คือ

1. ส่งเสริมให้ผู้ตอบใช้ความคิดในระดับต่าง ๆ มิใช่แต่ความจำเพียงอย่างเดียว
2. ส่งเสริมให้ผู้ตอบได้พัฒนาความคิดและเกิดความคิดสร้างสรรค์
3. ไม่เป็นคำถามซ้อนคำถามหรือเป็นคำถามเชิงปฏิเสธ

ศิริกาญจน์ โกศลภัก (ศิริกาญจน์ โกศลภัก 2521 : 15) กล่าวถึงลักษณะคำถามที่ดีโดยเน้นความสำคัญของผู้ตอบเป็นหลักซึ่งลักษณะคำถามดังกล่าวเป็นส่วนที่แตกต่างจากลักษณะคำถามที่ ชำรง บัวศรี และโรจน์ จโณภาส สรุปได้ดังนี้

1. เป็นคำถามที่ตอบได้หลายอย่างและตอบได้หลายคนทั้งนี้ขึ้นกับเหตุผลที่นำมาอ้าง
2. เป็นคำถามที่ผู้ตอบไม่รู้ลึกกับข้องใจมากเกินไป
3. เป็นคำถามที่มุ่ง เหตุผลตามความเป็นจริง ผู้ตอบสามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างเสรี มีการวางแผนและลำดับชั้นในการถาม พร้อมกับได้เวลากับผู้ตอบอย่างเหมาะสม

4. เป็นคำถามที่เร้าให้อยากตอบตลอดจนมีการเสริมแรง
กล่าวคือสรุปได้ว่าลักษณะคำถามที่ดีนั้นต้องใช้ภาษาง่าย ๆ ชัดเจนมีความมุ่งหมายในการถาม เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะเรียนและช่วยในการเรียนของนักเรียน

การจำแนกประเภทคำถาม

สวท. (สวท 2519 : 8 - 9) กล่าวว่า คำถามมีด้วยกัน 2 แบบคือคำถามที่มีคำตอบแน่นอนและคำถามที่มีคำตอบได้หลายอย่าง แต่ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการทดลองและการอภิปรายซักถามเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คำถามทั้ง 2 แบบ อาจนำมาจำแนกเป็น 5 ประเภทเพื่อนำไปสู่พฤติกรรมดังต่อไปนี้

1. คำถามนำไปสู่การสังเกต หมายถึง คำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าเพื่อรับรู้และตอบปัญหาหรือเป็นการรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ปัญหาต่อไป คำถามชนิดนี้เป็นคำถามพื้นฐานที่สำคัญของกระบวนการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
2. คำถามนำไปสู่การอธิบาย หมายถึง คำถามที่ผู้ตอบต้องใช้ข้อมูลแปลความหมายข้อมูลหรือกราฟรวมทั้งการสรุปผลในการตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง เป็นคำถามที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้ตอบเกิดทักษะ การแปลความหมายข้อมูลและการสรุปผลตลอดจนทักษะในการสื่อความหมาย

3. คำถามนำไปสู่การสร้างสมมติฐาน หมายถึง คำถามที่มุ่งให้ผู้ตอบคาดการณ์อย่างมีเหตุผลโดยใช้ความรู้เดิมหรือจากข้อมูลต่าง ๆ ที่รวบรวมได้ไปใช้ในการคาดคะเนว่าจะมีอะไรเกิดขึ้นในเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงบางสิ่งบางอย่างของสถานการณ์นั้น ๆ หรือเป็นคำถามที่ผู้ตอบคาดการณ์เพื่อขยายข้อสรุปในชั้นอธิบายให้กว้างขวางออกไปหรือให้ทั้งสมมติฐานจากข้อมูลที่เสนอให้

4. คำถามที่นำไปสู่การออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร หมายถึง คำถามที่ผู้ตอบจะต้องนำเอากฎเกณฑ์หรือความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ มาใช้ในการวางแผนการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานและมีการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ที่จะมีส่วนต่อการทดลอง

5. คำถามนำไปสู่การนำไปใช้ หมายถึง คำถามที่ผู้ตอบจะต้องนำเอาความรู้หรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในสถานการณ์ใหม่ ๆ

บลูม (Bloom. 1965 : 201 - 207) ได้จำแนกคำถามด้านความรู้ออกเป็น 6 ประเภท ตามลำดับการใช้ความคิดจากต่ำสุดไปหาสูงสุดคือ

1. คำถามชั้นความจำ เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการระลึกหรือจำเรื่องราวที่เคยเรียนรู้มาแล้ว

2. คำถามชั้นความเข้าใจ เป็นคำถามที่ให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการแปลความตีความและขยายความจากสื่อความหมายต่าง ๆ ผู้ตอบจะต้องสามารถคิดแปลงแก้ไขสิ่งที่ยากได้เป็นสิ่งที่ง่ายขึ้นเพื่อสื่อความหมายให้ชัดเจนขึ้น

3. คำถามชั้นการนำไปใช้ เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎเกณฑ์และวิธีการต่าง ๆ ของเรื่องราวที่เรียนรู้ไปแล้วมาใช้ในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าหรือปัญหาใหม่ที่นักเรียนยังไม่เคยประสบมาก่อน

4. คำถามชั้นการวิเคราะห์ เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการแยกเรื่องราวหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นว่า ประกอบด้วยส่วนย่อย ๆ อะไรบ้าง และส่วนย่อยใดที่สำคัญและมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับอย่างไร

5. การถามชั้นการสังเกต **เกราะที่** เป็นคำถามที่ผู้ตอบจะอ้างใช้ความสามารถในการรวบรวมส่วนย่อยทั้งหลายให้เป็นส่วนรวม โดยที่ส่วนรวมนี้จะมีแบบหรือโครงสร้างใหม่ที่มีความชัดเจนและคุณภาพสูงขึ้นกว่าเดิม

6. การถามชั้นประเมินค่า เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการตัดสินคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ เรืองราว เหตุการณ์ บุคคล ความเกิดขึ้นและตัดสินใจอย่างมีหลักเกณฑ์

ในการจัดประเภทคำถามนั้นจะเห็นว่าการวัดประเภทคำถามของ สสวท. เป็นระบบที่ต่อเนื่อง เป็นลำดับขั้นตอนทั้งพุทธิกร รมการคิดและพุทธิกร รมการถามซึ่งจะสะสมจากพุทธิกรรมที่มีความซับซ้อนน้อยที่สุดไปหาพุทธิกรรมที่มีความซับซ้อนมากที่สุด ซึ่ง กอล (Gall. 1970 : 712) กล่าวว่า การจำแนกคำถามออกเป็นประเภทต่าง ๆ มักยึดเอากระบวนการคิดเป็นหลักแล้วในการตอบคำถามการจัดระบบคำถามของ สสวท. แสดงถึงความสัมพันธ์กันของระบบต่าง ๆ ได้อย่างดีที่สุดและสอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน ผู้วิจัยจึงเลือกคำถามตามการจำแนกของ สสวท. มาเป็นแบบในการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนในการ เรียนการสอนวิทยาศาสตร์

เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญอย่างยิ่ง เราจะพบว่าทุกสิ่งทุกอย่างที่มนุษย์สร้างขึ้นนั้นส่วนมากเป็นผลมาจากความสามารถในทางสร้างสรรค์ของมนุษย์ ความคิดสร้างสรรค์เป็นพื้นฐานสำคัญก่อให้เกิดการพัฒนาวัฒนธรรมและอารยธรรม

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์โดยทั่วไปจัดว่าเป็นความสามารถทางสมองของบุคคล ในการคิดแก้ปัญหา นักจิตวิทยา นักการศึกษาและนักวิจัย ได้อธิบายความหมายและสรุปแนวความคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

๖) อารี รังสินธ์ (อารี รังสินธ์ 2526 : 5) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางสมองที่คิดในลักษณะอเนกนัยอันนำไปสู่การค้นพบสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ด้วยการคิดค้นเปลี่ยนแปลงปรุงแต่งจากความคิดเดิมผสมผสานกันให้เกิดสิ่งใหม่ซึ่งรวมทั้งการประดิษฐ์คิดค้นพบสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนวิธีการคิดทฤษฎี หลักการได้สำเร็จ ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้นั้นมิใช่เพียงแต่คิดในสิ่งที่เป็นไปได้ สิ่งที่เป็นเหตุเป็นผลเพียงอย่างเดียวเท่านั้นหากแต่ความคิดจินตนาการก็เป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่จะก่อให้เกิดความแปลกใหม่ แต่ต้องควบคู่ไปกับความพยายามที่จะสร้างความคิดค้นหรือจินตนาการให้เป็นไปได้หรือที่เรียกว่าจินตนาการประยุกต์นั่นเอง จึงจะทำให้เกิดผลงานจากความคิดสร้างสรรค์ขึ้น

ความคิดสร้างสรรค์สามารถอธิบายได้ 3 ลักษณะ (อารี รังสินธ์ 2526 :

21) ก่อ

1. ลักษณะทางกระบวนการ หมายถึง ความรู้สึกไวต่อปัญหาและสามารถแก้ไขปัญหานั้นได้อย่างมีขั้นตอนมีระบบและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในสิ่งใหม่ต่อไป
2. ลักษณะของบุคคล หมายถึง บุคคลที่มีความอยากรู้อยากเห็น ใฝ่รู้หรือรักการกล้าคิด กล้าแสดง มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีอารมณ์ขัน มีจินตนาการและมีความยืดหยุ่นทั้งความคิดและการกระทำ เป็นบุคคลที่มีความสุขกับการทำงานหรือสิ่งที่น่าสนใจและไม่หวังผลจากการประเมินภายนอก

3. ลักษณะทางผลผลิต หมายถึง คุณภาพของผลงานที่เกิดขึ้นไม่ว่าตั้งแต่ขั้นต้นที่แสดงผลที่เกิดจากความพอใจของคนที่แสดงออกซึ่งความคิดและการกระทำจนกระทั่งพัฒนาขึ้นเป็นการฝึกทักษะและก่อเกิดได้เองจนถึงระดับคิดค้น ทฤษฎี หลักการและการประดิษฐ์ต่าง ๆ

๗) สมจิต สวชนไพบูลย์ (สมจิต สวชนไพบูลย์ 2527 : 6) สรุปความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. เป็นความคิดอิสระ โดยจะเกิดขึ้นขณะที่บุคคลนั้น ๆ เกิดความขัดแย้งในใจขึ้น
2. เป็นจินตนาการประยุกต์ที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหา

3. เป็นผลงานที่บุคคลนั้นค้นพบด้วยตนเองแม้ว่าผู้อื่นจะค้นพบมาก่อนแล้วก็ตาม
4. เป็นผลงานที่ไม่ได้ผู้อื่นใดทำมาก่อน
5. เป็นความคิดเชิงลึกประกอบด้วยความกลองในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

6. เป็นความคิดที่โยงสัมพันธ์ได้
7. เป็นกระบวนการของความรู้ลึกไวต่อปัญหาแล้วรวบรวมความคิดทั้งเป็น สมมติฐาน วิเคราะห์ข้อมูล ทดสอบสมมติฐาน และรายงานถึงผลผลิตความคิดใหม่ ๆ
8. เป็นกระบวนการทางสมองที่นำประสบการณ์เดิมมาจัดกระทำในรูปแบบใหม่ ตามแนวความคิดของตน หรือเป็นการกระทำที่คงประสบการณ์เก่า ๆ ออกมาทั้งหมดและ เป็นการกระทำของการเลือกเพื่อสร้างแบบแผนใหม่ ความคิดใหม่ หรือผลผลิตใหม่ออกมา โดยคำว่าใหม่นั้นหมายถึง ใหม่สำหรับตัวเองหรือต่างจากลักษณะเดิมในสังคม

จากการศึกษาของกิลฟอร์ด (Guilford. 1959 : 389) เกี่ยวกับ ความคิดสร้างสรรค์พบว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทั่วไปของการทำงาน ของสมองเป็นความคิดได้หลายแนวทางเรียกว่า ความคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) ความสามารถนี้ประกอบด้วยลักษณะสำคัญ 4 ประการ คือ

1. ความคล่องในการคิด (Fluency) หมายถึง ความสามารถของสมอง ในการคิดตอบสนองอย่างรวดเร็ว แลวคล่องและมีการตอบสนองในปริมาณมาก
2. ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) หมายถึง ความสามารถ ของสมองมนุษย์ในการคิดได้อย่างกว้างขวาง
3. ความคิดริเริ่ม (Original) หมายถึง ความสามารถของสมองมนุษย์ ในการคิดสิ่งแปลกใหม่และเป็นการตอบสนองที่ไม่ซ้ำกับของผู้อื่น
4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความสามารถ ในการทำงานด้วยความละเอียดลออ

๑ ทอแรนซ์ (Torrance. E.P. 1964 : 47) นักจิตวิทยาและนักการศึกษาชาวอเมริกันเป็นผู้สนใจศึกษาวิธีเรื่องความคิดสร้างสรรค์ไว้อย่างมากมาย ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ในรูปกระบวนการของความรู้สึกไวต่อปัญหาหรือสิ่งบกพร่องที่ขาดหายไปแล้วรวบรวมความคิดทั้งเป็นสมมติฐานและวิเคราะห์ข้อสรุปท้ายรายงานผลที่ได้เพื่อนำไปสู่แนวทางใหม่ ทั้งนี้เน้นถึงผลผลิตใหม่ หรือความคิดใหม่ว่าเป็นสิ่งสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วยกระบวนการของการคิดมี 4 ขั้นตอน คือ

1. กระบวนการของความรู้สึกว่ามีปัญหา มีความยุ่งยากเกิดขึ้น

(Sensing Problem)

2. กระบวนการคาดคะเนหรือตั้งสมมติฐานที่เกี่ยวกับปัญหานี้

(Formulating)

3. กระบวนการทดสอบสมมติฐาน (Testing Quesses)

4. กระบวนการที่ได้ผลลัพธ์ออกมา (Communicating The Results)

๒ แอนเดอร์สัน (Anderson. 1970 : 90 - 93) พบว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางการคิด ซึ่งแตกต่างจากการคิดอย่างมีเหตุผล (Critical Thinking) ตรงที่ว่า การคิดสร้างสรรค์เกี่ยวข้องกับความคิดใหม่ ๆ ซึ่งจะขัดแย้งความคิดก่อน ๆ การคิดสร้างสรรค์เป็นการกระพือของการถึงประสพแคว้นเก่า ๆ ออกมาทั้งหมด และเป็นการกระพือของการเลือก เพื่อที่จะสร้างแบบแผนใหม่ ๆ หรือผลผลิตใหม่ ๆ ออกมา กล่าวใหม่นี้ได้เป็นเด็กเล็ก ๆ กระทำถึงหมายถึงว่า เป็นความคิดใหม่สำหรับตัวเขา แต่สำหรับผู้ใหญ่ก็หมายถึงความคิดใหม่ ๆ ที่ต่างจากลักษณะเดิมในสังคม

แมคแคนเลส และอีวาร์ส (McCandless and Evans. 1973 :

216 - 217) ได้เสนอว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง พฤติกรรมที่เป็นทั้งกระบวนการและผลผลิตพฤติกรรมในแง่กระบวนการคือความสามารถในการค้นคว้าจนสามารถแยกแยะและเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกัน รู้จักตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐานและรายงานผลให้ผู้อื่นเข้าใจได้ นอกจากนี้ยังได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ไว้ 5 ประการ คือ

1. การสร้างสรรค์เป็นรูปการอย่างหนึ่งของพฤติกรรมทางปัญญา
2. ทุกคนย่อมมีความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกันในระดับและความน้อยใน

การคิด

3. ความสามารถในการสร้างสรรค์สามารถจะพัฒนาขึ้นได้
4. การสร้างสรรค์ควรถือเป็นเป้าหมายแรกของการศึกษาควรมีการสนับสนุนและกระตุ้นให้มีการปลูกฝังขึ้นในโรงเรียน
5. องค์ประกอบใหญ่ของการสร้างสรรค์คือ การมีความคิดได้หลายแง่หลายมุมสำหรับความสามารถในด้านความคิดสร้างสรรค์จะครอบคลุมความคิดหลายแง่

หลายมุมหรือความคิดนอกเนกนัย 7 ประการคือ

1. ความคล่องในการคิด
2. ความกตัญญู
3. ความคิดริเริ่ม
4. ความสามารถในการประติษฐ์
5. ความสามารถในการวางแผน
6. ความสามารถในการตั้งคำถาม
7. ความสามารถในการตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับผลลัพธ์

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ทักษิณ บุญเต็ม (ทักษิณ บุญเต็ม 2526 : 3) ได้นิยามความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง การแสดงความคิดที่นอกเหนือ ความคิดริเริ่มและความคล่องในการคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่ง เน้นทักษะในการตั้งสมมติฐาน และทักษะในการออกแบบการทดลองและการวางแผนการทดลอง

สมวิท สวรรณไพบุลย์ (สมจิต สวรรณไพบุลย์ 2527 : 7 - 11)

ให้ความเห็นว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นทั้งกระบวนการคิดและการกระทำ

ที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ เน้นผลิต (Science Products) ของความคิดที่จะต้องมีความก้าวหน้าและส่งผลผลักดันได้โลกเจริญไปข้างหน้ายิ่ง ๆ ขึ้นไป

องค์ประกอบของกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการคิดแบบอเนกนัยนั้นจำแนกได้ 4 ลักษณะตามแนวทางการคิดเฟอร์ด คือ

1. ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ (Fluency)
2. ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ (Flexibility)
3. ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ (Originality)
4. ความคิดละเอียดลออ ทางวิทยาศาสตร์ (Elaboration)

ฟิลท์ แด สวันด์ (ประคิษฐ์ สนั่นเอื้อ 2527 : 14 อ้างอิงมาจาก Piltz and Sund. 1969) อธิบายว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความหมายใกล้เคียงกับความคิดสร้างสรรค์แต่แตกต่างกันในข้อปลีกย่อยว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางของการคิดและการกระทำของบุคคลในการเรียนรู้การแก้ปัญหาโดยใช้หลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นอกจากจะเน้นถึงความคิดริเริ่มในพัฒนาการเพื่อให้ได้มาซึ่งผลผลิตใหม่และความีคุณค่าอีกด้วย ผลผลิตจะเป็นเรื่องราวซึ่งให้ได้ว่าใครมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ การตัดสินใจว่า สิ่งใดเป็นความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้นมีสงจาเป็น 2 ประการ เกิดขึ้นพร้อมกันคือ ความริเริ่ม หรือความใหม่และความมีศิลป์ (Esthetics)

บทบาทของครูวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น ตัวจักรที่สำคัญของกระบวนการพัฒนานี้ก็คือ ครูวิทยาศาสตร์ ครูวิทยาศาสตร์ทุกคนควาร่างส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนาและเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงออกทาง

ค่านพหุติกรรม ความรู้สึก และความคิดเห็นโดยเสรี ไม่บังคับให้นักเรียนทำตามกฎเกณฑ์ หรือทำตามคำสั่งของครูและแสดงให้เห็นว่า ความคิดของนักเรียนมีคุณค่าพยายามยกย่อง นักเรียนที่สามารถเรียนรู้และสืบเสาะหาความรู้ได้ด้วยตนเอง และที่สำคัญก็คือ ครูจะต้อง ทำการศึกษาให้เข้าใจ เกี่ยวกับวิธีสอนและการจัดกิจกรรมที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

บทบาทของครูในการที่จะส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้กับ นักเรียนนั้น ได้แก่

1. จะต้องชวนช่วยหาความรู้และเทคนิคการสอนใหม่ ๆ อยู่เสมอ เพื่อนำ มาประกอบการปรับปรุงการสอนให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบัน
2. จะต้องศึกษาและสร้างความเข้าใจให้เกิดขึ้นในตัวเองว่านักเรียนแต่ละคน มีความสามารถไม่เหมือนกันและต้องตระหนักอยู่เสมอว่า วิธีการสอน กิจกรรม สื่อการสอน อาจจะไม่เหมาะสมกับนักเรียนทุกคนก็ได้
3. ส่งเสริมให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและพร้อมที่รับฟังความคิดเห็นของ นักเรียนทุกคนเสมอ
4. สนใจคำถามและปัญหาของนักเรียนด้วยความกระตือรือร้น และกระตุ้น ให้นักเรียนคิด ค้นคว้า หาคำตอบให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
5. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความคิดอย่างอิสระ มีเหตุผล วิจารณ์ในตนเอง เห็นคุณค่าของ เวลาและรู้สึกสนุกต่อการค้นคว้าหาความรู้ ตามแนวความคิดของนักเรียนเอง
6. สนับสนุนและช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในตนเอง ได้ทำงานตาม แนวความคิดใหม่ ๆ ให้นักเรียนเป็นตัวของตัวเองบ้างในการทางานสร้างสรรค์
7. ยกย่อง ชมเชย ให้กำลังใจแก่นักเรียนที่มีความคิดในแนวทางสร้างสรรค์ หรือมีผลงานทางสร้างสรรค์
8. เน้นความสนใจและให้คุณค่าต่อการกระบวนการแก้ปัญหา การคิดเปรียบเทียบ การวิเคราะห์ การตั้งสมมติฐาน มากกว่าการจดจำเนื้อหา

9. จัดสิ่งแวดล้อมและวัสดุอุปกรณ์อย่างเหมาะสม เพื่อให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้

10. ให้โอกาสนักเรียนได้อธิบาย ลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทั้งสมมติฐาน ออกแบบการแก้ปัญหาและหยากรณ์ ตามความเหมาะสม

11. ไม่เร่งรัดคำตอบจากนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีเวลาคิดแก้ปัญหาเพราะการสร้างสรรคจำเป็นต้องใช้เวลาแก่นักเรียน

12. ให้โอกาสนักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนการสอนและให้นักเรียนได้ตระหนักถึงความสำคัญของคำถามของเพื่อนนักเรียนด้วยกัน

13. ไม่เน้นการทำงานเป็นกลุ่มมากเกินไป ควรให้นักเรียนได้ทำงานตามลำพังบ้าง เพราะบางครั้งภาวะสร้างสรรค์อาจจะเกิดขึ้นในการทำงานตามลำพัง

14. แสดงผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนคนอื่นจะได้พยายามบ้าง

15. พัฒนทักษะการตั้งคำถามของครู เพราะคำถามที่ใช้ถามนักเรียนนั้นมีส่วนสัมพันธ์กับการตอบสนองอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน (สมจิต สวชนไพบูลย์ 2527 :

36 - 37)

แนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

สมจิต สวชนไพบูลย์ (สมจิต สวชนไพบูลย์ 2527 : 30) สรุปกลวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. จัดสถานการณ์ยั่วๆ ลักษณะของสถานการณ์ยั่วๆอาจจะประกอบด้วย ข้อความ คำถาม การบรรยาย การอภิปราย รูปภาพ แผนภูมิ อุปกรณ์ของจริง อุปกรณ์จำลอง ขาวความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การแสดงบทบาท ฯลฯ

การใช้สถานการณ์ยั่วๆประกอบการเรียนการสอนโดยคำนึงถึงการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้น เริ่มแรกครูอาจจะระบุนัยหาไว้ในสถานการณ์แต่ไม่บอกวิธีการแก้ปัญหา ต่อเมื่อเห็นว่านักเรียนมีความสามารถคิดข้มสูงขึ้น จึงเปลี่ยนเป็นมีแต่สถานการณ์ไม่ระบุนัยหาและไม่บอกวิธีการแก้ปัญหา การฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการมองเห็นนัยหานั้น

ต้องใช้เวลาแก่นักเรียนในการฝึกฝนพอสมควร เพราะนักเรียนส่วนใหญ่คุ้นเคยอยู่กับการสอนที่ครูมีส่วนช่วยเหลืออยู่มาก หากเร่งรัดหรือคาดหวังที่จะให้นักเรียนคิดขั้นสูง ในขณะที่นักเรียนยังไม่พร้อม ก็ย่อมก่อให้เกิดปัญหาหรืออุปสรรคของการจัดการเรียนการสอน ตัวอย่างที่ครูมักจะพบปัญหาอยู่เสมอ เช่น เมื่อครูสร้างสถานการณ์โดยการให้นักเรียนสังเกตรูปภาพใดรูปภาพหนึ่ง แล้วถามนักเรียนว่านักเรียนสงสัยอะไรบ้าง หรืออยากจะถามอะไรเกี่ยวกับรูปภาพนั้นบ้าง นักเรียนเป็นจำนวนไม่น้อยจะไม่สามารถตั้งคำถามได้โดยทันทีทันใด อาจต้องใช้เวลาหรือปล่อยให้เด็กเรียนคิด มานานอาจจะต้องให้เวลานานจึงจะตั้งคำถามได้ อย่างไรก็ตามการฝึกให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาตามแนวทางการแก้ปัญหาหลายแง่หลายมุม เป็นการฝึกนำไปสู่การพัฒนาความคิดแบบอเนกนัย หรือพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง ลักษณะคำถามในสถานการณ์ยั่วคลวรมีลักษณะดังนี้

1. เป็นคำถามนำไปสู่กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะดังนี้คือ

1.1 ถามเกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ถามเกี่ยวกับปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การดำเนินการทดลอง และการสรุปผลการทดลอง

1.2 ถามเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ถามให้สังเกตให้กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ให้ควบคุมตัวแปร ให้จัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมาย ข้อมูล ฯลฯ

1.3 ถามเกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เช่น ถามเกี่ยวกับลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ที่ครูเล่าให้ฟัง เกี่ยวกับผลงานของผู้ที่มีความละเอียดรอบคอบ เกี่ยวกับผลการทงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ฯลฯ

คำถามที่นำไปสู่ความคิดแบบอเนกนัย ซึ่งเป็นความคิดสร้างสรรค์ ก็คือคำถามแบบอเนกนัย (Divergent Question) ได้แก่ คำถามให้ตั้งสมมติฐาน ลงความคิดเห็น ถอดแบบการทดลอง พยากรณ์ เป็นต้น และคำถามแบบประเมินผล (Evaluation Question) ได้แก่ คำถามให้แสดงความคิดเห็น ให้ตัดสินใจ

ให้แสดงความรู้สึก ถามเกี่ยวกับคำนิยาม จะเห็นว่าคำถามแบบขอเนกนัยก็ดี คำถามประเมินก็ดี ต่างก็เป็นคำถามที่สอดคล้องกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น

2. คำถามนำไปสู่การคิดจินตนาการ โดยสร้างคำถามเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนคิดในสิ่งที่แปลกใหม่ สิ่งที่ยังไม่ได้เกิดขึ้น สิ่งที่เป็นไปได้อย่างยาก เช่น ถามว่า ถ้านักเรียนออกไปนอกโลกนักเรียนจะทำอย่างไร ถ้าไม่มีดวงอาทิตย์สิ่งมีชีวิตในโลกนี้จะเป็นอย่างไร ฯลฯ

การจัดสถานการณ์ช่วยตามขั้นตอนกิจกรรมการเรียนการสอน อาจจะจัดไว้ช่วงเริ่มเข้าสู่บทเรียน ระหว่างเรียน หรือช่วงสรุปบทเรียนช่วงใดช่วงหนึ่ง หรือจะกำหนดไว้หลายช่วงหลายตอนก็ได้หรืออาจจะอยู่ในลักษณะเป็นแบบฝึกหัดก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรูปแบบการสอนซึ่งครูสามารถที่จะสอนหรือจัดสถานการณ์ช่วยทั้ง 3 ขั้นตอน หรือขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งก็ได้

2. จัดกิจกรรมแบบระดมพลังสมอง (Brainstorming) การจัดกิจกรรมแบบนี้จะมีลักษณะให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม สมาชิกทุกคนในกลุ่มจะมีโอกาสได้แสดงความคิดเห็นโดยไม่ต้องคำนึงว่าความคิดเห็นนั้น ๆ จะถูกต้องหรือไม่ ซึ่งการจัดกิจกรรมแบบระดมพลังสมองนี้จะเป็นแนวทางส่งเสริมให้นักเรียนได้ร่วมกันคิดหลายทาง คิดได้มากในเวลาจำกัดและเป็นการฝึกให้นักเรียนรู้กระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม จุดประสงค์ของการจัดกิจกรรมแบบระดมพลังสมอง คือ

2.1 เพื่อจะให้เกิดความคิดหลายแง่หลายมุมได้หลังจากสมาชิกให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

2.2 เพื่อส่งเสริมให้สมาชิกทุกคนได้แสดงความคิดเห็นของตนโดยไม่มีข้อแม้ใด ๆ ยอมรับความคิดที่เสนอแนะ สนับสนุนความคิดแปลกใหม่ ไม่วิพากษ์วิจารณ์หรือตัดสินความคิดใด ๆ ไม่ว่าความคิดเห็นนั้นจะดีหรือไม่

2.3 เพื่อส่งเสริมอิสระทางความคิดเชิงปฏิบัติของสมาชิกเป็นรายบุคคล ซึ่งบุคคลแต่ละคนย่อมมีแนวคิดของตนเอง แนวความคิดอิสระนี้จะพัฒนาไปสู่ความคิดสร้างสรรค์

2.4 เพื่อช่วยขจัดความยากลำบากของการแก้ปัญหาให้น้อยลง

2.5 เพื่อให้ได้แนวทางของการแก้ปัญหาร่วมกัน สมาชิกทุกคนมีโอกาสได้รวมอภิปรายร่วมกันแนวความคิดของสมาชิกซึ่งกันและกันอันจะก่อให้เกิดการพัฒนาแนวความคิดแห่งตนและการแก้ปัญหาร่วมกัน โดยสามารถนำความคิดทั้งหมดที่หลังใจพรุ่งพรูออกมาพิจารณาาร่วมกันอีกครั้งหรือหลาย ๆ ครั้งก็ได้แล้วพิจารณาตัดสินว่าความคิดใดควรจะเป็นแนวทางของการแก้ปัญหาที่เหมาะสม ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมแบบระดมพลังสมองคือ

ขั้นแรก ประธานอธิบายวิธีการและแจกแจงงานการ เพื่อเขียนข้อเสนอของสมาชิก

ขั้นที่สอง ความคิดเห็นที่เสนอมานั้นควรจดบันทึกระดานคำหรือจดอย่างเปิดเผยต่อหน้าสมาชิกทุกคน

ขั้นที่สาม เป็นขั้นสุดท้ายหลังจากได้ข้อเสนอจากสมาชิกแล้วจึงนำข้อเสนอต่าง ๆ นั้นมารวมอภิปรายว่าข้อใดควรจะนำไปแก้ปัญหาที่กำลังประสบอยู่

3. การจัดกิจกรรมแบบให้ปฏิบัติจริง เป็นการจัดกิจกรรมที่ให้เกิดโดยการกระทำ เช่น บอกปัญหาให้และกำหนดอุปกรณ์ให้แล้วให้นักเรียนนำไปวางแผนทดลอง พิสูจน์ อภิปราย คำว่าหาความรู้ เสริมเพิ่มเติมหรืออาจกำหนดข้อความให้แล้วให้นักเรียนนำไปพิจารณาเลือกรูปแบบที่จะสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจ การสื่อความหมายอาจกระทำโดยใช้กราฟ ตาราง แผนภูมิ พิสูจน์ การบรรยาย เป็นต้น

4. การจัดกิจกรรมให้ประสบความสำเร็จ โดยให้ทำกิจกรรมจากง่ายไปหายากเพื่อให้นักเรียนได้รับความสำเร็จ การจัดกิจกรรมที่กำลังถึงความสำเร็จนี้ถือว่าเป็นการสร้างบรรยากาศทางจิตวิทยาที่จะส่งเสริมให้เกิดแรงจูงใจภายใน ช่วยให้นักเรียนเกิดความมั่นใจและกระตือรือร้นในการที่จะคิดว่าหาความรู้ยิ่งขึ้น

5. จัดกิจกรรมแบบให้ฝึกเป็นรายบุคคล ในการจัดกิจกรรมให้นักเรียนมีส่วนร่วมนั้นนอกจากจะให้นักเรียนได้ฝึกการทำงานเป็นกลุ่มตามแนวทางของแบบระดมพลังสมองซึ่งกล่าวไว้แล้วนั้น การจัดกิจกรรมแบบให้นักเรียนได้มีโอกาสทำงานเป็น

รายบุคคลบ้างก็จะเป็นการพัฒนาความสามารถแห่งตน ผูกความรับผิดชอบก่อให้เกิดความมั่นใจ ส่งเสริมความเจริญของงานทางสติปัญญาและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนตามศักยภาพรายบุคคล

จุดประสงค์ของการจัดกิจกรรมแบบฝึกเป็นรายบุคคล คือ

1. เพื่อให้ให้นักเรียนได้ฝึกคิดด้วยตนเองอย่างแท้จริง เป็นการพัฒนา

ความสามารถในการคิดเป็นรายบุคคล

2. เพื่อให้ให้นักเรียนได้มีโอกาสสร้างสรรค์ด้านความรู้สึกรู้สึก เกิดความพึงพอใจ สนใจต่อการความรู้สึกรู้สึกชื่นชม ฯลฯ ตลอดจนงานของตน

3. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดวิสัยทัศน์ตนเอง เป็นคนมีความรับผิดชอบ กล้าที่จะแสดงออก มั่นใจอย่างคิดสร้างสรรค์แสวงหาความรู้ รู้จักแก้ปัญหา รู้จักตัดสินใจ ฯลฯ

บทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

วิธทัศน์ (ประทีป สนั่นเอื้อ 2527 : 27 อ้างอิงมาจาก Washton, 1967) ได้กล่าวว่า การสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์นั้นนักเรียนควรมีโอกาสในการกระทำดังต่อไปนี้

1. ชักถามทั้งในระหว่างและหลังการบรรยาย การอภิปรายและปฏิบัติการทดลอง
2. อ่านตำราที่นอกเหนือไปจากบทเรียนและไม่จำเป็นต้องได้รับคำตอบที่สมบูรณ์เสมอ
3. เสนอข้อควรคิดหรือกระบวนการ แม้ว่าเป็นสิ่งที่ทุกคนยอมรับแล้วทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาสให้ได้พบสิ่งใหม่ ๆ
4. ครูสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนให้นักเรียนได้ยอมรับว่า วิธีการลองผิดลองถูกนั้นเป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับได้อย่างหนึ่ง
5. มีอิสระในการสร้างสรรค์งานนอกเหนือจากที่ครูมอบหมายให้
6. ให้นักเรียนยอมรับว่า ความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญเท่าเทียมกับความสามารถในการจดจำเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

บรรยากาศในการ เรียนการสอนที่ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความรับผิดชอบตามหน้าที่ของครูในส่วนที่เกี่ยวกับการ สร้างคนให้มีคุณภาพ มีความรู้และความสามารถในการคิด ทำและแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์นั้น การ สร้างบรรยากาศของการ เรียนการสอนมีส่วนสำคัญอย่างมาก บรรยากาศในการสอนที่เอื้อต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนได้แก่

1. บรรยากาศที่ให้ความรักความอบอุ่น บุคลิกของครูควรจักเปี่ยมไปด้วยความรัก ความเมตตา กรุณา ความใจกว้างของครู ความกรุณาต่อนักเรียน การยอมรับฟังความคิดเห็นของนักเรียนซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกรับผิดชอบ รู้สึกอบอุ่น และจากบุคลิกภาพดังกล่าวของครูย่อมก่อให้เกิดสภาพทางจิตวิทยาที่นักเรียนจะรู้สึกชื่นชม เต็มใจและอยากรวมกิจกรรมการเรียนการสอนกับครูและกับเพื่อนนักเรียนด้วยกันอันจะส่งไปไปสู่บรรยากาศของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

2. บรรยากาศแห่งความปลอดภัย โดยครูควรจะเคารพในสิทธิและเสรีภาพของนักเรียนตามขอบเขตที่ควรจะเป็น การให้ข้อมูลย้อนกลับที่เป็นเหตุผล การปกครองชั้นเรียนแบบประชาธิปไตย การเสริมแรงเพื่อให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจ ไม่ชมเชยนักเรียนไม่ว่าจะเป็นการพูดหรือการกระทำหรือท่าทาง ไม่กำหนดหรือจำกัดกิจกรรมในห้องเรียนหรืออาจจะกำหนดบ้างในบางครั้งถ้าครูเห็นว่าสมควร ยอมรับการแสดงออกของนักเรียนทุกคนด้วยความสนใจและกระตือรือร้นทั้งนี้เพื่อเสริมสร้างให้นักเรียนเกิดความรู้สึกลดอคตินั้นเอง

3. บรรยากาศที่ให้อิสระเสรีภาพในการแสดงออก โดยจัดกิจกรรมที่อาจจะ เป็นแบบเล่นปนเรียน อาจใช้เกมประกอบกิจกรรมบ้างก็ได้ ไม่ควรกำหนดแนวทาง การแสดงออกของนักเรียน ควรให้นักเรียนอธิบายหรือแสดงความคิดเห็นด้วยท่าทาง หรือด้วยวาจาในลักษณะที่สบาย ๆ เป็นกันเอง ปลูกฝังให้นักเรียนได้รู้จักคุณค่าของตนเอง

4. บรรยายภาคที่เกี่ยวกับการค้นคว้าหาความรู้ ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาคำตอบเอง ไม่ควรยึดแบบการเรียนรู้แบบหนึ่งโดยเฉพา แต่ควรแนะนำให้นักเรียนได้คุ้นเคยและใช้วิธีการแก้ปัญหาหลายวิธี ถ้าถามที่เข้าใจในห้องเรียนควรเป็นคำถามแบบกว้าง สนับสนุนให้นักเรียนพยายามคิดทั้งในแนวกว้างและแนวลึก ให้เวลาแก่นักเรียนคิดและ/หรือพัฒนาความคิด ไม่ควรประเมินผลการคิดของนักเรียน จัดเอกสารตาราง อุปกรณ์ไว้ให้นักเรียนค้นคว้าเพิ่มเติม เปิดโอกาสให้นักเรียนใช้ห้องปฏิบัติการทุกเวลาที่ต้องการ ในส่วนตัวครูเองก็ควรจะต้องศึกษาและมีความเข้าใจเกี่ยวกับแนวทางพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ครูจะต้องวางแผนการสอนระยะยาว สนับสนุนโครงการงานวิทยาศาสตร์ตลอดจนความคิดใหม่ ๆ ของนักเรียน การที่ครูหมั่นศึกษาหาความรู้และสามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้เป็นอย่างดีย่อมจะส่งผลไปสู่วิธีสอนและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ

5. บรรยายภาคแห่งการยกย่อง นักเรียนทุกคนย่อมต้องการ การยกยอรับการยกย่อง การเอาใจใส่จากครู สนับสนุนให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น มีความมั่นใจในตนเอง ประสบความสำเร็จในงานที่ศึกษากันกว่าเอง ดังนั้นครูควรนำผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนมายกย่องชมเชยและแสดงให้เพื่อน ๆ ในชั้นเรียนได้รู้หรือบางโอกาสก็นำมาจัดนิทรรศการ เป็นต้น (สมจิต สวทนโงบลย์ 2526 : 37 - 39)

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยมี 2 ฉบับ ซึ่งล้วนแต่ยึดตามแนวของทอแรนซ์ (Torrance) โดยให้นิยามความคิดสร้างสรรค์ และความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของกิลฟอร์ด ไคแก

1. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ของทักษิณี พฤษชลธาร (ทักษิณี พฤษชลธาร 2517 : 85 - 98) ซึ่งประกอบด้วยคำถาม 3 ข้อ คือ

1.1 "สมมุติว่า" บนโลกมีหมอกกวนหนาแน่นมากจนคนมองเห็นกันแค่ขาเท่านั้น อะไรจะเกิดขึ้นมันจะทำให้ชีวิตบนโลกเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง

1.2 "ดั่งใจ" ให้ถักเส้นกัศหวีที่จะทึงไขดิบ (ไขไก่หรือไขเป็ดก็ได้) 1 ฟอง ลงจากกักชั้น 3 โดยที่เมื่อไขตกถึงพื้นดินไขยังไม่แตก

1.3 "ปลาทอง" ให้ถักหวีซี่เป็ก ๑ ตัวจะเอาปลาทองไปผดผองโดยที่ไม่ทำให้ ปลาทองมาดเจ็บถึงกับพิการหรือตาย

2. แบบวัดความกึกสร้างสรรค่างวิชาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11 - 15 ปี ของ คุณาดี กาญจนชาติ (สุมาลี กาญจนชาติ 2525 : 65 - 72) ประกอบด้วยคำถาม 3 ข้อ คือ

2.1 "การใช้ประโยชน์" ให้นักเรียนเขียนว่าจะใช้ประโยชน์จากบริเวณ ส่วนต่าง ๆ ของพื้นที่ที่กำหนดให้ในภาพใดอย่างไร โดยอาจใช้บริเวณหนึ่งซ้ำได้ พยายามคิด ให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะคิดได้

2.2 "นักประดิษฐ์" ให้นักเรียนถักประดิษฐ์เครื่องมือ เครื่องใช้ที่เป็นไปได้จาก อุปกรณ์และวัสดุที่กำหนดให้ โดยบรรยายวิธีทำเครื่องมือหรือเครื่องใช้แต่ละชุด วาดรูปและบอก การนำไปใช้อย่างย่อ

2.3 "นักค้นคว้า" ให้นักเรียนพยายามคิดหาวิธีที่เป็นไปได้หลาย ๆ แบบ จากข้อความที่กำหนดให้ อธิบายวิธีทดลองอย่างย่อ ๆ นักเรียนจะใช้อุปกรณ์สารเคมีอย่างอื่น ประกอบด้วยก็ได้

แบบวัดความกึกสร้างสรรค่างสองฉบับนี้ เกณฑ์การตรวจให้คะแนนของคำตอบเหมือนกัน คือ แต่ละข้อตรวจให้คะแนน 3 ด้าน ได้แก่ ความถ่องแท้ในการคิด ด้านความยืดหยุ่นในการคิด และด้านความคิดริเริ่ม

คะแนนความถ่องแท้ในการคิด พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนนไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับคำตอบของคนอื่นหรือไม่

คะแนนความพึงพอใจในการคิด วิเคราะห์จากการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนแต่ละคน ตามวิธีในการคิดที่แตกต่างกันโดยให้คะแนนคำตอบกลุ่มละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับของคนอื่นหรือไม่

คะแนนความคิดริเริ่ม วิเคราะห์จากความคิดของคำตอบของนักเรียนทั้งหมด โดยใช้เกณฑ์ว่า

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

สำหรับแบบทดสอบวัดความถนัดสร้างสรรคทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาคนควาครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดความถนัดสร้างสรรคทางวิทยาศาสตร์ของ ดุม่าดี กาญจนชาติ (สุมาดี กาญจนชาติ 2525 : 65 - 72) ซึ่งทั้งหมด 3 ข้อ แต่ละข้อมีอำนาจจำแนกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .001 มีความเชื่อมั่น .5599 และเป็นแบบทดสอบที่ตรงคุณวุฒิ 16 ทาน ใน 20 ทาน เห็นว่าแบบทดสอบนี้สามารถวัดกาว พิกัดสร้างสรรคของนักเรียนอายุ 11 - 15 ปี ได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาคนควา

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาคนควานี้ผู้วิจัยได้จัดเป็นงานวิจัยในประเทศและงานวิจัยของต่างประเทศ ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

สมศักดิ์ สุนทรสุข (สมศักดิ์ สุนทรสุข 2515 : 82 - 84) ได้ทำการศึกษา ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Active Inquiry) ที่มีต่อความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 สำหรับตัวแปรความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 75 คน เป็นชาย 46 คน หญิง 29 คน ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใช้กลุ่มตัวอย่าง 153 คน เป็นชาย 91 คน หญิง 62 คน ผลการศึกษา พบว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ กับกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบเดิม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบต่าง ๆ คือ แบบที่นักเรียนเป็นผู้ถาม (Active Inquiry) แบบที่ครูเป็นผู้ถาม (Passive Inquiry) และแบบที่ครูและนักเรียนเป็นผู้ถาม (Combined Inquiry) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ภายหลังได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Active Inquiry) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จินตนา พุทธินันท์ (จินตนา พุทธินันท์ 2523 : 52 - 63) ได้ทำการศึกษา เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของสาร โดยใช้คำถามที่ต่างระดับกันตามการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 1 สอนโดยครูใช้คำถามระดับต่ำ กลุ่มทดลองที่ 2 สอนโดยครูใช้คำถามระดับสูง กลุ่มควบคุมสอนโดยใช้คำถามตามปกติ ผลการวิจัย พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่สอนโดยครูใช้คำถามระดับสูง ระดับต่ำและคำถามตามปกติแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พรวิภา พูลเกษ (พรวิภา พูลเกษ 2524 : 47 - 48) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ ระหว่างความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ความคิดแบบสืบเสาะมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01 โดยมีค่าความสัมพันธ์ระหว่าง

ความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เท่ากับ .341 และนักเรียนที่มีความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้ในระดับที่นักเรียนที่ตามคำถามประเภทการสังเกตการอธิบายมากส่วนคำถามประเภทการตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร และคำถามประเภทการนำไปใช้นักเรียนถนัดน้อยมากและนักเรียนกลุ่มที่มีความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้มากจะมีความสามารถในการตั้งคำถามแต่ละประเภทมากที่สุด รองลงมาคือกลุ่มที่มีความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้ระดับปานกลางและกลุ่มที่มีความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้ต่ำจะมีความสามารถในการตั้งคำถามแต่ละประเภทน้อยที่สุด

พรพิมล ขาญชัยเชาว์วิวัฒน์ (พรพิมล ขาญชัยเชาว์วิวัฒน์ 2525 : 62 - 66) ได้ศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถามกับชนิดที่ครูเป็นผู้ถามที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนทั้งสองแบบแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่ได้รับการสอนทั้งสองแบบมีทัศนคติหลังสอนสูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคะแนนทัศนคติที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนที่ได้รับการสอนชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถามกับชนิดที่ครูเป็นผู้ถามแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

กอสักดิ์ ศรีน้อย (กอสักดิ์ ศรีน้อย 2527 : 81 - 83) ได้ศึกษาการใช้คำถามแนวทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 สอนโดยเน้นคำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน กลุ่มที่ 2 สอนโดยเน้นคำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ กลุ่มที่ 3 สอนตามคู่มือครู ผลการทดลองปรากฏว่า กลุ่มที่ 1, 2 และ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และพบว่ากลุ่มที่ 2 มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ยงยุทธ สายคง (ยงยุทธ สายคง 2527 : 64) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางและแบบไม่กำหนดแนวทาง ผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ปราโมทย์ แก้วสุข (ปราโมทย์ แก้วสุข 2528 : 86 - 87) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์กับการสอนตามคู่มือครู สสวท. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐาน และการพยากรณ์ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้และการคิดค้นคว้าหาแนวทาง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01

สมสมัย สมทรัพย์ (สมสมัย สมทรัพย์ 2529 : 103 - 104) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เน้นคำถามต่างกัน โดยกลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนเน้นคำถามแบบกว้าง กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนที่เน้นคำถามแบบแคบและกลุ่มควบคุมได้รับการสอนที่ใช้คำถามตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กลุ่มที่ 2 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 แต่กลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 แต่กลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิดของกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 แต่กลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

4. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามความยืดหยุ่นในการคิดของกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่กลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

5. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามความคิดริเริ่มของกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ชาญชัย กิจสวัสดิ์ (ชาญชัย กิจสวัสดิ์ 2529 : 74 - 75) ทำการศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานในการสอนวิทยาศาสตร์ที่สอนผลสัมฤทธิ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครู ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิกับโดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครูและโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับโดยรูปภาพและแผนภูมิมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์และโดยใช้รูปภาพและแผนภูมิมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครู ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับโดยใช้รูปภาพและแผนภูมิมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

งานวิจัยต่างประเทศ

ซูคแมน (Suchman. 1962 : 3 -110) ได้ทำการทดลองสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยตั้งโครงการฝึกขึ้นทำการแบ่งนักเรียนออกเป็นสองกลุ่มคือกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เพื่อมุ่งมาของการฝึกสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Training) เพื่อช่วยให้นักเรียนพัฒนาและวางแผนการอย่างกว้าง ๆ เกี่ยวกับการหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่เป็นเหตุให้รู้จัก

การรวบรวมและจัดระเบียบ (Organize) ตัวแปรต่าง ๆ และทำการทดสอบสมมติฐานควบ
การใช้การถามคำถาม ทำการเปรียบเทียบความเข้าใจ ความรู้ทางฟิสิกส์และการใช้การสืบ
เสาะหาความรู้ ผลการทดลองปรากฏว่า กลุ่มทดลองถามคำถามชนิดต่าง ๆ ใฝ่หากวากุล
ความคลุม ลวนตัวแปรอื่น ๆ ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทั้งสองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมเยอร์ (Meyer. 1969 : 451 - 453) ได้ทำการศึกษาการเชิญชวนให้ใช้
ความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้ (Invitation to Inquiry) กับกลุ่มทดลอง ความคลุมคลุม
สอนควยวิธีสืบเสาะหาความรู้แบบธรรมดา (Simple Inquiry) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา
ไฮสกูลปีแรกในรัฐอิลลินอยส์ จำนวน 46 คน ทั้งสองห้องใช้ครูคนเดียวกันแต่ละชั้นสอนวันละ
40 นาที 3 วัน และ 80 นาที 2 วัน ผลการศึกษพบว่าการสอนวิธี Invitation to
Inquiry และวิธี Simple Inquiry ไม่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเกี่ยวกับ
ชีววิทยาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ทำให้พัฒนาการ
ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

โจนส์ และยังส์ (Jones and Youngs. 1970 : 41) ได้ทำการทดลองใช้
อุปกรณ์การสอนในการพัฒนาความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยจัดให้นักเรียนเกรด 6 จำนวน
6 คน ซึ่งมี I.Q. เป็นเยี่ยมของชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยสืบเสาะหาความรู้ในสัปดาห์หนึ่ง
จัดวัสดุพิเศษให้ 2 ครั้ง ๆ ละ 40 นาที เป็นเวลา 6 เดือน ส่วนเด็กเรียนอีก 6 คน ซึ่งมี I.Q.
พอ ๆ กับกลุ่มแรกให้ทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์โดยไม่ใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้ แล้วทดสอบ
ทั้งสองกลุ่มเกี่ยวกับความคิดวิจารณ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ รวมทั้ง
ความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้และวิเคราะห์ความเกี่ยวข้องระหว่างคำถามของนักเรียนและ
ครูผู้สอน ผลปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้สามารถถาม
คำถามใฝ่หากวากุลความคลุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนผลคานอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มี
นัยสำคัญทางสถิติ

ยังส์ (Youngs. 1970 : 53) ได้ศึกษาการใช้อุปกรณ์การสอนสำหรับพัฒนา
ความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Develop Program) ซึ่งสอนให้นักเรียน
รู้จักเรียนอย่างอิสระ จัดเหตุการณ์ให้นักเรียนคาดหวังและเรงเราให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น

นักเรียนต้องพยายามหาข้ออธิบายสำหรับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นแย้งกัน โดยเปรียบเทียบผลระหว่างสิ่งที่คาดหวังและสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ๆ ในการหาคำอธิบายเหตุการณ์นี้ให้จัดครูทางให้นักเรียนได้ใช้ความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้หลายทางควบกัน โดยทดลองกับนักเรียนเกรก 4 จำนวน 71 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม อีก 2 กลุ่ม เป็นกลุ่มทดลอง และทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยสอบก่อนและหลังเรียนพบว่ากลุ่มทดลองสามารถอธิบายปัญหาที่ตั้งขึ้นได้ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติส่วนผลอย่างอื่นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

โอลารินอย (Olarinoge. 1974 : 4848-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบการสอน 3 แบบ คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้นำทาง (Guided Inquiry) การสอนปกติ (Traditional) และแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง (Inquiry Role Approach) ในวิชาฟิสิกส์ โดยให้กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติกลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้นำแนวทาง และกลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง ผู้วิจัยดำเนินการสอนเองทั้ง 3 กลุ่ม ผลการวิจัยปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

เดวิส (Davis. 1976 : 4164-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการค้นพบชี้นำแนวทาง (Guide Inquiry Approach) กับการสอนแบบกรูบอกใหญ่ตามตำรา (Expository Text Approach) ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาจำนวน 103 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 51 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบค้นพบชี้นำแนวทาง กลุ่มควบคุม 52 คน ได้รับการสอนแบบกรูบอกความรู้ตามตำรา ผลการทดลองพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยดังกล่าวสรุปได้ว่าแม้อการสอนจะเป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เหมือนกัน แต่ถาจัดกิจกรรมและอุปกรณ์ต่างกัน อาจส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันและไม่แตกต่างกันและจากการศึกษาจะพบว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะทาให้นักเรียน

มีพัฒนาการทางด้านความรู้ความสามารถที่จะแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ ดังนั้นควรใช้วิธีการที่เหมาะสมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาทั่วแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

งานวิจัยเกี่ยวกับการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียน

เนื่องจากงานวิจัยเกี่ยวกับการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนในประเทศยังไม่มีแพร่หลายส่วนใหญ่มักจะเป็นงานวิจัยเกี่ยวกับการฝึกทักษะการตั้งคำถามของครูทั้งสิ้น จึงไม่มีงานวิจัยอ้างอิงในประเทศ

งานวิจัยต่างประเทศ

อาลฟเค (Alfke, 1971 : 18-20) ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียน โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองแล้วให้นักเรียนตั้งคำถามจากการทดลอง ครูเอาคำถามของนักเรียนมาเขียนบนกระดาน จากนั้นให้นักเรียนเม่อกว่าคำถามใดที่สามารถทำการทดลองหาคำตอบได้ ครูก็นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับคำถามที่สามารถทำการทดลองหาคำตอบได้ แล้วให้นักเรียนตั้งคำถามที่สามารถทดลองหาคำตอบได้คนละ 1 คำถาม ถ้านักเรียนสามารถตอบคำถามนั้นได้นักเรียนก็จะไม่สงสัยอีก หากมีข้อสงสัยนักเรียนทองใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ท่องความคลุมตัวแปร ท่องดำเนินการทดลองซ้ำเพื่อดูว่าผลการทดลองตรงกันหรือไม่ ท่องหาข้อขัดแย้งหรือสิ่งๆที่ทำให้การทดลองคลาดเคลื่อน บางครั้งนักเรียนทองแบ่งเป็นการทดลองย่อย ๆ แตกจากพื้นฐานปัญหาเดิม บางครั้งครูทองช่วยนำทางให้นักเรียนในการสังเกตการทดลอง ผลปรากฏว่า แบบการทดลองดังกล่าวจะทำให้ให้นักเรียนหาคำตอบได้โดยใช้การสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ อย่างใกล้ชิด

ฮาร์ทฟอร์ด (Hartford, 1980 : 1101-A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของพัฒนาการของทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนที่เรียนวิชาเคมีกับพัฒนาการทางสติปัญญาของเพีย.พี. โดยให้นักเรียนที่เรียนเคมีจำนวน 108 คน แบ่งเป็น 4 กลุ่ม คือกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองใช้เวลา 12 สัปดาห์ ในกลุ่มทดลองใช้แบบฝึกหัดคำถาม เพื่อบริการใช้แบบฝึกหัดทำให้นักเรียนถามคำถามไวกากกว่าและดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญและระดับสติปัญญาไม่มีผลต่อการทดลองนี้

แอลลิสัน และชริเกลย์ (Allison and Shrigley. 1986 : 73 - 80)

ไต่ถามการศึกษาว่า จานวนรอยละของคำถามที่นักเรียนถามได้จะเพิ่มขึ้นหรือไม่ระหว่างนักเรียนที่พิจารณาคำถามของครู เป็นตัวอย่างแต่ไม่ได้เขียนคำถามของตนเอง นักเรียนที่พิจารณาคำถามของครู เป็นตัวอย่างใดเขียนคำถามของตนเองหลังจากการทดลองแล้วและมีการนำคำถามที่นักเรียนและครู เขียนเกี่ยวกับการทดลองมาเปรียบเทียบกันกับนักเรียนที่ได้อบรมการทดลองจากฟิล์มภาพยนตร์แทนในเนื้อหาเกี่ยวกับกลุ่มแรกและกลุ่มที่สองได้ดูจากของจริง ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีประสบการณ์ในการใช้รูปแบบของครู นักเรียนที่มีประสบการณ์ดังรูปแบบของครูและการฝึกเขียนคำถามจะถามคำถามไต่ถามมากกว่า นักเรียนซึ่งมีประสบการณ์ในการใช้รูปแบบของครู และได้ฝึกหัดเขียนคำถามสามารถเขียนคำถามไต่ถามมากกว่านักเรียนที่มีประสบการณ์การใช้รูปแบบของครู เพียงอย่างเดียว

จากงานวิจัยที่กล่าวมาจะเห็นว่า ในการจัดกิจกรรมเพื่อฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนนั้นสามารถกระทำได้โดยที่ระดับพัฒนาการทางสติปัญญาไม่มีผลต่อการทดลองและอาจทำได้โดยการใช้แบบฝึกหัดให้นักเรียนทำ หรือกำหนดให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองแล้วให้ตั้งคำถามจากการทดลองหรือการให้แบบอย่างที่ดีแก่นักเรียนและให้นักเรียนมีโอกาสนำไปฝึกเขียนคำถามด้วยตนเอง จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนโดยใช้แบบฝึกหัดทักษะการตั้งคำถามตามหลักการฝึกและการดำรงรักษาทักษะ

งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

สมใจ อ่องสุวรรณ (สมใจ อ่องสุวรรณ 2515 : 94 - 96) ได้ไต่ถามการศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ครูเป็นผู้ถาม (Passive Inquiry) นักเรียนเป็นผู้ถาม (Active Inquiry) และการสอนแบบเกม ที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จำนวน 138 คน กลุ่มทดลองที่ 1 มีจำนวน 35 คน และกลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 37 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ถาม กลุ่มทดลองที่ 3 จำนวน 34 คน ได้รับการสอนที่ครูเป็นผู้ถามและกลุ่มควบคุม

จำนวน 32 คน ได้รับการสอนปกติ ผลปรากฏว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้ความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นและกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีความคิดสร้างสรรค์แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เรด (สุวิมล ขนท่ากิจ 2522 : 26 อ้างอิงมาจาก Reid. 1973)

ได้ศึกษาผลการสอน 2 แบบ คือ การสอนโดยให้รายละเอียดโดยตรงกับการสอนแบบแนะนำให้เกิดการค้นพบด้วยตนเอง ใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบแนะนำให้เกิดการค้นพบด้วยตนเอง จะมีความสามารถเพิ่มขึ้นทั้งความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม โดยทำคะแนนได้ดีกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนโดยให้รายละเอียดโดยตรง

วรรณักษ์ ชัยชาญกุล (วรรณักษ์ ชัยชาญกุล 2526 : 65 - 72) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้แบบฝึกหัดให้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มี การประเมินกับไม่มีการประเมิน และเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหญิงและนักเรียนชายภายหลังการฝึก โดยใช้แบบทดสอบของสุมาลี กาญจนชาติ พบว่า ภายหลังการฝึกความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มที่ได้รับการฝึก โดยมีการประเมินทุกครั้งและไม่มีการประเมินผล ไม่แตกต่างกัน และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหญิงและนักเรียนชายไม่แตกต่างกัน

กวีระ ไชยศิริพันธ์ (กวีระ ไชยศิริพันธ์ 2527 : 50 - 52) ได้ศึกษารูปแบบการนำเสนอความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมองและแบบฝึกการยุบคดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

รัชชัย เขียนประสิทธิ์ (รัชชัย เขียนประสิทธิ์ 2528 : 56) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองและการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างและสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการเรียนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมพันธ์ อินทรวง (สมพันธ์ อินทรวง 2529 : 57 , 59) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองเรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีและกลุ่มควบคุมเรียนตามคู่มือครู สสท. ผลการศึกษาค้นคว้า ปรากฏว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. พัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มทดลองสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. พัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. พัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

5. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

6. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

7. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความยืดหยุ่นในการคิดและด้านความคล่องในการคิดของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

8. พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

9. พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

10. พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

บิลล์ (Bills. 1976 : 417 - 421) ได้ศึกษาพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์โดยใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่มีเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป เกรด 8 จำนวน 306 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 142 คน เป็นชาย 68 คน และหญิง 74 คน กลุ่มควบคุม 191 คน เป็นชาย 95 คน และเป็นหญิง 96 คน ใช้ครู 6 คน กลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มที่มีสติปัญญาสูง กลาง ต่ำ โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบสติปัญญาของ Large Thorndike ทดสอบก่อนและหลังสอนด้วยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ตัวแปรที่ควบคุม คือ เพศ I.Q. ผลการปฏิสัมพันธ์ระหว่าง เพศและวิธีสอน ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนหญิงจากกลุ่มทดลองมีผลสำเร็จของความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญและนักเรียนหญิงมีสติปัญญาสูงขึ้น ท่าคะแนนด้านความคล่องในการแสดงออก (Expressional Fluency) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

พินิค (Penick. 1976 : 307 - 314) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลการสอน 2 แบบ คือ การสอนโดยให้นักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง และการสอนโดยครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรมแก่นักเรียน ผลปรากฏว่า กลุ่มที่สอนโดยให้นักเรียนเป็นผู้กระทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง และกลุ่มที่สอนโดยให้ครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรม ไม่มีความแตกต่างในเรื่องภาษา ส่วนในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ทางรูปภาพ พบว่า กลุ่มที่สอนโดยให้นักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง มีคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยให้ครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

มาเรีย (Maria. 1981 : 624-A) ได้ประเมินประสิทธิภาพการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในกลุ่มนักเรียนเกรด 4 - 6 โดยศึกษาจากครูที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุม 11 คน พบว่า คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เกรด 5 - 6 สูงกว่ากลุ่มควบคุม

จากการศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สามารถฝึกฝนให้พัฒนาขึ้นได้ ทั้งขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งโดยส่วนรวมแล้วบุคคลที่มีความสามารถทางสติปัญญาสูงก็จะสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ดีกว่า นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้นำกระทำ พบคำตอบด้วยตนเองและการฝึกให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดขั้นสูง เป็นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

× จากเอกสารและงานวิจัยจะเห็นว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถที่สำคัญอย่างหนึ่งของมนุษย์ ซึ่งมีคุณภาพมากกว่าความสามารถด้านอื่น ๆ ความคิดสร้างสรรค์เป็นคุณลักษณะที่มีอยู่ในตัวคนทุกคนและสามารถส่งเสริมคุณลักษณะให้พัฒนาสูงขึ้นได้ ซึ่งต้องอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญหลายประการ สำหรับนักเรียนแล้วสภาพการเรียนการสอน ตัวนักเรียน ครูมีส่วนสำคัญ โดยเฉพาะตัวนักเรียนต้องเป็นบุคคลที่มีความเป็นตัวของตัวเอง ช่างซักช่างถาม ต้องฝึกคิดบ่อย ๆ ซึ่งวิธีฝึกคิดที่ใดวิธีหนึ่ง ก็คือ การตั้งคำถามแล้ว ภาวตอบจากคำถามนั้นให้ได้มากที่สุด ปัจจุบันกล่าวถึงเรื่องการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาตัวแปรต่าง ๆ เหล่านี้

สมมติฐานในการศึกษาครั้งนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง
4. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

5. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

6. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

7. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านคือด้านความคล่องในการคิด ด้านความยืดหยุ่นในการคิด และด้านความคิดริเริ่ม ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวิไลเกียรติอุปถัมภ์ อำเภอเคียนชัย จังหวัดแพร่ ปีการศึกษา 2530 มีจำนวนทั้งหมด 186 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวิไลเกียรติอุปถัมภ์ อำเภอเคียนชัย จังหวัดแพร่ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2530 จำนวนทั้งหมด 78 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) แล้วสุ่มแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 39 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถาม และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ศึกษาค้นคว้าเป็นเนื้อหาเรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ของสภามันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า กระทำในปีการศึกษา 2530 ภาคเรียนที่ 1 โดยทั้งสองกลุ่มใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 16 คาบ คาบละ 50 นาที

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาคนกว่า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาคนควาประกอบด้วย

1. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม 2 แผน คือ
 - 1.1 แผนการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถาม
 - 1.2 แผนการสอนตามคู่มือครู
2. แบบฝึกทักษะการตั้งคำถาม
3. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
4. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมสำหรับใช้สอนกลุ่มทดลอง
ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา และขอบข่าย
เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์จากหนังสือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น ภาคศึกษา 2521
2. ศึกษารายละเอียดเนื้อหาวิชาที่จะนำมาสร้างแผนการสอนจากคู่มือครู แบบเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
3. วิเคราะห์จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนการสอน ความคิดต่อเนื่อง
และความคิดรวบยอดจากเนื้อหา เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
4. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละเนื้อหา
5. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับคำถาม
6. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับแบบฝึกทักษะ
7. สร้างแผนการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถาม ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียด

ดังนี้

7.1 ความคิดรวบยอด

7.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

7.3 กิจกรรมการเรียนรู้การสอน ประกอบด้วย

7.3.1 ขั้นตอนการทบทวนก่อนการทดลอง

นักเรียนฝึกทักษะการตั้งคำถามตามแบบฝึกทักษะการตั้งคำถาม
แล้วร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับคำถามเพื่อนำไปสู่การทดลอง

7.3.2 ขั้นตอนการทดลอง

นักเรียนปฏิบัติตามวิธีการทดลองตามแบบเรียน

7.3.3 ขั้นตอนการทบทวนหลังการทดลอง

นำข้อมูลที่ได้อาจจากการทดลองมาอภิปรายร่วมกันโดยครูใช้คำถาม
เพื่อนำไปสู่การหาสาเหตุในการแกสสถานการณ์หรือปัญหาแล้วสรุปเป็นความรู้ตลอดจนการนำความ
รู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้อง

8. นำแผนการสอนที่สร้างขึ้นให้ใหญ่เชี่ยวชาญการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน
5 ท่าน พิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหาวิชา ภาษาเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

9. นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
โรงเรียนวิไลเกียรติคุณ อำเภอดอนขง จังหวัดแพร่ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาข้อ
บกพร่องเกี่ยวกับภาษา เวลา และกิจกรรมที่กำหนด ฯลฯ

10. นำแผนการสอนที่ทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อเป็นแผนการสอน
ที่สมบูรณ์สำหรับนำไปใช้ในการวิจัยต่อไป

ส่วนแผนการสอนตามคู่มือครู ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนเช่นเดียวกับแผนการสอน
โดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนต่างกันแต่เพียงกิจกรรมในขั้นตอนการทบทวนก่อนการทดลอง
ซึ่งครูจะเป็นผู้ใช้คำถามในการอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดร่วมกับนักเรียนเพื่อ
นำไปสู่การทดลอง

แบบฝึกทักษะการตั้งคำถาม

ในการสร้างแบบฝึกทักษะการตั้งคำถามที่ใช้ในการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับแบบฝึกทักษะ
2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการฝึกทักษะการตั้งคำถาม
3. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับคำถามตลอดจนผลของคำถาม
4. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
5. สร้างแบบฝึกทักษะการตั้งคำถาม โดยยึดหลักการสร้างแบบฝึกของ บัทส์ (Butts)

1974 : 2) ตามขั้นตอนดังนี้

- 5.1 เขียนโครงร่างของแบบฝึกทักษะการตั้งคำถาม
- 5.2 กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบฝึกทักษะการตั้งคำถาม
- 5.3 กำหนดกิจกรรมของแบบฝึกตามหลักการฝึกและดำรงรักษาทักษะต่าง ๆ
- 5.4 กำหนดคำถามที่จะให้เป็นแนวทางในการฝึกตั้งคำถาม

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยกำหนดตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร เกี่ยวกับการวัดผลและการสร้างข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์
2. วิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงโดยแบ่งพฤติกรรมเป็น 4 ด้านคือ
 - 2.1 ด้านความรู้ความจำ
 - 2.2 ด้านความเข้าใจ

2.3 การนำไปใช้

2.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. นำผลการวิเคราะห์มาสร้างข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก

ประมาณ 2 เท่าของจำนวนข้อสอบตามตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรม โดยสร้างข้อสอบให้ตรงตามพฤติกรรมทั้ง 4 ด้าน ตามตารางวิเคราะห์ เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

4. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความถูกต้องทางภาษา เพื่อแก้ไขปรับปรุง

5. นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวิไลเกียรติอุปถัมภ์ อำเภอเด่นชัย จังหวัดแพร่ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2529

6. นำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมมาวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

6.1 หาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้หลักการตัดกลุ่ม 27 % แล้วเปิดตารางสำเร็จรูปของ ฟาน (Fan. 1952 : 1 - 32)

6.2 คัดเลือกแบบทดสอบที่มีความยากง่ายระหว่าง .20 - .80 เอาไว้และคัดเลือกแบบทดสอบที่มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จำนวน 50 ข้อ ตามตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรม

7. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 50 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวิไลเกียรติอุปถัมภ์ อำเภอเด่นชัย จังหวัดแพร่ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2529 จำนวน 50 คน ตรวจให้คะแนนเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทั้งหมดโดยใช้สูตร KR - 20 ของ คูเคอร์ ริชาร์ดสัน (จวน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 168) ได้ค่าความเชื่อมั่น .65

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัย
ใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ สุมาลี กาญจนชาติ (สุมาลี กาญจนชาติ
2525 : 65 - 72)

1. ลักษณะของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบที่ให้นักเรียน
เขียนตอบโดยอิสระในเวลาที่กำหนด จำนวนข้อสอบมีทั้งหมด 3 ข้อคือ

1.1 การใช้ประโยชน์ กำหนดสถานการณ์ให้เป็นภาพเกี่ยวกับธรรมชาติให้แล้ว
ให้ออกประโยชน์ของสิ่งที่กำหนด

1.2 นักประดิษฐ์ กำหนดอุปกรณ์ให้แล้วให้เลือกอุปกรณ์กำหนดมาประกอบ
เป็นเครื่องมือเพื่อใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ

1.3 นักคนควา กำหนดปัญหาและอุปกรณ์ให้ ให้วางแผนและออกแบบการทดลอง
เพื่อแก้ปัญหานั้น

2. การตรวจให้คะแนน แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 3 ข้อ แต่ละข้อความ
ตรวจให้คะแนน 3 ด้าน คือ ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิดและความคิดริเริ่ม

2.1 ความคล่องในการคิด พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของ
แบบทดสอบโดยให้คะแนนคำตอบที่เป็นไปได้คำตอบละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับผู้อื่น
หรือไม่

2.2 ความยืดหยุ่นในการคิด พิจารณาจากการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนแต่ละคน
ตามวิสัยทัศน์ที่แตกต่างกัน แล้วให้คะแนนคำตอบกลุ่มละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่

2.3 ความคิดริเริ่ม พิจารณาโดยหาความถี่จากคำตอบของนักเรียนทั้งหมด

คำตอบที่มีความถี่เกิน	5	ให้	0	คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เท่ากับ	5	ให้	1	คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เท่ากับ	4	ให้	2	คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เท่ากับ	3	ให้	3	คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เท่ากับ	2	ให้	4	คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เท่ากับ	1	ให้	5	คะแนน

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละข้อหาได้จากผลบวกของคะแนนความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิดและความคิดริเริ่ม

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหาได้จากผลรวมของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 3 ข้อ

3. หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยนำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ สุมาลี กาญจนชาติрі ไม่ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวิไลเกียรติอุปถัมภ์ จำนวน 50 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นโดยวิธีของ ฮอยท์ (Hoyt's ANOVA Procedure) (จวน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 172) ได้ค่าความเชื่อมั่น .62

แบบแผนการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัย Randomized Control-Group Pretest-Posttest Design (จวน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 216)

ตาราง 1 แบบแผนการวิจัย

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

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

- X คือ การจัดการกระทำ (Treatment)
- T₁ คือ การสอบก่อนจัดการกระทำทดลอง (Pretest)
- T₂ คือ การสอบหลังจัดการกระทำทดลอง (Posttest)
- R คือ การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม (Random Assignment)
- C คือ กลุ่มควบคุม (Control Group)
- E คือ กลุ่มทดลอง (Experimental Group)

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. ทดสอบกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลองด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
2. ทำการทดลองโดยสอนตามแผนการสอนที่สร้างขึ้น ทั้งสองกลุ่มใช้เวลาในการทดลอง กลุ่มละ 16 คาบ คาบละ 50 นาที ดังนี้
 - 2.1 กลุ่มทดลองใช้แผนการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถาม
 - 2.2 กลุ่มควบคุมใช้แผนการสอนตามคู่มือครู
3. เมื่อสิ้นสุดการทดลอง สอบกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
4. นำผลการทดสอบมาทรววจให้คะแนนเพื่อการวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติต่อไป

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบเครื่องมือ

1. สถิติพื้นฐาน
 - 1.1 หาค่าคะแนนเฉลี่ย (ฉนวน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 59)
 - 1.2 หาค่าความแปรปรวนของคะแนน (ฉนวน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 63)

2. หาค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือ

2.1 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ - โดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (Item
Analysis) ใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ของ ฟาน (Fan, 1952 : 1 - 32)

2.2 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
โดยใช้สูตร Hoyt's ANOVA Procedure (จวน สายยศ และอังคณา สายยศ
2528 : 172)

$$r_{tt} = 1 - \frac{MS_E}{MS_p}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

MS_E แทน คะแนนความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (Error)

MS_p แทน คะแนนความแปรปรวนระหว่างคน (Between People)

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
โดยใช้สูตร KR - 20 (จวน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 168)

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

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ทำถูกในข้อหนึ่ง ๆ = $\frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$

q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือคือ $1 - p$

S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบฉบับนั้น

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

1. ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1, 4 และ 7 เพื่อหาความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test Independent ในรูป Difference Score (Scott. 1962 : 264)

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}} ; df = n_1 + n_2 - 2$$

โดยที่ $S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}$ (คือ $\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}$)

และ $S_D^2 = \frac{\sum (D_1 - MD_1)^2 + \sum (D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$

เมื่อ	t	แทน	การแจกแจงแบบที
	n_1	แทน	จำนวนคนในกลุ่มทดลอง
	n_2	แทน	จำนวนคนในกลุ่มควบคุม
	D_1	แทน	ผลทางของคะแนนในกลุ่มทดลอง
	D_2	แทน	ผลทางของคะแนนในกลุ่มควบคุม
	MD_1	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลทางของคะแนนในกลุ่มทดลอง
	MD_2	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลทางของคะแนนในกลุ่มควบคุม
	$S_{MD_1 - MD_2}$	แทน	ค่าความแปรปรวนรวมของผลทางระหว่างการทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2. ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 2, 3, 5 และ 6 เพื่อหาพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยวิธีการทางสถิติแบบ t-test dependent (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2530 : 292)

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

เมื่อ D แทน ผลต่างของคะแนนแต่ละคู่
n แทน จำนวนคู่

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูล

t	แทน การแจกแจงแบบที
n	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
D	แทน ผลต่างของคะแนน
$\bar{X}$	แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน
$\bar{X}_1$	แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนการทดลอง
$\bar{X}_2$	แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังการทดลอง
MD	แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้แยกการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอน ตามสมมติฐานดังนี้

ตอนที่ 1

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม

ตอนที่ 2

1. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่ม

ทดลอง

3. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่ม

กลุ่มควบคุม

4. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แยกย่อยในแต่ละด้าน คือ ด้านความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่มระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตอนที่ 1

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ผู้วิจัยได้นำค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการทดลองของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t -test Independent ในรูป Difference Score ได้ผลดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD_1 - MD_2}$	t
กลุ่มทดลอง	39	18.538	30.794	12.256	1.170	1.972
กลุ่มควบคุม	39	20.282	30.231	9.949	1.170	

จากตาราง 2 ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถาม

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองมาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t -test dependent ได้ผลดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	n	ΣD	ΣD^2	t
กลุ่มทดลอง	39	478	6748	15.821**

$t (.01, 38) = 2.423$ ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 3 ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองก่อนการทดลองและหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยหลังการทดลองมีค่าสูงกว่าก่อนการทดลอง นั่นคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังการทดลองของกลุ่มทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนการทดลองและ
 หลังการทดลองของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู
 ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง
 ของกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t -test dependent
 ได้ผลดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง
 ของกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	ΣD	ΣD^2	t
กลุ่มควบคุม	39	388	5098	10.885 **

$$t (.01, 38) = 2.423$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01

จากตาราง 4 ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุม
 ก่อนการทดลองและหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 โดย
 หลังการทดลองมีค่าสูงกว่าก่อนการทดลอง นั่นคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 หลังการทดลองของกลุ่มควบคุมสูงกว่าก่อนการทดลอง ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

ตอนที่ 2

4. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ผู้วิจัยได้นำค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังการทดลองของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t -test Independent ในรูป Difference Score ได้ผลดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD_1 - MD_2}$	t
กลุ่มทดลอง	39	44.615	67.000	22.384	2.426	3.699**
กลุ่มควบคุม	39	58.898	72.308	13.410	2.426	

$$t_{(.01, 120)} = 2.617 \quad ** \text{มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ } .01$$

จากตาราง 5 ปรากฏว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยกลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม นั่นคือความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

5. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถาม

ผู้วิจัยได้นำคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองมาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t -test dependent ได้ผลดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	n	ΣD	ΣD^2	t
กลุ่มทดลอง	39	873	24847	11.831**

$t_{(.10, 38)} = 2.423$ ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 6 ปรากฏว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองก่อนการทดลองและหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยหลังการทดลองมีค่าสูงกว่าก่อนการทดลอง นั่นคือความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลองของกลุ่มทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

6. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ผู้วิจัยได้นำคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t -test dependent ได้ผลดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	ΣD	ΣD^2	t
กลุ่มควบคุม	39	523	10433	8.828 **

$$t (.01, 38) = 2.423$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 7 ปรากฏว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมก่อนการทดลองและหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยหลังการทดลองมีค่าสูงกว่าก่อนการทดลอง นั่นคือ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลองของกลุ่มควบคุมสูงกว่าก่อนการทดลอง ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

7. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน คือด้านความคล่องในการคิด ด้านความยืดหยุ่นในการคิดและด้านความคิดริเริ่มระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ผู้วิจัยได้นำค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านก่อนและหลังการทดลองของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t -test Independent ในรูป Difference Score ได้ผลดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิดและความคิดริเริ่มระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ความคิดสร้างสรรค์ในแต่ละด้าน	กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD_1 - MD_2}$	t
ความคล่องในการคิด	กลุ่มทดลอง	39	22.846	31.564	8.718	1.133	3.710**
	กลุ่มควบคุม	39	31.487	36.000	4.513	1.133	
ความยืดหยุ่นในการคิด	กลุ่มทดลอง	39	16.620	21.620	5.000	0.739	1.632
	กลุ่มควบคุม	39	21.949	25.744	3.795	0.739	
ความคิดริเริ่ม	กลุ่มทดลอง	39	5.154	13.821	8.667	2.641	1.349
	กลุ่มควบคุม	39	5.538	10.641	5.103	2.641	

$t (.01, 120) = 2.617$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 8 ปรากฏว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิดของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สำหรับด้านความยืดหยุ่นในการคิดและด้านความคิดริเริ่มของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันเพียงด้านเดียว คือด้านความคล่องในการคิด ส่วนอีกสองด้านคือ ด้านความยืดหยุ่นในการคิดและด้านความคิดริเริ่มไม่แตกต่างกัน

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สรุปสาระสำคัญและผลของการศึกษาค้นคว้าได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู
2. เพื่อศึกษาพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถาม
3. เพื่อศึกษาพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู
4. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู
5. เพื่อศึกษาพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถาม
6. เพื่อศึกษาพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู
7. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แยกย่อยในแต่ละด้านคือ ด้านความคล่องในการคิด ด้านความยืดหยุ่นในการคิดและความคิดริเริ่มระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

สมมติฐานในการศึกษาครั้งนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง
4. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
5. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง
6. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง
7. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิดและความคิดริเริ่มของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาครั้งนี้

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวิไลเกียรติอุปถัมภ์ อำเภอเคียนชัย จังหวัดแพร่ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2530 จำนวน 78 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 186 คน แล้วสุ่มแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 39 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามและกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู

2. เครื่องมือในการศึกษาคนกว่า

2.1 แผนการสอน 2 แผน คือ

2.1.1 แผนการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถาม

2.1.2 แผนการสอนตามคู่มือครู

2.2 แบบฝึกทักษะการตั้งคำถาม

2.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

2.4 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

3. วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 ทดสอบกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลองด้วยแบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

3.2 ทำการทดลองโดยสอนตามแผนการสอนที่สร้างขึ้นทั้งสองกลุ่มใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 16 คาบ คาบละ 50 นาที ดังนี้

3.2.1 กลุ่มทดลองใช้แผนการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถาม

3.2.2 กลุ่มควบคุมใช้แผนการสอนตามคู่มือครู

3.3 เมื่อสิ้นสุดการทดลอง สอบกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

3.4 นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนนเพื่อการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. หากสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ผลต่างของคะแนน ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2. หาค่าสถิติที่ใช้ตรวจสอบสมมุติฐาน คือ

2.1 ตรวจสอบสมมุติฐานข้อ 2, 3, 5 และ 6 โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test Dependent (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2530 : 292)

2.2 ตรวจสอบสมมุติฐานข้อ 1, 4 และ 7 โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test Independent ในรูป Difference Score (Scott. 1962 : 264)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

7. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับ .01 เพียงด้านเดียวคือ ด้านการคล่องในการคิด ส่วนอีกสองด้านคือด้านความยืดหยุ่นในการคิดและด้านความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาดังกล่าวมีลักษณะการตั้งคำถามของนักเรียนในกรณีการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผลการวิจัยและการอภิปรายผลดังนี้

ตอนที่ 1 เรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

* 1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จากการสอนสองวิธี ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

ประการแรก เมื่อพิจารณากระบวนการเรียนการสอนในแต่ละกลุ่มจะเห็นว่ามุ่งเน้นให้นักเรียนฝึกใช้ความคิดในการเรียนรู้ ซึ่งผลขั้นสุดท้ายจะทำให้ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในสิ่งที่เรียน กล่าวคือ กลุ่มทดลองซึ่งเรียนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามนั้นเมื่อเริ่มเรียนนักเรียนจะได้รับการฝึกตั้งคำถามแล้วรวมกันอภิปรายคำถามที่ตนนั้นเพื่อให้เห็นลักษณะคำถามต่าง ๆ รวมทั้งการตั้งสมมติฐานที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่การทดลองและคำตอบที่จะได้รับจากการทดลอง จากนั้นจึงทำการทดลอง นักเรียนจะต้องฝึกทักษะการสังเกต การออกแบบการทดลอง และการควบคุมตัวแปร เพื่อให้การทดลองนั้นถูกต้องที่สุด อันจะนำไปสู่ผลการทดลองที่เชื่อถือได้มากที่สุด นอกจากนั้นกลุ่มสามารถอธิบายผลการทดลองที่เกิดขึ้นอย่างสมเหตุสมผล สำหรับกลุ่มควบคุมครูจะเป็นผู้ให้คำถามในการอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดร่วมกับนักเรียนเพื่อฝึกกระบวนการรวมทั้งการตั้งสมมติฐานที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่การทดลองและคำตอบที่จะได้จาก การทดลอง จากนั้นจึงทำการทดลองนักเรียนจะได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในขณะเดียวกันนักเรียนก็จะเกิดความรู้ความเข้าใจในสิ่งที่เรียน ซึ่งคณะอนุกรรมการพัฒนาการสอน

และผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย (คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอน และผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย 2525 : 58 - 84) กล่าวว่า วิชาวิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่ประกอบด้วยความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ ถ้านักเรียนได้รับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาดีแล้ว ในส่วนที่เป็นตัวความรู้จะตามมาด้วย ดังนั้นจะเห็นว่าการสอนทั้งสองแบบทางนี้มีประสิทธิภาพพอ ๆ กัน อีกประการหนึ่งนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมอยู่ในวัยเดียวกันทั้งมีความต้องการที่จะเรียนรู้ยอมรับและต้องการที่จะได้รับการยกย่อง (พยอม วงศ์สารศรี 2526 : 156 - 176) จึงมีความรับผิดชอบในการเรียนประกอบกับการเรียนในภาคนี้ เป็นภาคแรกของการศึกษาที่นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างมาอยู่ในสภาพแวดล้อมใหม่จึงพยายามปรับตัวและมีความกระตือรือร้นในการเรียนทั้งสองกลุ่ม นอกจากนี้ผลการวิจัยที่พบในข้อ 1 นี้สอดคล้องกับงานวิจัยของสมศักดิ์ สุนทรสุข (สมศักดิ์ สุนทรสุข 2515 : 82 - 84) ที่ทำการศึกษาดผลของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ถาม (Active Inquiry) ครูเป็นผู้ถาม (Passive Inquiry) ครูและนักเรียนเป็นผู้ถาม (Combined Inquiry) พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แต่ละชนิดแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และซุคแมน (Suchman, 1962 : 3 - 110) ที่ทำการทดลองสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยตั้งโครงการฝึกขึ้นเพื่อช่วยให้นักเรียนพัฒนาและวางแผนอย่างกว้าง ๆ เกี่ยวกับการหาความจำเป็นที่จะต้องรู้เรื่องใด ๆ ใหญ่จากการรวบรวมและการจัดระเบียบตัวแปรต่าง ๆ แล้วทำการทดสอบสมมติฐานด้วยการใช้การถามคำถาม ผลปรากฏว่าไม่พบความแตกต่างกันในเรื่องความรู้ ความเข้าใจ ความพึงประสงค์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมเยอร์ (Meyer, 1969 : 451 - 453) ที่ทำการศึกษาดผลของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 2 วิธี คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้วิธีที่เชิญชวนให้ใช้ความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้ (Invitation of Inquiry) กับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้วิธีธรรมดา (Simple Inquiry) พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแต่ละวิธีแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ โจนส์ และยังส์ (Jones and Youngs, 1970 : 11) ที่ทำการทดลองใช้รูปแบบการสอนในการพัฒนาความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้กับกลุ่มทดลองและ

ให้ทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์โดยไม่ใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้ กับกลุ่มควบคุมปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ //

2. การศึกษาพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จากการสอนแต่ละวิธี ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามและของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ขอสรุปนี้แสดงว่าการสอนแต่ละวิธีทำให้นักเรียนมีพัฒนาการสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

ประการแรกก่อนทำการทดลองนักเรียนในแต่ละกลุ่มยังไม่มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชา เมื่อได้รับการสอนที่มุ่งพัฒนาทั้งความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ นักเรียนในกลุ่มทดลองจะได้ฝึกตั้งคำถาม ระบุปัญหา สาเหตุของปัญหา ออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปรตลอดจนระบุวิธีการที่จะนำเอาความรู้ไปใช้ด้วยแบบฝึกทักษะการตั้งคำถาม ในขณะที่กลุ่มควบคุมได้ฝึกระบุปัญหา สาเหตุของปัญหาคือสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง ควบคุมตัวแปร และวิธีการที่จะนำความรู้ไปใช้จากคำถามของครู แล้วทั้งสองกลุ่มได้ฝึกปฏิบัติการทดลองจนมีลักษณะสิ่งที่จะได้มากมายคือความรู้ ความเข้าใจและเกิดทักษะต่าง ๆ หลายด้าน ในการสืบเสาะหาความรู้ เมื่อสิ่งเหล่านี้วัดออกมาในรูปของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่ม หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อีกประการหนึ่งวิธีสอนแต่ละวิธีได้ฝึกให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิดที่จะนำความรู้ความเข้าใจตลอดจนการนำความรู้ไปใช้มาผสมผสานกันในการที่จะระบุปัญหาและหาคำตอบของปัญหาในแต่ละสถานการณ์ที่กำหนดซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ บักกี (Buggley. 1971 : 2543-A) ที่พบว่าในการเรียนการสอน ถ้านักเรียนได้ฝึกให้เกิดความคิดที่จะนำความรู้หลาย ๆ ด้านมาผสมผสานกันในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบของปัญหาแล้วจะทำได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น นอกจากนี้ผลการวิจัยที่พบในข้อ 2 นี้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สมศักดิ์ สุนทรสุข (สมศักดิ์ สุนทรสุข 2515 : 82 - 84) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม นักเรียนเป็นผู้ถามกับครูและนักเรียนเป็นผู้ถาม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการสอนสูงกว่า

ก่อนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับงานวิจัยของเมเยอร์ (Meyer. 1969 : 451 - 453) ที่พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ควยวิธีเชิงชวนให้ใช้ความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้และการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ควยวิธีธรรมชาติ มีพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ขอคนพบจากงานวิจัยและงานวิจัยของคนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งกล่าวมาข้างต้นชี้ให้เห็นว่าวิธีการสอนต่าง ๆ ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิด และเกิดทักษะต่าง ๆ ในการสืบเสาะหาความรู้ต่างก็เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสามารถทำให้นักเรียนเกิดพัฒนาการในการเรียนรู้ได้ทั้งสิ้น

ตอนที่ 2 เรื่องการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากการสอนสองวิธี ปรากฏว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

ประการแรก กิจกรรมที่จัดให้กลุ่มทดลองในชั้นอภิปรายก่อนการทดลองเป็นสิ่งที่แปลก ใหม่ สำหรับนักเรียน จึงใจให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กระตือรือร้นที่จะแสดงออกซึ่งความสามารถในการคิดและการกระทำ อันเป็นการส่งผลให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในด้านต่าง ๆ สูงขึ้น ดังผลการศึกษาของ ยูเซป (เพเบอร์ ทักษิณ 2523 : 23 อ้างอิงมาจาก Yoosef .n.d.) ที่พบว่า การให้การจูงใจ ใ้รางวัลหรือให้เหตุผลแก่นักเรียนทำให้นักเรียนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ดีกว่าวิธีอื่น อีกประการหนึ่งนักเรียนในกลุ่มทดลองได้มีโอกาสฝึกตั้งคำถามในแบบฝึกทักษะการตั้งคำถามด้วยตัวของนักเรียนเองทุกคาบของการสอน อาจมีส่วนช่วยให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ดังที่ สมิธ (อาร์ รังสินันท์ 2526 : 114 อ้างอิงมาจาก Smith. 1971) กล่าวว่า การมีกิจกรรมให้นักเรียนฝึกคิดบ่อย ๆ จะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ได้และวิธีฝึกคิดที่ได้ผลวิธีหนึ่งก็คือฝึกตั้งคำถาม แล้วพยายามหาคำตอบของคำถามนั้นให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ประการสุดท้าย ในการให้นักเรียนฝึกตั้งคำถามจะไม่มีการตัดสินว่าคำถามที่นักเรียนตั้งขึ้นมานั้นถูกหรือผิด ซึ่งเป็นการแสดงให้นักเรียนเห็นว่าครูยอมรับในความคิดของนักเรียนอย่างมากและยอมรับทุกคำถามทำให้นักเรียนรู้สึกสบายใจ

เพราะมีอิสระที่จะคิด จึงพยายามที่จะคิดให้ไต่ถามขึ้นและดีขึ้น ในหลายแง่หลายมุม ซึ่งเป็น
การทำให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์

ขอค้นพบในเรื่องความคิดสร้างสรรค์จากงานวิจัยนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ
เพียว ทักชิน (เพียว ทักชิน 2523 : 60 - 69) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบความคิด
สร้างสรรค์ของนักเรียนที่ใช้แบบฝึกเขียนอย่างอิสระกับแบบฝึกเขียนที่ครู เป็นผู้กำหนดเนื้อเรื่อง
พบว่าหลังการฝึกนักเรียนในกลุ่มทดลองมีความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและ
งานวิจัยของสมใจ อ่องสุวรรณ (สมใจ อ่องสุวรรณ 2515 : 94 - 96) ที่พบว่านักเรียน
ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม (Active Inquiry)
มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าการสอนแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบย่อยของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละ
ด้านของทั้งสองกลุ่มปรากฏว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเพียงด้านเดียวคือด้านความคล่อง
ในการคิด โดยที่กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

ประการแรก การที่ให้นักเรียนในกลุ่มทดลองฝึกตั้งคำถามในแบบฝึกทักษะ
การตั้งคำถามทุกครั้งที่ได้รับในชั้นอภิปรายก่อนการทดลองอย่างอิสระ ทำให้นักเรียนมีโอกา
สคิดมากกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งจะคิดภายในขอบเขตของคำถามที่ครูตั้งขึ้นเท่านั้น และในแบบฝึกทักษะ
การตั้งคำถามของนักเรียนกลุ่มทดลองก็จะกำหนดขั้นตอนของคำถามไว้ตามลำดับ ทำให้นักเรียน
เข้าใจระบบของวิธีการคิดแก้ปัญหาได้ด้วยตัวเองและสามารถคิดไต่ถามกว่าเมื่อเข้าใจระบบการคิด
จึงทำให้การคิดคล่องตัวมากกว่ากลุ่มควบคุมที่แม้ว่าจะทราบระบบการคิดแต่ก็ต้องคอยตอบตามคำถาม
ของครู นักเรียนจะเป็นเพียงผู้เข้าร่วมกระบวนการคิด เพื่อจะฝึกคิดต่างกับกลุ่มทดลองซึ่งนอกจาก
จะรวมกระบวนการคิดแล้วยังดำเนินการด้วยตัวของตัวเอง ซึ่ง ทอแรนซ์ (Torrance,
1964 : 56 - 58) กล่าวไว้ในหลักการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ว่าลักษณะอย่างหนึ่งของ
บุคลิกที่มีความคิดสร้างสรรค์ คือความสามารถในการเริ่มต้นด้วยตนเอง เหตุผลในข้อนี้สนับสนุน
ให้เห็นว่านักเรียนในกลุ่มทดลองมีความคล่องในการคิดสูงกว่ากลุ่มควบคุม เหตุผลอีกประการหนึ่ง
ก็คือ นอกจากนักเรียนในกลุ่มทดลองจะได้ฝึกคิดตั้งคำถามแล้วยังได้รับการช่วยยืมพัฒนาการของ
การคิดด้วยชุดคำถามที่เป็นแนวทางในการฝึกตั้งคำถามเพื่อจะนำไปสู่การทดลองโดยครูจะให้

ชุดคำถามกับนักเรียนทันทีที่นักเรียนทำแบบฝึกทักษะการตั้งคำถามเสร็จเรียบร้อยแล้ว ซึ่งนอกจากจะทำให้ให้นักเรียนเห็นแนวการคิดแล้วยังได้ฝึกที่จะคิดคาดคะเนคำตอบที่จะได้จาก การทดลองอีกด้วย ประการสุดท้าย การคิดตั้งคำถามของกลุ่มทดลองมีการตอบสนองอย่าง เปิดเผย นั่นคือนอกจากจะได้อธิบายข้อคิดแล้วยังได้เขียนความกิดนั้นออกมา ซึ่งต่างจากกลุ่มควบคุม ที่บางครั้งการคิดนั้นไม่ได้รับการตอบสนองเนื่องจากการถามที่ไม่ทั่วถึงของครู ประกอบกับ การคิดและเขียนคำถามในกลุ่มทดลองก็รวบกันคิดแล้วเขียนลงในแบบฝึกของกลุ่มย่อย 3 - 4 คน สมาชิกทุกคนทางกลาติกลาอภิปรายตามแนวกิดของตนอย่างอิสระทั้งการคิดนั้นก็มีการประเมิน คอยเหตุผลกลาความมาตังหมกเป็นการชี้ให้เห็นวากความคิสร่างสรรรคทางวิทยาศาสตร์ความคลอง ในการคิของกลุ่มทดลองสูงวากกลุ่มควบคุม ซึ่งขอคนพบนสอคคองกับงานวิจัยของ สมสมัย สมทรัพย์ (สมสมัย สมทรัพย์ 2529 : 103) ที่พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหา ความรู้ที่เนคคำถามแบบกวางกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบแคบและ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เิกคำถามตามคู่มือครูมีความคิสร่างสรรรคทาง วิทยาศาสตร์ความคลองในการกิดแตกตางกันอยางมีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับความคิสร่างสรรรคทางวิทยาศาสตร์ความยัดหยุนในการคิและความคิ ริเริ่มระหวางกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมปรากฏวาทแตกตางกันอยางมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาจเป็นเพราะนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีอายุเิกเฉลี่ย 11 - 12 ปี พัฒนาการง สถิติปัญญา อยุ่ในช่วงที่กาลังเปลี่ยนแปลงจากชั้นหนึ่งไปสู่อีกชั้นหนึ่ง เพียเจต์ (นณมล บุทาณ 2525 : 25 - 26 อ้างอิงมาจาก Piaget. 1952) นักเรียนอาจจะจัดระบบความรู้ที่ ไดจากกระบวนการคิในชั้นที่เป็นนามธรรมได้นอย โดยเฉพาะกับความสามารถความยัดหยุน ในการคิและความคิริเริ่ม ซึ่งเป็นความพรอมที่จะเปลี่ยนแนวทางหรือคักแปลงข้อมูลให้อยู่ใน รูปใหม่และความสามารถในการคิสิ่งที่ไม่เหมือนใครหรืออีกสิ่งทีดูเหมือนไม่สัมพันธ์กันให่เข้ากันได้ อันเป็นความสามารถที่เป็นนามธรรมมากจน กิลฟอร์ด (นณมล บุทาณ 2525 : 9 - 13 อ้างอิงมาจาก Guilford. 1968) แมวากิจกรรมการเรียนการสอนจะทำให้นักเรียนมี พัฒนาการคานสูงชันแต่ก็ไมทาใหความคิสร่างสรรรคทางวิทยาศาสตร์ความยัดหยุนในการคิ และความสามารถริเริ่มระหวางกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกตางกันอยางมีนัยสำคัญทางสถิติ

ขอคนพบนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของกอกักดี ศรีนอย (กอกักดี ศรีนอย 2527 : 81 - 82) ที่พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานกับใช้คำถามตามคู่มือครู มีความยืดหยุ่นในการคิดและความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติและสอดคล้องกับงานวิจัยของสมสมัย สมทรัพย์ (สมสมัย สมทรัพย์ 2529 : 104) ที่พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เน้นคำถามแบบแจกแก่นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้คำถามตามคู่มือครูมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความยืดหยุ่นในการคิดและด้านความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. การศึกษาพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จากการสอนแต่ละวิธีผลปรากฏว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูทั้งการทดลองสูงกวาก่อนการทดลอง ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ขอคนพบนี้แสดงว่าการสอนทั้งสองวิธีทำให้นักเรียนเกิดพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

ประการแรก กิจกรรมการเรียนการสอนของทั้งสองกลุ่มมุ่งให้นักเรียนคิดเป็นทำเป็นและส่งเสริมให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยกิจกรรมการแก้ปัญหาตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสมจิต สวอนไพบูลย์ (สมจิต สวอนไพบูลย์ 2527 : 30) ได้สรุปว่าการจัดกิจกรรมในรูปของสถานการณ์ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกคิด แก้ปัญหา ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ฝึกแก้ปัญหา หาแนวทางในการแก้ปัญหาในหลายแง่มุมจะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ อีกประการหนึ่งนักเรียนทั้งสองกลุ่มได้รับการส่งเสริมให้ได้แสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของกันและกัน สนุกสนานต่อการค้นหาความรู้ตามแนวคิดของตนเอง ซึ่งบรรยากาศดังกล่าวช่วยกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ สอดคล้องกับแนวคิดของ โรเจอร์ (Roger. 1970 : 146) ที่กล่าวว่าภาวะที่ส่งเสริมให้บุคคลกล้าคิดอย่างสร้างสรรค์ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ได้แก่ภาวะที่บุคคลมีอิสระในการคิดโดยไม่ถูกวิพากษ์วิจารณ์หรือถูกประเมินและสอดคล้องกับแนวคิดของประทุม ทองพูน (ประทุม ทองพูน 2522 : 19) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมที่มุ่งใหญ่เรียนมีโอกาแสดงความคิดเห็นและการกระทำที่เป็นของตนเองมีอิสระที่จะหาประสบการณ์การเรียนรู้ มีบรรยากาศไม่เข้มงวด จะช่วยพัฒนา

ความคิดสร้างสรรค์ได้ ประการสุดท้าย นักเรียนทั้งสองกลุ่มได้รับการกระตุ้นให้ฝึกคิดด้วยแบบฝึกทักษะการตั้งคำถามในกลุ่มทดลองและด้วยคำถามของครูในกลุ่มควบคุม ทำให้มีพัฒนาการคิดขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ คาร์เตอร์ (Carter. 1968 : 688) และแมคคอลลี (McMulty. 1981 : 82-A) ที่พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนจะสูงขึ้นเมื่อได้รับการกระตุ้นให้คิด

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นสนับสนุนให้เห็นว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนจากการสอนแต่ละวิธีมีพัฒนาการสูงขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ครูอาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ควรนำ การสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามมาใช้ โดยเฉพาะในช่วงของการอภิปรายก่อนการ ทดลอง เพราะจากงานวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสนใจในการเรียนกระตือรือร้นที่จะ ฝึกฝนตนเองให้มีความสามารถในการตั้งคำถามและการหาคำตอบของคำถาม ทั้งนี้เพื่อ ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถที่จะสืบเสาะหาความรู้ได้ด้วยตนเอง

1.2 ครูอาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาควรนำการสอน โดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามมาใช้ในการเรียนการสอน เพราะทำให้นักเรียนมีโอกา สฝึกคิดในหลายด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการคิดในแบบอเนกนัย เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1.3 ครูอาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ควรให้ ความสำคัญกับกิจกรรมการอภิปรายก่อนการทดลองให้มากขึ้น โดยอาจขยาย เวลาออกไป ตามความเหมาะสม เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดสืบเสาะหาความรู้ตามกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตัวของนักเรียนเองอันจะนำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

บรรณานุกรม

- ก้อศักดิ์ ศรีน้อย เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย
- ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2527, 107 หน้า อักส่าเนา
- ไชศรี อภรณ์รัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ "การสอนแบบวิทยาการสืบเสาะหา
- ความรู้" ข่าวสาร สสท. 9(4) : 5 - 7 กรกฎาคม - กันยายน 2525
- จริยา สุจารีกุล "การศึกษาศมรรถภาพการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของครู"
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2521
- จินดารัตน์ ไกลที่พึ่ง การจัดสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา
เขตการศึกษา 11 หน่วยงานพิเศษ กรมสามัญศึกษา จังหวัดนครราชสีมา 2528,
- 126 หน้า
- จินตนา พุทธินันท์ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง
สมบัติของสาร โดยใช้ระดับคำถามที่แตกต่างกัน วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัย
- เกษตรศาสตร์ 2523, 123 หน้า อักส่าเนา
- ฉวีวรรณ กินวงศ์ หลักการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมประสบการณ์ มหาวิทยาลัย
- ศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก 2527, 306 หน้า
- ชลอ วงศ์แสง การวิเคราะห์พฤติกรรมทางวาจาในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2522,
- 98 หน้า อักส่าเนา
- ชาว แพร่ติกุล เทคนิคการวัดผล พิมพ์ครั้งที่ 5 วัฒนาพานิช 2516, 434 หน้า
- "ความเชื่อมั่น" เอกสารประกอบการเรียนวิชาวัดผลการศึกษา
- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2516, 4 หน้า อักส่าเนา

ชาญชัย กิจสวัสดิ์ การศึกษาค้นคว้าของการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
 ปรินญาณพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2529, 122 หน้า
 อัดสำเนา

ชาญชัย ลวิตรังสิมา และเชิดวิทย์ ฤทธิประศาสน์ การพัฒนาบุคคล มหาวิทยาลัย
 รามคำแหง 2523, 114 หน้า

ทัศนีย์ บุญเต็ม "ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์" วิทยาศาสตร์ 37(1) :
 32 - 33 มกราคม 2526

ทัศนีย์ พงกษลขาร การสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา
ตอนต้น วิทยานิพนธ์ ก.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2517, 107 หน้า อัดสำเนา

ธงชัย ชิวปรีชา "การใช้คำถามในห้องเรียน" ข่าวสาร สสวท. 6(2) : 1 - 12
 มกราคม 2521

_____ "การใช้คำถามในห้องเรียน" ข่าวสาร สสวท. 6(3) : 60 - 67
 เมษายน 2521

ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์ การศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนตามคู่มือครูและชุดการเรียน
ด้วยตนเอง วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2528,
 158 หน้า อัดสำเนา

✓ ชำรง บัวศรี "ศิลปการถาม" วิทยจารย์ 63(6) : 421 - 431 สิงหาคม 2507

ธีระชัย ปุณณโชติ "การสอนวิทยาศาสตร์สมัยใหม่" วิทยาศาสตร์ 28(8) : 41 - 52
 สิงหาคม 2517

นฤมล บุตาคม อิทธิพลของการสอนโดยใช้การทดลองแบบกำหนดแนวทางกับการทดลอง
แบบไม่กำหนดแนวทางต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 1 วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2522, 120 หน้า อัดสำเนา

นาคยา ภัทรแสงไทย "ยุทธศาสตร์การสืบสวนสอบสวน" นิติกร 22(9) : 13 - 23

15 พฤษภาคม 2523

นিকা สะเพียรชัย "การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์" วิทยาศาสตร์ 29(1) :

21 - 29 มกราคม 2518

"ปรัชญาและความมุ่งหมายการสอนวิทยาศาสตร์" ข่าวสาร สสวท.

5(4) : 1 - 7 กรกฎาคม 2520

✓ นิตยา ปานทิพย์ การทดลองสอนอ่านภาษาไทยโดยใช้แบบฝึกเป็นรายบุคคลและ
เป็นกลุ่ม ของนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพที่ 1 วิทยาลัยเทคโนโลยีอาชีวศึกษา
วิทยาเขตบพิตรพิมุขมหาเมฆ กรุงเทพฯ ปฏิญานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2527, 151 หน้า อัสสัเนา

✓ นิตยา ฤทธิโยธี การทำและ การใช้แบบฝึกหัดเสริมทักษะ เอกสารเผยแพร่ความรู้
ทางการสอนภาษาไทย หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา 2520

นิยม ทองอุดม การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1
เรื่องบรรยากาศโดยใช้แบบเรียนโมดูลกับการสอนปกติ ปฏิญานิพนธ์ ศศ.ม.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2520, 87 หน้า อัสสัเนา

บังอร ทรงวรวิทย์ และคนอื่น ๆ โครงการสอนแบบจุลภาค : แนวการฝึกทักษะการใช้
คำถาม กรุงเทพฯ 2520, 28 หน้า

บุญถิ่น อัดดากกร คำปราศรัยและคำบรรยายของนายบุญถิ่น อัดดากกร พ.ศ. 2502 -
2514 หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู 2514, 524 หน้า

ประสิทธิ์ สนั่นเอื้อ ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและ
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดกาฬสินธุ์
วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2527, 96 หน้า อัสสัเนา

ประทุม ทองพูน เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียน
ที่เรียนหลักสูตร 2503 กับหลักสูตรสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2522, 95 หน้า
อัสสัเนา

ประวิทย์ ชูศิลป หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่ เอกสารการนิเทศ
การศึกษา ฉบับที่ 233 ภาคพัฒนาการและเอกสารหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู
2524, 104 หน้า

ประสิทธิ์ กาพย์กลอน "การสอนวรรณคดีไทยกับความคิดสร้างสรรค์" วิทยาสาร
26 (7) : 12 - 15 มีนาคม 2518

ปราโมทย์ แก้วสุข การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปรินญาณพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร 2528, 168 หน้า อักสาเนา

* พยอม วงศ์สารศรี จิตวิทยาการศึกษา สารเสริมชี 2526, 271 หน้า

พเยาว์ ทักษิณ การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางภาษาของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 4
โดยใช้แบบฝึกหัดการเขียนอย่างสร้างสรรค์ที่นักเรียนเขียนได้อย่างอิสระกับครูเป็นผู้
กำหนดเนื้อเรื่อง ปรินญาณพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
2523, 209 หน้า อักสาเนา

พรพิมล ชาญชัยเขาวัววัฒน์ ผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถาม
กับชนิดที่ครูเป็นผู้ถามที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทัศนคติทาง
วิทยาศาสตร์ วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2525, 73 หน้า อักสาเนา

พรรณี ภวภูตานนท์ ความสัมพันธ์และแบบแผนความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้การเรียน
การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร ปรินญาณพนธ์ กศ.ค. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร 2528, 150 หน้า อักสาเนา

พรวิภา พูลเกษ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตแห่ง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2524,
116 หน้า อักสาเนา

- พวงรัตน์ ทวีรัตน์ วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2530, 372 หน้า
- สิงใจ สีนุวานนท์ และคนอื่น ๆ โครงการสอนแบบจุลภาค ตอนที่ 1 : การจัดการสอนแบบจุลภาค ศึกษาพิเศษ, หน่วย กรมการฝึกหัดครู 2520, 28 หน้า
- ภัทรา ไชยเวช วิธีสอนวิทยาศาสตร์ (เคมี) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน 2521, 124 หน้า
- มหาวิทยาลัย, พวง คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอน
วิทยาศาสตร์ ชุดเสริมประสบการณ์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2525, 68 หน้า
- ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 2525, 307 หน้า
- ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 2 2525, 211 หน้า
- มันนา จงสุขสันติกุล ปัญหาของครูสอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการใช้หลักสูตรระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร ปรินญาณพนธ์ กศ.ม.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2524, 102 หน้า อักสำเนา
- ยงนุช สายคง การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมแบบกำหนดแนวทางและแบบไม่กำหนดแนวทาง ปรินญาณพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2527, 80 หน้า อักสำเนา
- ✓ โรจน์ จะโนภาษ "ศิลปการถาม" วิทยจารย์ 6(8) : 432 สิงหาคม 2507
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ หลักการวิจัยทางการศึกษา ศึกษาพร 2528, 314 หน้า
- วรนาถ พงศ์สุวรรณ การสร้างแบบฝึกการผันวรรณยุกต์สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2518, 201 หน้า อักสำเนา
- วรรณภักดิ์ ชัยชาญกุล การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบฝึกที่ได้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มี
การประเมินกับไม่ประเมิน ปรินญาณพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2525, 174 หน้า อักสำเนา

ศึกษาพิเศษ, หน่วย กรมการฝึกหัดครู โครงการสอนแบบจุลภาค ตอนที่ 3 แนวการฝึก
ทักษะการใช้คำถาม กรุงเทพฯ 2519, 28 หน้า

_____ รายงานการวิจัยเรื่องความคิดสร้างสรรค์ของเด็กไทยในระดับชั้นอนุบาล
ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 2521

✓ ส่ง เสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน เอกสารประกอบการสอน
วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ สาขาวิทยาศาสตร์กายภาพ 2519, อักสำเนา

_____ เอกสารการอบรมครูวิทยาศาสตร์ทั่วไประดับมัธยมศึกษาตอนต้น 2517,
6 หน้า อักสำเนา

_____ คู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 1 - 2 ครูสภา
2522, 285 หน้า

_____ การใช้คำถามในห้องเรียน 2520, 30 หน้า อักสำเนา

_____ แบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 2 ครูสภา 2520, 110 หน้า

สมจิต สวชนไพบูลย์ วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร 2526, 212 หน้า

_____ สมรรถภาพการสอนของครู : การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร 2527, 40 หน้า

สมใจ อ่องสุวรรณ การศึกษาผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Active Inquiry)
ในวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ความคิดสร้างสรรค์และ
ความเกรงใจ ปรินญาณินท์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2515,
130 หน้า อักสำเนา

สัมพันธ์ อินทรวง การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบ
แบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ปรินญาณินท์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2519, 122 หน้า อักสำเนา

สมศักดิ์ สุนทรสุข การศึกษานวัตกรรมสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Active Inquiry)
ที่มีต่อความคิดแบบสืบสวนสอบสวนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
 ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2515, 103 หน้า
 อักสำเนา

สมสมัย สมทรัพย์ การทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยวิธีสอน
แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามต่างกัน ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย
 ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2529, 107 หน้า อักสำเนา

สมสุข ชีระพิจิตร "การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนและแบบค้นพบ"
เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 8 - 15 สาขาวิชา
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช 2526, 506 หน้า

✓ สุจิต เพียรชอบ และสายใจ อินทร์พรชัย วิธีสอนภาษาไทยระดับมัธยมศึกษา
ไทยวัฒนาพานิช 2522, 277 หน้า

สุนันท์ สังข์อ่อง "ทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์" วิทยาศาสตร์ 34(4) : 337 - 345
 เมษายน 2523

สุมาลี กาญจนชาติ การศึกษาค้นคว้าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนอายุ 11 - 15 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร วิทยานิพนธ์ กศ.ม.
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2525, 81 หน้า อักสำเนา

สุวิมล ขอบท่ากิจ ความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เขตการศึกษา 2 วิทยานิพนธ์
 ก.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2522, 112 หน้า อักสำเนา

สุวัชร นิยมคำ การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด วัฒนาพานิช 2517,
 240 หน้า

เสริมศรี เสวตามร และสาลิ้ง งามศิริ "การวิเคราะห์วิธีสอนแบบ INQUIRY
คุรุศาสตร์ ฉบับพิเศษ : 68 - 79 กรกฎาคม - สิงหาคม 2521

อารี รั้งสินธ์ ความคิดสร้างสรรค์ ชนการพิมพ์ 2527, 205 หน้า

รวมบทความการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2527, 216 หน้า

อารี สันทวิ "วิธีสอนแบบสร้างสรรค์" รายงานการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 1

พ.ศ. 2510 กรุงเทพฯ 2518, 305 หน้า

Allison A. W. and R. L. Shrigley. "Teaching Children to Ask Operational Question in Science," Science Education. 7(1) : 73 - 80, January, 1986.

Anderson, D. Ronald and others. Developing Children Thinking Through Science. Englewood Cliffs, N. J. Prentice-Hall, Inc., 1970. 370 p.

✓ Barnett, J.A., Geoffrey Broughton and Thomas Greenwood. Teacher's Hand Book 2. Success with English the Penguin Course. Middleses, Penguin Book Company, 1969. 325 p.

✓ Billow, F.L. "The Teacher Work Out His Own Exercises," The Techniques of Language Teaching London. Longman, Green and Company Ltd., 1962. 259 p.

Bills, Frank Lynn. "Developing Creative Through Inquiry," Science Education 60(3) : 417 - 421, July - September, 1976.

✓ Bloom, Benjamin S. Texonomy of Education Objective Handbook I : Cognitive Domain. New York, David Mac Kay Company, Inc., 1956. 270 p.

Bossing, L. Nelson. Teaching in Secondary School. 3rd. ed., Boston, Houghton Mifflin Co., 1952. 558 p.

Buggy, Lesley J. "A Study of the Relationship of Classroom Questions and Social Studies Achievement of Second Grade Children," Dissertation Abstracts International. 32(5) : 2543-A, November, 1971.

✓ Butts, David. The teaching of Science A Self Directed Planding Guide. New York, Harper & Row Publisher, 1974. 265 p.

- Carter, Jack L. "The Authoritarian U.S. the Inquiry Approach," School Science and Mathematics. LXVIII (8) : 686 - 688, November, 1968.
- Davis, Maynard. "The Effectiveness of a Guided-inquiry Discovery Approach in an Elementary School Science Curriculum," Dissertation Abstracts International. 39(7) : 4164-A, January, 1976.
- ✓ Dorothy Alfke. "Asking Operations," Science and Children. 11 (April) : 18 - 20, 1974.
- Fan, Chung Teh. Item Analysis Table. Princeton, New Jersey, Educational Testing Service, 1952. 32 p.
- ✓ Gall, M.D. "The Use of Questions in Teaching," Review of Education Research. 40 (December), 1970. 712 p.
- Gerry Abbott. "Teaching the learner to Ask for Information," Tesol Quarterly. 14(1) : 5 - 16, March, 1980.
- Guildford, J.P., Fundamental Statistics in Psychological and Education. McGraw-Hill Book Co., New York, 1950. 633 p.
- ✓ Haress, J.H. "The Two meaning of Mathematics," A Hand of Programmed Learning. India, Anand Press, no date. p. 93 - 94.
- ✓ Hartford, Frederic William. "Laboratory-Related Development of Research Questioning Skills in Chemistry Students and Their Dependence Upon Piagetian Intellectual Development," Dissertation Abstracts International. 41(3) : 1011-A, 1980.
- Jones, William W. and Richard C. Youngs. "The Appropriateness of Inquiry Development," Final Report Research in Educational Psychology. 5(2) : 14, February, 1970.
- Kusland, L.T. and A.H. Stone. Teaching Children Science An Inquiry Approach. (Third Printing) Glifornia Wads Worth Publishing, Co., 1969. 464 p.
- Ladd, George T. and Hans O. Anderson. "Determining the Level of Inquiry in Teachers' Question," Journal of Research in Science Teaching. 7(1) : 395 - 400, December, 1970.

Maria, Carl J. "An Evaluation of the Effectiveness of the Use of Inquiry Instruction to Foster Creative in Intermediate Grade Student," Dissertation Abstracts International. 42(2) : 642-A, August, 1981.

McCandless, Boyd R. and Ellis P. Evans. Children and Youth Psychological Development. New York, Holt, 1978. 568 p.

McNulty, Darlen Marionette. "An Examination of the Quality of Fourth Grade Childrens' Creative from three Approaches of Motivation Involving Stimulus Questioning and Verbal Interaction," Dissertation Abstracts. 42(01) : 82-A, July, 1981.

* Meyer, James H. "The Influence of Invitation to Inquiry," American Biology Teacher. 31(71) : 451 - 453, October, 1969.

Olarinoye, R.D. "A Comparative Study of Effectiveness of Three Methods of Teaching A Secondary School Physics Course in a Nigerian Secondary School," Dissertation Abstracts International. 39(8) : 4848-A, February, 1978.

Penick, John E. "Creative in Fifth - Grade Science Students, The Effect of two Patterns of Instructions," Journal of Research in Science Teaching. 13(4) : 307 - 314, 1976.

Petty, Green. "Language Workbook and Practices Materials," Developing Language Skills in the Elementary School. New York, Allyn and Bacon, 1968. 180 p.

✓ River, Willga M. Teaching Foreign Language Skills. The University of Chicago Press, 1968. 180 p.

Roger, G.P. "Towards a Theory of Creative," in Creativity. Harmondsworth, Penguin Books, Ltd., 5 : 146 - 149, 1970.

Scott, William A. and Michael Wertheimer. Introduction to Psychological Research. 4th.ed., New York, John Wiley and Son, Inc., 1962. 445 p.

Sondra M. Napell. "Using questions to Enhance Language Learning," Education. 99(Winter) : 188 - 197, 1978.

Suchman, J. Richard. The Elementary School Training Program in Scientific Inquiry. June, 1962. 128 p.

Inquiry Development Program : Developing Inquiry.
Science Research Associates, Chicaco, Inc., 1966. 79 p.

Sund, Robert B. and Lestie W. Trowbridge. Teaching Science by Inquiry in Secondary School, Charles E. Merrill Publishing Co., Ohio, 1967. 357 p.

Student Centered Teaching in The Secondary School.
Columbus, Ohio : A Bell & Howell Co., 1974. 357 p.

Torrance, E. Paul. Education and the Creation Potential.
Minneapolis, The University of Minnisotâ Press, Inc., 1964. 631 p.

Rewarding Creative Behavior. Prentice Hall, Inc.,
Englewood Cliffs, N.J., 1965.

Torrance E. P. and R.E. Myers. Creative Learning and Teaching.
New York : Dood, Mead and Company, 1970. 234 p.

Youngs, Richard C. "The Nuturance of Independence and Learning in Fourth Grade Children Through Inquiry Development, Final Report," Research in Educational. 5(2) : 53 February, 1970.

๗

๘

ภาคผนวก

๙

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์แบบทดสอบ

ตาราง 9 แสดงค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ข้อ ข้อ	p	r	Δ	ข้อ ข้อ	p	r	Δ
1	.68	.75	11.2	26	.65	.53	11.4
2	.49	.48	13.1	27	.78	.51	9.9
3	.38	.55	14.2	28	.51	.55	12.7
4	.37	.33	14.0	29	.53	.51	12.7
5	.31	.36	15.0	30	.63	.42	11.6
6	.60	.34	12.0	31	.74	.44	10.4
7	.63	.28	11.6	32	.54	.25	12.6
8	.84	.39	09.0	33	.36	.40	14.5
9	.79	.57	09.8	34	.34	.23	14.6
10	.52	.59	12.8	35	.51	.22	15.0
11	.61	.25	11.9	36	.44	.41	13.6
12	.38	.43	14.3	37	.57	.38	12.3
13	.75	.55	10.3	38	.65	.74	11.4
14	.38	.39	14.3	39	.23	.31	16.0
15	.28	.48	15.3	40	.70	.29	10.9
16	.55	.59	12.4	41	.55	.44	12.5
17	.24	.46	15.9	42	.48	.27	13.2
18	.24	.28	15.9	43	.35	.30	14.5
19	.34	.32	14.7	44	.29	.39	15.2
20	.41	.24	13.9	45	.45	.55	13.5

ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
21	.67	.30	11.2	46	.32	.28	14.9
22	.49	.54	13.1	47	.38	.39	14.3
23	.52	.53	12.8	48	.74	.41	9.8
24	.41	.42	19.3	49	.57	.45	12.3
25	.51	.20	12.9	50	.41	.33	14.0

ตาราง 10 แสดงค่า p และ q ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ข้อ ข้อที่	p	q	pq	ข้อ ข้อที่	p	q	pq
1	.74	.74	.1924	26	.84	.16	.1344
2	.90	.10	.0900	27	.84	.16	.1344
3	.48	.52	.2496	28	.26	.74	.1924
4	.50	.50	.2500	29	.66	.34	.2244
5	.54	.46	.2484	30	.64	.36	.2304
6	.66	.34	.2244	31	.84	.16	.1344
7	.82	.18	.1476	32	.48	.52	.2496
8	.86	.14	.1204	33	.34	.66	.2244
9	.94	.06	.0564	34	.32	.68	.2176
10	.84	.16	.1344	35	.34	.66	.2244
11	.44	.56	.2464	36	.50	.50	.2500
12	.52	.48	.2496	37	.66	.34	.2244
13	.94	.06	.0564	38	.92	.08	.0736
14	.50	.50	.2500	39	.38	.62	.2356
15	.34	.66	.2244	40	.76	.24	.1824
16	.70	.30	.2100	41	.66	.34	.2244
17	.40	.60	.2400	42	.52	.48	.2392
18	.38	.62	.2356	43	.52	.48	.2392
19	.46	.54	.2484	44	.38	.62	.2356
20	.42	.58	.2436	45	.66	.34	.2244

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ ข้อที่	p	q	pq	ข้อ ข้อที่	p	q	pq
21	.46	.54	.2484	46	.54	.46	.2484
22	.84	.16	.1344	47	.48	.52	.2496
23	.76	.24	.1824	48	.84	.16	.1134
24	.56	.44	.2464	49	.42	.58	.2436
25	.46	.54	.2484	50	.32	.68	.2176

ตาราง 11 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²
1	21	441	26	30	900
2	22	484	27	30	900
3	22	484	28	30	900
4	23	529	29	30	900
5	23	529	30	31	961
6	23	529	31	31	961
7	24	576	32	31	961
8	24	576	33	31	961
9	25	625	34	31	961
10	25	625	35	32	1024
11	25	625	36	32	1024
12	25	625	37	32	1024
13	26	676	38	33	1089
14	26	676	39	33	1089
15	27	729	40	33	1089
16	27	729	41	34	1156
17	27	729	42	34	1156
18	27	729	43	35	1225
19	28	784	44	35	1225
20	28	784	45	35	1225

ตาราง 11 (ต่อ)

คนที่	X	X^2	คนที่	X	X^2
21	28	784	46	36	1296
22	29	841	47	39	1521
23	29	841	48	40	1600
24	29	841	49	43	1849
25	29	841	50	45	2025

การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยใช้สูตร KR - 20 ของ
คูเดอร์ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson)

$$\Sigma pq = 10.1549$$

$$\Sigma x = 1469$$

$$\Sigma x^2 = 44137$$

$$\text{จากสูตร } S_t^2 = \frac{N \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}{N(N - 1)}$$

$$= \frac{50 \times 45654 - (1488)^2}{50(50 - 1)}$$

$$= 27.98204$$

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

$$= \frac{50}{50 - 1} \left[1 - \frac{10.1459}{27.98204} \right]$$

$$= .65$$

ตาราง 12 แสดงคะแนนความพึงพอใจทางวิทยาศาสตร์

$\frac{P_i}{\text{คน}}$ $\frac{P_i}{\text{ข้อ}}$	1	2	3	P_i	$\frac{P_i}{\text{คน}}$ $\frac{P_i}{\text{ข้อ}}$	1	2	3	P_i
1	37	16	9	62	26	17	11	0	28
2	36	15	18	69	27	38	15	22	75
3	23	10	13	46	28	38	10	31	79
4	37	17	39	93	29	13	13	16	42
5	25	2	9	36	30	29	16	10	55
6	35	27	12	74	31	34	18	19	71
7	33	18	0	51	32	32	17	18	67
8	16	14	13	43	33	22	12	14	48
9	29	13	16	58	34	33	25	17	75
10	20	21	4	45	35	31	18	15	64
11	24	13	17	54	36	35	10	18	63
12	28	18	8	54	37	26	12	7	45
13	34	13	34	81	38	39	26	28	93
14	29	12	7	48	39	24	15	22	60
15	30	21	14	65	40	46	24	21	91
16	19	15	10	44	41	13	13	12	38
17	32	12	10	54	42	26	13	15	54
18	23	11	21	55	43	41	12	19	72
19	33	12	15	60	44	33	8	10	51
20	16	4	13	33	45	41	28	9	78

ตาราง 12 (ต่อ)

ข้อ คำตอบ	1	2	3	P_i	ข้อ คำตอบ	1	2	3	P_i
21	35	23	22	80	46	27	13	19	56
22	21	10	6	37	47	20	14	8	42
23	22	23	22	67	48	26	8	18	52
24	57	25	25	107	49	42	7	17	66
25	36	16	16	68	50	51	33	18	102
					T.	1507	772	776	3055

การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความกีดขวางสรีรวิทยาทางวิทยาศาสตร์
โดยใช้สูตรของฮอยท์ (Hoyt's ANOVA procedure)

$$SS_t = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n X_{ij}^2 - \frac{T_{\cdot}^2}{kn}$$

$$= 37^2 + 36^2 + 23^2 + \dots + 18^2 - \frac{(3055)^2}{3 \times 50} = 16364.834$$

$$SS_k = \frac{\sum T_{\cdot}^2}{n_{\cdot}} - \frac{T_{\cdot}^2}{kn}$$

$$= \frac{(1507)^2 + (772)^2 + (776)^2}{50} - \frac{(3055)^2}{3 \times 50} = 7164.014$$

$$SS_p = \frac{\sum P_1^2}{k} - \frac{T_{\cdot}^2}{kn}$$

$$= \frac{(62)^2 + (69)^2 + (46)^2 + \dots + (102)^2}{3} - \frac{(3055)^2}{3 \times 50}$$

$$= 5198.5$$

$$SS_E = SS_t - SS_p - SS_k$$

$$= 16364.834 - 5198.5 - 7164.014 = 4002.32$$

$$MS_p = \frac{SS_p}{df_p} = \frac{5198.5}{50-1} = \frac{5198.5}{49} = 106.09183$$

$$MS_E = \frac{SS_E}{df_E} = \frac{4002.32}{(50-1)(3-1)} = 40.84$$

$$r_{tt} = 1 - \frac{MS_E}{MS_p} = 1 - \frac{40.84}{106.09183} = 1 - 0.3849495$$

แบบทดสอบมีความเชื่อมั่น .62

ภาคผนวก ข

แผนการสอน แบบฝึกทักษะการตั้งคำถาม แบบทดสอบและคะแนนจากแบบทดสอบ

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

คาบที่ 1 - 2

(ใช้ควบคู่กับแบบฝึกทักษะการตั้งคำถามชุดที่ 1)

ความครอบคลุม

ทุกสิ่งที่อยู่รอบตัวของสิ่งมีชีวิตอาจเป็นสิ่งที่ไม่มีชีวิต หรือเป็นสิ่งที่มีชีวิตด้วยกัน รวมเรียกว่า สิ่งแวดล้อม ซึ่งต่างก็มีความสัมพันธ์กัน

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. บอกความหมาย และยกตัวอย่างของสิ่งแวดล้อมได้
2. ระบุสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ถูกต้อง
3. ตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่เกิดขึ้นและคิดหาวิธีทดลองพร้อมกับดำเนินการทดลอง

เพื่อทดสอบสมมติฐานนั้นได้

4. อธิบายไควว่า ในการเปรียบเทียบความสำคัญของสิ่งแวดล้อมอย่างหนึ่งต่อการเจริญเติบโตของพืชจะต้องควบคุมให้สิ่งแวดล้อมอย่างอื่นให้เหมือนกันหมด

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันฝึกทักษะการตั้งคำถามชุดที่ 1

1.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายคำถามชุดที่ 1 ที่กำหนดให้เป็นแนวทาง

สำหรับการตั้งคำถามซึ่งจะนำไปสู่การทดลอง

2. ขั้นทดลอง

นักเรียนปฏิบัติการทดลอง 6.1 : สิ่งแวดล้อมมีผลต่อพืชอย่างไร

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

ครูนำข้อมูลที่ได้อภิปรายจากการทดลองมาอภิปราย โดยใช้คำถามเพื่อหาคำตอบของปัญหา
ข้างต้น แล้วสรุปเป็นความรู้ ตลอดจนการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้อง

คำถามชุดที่ 1

คำถามที่นักเรียนตั้งขึ้นตรงกับที่รู้หรือไม่ ถ้าตรงกันก็ยินดีด้วย แต่ถ้านักเรียนยังไม่ค่อยเข้าใจไม่ท่องจำจนแบบฝึกต่อไป นักเรียนจะทําได้ดังนี้ หากนักเรียนจะกลับไปศึกษาแบบฝึกที่ผ่านมาอีกครั้ง

คำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดเพื่อฝึกทักษะ การตั้งคำถาม

○ คำถามนำไปสู่การสังเกต

1. ต้นถั่วแต่ละกระถางมีลักษณะอย่างไร
2. ต้นถั่วกระถางที่ 1 และกระถางที่ 2 มีสิ่งแวดล้อมใกล้เคียงกันและมีสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน
3. ต้นถั่วกระถางที่ 1 และกระถางที่ 3 มีสิ่งแวดล้อมใกล้เคียงกันและมีสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน
4. ต้นถั่วกระถางที่ 1 และกระถางที่ 4 มีสิ่งแวดล้อมใกล้เคียงกันและมีสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน

○ คำถามนำไปสู่การอธิบาย

1. สิ่งแวดล้อมที่ต่างกันของต้นถั่วกระถางที่ 1 และกระถางที่ 2 มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วอย่างไร
2. สิ่งแวดล้อมที่ต่างกันของต้นถั่วกระถางที่ 1 และกระถางที่ 3 มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วอย่างไร
3. สิ่งแวดล้อมที่ต่างกันของต้นถั่วกระถางที่ 1 และกระถางที่ 4 มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วอย่างไร

○ คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน

1. น้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วจริงหรือไม่
2. แสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วจริงหรือไม่
3. ปริมาณพื้นที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วจริงหรือไม่

○ คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร

1. ในการศึกษาว่า น้ำ แสงแดด และปริมาณพื้นที่ มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วจริงหรือไม่ เราจะทำการทดลองอย่างไร

- 1.1 จะต้องมีอุปกรณ์อะไรบ้าง อย่างละเท่าไร
- 1.2 วิธีในการทดลองปีชั้นตอนอย่างไร
- 1.3 เราจะต้องกำหนดอะไรให้เหมือนกันบ้าง
- 1.4 เราจะต้องกำหนดอะไรให้ต่างกันบ้าง
- 1.5 เราจะต้องติดตามดูอะไร
- 1.6 เราจะบันทึกผลการทดลองอย่างไร

○ คำถามนำไปสู่การนำไปใช้

1. จะปลูกต้นกล้วยให้เจริญเติบโตอย่างดียิ่งได้อย่างไรบ้าง
2. ถ้าจะปลูกต้นสนเพื่อนำมาทำเป็นเสาเข็ม ควรจะปลูกอย่างไร
3. ดอกไม้ที่เราปลูกไว้ประดับบ้าน ถ้าจะให้เจริญเติบโตดีให้ดอกสีที่สวยงาม

นักเรียนคิดว่า นักเรียนจะปลูกดอกไม้เหล่านั้นอย่างไร

4. ถ้าต้องการทราบว่าคุณสมบัติต่าง ๆ เช่น ดินทราย ดินเหนียว ดินร่วน มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชแตกต่างกันเพียงใด จะทำการทดลองอย่างไรจึงจะทราบคำตอบได้

"เรามาชช่วยกันคิดหาคำตอบของคำถามข้างต้นกันนะ"

แผนการสอนกลุ่มทดลอง
คาบที่ 3 - 4
(ใช้ควบคู่กับแบบฝึกทักษะการตั้งคำถาม ชุดที่ 2)

ความคิดรวบยอด

การสังเคราะห์แสง เป็นกระบวนการสร้างอาหารจากพวกแบ่งของพืชโดยอาศัยแสง
และเราสามารถทำการทดสอบแบ่งในใบพืชได้โดยใช้สารละลายไอโอดีน

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. บอกได้ว่า อาหารที่พืชสร้างขึ้น คือ แป้ง ซึ่งจะทดสอบได้โดยใช้สารละลายไอโอดีน
2. ทำการทดสอบแบ่งได้โดยใช้สารละลายไอโอดีน
3. อธิบายเกี่ยวกับกระบวนการสร้างอาหารของพืชโดยอาศัยแสงหรือกระบวนการสังเคราะห์แสงได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันฝึกทักษะการตั้งคำถามชุดที่ 2

1.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายคำถามชุดที่ 2 ที่กำหนดให้เป็นแนวทางสำหรับการตั้งคำถามซึ่งจะนำไปสู่การทดลอง

2. ขั้นทดลอง

นักเรียนปฏิบัติการทดลอง 6.3 : การสร้างอาหารของพืช

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

ครูนำข้อมูลที่ได้อภิปรายจากการทดลองมาอภิปราย โดยใช้คำถามเพื่อหาคำตอบของปัญหาหรือสถานการณ์ข้างต้น แล้วสรุปเป็นความรู้ ตลอดจนการที่จะนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้อง

คำถามชุดที่ 2

คำถามที่นักเรียนตั้งขึ้นตรงกับที่ครูให้หรือไม่ ถ้าตรงกันครูยินดีด้วย แต่ถ้านักเรียนยังไม่ค่อยเข้าใจ ก็ไม่ต้องกังวล แบบฝึกหัดต่อไปนักเรียนจะต้องทำได้อีกขึ้น หากนักเรียนจะกลับไปศึกษาแบบฝึกหัดใหม่อีกครั้ง

คำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดเพื่อฝึกทักษะการตั้งคำถาม

๐ คำถามนำไปสู่การสังเกต

1. น้ำแป้งที่หยดด้วยสารละลายไอโอดีน ให้สีอะไร
2. ใบถั่วที่เก็บไว้ในตู้มืด 1 วัน เมื่อนำมาทดสอบกับสารละลายไอโอดีน มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
3. ใบถั่วที่หุ้มด้วยกระดาษดำ เมื่อนำมาทดสอบกับสารละลายไอโอดีน มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
4. ใบถั่วที่ถูกแสง เมื่อนำมาทดสอบกับสารละลายไอโอดีน มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
5. ถ้าแบ่งต้นถั่วเป็นสองกลุ่มตามสิ่งแวดล้อม จะแบ่งอย่างไร

๐ คำถามนำไปสู่การอธิบาย

1. น้ำแป้งกับสารละลายไอโอดีนเกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างอาหารของพืชอย่างไร
2. แป้งในใบพืชเกิดขึ้นได้อย่างไร
3. การสร้างอาหารของพืช หมายความว่าอย่างไร
4. การที่ใบถั่วมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อหยดด้วยสารละลายไอโอดีนกับการที่น้ำแป้งมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อหยดด้วยสารละลายไอโอดีน จะสรุปได้ว่าอย่างไร ทำไมจึงสรุปเช่นนั้น
5. พืชใช้อาหารที่สร้างขึ้นหมดหรือไม่ อย่างไร
6. ทำไมต้องนำต้นถั่วไปเก็บไว้ในตู้มืด 1 คืน
7. ต้นถั่วที่เก็บไว้ในตูมื่อสร้างอาหารได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

๐ คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน

1. ถ้าเก็บต้นถั่วไว้ในตู้มืดเป็นเวลา 1 วัน แล้วต้นถั่วจะสร้างอาหารได้หรือไม่
2. ถ้าหุ้มใบต้นถั่วด้วยกระดาษดำแล้วตั้งไวากลางแดด ต้นถั่วจะสร้างอาหารได้หรือไม่
3. ถ้าตั้งต้นถั่วไว้ในตู้แสงแดดแล้วต้นถั่วจะสร้างอาหารได้หรือไม่
4. ถ้าไม่มีแสงแดดแล้วพืชสร้างอาหารได้หรือไม่
5. ถ้าต้นถั่วมีการสร้างอาหาร เมื่อทำการทดสอบจะเห็นผลอย่างไร

๐ คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและความควบคุมตัวแปร

1. จะทำการทดลองอย่างไรว่า พืชมีการสร้างอาหารหรือไม่
2. อุปกรณ์ เครื่องมือ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง จะต้องใช้อะไรบ้าง
3. จะต้องจดข้อมูลอะไรบ้าง หรือเราต้องคิดคำถามอะไรจากการทดลอง
4. ในการทดลองนี้เรากำหนดเปรียบเทียบสิ่งแวดล้อมหรือตัวแปรอะไรที่มีความสำคัญต่อการสร้างอาหารของพืชและความคุมสิ่งแวดล้อมหรือตัวแปรอะไร

๐ คำถามนำไปสู่การนำไปใช้

1. เพื่อให้พืชสร้างอาหารได้ ในการปลูกพืชเราควรปฏิบัติอย่างไร
2. เราจะออกแบบการทดลองอย่างไร เพื่อทดสอบว่าแสงไฟฟ้าช่วยในการสร้างอาหารของพืชได้หรือไม่
3. พืชใช้แสงในการสร้างอาหาร แสงที่ใช้นั้นจำเป็นจะต้องเป็นแสงจากดวงอาทิตย์เท่านั้นหรือไม่ ให้ตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น
4. เห็ด เห็บ จักเป็นยูนิตหรือไม่ เพราะเหตุใด
5. ถ้าไม่มีพืชอยู่ในโลกนี้เสียแล้ว นักเรืบนึกว่าจะมีผลอย่างไร

"เรามาร่วมกันคิดหาคำตอบของคำถามนี้กันนะ"

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

คาบที่ 5 - 6

(ใช้ความถี่กับแบบฝึกทักษะการตั้งคำถามชุดที่ 3)

ความคิรวบยอก

การสังเคราะหแสงเป็นการสร้างอาหารจากกาชคาร์บอนไดออกไซค์ และน้ำ โดยอาศัยพลังงานจากแสงอาทิตย์และคลอโรฟิลล์ของพืชสีเขียว

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. บอกไควว่า กาชคาร์บอนไดออกไซค์และคลอโรฟิลล์จาเป็นในการสังเคราะหแสง
2. บอกไควว่า พืชสีเขียวเท่านั้นที่สามารถสังเคราะหแสงได้
3. บอกไควว่า ในการทดลองเกี่ยวกับความสำคัญของกาชคาร์บอนไดออกไซค์และคลอโรฟิลล์ต่อการสังเคราะหแสง จะต้องควบคุมภาวะแวดล้อมที่อาจมีผลต่อการทดลองให้เหมือนกันหมด
4. แยกสารสีต่าง ๆ ในใบพืชโดยวิธีโครมาโทกราฟีได้ พร้อมกับสรุปไควว่า สารสีเขียวในใบพืชประกอบด้วยคลอโรฟิลล์และสารอื่น ๆ และยกตัวอย่างพืชที่มีสารอื่น นอกจากคลอโรฟิลล์นอยไคว

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันฝึกทักษะการตั้งคำถามชุดที่ 3

1.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายคำถามชุดที่ 3 ที่กำหนดให้เป็นแนวทาง

สำหรับตั้งคำถาม ซึ่งจะนำไปสู่การทดลอง

2. ขั้นทดลอง

นักเรียนปฏิบัติการทดลอง 6.5 : สิ่งจำเป็นในการสังเคราะห์แสง

6.6 : การแยกคลอโรฟิลล์โดยวิธีโครมาโตกราฟี

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

ครูนำข้อมูลที่ได้อภิปราย เพื่อหาคำตอบของปัญหาข้างต้น แล้วสรุปเป็นความรู้ ตลอดจนการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้อง

คำถามชุดที่ 3

คำถามที่นักเรียนตั้งขึ้นตรงกับครูให้หรือไม่ ถ้าตรงกันครูก็ยินดีด้วย แต่ถ้านักเรียนยังไม่เข้าใจ ก็ไม่ต้องกังวล แบบฝึกต่อไปนักเรียนจะลองหาได้คั้งขึ้น หากนักเรียนจะกลับไปศึกษาแบบฝึกที่ผ่านมาอีกครั้ง

คำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดเพื่อฝึกทักษะการตั้งคำถาม

0 คำถามนำไปสู่การสังเกต

1. ต้นถั่วที่ปลูกในกระถางตั้งไว้ในที่มีแสงแดดส่องถึงเป็นเวลา 12 วัน
แล้วรจนทุกวัน มีลักษณะอย่างไร
2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ มีลักษณะอย่างไร
3. ใบถั่วที่เด็ดจากถั่วที่มีสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และใบถั่วที่อยู่ในถุงเปิด
มีลักษณะอย่างไร เหมือนกันหรือแตกต่างกัน
4. ใบถั่วที่นำไปแช่น้ำเค็มมีลักษณะอย่างไร
5. เมื่อใช้แอลกอฮอล์สกัดสารสีเขียวแล้ว ใบถั่วมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

0 คำถามนำไปสู่การอธิบาย

1. ทำไมต้องเก็บกระถางต้นถั่วไว้ในตู้มืด 1 คืน
2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ มีคุณสมบัติอย่างไร
3. ทำไมต้องวางกลองสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในถุงพลาสติกแล้วนำ
ต้นถั่วครึ่งหนึ่งลงไป พร้อมใช้เชือกเส้นเล็กมัดปากถุง
4. ทำไมจะต้องระวังไม่ให้ลำต้นถั่วหัก
5. ทำไมต้องนำเมทิลีนบลูที่เหลืกลงในถุงพลาสติกอีกใบหนึ่ง และไม่มัดปากถุง
6. ทำไมจะต้องหาเครื่องหมายที่ใบถั่วว่า เกิดมาจากถุงใด
7. ทำไมต้องนำใบถั่วไปแช่น้ำเค็มครึ่งหนึ่ง

8. ทำไมต้องทดสอบควยสารละลายไอโอดีน

○ คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน

1. ต้นถั่วในถุงพลาสติกที่ใช้เชือกมัดปากถุง สังเกตเห็นแสงใดหรือไม่
2. ต้นถั่วในถุงพลาสติกที่เปิดปากถุง สังเกตเห็นแสงใดหรือไม่
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มีส่วนทำให้ต้นถั่วไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้จริงหรือไม่
4. ต้นถั่วที่มีสีเขียว สังเกตเห็นแสงใดจริงหรือไม่
5. ถาต้นถั่วไม่มีสีเขียว จะสังเคราะห์แสงได้หรือไม่
6. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จะมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่

○ คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร

1. จากสถานการณ์ที่กำหนด เราจัดอะไรให้เหมือนกันบ้าง
2. จากสถานการณ์ที่กำหนด เราจัดอะไรให้ต่างกันบ้าง
3. จากสถานการณ์ที่กำหนด เราจะต้องติดตามดูอะไร
4. จากสถานการณ์ที่กำหนด อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้มีอะไรบ้าง จานวนเท่าใด และวิธีการใช้อย่างใด

5. การทดสอบควยสารละลายไอโอดีน มีวิธีการทำอย่างไร
6. การสกัดสารสีเขียว มีวิธีการอย่างไร จะต้องใช้สารเคมีอะไร
7. จะทดสอบได้อย่างไรว่า สารสีเขียวมีสารอื่นปนอยู่หรือไม่
8. ถาต้องการทดสอบสมมติฐานที่ว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และสารสีเขียว

ในใบพืช มีความจำเป็นในการสังเคราะห์แสง เราจะออกแบบการทดลองอย่างไร

9. ในสถานการณ์ที่กำหนดจะต้องระวังสิ่งใดบ้าง
10. ในการทดลอง มีสิ่งใดที่จะต้องระวังบ้าง

๐ คาถานาไปสู่การนาไปใช้

1. ถ้าต้องการทดสอบสมมติฐานที่ว่า น้ำจำเป็นต่อการสังเคราะห์แสงหรือไม่ นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไร
2. ถ้าต้องการทดสอบสมมติฐานที่ว่า การคาร์บอนไดออกไซด์ มีความจำเป็นต่อการสังเคราะห์แสงของต้นผักบุ้งหรือไม่ นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไร
3. นอกจากใบแล้ว ส่วนอื่น ๆ ของพืชสังเคราะห์แสงได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
4. นักเรียนคนหนึ่งทดลองเพาะเมล็ดข้าวโพดบนกระดาษซับชื้น ซึ่งวางอยู่ในถาดแก้วขนาดเท่ากัน 2 ใบ ใบละ 20 เมล็ด แล้วใช้กระดามคำหุ้มรอบถาดทั้งสองเพื่อมิให้แสงส่องเข้าไปถึง ถาดใบหนึ่งเก็บไว้ที่มีอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ใบที่สองที่มีอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า ในถาดใบที่หนึ่งไม่มีเมล็ดงอกเลย ส่วนใบที่สองมีเมล็ดงอก 18 เมล็ด

- ก. ในการทดลองนี้ผู้ทำการทดลองควบคุมให้สิ่งแวดล้อมอะไรเหมือนกัน และให้อะไรต่างกัน
- ข. ผู้ทำการทดลองต้องการศึกษาอะไร จากการทดลองนี้
- ค. จากการทดลองนี้ แสดงมีผลต่อการงอกของเมล็ดข้าวโพดหรือไม่ อย่างไร

"เรามาช่วยกันอภิปรายคำตอบของคำถามกันนะ"

แผนการสอนกลุ่มทดลอง
ภาพที่ 7 - 8
(ใช้ควบคู่กับแบบฝึกทักษะการตั้งคำถามชุดที่ 4)

ความคิดรวบยอด

ในการสร้างอาหารของพืช น้ำตาลเป็นสารแรกที่พืชสังเคราะห์จากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ โดยอาศัยแสงแล้วพืชเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแป้งอีกชั้นหนึ่งโดยไม่ต้องใช้แสง นอกจากนี้พืชยังสามารถเปลี่ยนน้ำตาลที่สร้างขึ้นให้เป็นไขมัน และนำไปสร้างเป็นโปรตีนเก็บสะสมไว้ตามส่วนต่าง ๆ ของพืช

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. บอกได้ว่า ในการสังเคราะห์แสง พืชสังเคราะห์น้ำตาลจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ โดยอาศัยแสง จากนั้นพืชจะเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลทันทีเก็บสะสมไว้ที่ใบ
2. บอกได้ว่า การเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแป้งของพืชนั้นไม่ต้องการแสง

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันฝึกทักษะการตั้งคำถาม ชุดที่ 4

1.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกับอภิปรายคำถาม ชุดที่ 4 ที่กำหนดให้เป็นแนวทางสำหรับการตั้งคำถามซึ่งจะนำไปสู่การทดลอง

2. ขั้นทดลอง

นักเรียนปฏิบัติตามการทดลอง 6.7 : พืชเปลี่ยนแปลงจากสารใด

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

ครูนำผลการทดลองมาอภิปรายโดยใช้คำถามเพื่อหาคำตอบของปัญหาหรือสถานการณ์ข้างต้น แล้วสรุปเป็นความรู้ ตลอดจนการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง

คำถามชุดที่ 4

คำถามที่นักเรียนตั้งขึ้นตรงกับที่ครูให้หรือไม่ ถ้าตรงกันครูก็ยินดีด้วย แต่ถ้านักเรียนยังไม่เข้าใจก็ไม่ต้องกังวล แบบฝึกต่อไปนักเรียนจะต้องทำได้อีกขึ้น หากนักเรียนจะกลับไปศึกษาแบบฝึกที่ผ่านมาอีกครั้ง

คำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดเพื่อฝึกทักษะการตั้งคำถาม

0 คำถามนำไปสู่การสังเกต

1. ด้านหน้าของใบของใบถั่ว มีลักษณะอย่างไร
2. ด้านหลังใบของใบถั่ว มีลักษณะอย่างไร
3. นานและสารละลายกลูโคสแตกต่างกันอย่างไร

0 คำถามนำไปสู่การอธิบาย

1. ทำไมต้องนำกระดาษถั่วไปเก็บไว้ในตู้มืด 1 คืน จะเก็บไว้มากกว่าหรือน้อยกว่า 1 คืนได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
2. ทำไมต้องใช้สารละลายกลูโคส 5 % จะใช้สารละลายอย่างอื่นได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
3. จะใช้สารละลายกลูโคสที่มีความเข้มข้นมากกว่าหรือน้อยกว่านี้ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
4. ใบถั่วที่เคี้ยวมา ทำไมต้องตัดโคนใบออกก่อนที่จะจุ่มลงในสารละลาย
5. ใบพืชด้านหน้าของใบกับด้านหลังใบแตกต่างกันอย่างไร
6. ทำไมจึงต้องปิดปากกล่องให้สนิทแล้วทิ้งไว้ในตู้มืด 3 วัน ก่อนนำมาทดสอบ
7. แป้งเกิดขึ้นได้อย่างไร

๐ คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน

1. ถ้าเข็มไม้จิ้มในสารละลายกลูโคส เมื่อนำมาทดสอบแป้งจะพบแป้งหรือไม่
2. ถ้าเข็มไม้จิ้มในน้ำ เมื่อนำมาทดสอบแป้งจะพบแป้งหรือไม่
3. ใบไม้ที่แช่ในสารละลายกลูโคสหรือใบไม้ที่แช่ในน้ำที่ต้มแป้ง
4. แป้งเปลี่ยนมาจากสารละลายกลูโคสจริงหรือไม่
5. แป้งเปลี่ยนมาจากน้ำจริงหรือไม่
6. ถ้าเข็มไม้จิ้มในสารละลายกลูโคสที่มีความเข้มข้นต่างจาก 5 % จะพบแป้ง

หรือไม่

7. ถ้าเก็บกลองนี้ไว้ในที่แสง ผลการทดลองจะเป็นอย่างไร
8. ถ้าใช้หลังใบและสารละลาย ผลการทดลองจะเป็นอย่างไร

๐ คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและความควบคุมตัวแปร

1. ถ้าต้องการศึกษาว่าพืชเปลี่ยนแปลงจากน้ำหรือน้ำตาลกลูโคส จะต้องกำหนดตัวแปรใดให้แตกต่างกัน
2. ในการทดลองนี้กำหนดให้อะไรเหมือนกัน และกำหนดให้อะไรแตกต่างกันบ้าง
3. จะมีทิศผลการทดลองอย่างไร
4. จะเตรียมสารละลายกลูโคส 5 % ได้อย่างไร
5. จะทำการทดลองอย่างไร เพื่อแสดงว่า สารละลายกลูโคสซึมผ่านคานทองใบได้ แต่ไม่อาจซึมผ่านคานหลังใบ

๐ คำถามนำไปสู่การนำไปใช้

1. นักเรียนคนหนึ่งได้นำมันวาสลินทาบนใบของต้นถั่วซึ่งปลูกอยู่ในกระถางจนทั่วทั้งคานทองใบและหลังใบ แล้วนำกระถางไปตั้งไว้ในที่มีแสงแดดส่องถึง หลังจากนั้น 1 วันจึงนำใบไม้ชิ้นไปทดสอบแป้ง ปรากฏว่าใบพบแป้ง เนื่องจากมันวาสลินไม่เป็นพิษต่อต้นถั่ว นักเรียนอธิบายผลการทดลองนี้ได้อย่างไร

2. การสังเคราะห์แสงเป็นการสร้างน้ำตาล แต่เหตุใดเราจึงทดสอบแป้งแทน
การทดสอบน้ำตาล

"เราช่วยคิดหาคำตอบของคุณกันนะ"

แผนการสนทนากลุ่มที่สอง
คาบที่ 9 - 10
(ใช้ควบคู่กับแบบฝึกทักษะการตั้งคำถามชุดที่ 4)

ความคิดรวบยอด

1. อาหาร เป็นบ่อเกิดพลังงานในสิ่งมีชีวิต
2. พลังงานขั้นต้นในสิ่งมีชีวิต พืชเป็นผู้สร้างขึ้นโดยอาศัยพลังงานแสงจาก

ดวงอาทิตย์

3. พืชเป็นผู้ผลิต ส่วนสัตว์เป็นผู้บริโภค สำหรับพืชบางชนิดที่สร้างอาหารได้เอง และกินสัตว์จากพวกแมลงก็กินจึงเป็นได้ทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบบท เรียนนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. บอกความหมายของ ห่วงโซ่อาหาร สายใยอาหาร ผู้ผลิต ผู้บริโภค หรือแยกตัวอย่างพืช เป็นทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคได้

2. เขียนแผนภาพแสดงห่วงโซ่อาหาร และลงสรุปได้ว่า ห่วงโซ่อาหาร เริ่มต้นจากพืชเสมอ

3. บอกได้ว่า อาหาร เป็นบ่อเกิดพลังงานในสิ่งมีชีวิตและพลังงานขั้นต้นในสิ่งมีชีวิต พืชเป็นผู้สร้างขึ้นโดยอาศัยพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์จึงจัดเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของโลก

4. ทำการทดลองเพื่อแสดงว่า พืชมีพลังงานและใช้พลังงานได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันฝึกทักษะการตั้งคำถาม ชุดที่ 5

1.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายคำถาม ชุดที่ 5 ที่กำหนดให้เป็นแนวทางสำหรับการตั้งคำถามซึ่งจะนำไปสู่การทดลอง

2. ขั้นทดลอง

นักเรียนปฏิบัติตามการทดลอง 6.4 : พืชมีพลังงานหรือไม่

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

3.1 ครูนำผลการทดลองมาอภิปรายโดยใช้คำถาม เพื่อหาคำตอบของปัญหาหรือสถานการณ์ข้างต้น แล้วสรุปเป็นความรู้ใหม่ ตลอดจนการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง

3.2 ครูนำอภิปรายโดยใช้คำถามเพื่อนำไปสู่แนวความคิดเกี่ยวกับห่วงโซ่อาหาร ตลอดจนความสำคัญของอาหาร

คำถามชุดที่ 5

คำถามที่นักเรียนตั้งขึ้นตรงกับที่ครูให้หรือไม่ ถ้าตรงกันครูก็ยินดีด้วย แต่ถ้านักเรียนยังไม่เข้าใจก็ไม่ต้องกังวล แบบฝึกหัดต่อไปนักเรียนจะต้องทำได้ดีขึ้น หากนักเรียนจะกลับไปศึกษาแบบฝึกหัดยามาอีกครั้ง

คำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดเพื่อฝึกทักษะการตั้งคำถาม

๐ คำถามนำไปสู่การสังเกต

1. ตำแหน่งของถวยกระดาศอยู่ที่เดิมหรือไม่
2. ตำแหน่งของถวยกระดาศ มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
3. อะไรทำให้ตำแหน่งของถวยกระดาศเปลี่ยนแปลง
4. ถวยกระดาศมีน้ำหนักหรือไม่

๐ คำถามนำไปสู่การอธิบาย

1. ทำไมตำแหน่งของถวยกระดาศจึงเปลี่ยนแปลง
2. อะไรเป็นสาเหตุให้ตำแหน่งของถวยกระดาศเปลี่ยนแปลง
3. ลักษณะการ เปลี่ยนตำแหน่งของถวยกระดาศเป็นอย่างไร
4. การ ออกของเมล็ดถั่วสัมพันธ์กับตำแหน่งของถวยกระดาศอย่างไร
5. ลักษณะเช่นไรที่แสดงว่า พืชมีพลังงาน

๐ คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน

1. การ ออกของเมล็ดถั่วทำให้ถวยกระดาศเลื่อนตำแหน่งจริงหรือไม่
2. ถ้านำเมล็ดถั่วเขียวไปแช่น้ำ 1 คืน แล้วนำเมล็ดถั่วเขียวไปวางบนถวยกระดาศ
ชำรุดที่ขุดมาในถวยพลาสติกเลย ผลการทดลองจะเป็นอย่างไร
3. ถ้านำเมล็ดถั่วเขียวไปแช่น้ำ 1 คืน แล้วนำมาวางไว้ในถวยพลาสติกที่ไม่มี
กระดาศชำรุดที่ขุดมาวางอยู่ ผลการทดลองจะเป็นอย่างไร

๐ คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและความคุมตัวแปร

1. จะออกแบบการทดลองอย่างไรว่า ถั่วที่กำลังงอกเหล่านั้นที่มีพลังงาน
2. อุปกรณ์ เครื่องมือ ที่ใช้ในการทดลองจะใช้อะไรบ้าง จำนวนเท่าไร และ
3. จะบันทึกผลการทดลองอย่างไร
4. จะกำหนดให้อะไรเหมือนกันบ้าง และจะกำหนดให้อะไรแตกต่างกันบ้าง

๐ คำถามนำไปสู่การนำไปใช้

1. พืชที่กำลังงอกเหล่านั้นที่มีพลังงานจริงหรือไม่
2. ลักษณะใดบ้างที่บอกว่า พืชมีพลังงาน
3. ถั่วไม่ใหญ่มีพลังงานหรือไม่
4. ถ้าเราจะกล่าวว่า พืชทุกชนิดมีพลังงาน นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ อย่างไร
5. พลังงานใดมาจากไหน สัตว์มีพลังงานหรือไม่ อย่างไร
6. ในการทดลองเพื่อแสดงว่าพืชมีพลังงานถ้าไม่ใช้ถั่วเขียวแล้วจะใช้อะไรแทน

"เรามาช่วยกันคิดหาคำตอบของคำถามกันนะ"

แผนการสอนกลุ่มทดลอง
 วันที่ 11 - 12
 (ใช้ควบคู่กับแบบฝึกทักษะการตั้งคำถามชุดที่ 6)

ความคิดรวบยอด

1. สิ่งมีชีวิตมีการพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันในการดำรงชีวิตทั้งเรื่องอากาศ อาหาร ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม และยารักษาโรค
2. พืชและสัตว์จะหายใจโดยการรับอนไดออกไซด์
3. ขณะที่พืชสังเคราะห์แสง จะใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และจะคายก๊าซออกซิเจนออกมา สัตว์หายใจเอาก๊าซออกซิเจนเข้าไปและคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาทำให้เกิดการหมุนเวียนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ
4. แหล่งที่มาของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เช่น มาจากการเผาปิโตรเลียม การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากโรงงานอุตสาหกรรม และจากบรรยากาศ

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. บอกแหล่งที่มาของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้
2. บอกได้ว่า ทำไมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จึงไม่หมดไปจากโลก
3. อธิบายแผนภาพเกี่ยวกับการหมุนเวียนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศได้

ได้

4. สรุปได้ว่า สิ่งมีชีวิตมีการพึ่งพาอาศัยกันในการดำรงชีวิต พร้อมยกตัวอย่างเพื่ออธิบายว่า พืชและสัตว์อาศัยกันในเรื่องอาหาร อากาศ และที่อยู่อาศัย

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันฝึกทักษะการตั้งคำถามจุดที่ 6

1.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายคำถามจุดที่ 6 ที่กำหนดให้เป็นแนวทางสำหรับการตั้งคำถามซึ่งจะนำไปสู่การทดลอง

2. ขั้นทดลอง

นักเรียนปฏิบัติการทดลอง 6.8 : การหายใจของสัตว์

6.9 : การหายใจของพืช

2.2 : ความสัมพันธ์ระหว่างพืชและสัตว์

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

3.1 ครูนำสิ่งที่ได้จากการทดลองมาอภิปราย เพื่อหาคำตอบของปัญหาหรือสถานการณ์ข้างต้น แล้วสรุปเป็นความรู้ ตลอดจนการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้อง

3.2 ครูนำอภิปรายโดยใช้คำถามเพื่อไปสู่แนวความคิดเกี่ยวกับการหมุนเวียนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ

คำถามชุดที่ 6

คำถามที่นักเรียนตั้งขึ้นตรงกับที่ครูให้หรือไม่ ถ้าตรงกันครูก็ยินดีด้วย แต่ถ้านักเรียนยังไม่เข้าใจไม่ท่องกั้ววล แบบฝึกต่อไปนักเรียนจะท่องทำได้อีกขึ้น หากนักเรียนจะกลับไปศึกษาแบบฝึกที่ผ่านมาอีกครั้ง

คำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดเพื่อฝึกทักษะการตั้งคำถาม

๐ คำถามนำไปสู่การสังเกต

1. สารละลายคลอโรฟิลล์ที่เหลงในกล่องพลาสติกเบอร์ 3 ทั้งสามกล่อง มีลักษณะอย่างไร
2. สารละลายคลอโรฟิลล์ที่เหลงในกล่องพลาสติกเบอร์ 3 ทั้งสามกล่อง ที่ทิ้งไว้ 1 วัน มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
3. สารละลายคลอโรฟิลล์ที่มีคุณสมบัติอย่างไร

๐ คำถามนำไปสู่การอธิบาย

1. ทำไมสารละลายคลอโรฟิลล์ทั้งสามกล่องจึงแตกต่างกัน เมื่อทิ้งไว้ 1 วัน
2. ถ้วยพลาสติกทั้งสามใบมีสิ่งใดที่แตกต่างกันบ้าง
3. อะไรที่เป็นสาเหตุให้สารละลายคลอโรฟิลล์มีการเปลี่ยนแปลง

๐ คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน

1. เมล็ดธัญพืชให้สารละลายคลอโรฟิลล์ เปลี่ยนแปลงจริงหรือไม่
2. หอยทากทำให้สารละลายคลอโรฟิลล์ เปลี่ยนแปลงจริงหรือไม่
3. ถ้าไม่ปิดฝาถ้วยพลาสติกให้แน่น สารละลายคลอโรฟิลล์จะมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่

๐ คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและการควบคุมตัวแปร

1. ถ้าจะหาการทดสอบว่า เบ็ด็ดตัวหรือหอยทากทำให้สารละลายคลอโรฟิลล์เปลี่ยนแปลง นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไร

1.1 นักเรียนจะกำหนดอะไรให้เหมือนกันบ้าง และจะกำหนดอะไรให้แตกต่างกันบ้าง

1.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลองจะกองเตรียมอย่างไร

1.3 การทดลองนี้มีสิ่งใดที่จะต้องระมัดระวังบ้าง

๐ คำถามนำไปสู่การนำไปใช้

1. ถ้าในโลกมีแค่พืช จะเกิดอะไรขึ้น

2. ถ้าในโลกมีแค่สัตว์ จะเกิดอะไรขึ้น

3. พืชและสัตว์มีการพึ่งพาอาศัยกันแบบใดบ้าง ยกตัวอย่าง

4. พืชสร้างอาหารเองได้ แต่พืชจะอยู่ตามลำพังโดยไม่มีสัตว์ใดหรือไม่ ทำไม

จึงเป็นเช่นนั้น

"เรามาช่วยกันคิดหาคำตอบกันนะ"

แผนการสอนกลุ่มทดลอง
คาบที่ 13 - 14
(ใช้ควบคู่กับแบบฝึกทักษะการตั้งคำถามชุดที่ 7)

ความคิดรวบยอด

1. สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์อาศัยอยู่ในบริเวณหนึ่งเรียกว่า กลุ่มสิ่งมีชีวิต และเรียกสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิตเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของกลุ่มสิ่งมีชีวิต ทั้งสิ่งแวดล้อมและกลุ่มสิ่งมีชีวิตต่างก็มีความเกี่ยวข้องกัน รวมเรียกว่า ระบบนิเวศน์
2. ในระบบนิเวศน์หนึ่ง ๆ จะมีพืชและสัตว์อยู่ร่วมกันเสมอ แต่จำนวนและชนิดของพืชหรือสัตว์ในระบบนิเวศน์ต่าง ๆ ย่อมไม่เหมือนกัน
3. สิ่งมีชีวิตมีการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมเพื่อการอยู่รอดและการดำรงเผ่าพันธุ์

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. บอกความหมายของระบบนิเวศน์ พร้อมสรุปได้ว่า ระบบนิเวศน์จะมีพืชและสัตว์อาศัยอยู่ร่วมกันเสมอ ทั้งสิ่งแวดล้อม จำนวน ชนิดของพืชและสัตว์ในแต่ละระบบนิเวศน์ก็จะแตกต่างกัน
2. บอกได้ว่า เพื่อความอยู่รอดและการดำรงเผ่าพันธุ์สิ่งมีชีวิตจึงมีการปรับตัว

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันฝึกทักษะการตั้งคำถามชุดที่ 7

1.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายคำถามชุดที่ 7 ที่กำหนด

สำหรับการตั้งคำถามซึ่งจะนำไปสู่การทดลอง

2. ขั้นทดลอง

นักเรียนปฏิบัติการทดลอง 6.11 : การปรับตัวของต้นไม้ให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม

6.10 : การสำรวจระบบนิเวศน์

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

3.1 นำข้อมูลที่ได้อภิปรายจากการทดลองมาอภิปรายโดยใช้คำถามเพื่อหาคำตอบ
ปัญหาหรือสถานการณ์ข้างต้น แล้วสรุปเป็นความรู้ ตลอดจนการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์
ใหม่ที่เกี่ยวข้อง

3.2 ครูนำอภิปรายโดยใช้คำถามเพื่อเป็นแนวทางไปสู่ความสัมพันธ์ระหว่าง
กลุ่มสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมในภาวะสมดุลธรรมชาติและภาวะเสียสมดุล

คำถามชุดที่ 7

คำถามให้นักเรียนตั้งขึ้นตรงกับครูให้หรือไม่ ถ้าตรงกันครูก็ยินดีด้วย แต่ถ้านักเรียนยังไม่เข้าใจก็ไม่ตอ้งกังวล ในแบบฝึกหัดต่อไปนักเรียนจะต้องทำไ้ดีขึ้น หากนักเรียนจะกลับไปศึกษาแบบฝึกหัดผ่านมามากครั้ง

คำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดเพื่อฝึกทักษะการตั้งคำถาม

๐ คำถามนำไปสู่การสังเกต

- เมื่อครบกำหนด 4 วัน ต้นถั่วทั้งสองกระป๋องมีลักษณะอย่างไร
- เมื่อครบกำหนด 4 วัน ต้นถั่วทั้งสองกระป๋องมีลักษณะเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร
- ในระยะ 4 วัน ต้นถั่วทั้งสองกระป๋องมีสิ่งแวกปลอมใต้วงที่เหมือนกันและสิ่งแวกปลอมใต้วงต่างกัน

๐ คำถามนำไปสู่การอธิบาย

- ทำไมจึงเก็บต้นถั่วกระป๋องหนึ่งไว้ในกล่องกระดาษที่เจาะ แต่อีกกระป๋องหนึ่งวางไว้ในนอกกล่องใกล่ ๆ กัน
- ถ้าจะเก็บกระป๋องต้นถั่วไว้ในที่เดียวกันทั้งสองกระป๋องจะได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
- เมื่อตั้งกระป๋องถั่วไว้ในลักษณะต่างกัน 3 วัน แล้วต้นถั่วทั้งสองกระป๋องมีสิ่งใ้ที่ต่างกันบ้าง ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น
- การปรับตัวของต้นถั่ว หมายความว่าอย่างไร

๐ คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน

1. ถ้าวางตนถั่วไว้นอกกล่องทั้งสองกระป๋อง ผลการทดลองจะเหมือนกันหรือไม่
2. ถ้าวางตนถั่วไว้ในกล่องที่เจาะรูทั้งสองกระป๋อง ผลการทดลองจะเหมือนกันหรือไม่

หรือไม่

3. ถ้าวางตนถั่วกระป๋องหนึ่งไว้ในกาบ ส่วนอีกกระป๋องหนึ่งวางไว้นอกกล่องใกล้เคียง ๆ กัน ผลการทดลองจะเหมือนกันหรือไม่

4. ถ้าเจาะรูในคานตรงกันข้ามคานละรูแล้วเอาตนถั่วกระป๋องหนึ่งเข้าไปไว้ในกล่อง ผลจะเป็นอย่างไร

5. ถ้าเจาะรูในคานตรงกันข้ามคานละ 1 รูแล้วเอาตนถั่วทั้งสองกระป๋องเข้าไปวางไว้ในกล่อง ผลจะเป็นอย่างไร

6. ถ้าเจาะกล่องขนาดและระยะรัศมีเหมือนกันทั้งสองคาน เมื่อนำกระป๋องตนถั่วกระป๋องหนึ่งไปวางไว้ ผลจะเป็นอย่างไร

๐ คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร

1. ถ้าจะหาการทดลองว่า พืชมีการปรับตัวหรือไม่ นักเรียนจะหาอย่างไร
 - 1.1 จะใช้อุปกรณ์อะไรบ้าง อย่างไร
 - 1.2 อุปกรณ์แต่ละอย่างมีวิธีการใช้อย่างไร
 - 1.3 ต้องมีเด็กหรือคนช่วยอะไรบ้าง
 - 1.4 ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ คืออะไร
 - 1.5 ตัวแปรตาม คืออะไร
 - 1.6 ตัวแปรที่ควบคุมมีอะไรบ้าง

๐ คำถามนำไปสู่การนำไปใช้

1. ถ้าต้องการศึกษาว่า พืชมีการปรับตัวหรือไม่ เราจะหาการทดลองอย่างไร

2. ถ้าต้องการศึกษาว่า คนด้วยกันมีการปรับตัวหรือไม่ เราจะหาการทดลองอย่างไร
3. ถ้าเราต้องการศึกษาว่า ตั๊กแตนมีการปรับตัวหรือไม่ เราจะหาการทดลอง

อย่างไร

4. นักเรียนจงยกตัวอย่างสัตว์ที่มีการปรับตัว และลักษณะที่แสดงว่าสัตว์มี

การปรับตัว

5. นักเรียนจงยกตัวอย่างพืชที่มีการปรับตัว และลักษณะที่แสดงว่าพืชมีการปรับตัว

6. "ส่วนมากการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมของสัตว์ทำให้สัตว์มีชีวิตอยู่ได้ในสิ่งแวดล้อมนั้น แต่ในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างออกไปมากแล้วก็ไม่สามารถจะมีชีวิตอยู่ได้" นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความนี้หรือไม่ จงอธิบายและยกตัวอย่างประกอบ

"เรามาช่วยกันคิดหาคำตอบของคำถามกันนะ"

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

คาบที่ 15 - 16

(ใช้ควบคู่กับแบบฝึกหัดและการตั้งคำถามชุดที่ 8)

ความคิรวบยอก

1. มนุษย์สามารถควบคุมและเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมตามความต้องการดีกว่าสิ่งมีชีวิตอื่น แต่บางครั้งก็ทำให้ระบบนิเวศน์เสียสมดุล
2. มนุษย์จำเป็นต้องรักษาสสมดุลของระบบนิเวศน์เพื่อความอยู่กันดี
3. การทำลายป่าเป็นการทำให้ระบบนิเวศน์เสียสมดุล และก่อให้เกิดผลเสียแก่มนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ
4. วิธีการที่ดีสุดในการรักษาสสมดุลธรรมชาติคือ การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. สรุปได้ว่า มนุษย์เป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถควบคุมและเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมดีกว่าสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ
2. อธิบายได้ว่า การที่มนุษย์จำเป็นต้องรักษาสสมดุลของระบบนิเวศน์ก็เพื่อความอยู่ดีของมนุษย์
3. สรุปได้ว่า การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติเป็นวิธีการที่ดีสุดในการรักษาสสมดุลของธรรมชาติ
4. ทาการทดลองเพื่อแสดงว่า พืชช่วยยึดหน้าดินไว้มิให้ถูกน้ำชะล้างหรือพัดพาไป

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันฝึกทักษะการตั้งคำถามชุดที่ 8

1.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายคำถามชุดที่ 8 ที่กำหนดให้เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการตั้งคำถามซึ่งจะนำไปสู่การทดลอง

2. ขั้นทดลอง

นักเรียนปฏิบัติการทดลอง 6.12 : พิสูจน์ป้องกันการกัดเซาะหน้าดินได้อย่างไร

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

3.1 ครูนำผลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายโดยใช้คำถามเพื่อหาคาตอบของปัญหาในสถานการณ์ข้างต้นแล้วสรุปเป็นความรู้ ตลอดจนการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง

3.2 ครูนำอภิปรายโดยใช้คำถามเพื่อเป็นแนวทางนำไปสู่ข้อสรุปเกี่ยวกับผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากการเสื่อมคุณภาพของระบบนิเวศอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมของมนุษย์และการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

คำถามชุดที่ 8

คำถามที่นักเรียนตั้งขึ้นตรงกับครูให้หรือไม่ ถ้าตรงกันครูก็ยินดีด้วย แต่ถ้านักเรียนยังไม่ค่อยเข้าใจก็ไม่ต้องกังวล แบบฝึกต่อไปนักเรียนจะคงทำได้ดีขึ้น หากนักเรียนจะกลับไปศึกษาแบบฝึกในครั้งที่ยานมาอีกครั้ง

คำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดให้เพื่อฝึกทักษะการตั้งคำถาม

๐ คำถามนำไปสู่การสังเกต

1. ภูเขาปลุกในกระเบบใบที่หนึ่ง มีลักษณะอย่างไร
2. เมื่อถอนหญ้าในกระเบบหนึ่งขึ้นมาจะไรศคที่รากของหญ้าบาง
3. เมื่อเทน้ำในกระเบบใบที่หนึ่ง การไหลของน้ำเป็นอย่างไร
4. เมื่อเทน้ำในกระเบบใบที่สอง การไหลของน้ำเป็นอย่างไร
5. เมื่อถอนหญ้าในกระเบบที่หนึ่งต้องออกแรงดึงหรือไม่
6. ลักษณะของน้ำที่ตรงจากกระเบบใบที่หนึ่ง และลักษณะของน้ำที่ตรงจากกระเบบ

ใบที่สองมีลักษณะอย่างไร

๐ คำถามนำไปสู่การอธิบาย

1. ทำไมจึงไม่ไหม้ที่วางในดินมาก
2. ทำไมจึงไม่ปลุกหญ้าให้เติบโตกันทั้งสองกระเบบ
3. ทำไมต้องหนุ่ยไถนกระเบบข้างหนึ่งสูงจากพื้นประมาณ 7 เซนติเมตร

ทั้งสองกระเบบ

4. ทำไมต้องยกผักไว้ให้อยู่สูงจากกระเบบประมาณ 10 เซนติเมตร
5. ทำไมกระเบบที่มีหญ้ายาวไม่มีหญ้า น้ำจึงไหลเร็วต่างกัน
6. อะไร เป็นสาเหตุให้การไหลช้าหรือเร็วของน้ำ และความขุ่นของน้ำแตกต่างกัน

๐ คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน

1. ถ้าพื้นที่ว่างในดินมากจะมีผลต่อการไหลของน้ำจริงหรือไม่
2. ดินที่มีหยาบขึ้นอยู่จะพาให้น้ำที่ตกลงไปไหลช้าจริงหรือไม่
3. ถ้ายกผักบัวให้สูงมากขึ้น การไหลของน้ำก็จะแรงขึ้นจริงหรือไม่
4. ถ้าปริมาณน้ำมากขึ้น การไหลของน้ำก็จะแรงขึ้นไปด้วยจริงหรือไม่
5. ถ้าพื้นที่ตกลงไปในดินมีความแรงแรงมาก ดินก็จะมีการพังทลายมากขึ้นจริงหรือไม่

๐ คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร

1. นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไร เพื่อแสดงว่า พืชช่วยป้องกันการกัดเซาะหน้าดินได้

- 1.1 นักเรียนจะใช้อุปกรณ์ใดบ้าง อย่างละเท่าไร
- 1.2 อุปกรณ์แต่ละอย่างมีวิธีการใช้อย่างไร
- 1.3 สิ่งที่จะต้องบันทึกจากการทดลอง คืออะไร
- 1.4 นักเรียนจะบันทึกผลการทดลองอย่างไร จึงจะทำให้เข้าใจดีขึ้น
- 1.5 ในการทดลองนักเรียนจะกำหนดตัวแปรใดให้แตกต่างกันบ้าง
- 1.6 ในการทดลองนักเรียนจะกำหนดตัวแปรใดให้เหมือนกันบ้าง

๐ คำถามนำไปสู่การนำไปใช้

1. ถ้าจะศึกษาว่า พืชต่างชนิดป้องกันการกัดเซาะหน้าดินได้ต่างกัน นักเรียนจะทำการทดลองอย่างไร
2. ถ้าพื้นที่ในการเพาะปลูกของนักเรียนเป็นเนิน นักเรียนจะมีวิธีการทำอย่างไรที่จะให้น้ำไหลผ่านที่เพาะปลูกของนักเรียนในคราว เพื่อดูว่านักเรียนเพาะปลูกไว้สามารถที่จะดูดซับน้ำได้มาก
3. การสร้างวนอุทยานในประเทศ มีผลคืออย่างไรบ้าง

"เรามาร่วมกันคิดและหาคำตอบของคำถามกันนะ"

แบบฝึกทักษะ การตั้งคำถาม

ค่านา

แบบฝึกทักษะการตั้งคำถามเป็นแบบฝึกที่สร้างขึ้นด้วยจุดประสงค์ที่จะฝึกฝนให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการตั้งคำถาม ลักษณะของคำถามและสามารถที่จะตั้งคำถามเพื่อการสืบเสาะหาความรู้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ตลอดจนการนำไปใช้ในวิถีประจำวันได้และเมื่อออกจากโรงเรียนไปแล้วก็จะไปเรียนเองเป็น มีความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อที่จะสืบเสาะหาความรู้จากสิ่งที่มีอยู่อย่างกว้างขวางได้ด้วยตนเอง

นิตยา กิจโร

คำชี้แจง

ปัจจุบันการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์มุ่งจะช่วยให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต ขำกึกคิดหาเหตุผลเพื่อตอบปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง แบบฝึกทักษะการตั้งคำถามเป็นแนวทางหนึ่งที่นักเรียนจะได้ฝึกการสังเกต การคิดหาเหตุผลที่เป็นไปได้ ตลอดจนการตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลองและการควบคุมตัวแปร เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ และการนำความรู้ไปใช้ ในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง โดยนักเรียนจะต้องทำเนกิจกรรรมในแบบฝึกทักษะการตั้งคำถาม ตามลำดับ ดังนี้

1. ศึกษาวิธีการตั้งคำถาม
2. ศึกษาตัวอย่างการตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งประกอบด้วย
 - 2.1 ตัวอย่างสถานการณ์ที่กำหนด
 - 2.2 ตัวอย่างคำสั่งให้ตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด
 - 2.3 ตัวอย่างคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มฝึกตั้งคำถามในแบบฝึกทักษะการตั้งคำถาม ซึ่งประกอบด้วย
 - 3.1 สถานการณ์ที่กำหนดเพื่อการฝึกตั้งคำถาม
 - 3.2 คำสั่งให้ตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด

สารบัญ

คาน้ำ

คาช้าง

วิธีการตั้งคำถาม

- ชุดที่ 1 สิ่งแวดล้อมมีผลต่อพืชอย่างไร
- ชุดที่ 2 การสร้างอาหารของพืช
- ชุดที่ 3 สิ่งจำเป็นในการสังเคราะห์แสง
- ชุดที่ 4 พืชเปลี่ยนแปลงจากสารใด
- ชุดที่ 5 พืชมีพลังงานหรือไม่
- ชุดที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างพืชและสัตว์
- ชุดที่ 7 การปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม
- ชุดที่ 8 พืชป้องกันการกักเก็บน้ำในดินได้อย่างไร

.

วิธี^๕
การตั้งคำถาม

วิธีการตั้งคำถาม

การตั้งคำถามเป็นวิธีการสืบเสาะหาความรู้วิธีหนึ่ง การที่จะเป็นผู้มีความสามารถในการตั้งคำถามได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นก็ต้องการฝึกฝนและจะต้องเรียนรู้ถึงลักษณะคำถามที่ดีชนิดของคำถามตลอดจนหน้าที่ของคำถามนั้น ๆ และสามารถใช้คำถามได้อย่างชัดเจน

ลักษณะของคำถามที่ดี

คำถามที่ดีจะต้องมีลักษณะโดยสรุปดังนี้

1. เกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน
2. มีจุดมุ่งหมายที่แน่นอนในการถาม
3. ไม่เป็นคำถามซ้อนคำถามหรือเป็นคำถามเชิงปฏิเสธ
4. มีความชัดเจน เจาะจง ไม่กำกวม ไขว้เขวง่าย
5. ท้าทายให้คิดและยั่วใ้ให้ยากจนควหาหาคำตอบ
6. สามารถตอบได้หลายอย่างและหลายคน ซึ่งทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเหตุผลที่อ้าง
7. ส่งเสริมให้ผู้ตอบได้พัฒนาความคิดและเกิดความคิดสร้างสรรค์

ชนิดของคำถาม

คำถามมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือ

1. คำถามที่มีคำตอบแน่นอน
2. คำถามที่มีคำตอบได้หลายอย่าง

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการทดลองและการอภิปรายซักถามเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น คำถามทั้งสองแบบอาจจำแนกออกเป็นคำถามชนิดต่าง ๆ ที่จะนำไปสู่พฤติกรรม ดังต่อไปนี้

- o คำถามนำไปสู่การสังเกต
- o คำถามนำไปสู่การอธิบาย

- คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน
- คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและการควบคุมตัวแปร
- คำถามนำไปสู่การนำไปใช้

คำถามนำไปสู่การสังเกต

คำถามนำไปสู่การสังเกตหมายถึง คำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้ประสาทสัมผัสเพื่อรับรู้ และตอบปัญหา หรือเป็นการรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ปัญหาต่อไป คำถามนำไปสู่การสังเกต จะทำให้เกิดการเรียนรู้ว่า สิ่งนั้น ปรากฏการณ์นั้นประกอบไปด้วยอะไรบ้าง คำถามนำไปสู่การสังเกต มักจะขึ้นต้นหรือลงท้ายประโยคด้วยคำว่า "ใคร ใคร ที่ไหน มีอะไรเกิดขึ้นบ้าง" ในการพิจารณาว่าคำถามใดเป็นคำถามนำไปสู่การสังเกตใช้เกณฑ์ว่า คำตอบของคำถามนั้นเป็นผลของการสังเกต สถานการณ์ด้วยประสาทสัมผัสหรือไม่

คำถามนำไปสู่การอธิบาย

คำถามนำไปสู่การอธิบายหมายถึง คำถามที่ผู้ตอบต้องใช้ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล หรือกราฟ รวมทั้งสรุปผลในการตอบคำถามโดยทางถูกต้องทำให้เกิดการเรียนรู้เหตุผลและหลักการ คำถามนำไปสู่การอธิบายมักจะขึ้นต้นหรือลงท้ายประโยคด้วยคำว่า "ทำไม เพราะเหตุใด อะไรคือสาเหตุให้อธิบาย เหตุใด เกิดขึ้นได้อย่างไร" ในการพิจารณาว่าคำถามใดเป็นคำถามนำไปสู่การอธิบายใช้เกณฑ์ว่า คำถามนั้นถามเกี่ยวกับสาเหตุของปัญหาหรือไม่ เป็นคำถามที่แสวงหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผลหรือไม่

คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน

คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐานหมายถึง คำถามที่มุ่งให้ผู้ตอบคาดการณ์อย่างมีเหตุผล โดยใช้ความรู้เดิมหรือจากข้อมูลต่าง ๆ ที่รวบรวมได้ไปใช้ในการคาดคะเนว่าจะมีอะไร เกิดขึ้น ในเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงบางสิ่งบางอย่างของสถานการณ์นั้น ๆ หรือเป็นคำถามที่ผู้ตอบคาดการณ์

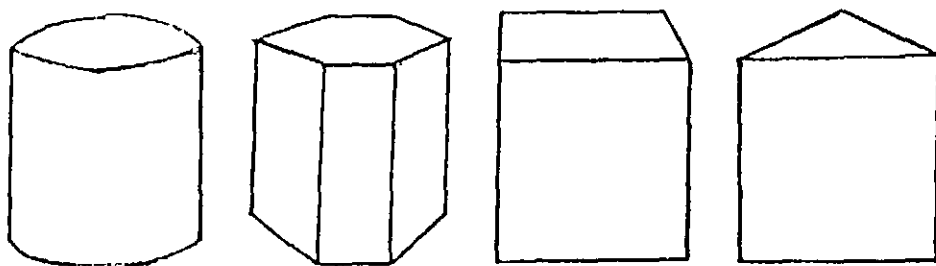
เพื่อย้ายข้อสรุปในชั้นอธิบายให้กว้างขวางออกไปหรือให้ทั้งสมมติฐานจากข้อมูลที่เสนอให้ คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐานมักจะขึ้นต้นประโยคด้วยคำว่า "ถ้า....., เมื่อ....., สมมติว่า....., หาก....., แม่นว่า.....," และลงท้ายประโยคด้วยคำว่า "แล้ว....., จะเกิดอะไรขึ้นและ.....แล้วจะเป็นอย่างไร" ในการพิจารณาว่าคำถามใดเป็นคำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐานใช้เกณฑ์ที่ว่า คำถามนั้นเป็นการพยากรณ์ผลของเหตุหรือไม่ ซึ่งคำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐานจะทำให้เกิดการเรียนรู้วิธีการตั้งสมมติฐานและวิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักการหรือปรากฏการณ์ที่ค้นพบ

คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและการควบคุมตัวแปร

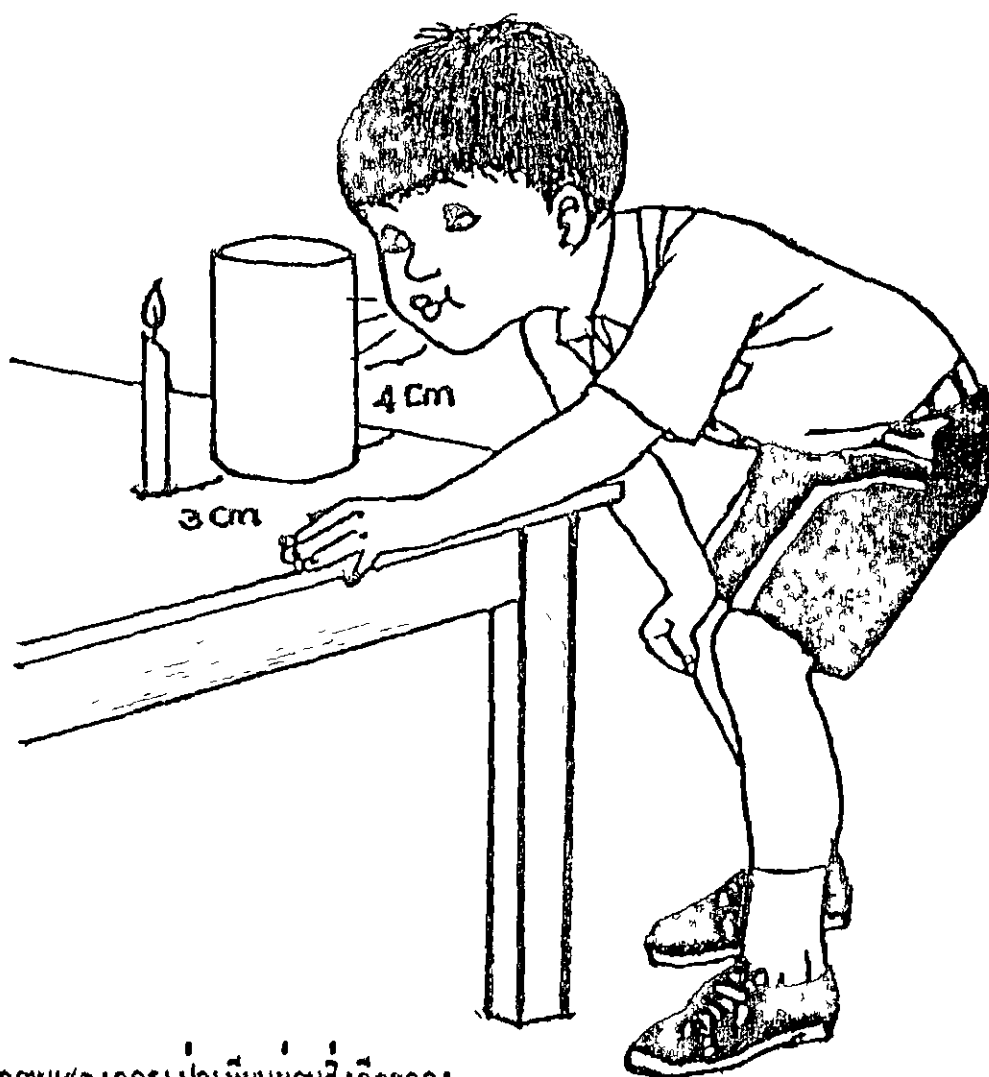
คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและการควบคุมตัวแปรหมายถึง คำถามที่ผู้ตอบจะต้องนำเอากฎเกณฑ์หรือความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ มาใช้ในการวางแผนการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานและมีการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ที่จะมีผลต่อการทดลอง คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและการควบคุมตัวแปรมักจะมีคำเหล่านี้ประกอบหรือเป็นคำถามที่มีความหมายว่า "ให้ออกแบบ ให้ประดิษฐ์หรือสร้าง ให้บอกวิธีทดลอง ให้ระบุวิธี ให้กำหนดตัวแปร จะทำอย่างไร จะทราบได้อย่างไร จะคงจุดบันทึกข้อมูลโดยบาง" ในการพิจารณาว่าคำถามใดเป็นคำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและการควบคุมตัวแปรใช้เกณฑ์ที่ว่า คำถามนั้นให้นำเอาหลักการต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาที่มีอยู่จริงหรือไม่

คำถามนำไปสู่การนำไปใช้

คำถามนำไปสู่การนำไปใช้หมายถึง คำถามที่ผู้ตอบจะต้องนำเอาความรู้หรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในสถานการณ์ใหม่ ๆ เป็นคำถามที่ทำให้เกิดการเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักการอย่างสร้างสรรค์ คำถามนำไปสู่การนำไปใช้มักจะลงท้ายประโยคด้วยคำว่า "ได้อย่างไร ใดหรือไม่ มีประโยชน์อย่างไร อะไรโดยบาง" ในการพิจารณาว่าคำถามใดเป็นคำถามนำไปสู่การนำไปใช้ ใช้เกณฑ์ที่ว่าคำถามนั้นเป็นคำถามที่ให้นำเอาหลักการที่ค้นพบไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือนำไปใช้ประโยชน์ในสถานการณ์ใหม่ ๆ หรือเพื่อการปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่ให้ดีขึ้น



ภาพแสดงสิ่งทึบขวางและค้ำที่เจาะ



ภาพแสดงการเจาะเทียนผ่านสิ่งทึบขวาง

ตัวอย่างคำถามนำไปปฏิบัติการต่าง ๆ

สถานการณ์ที่กำหนด : การเป่าเทียนผ่านสิ่งกีดขวาง

1. กำหนดสิ่งกีดขวางซึ่งมีรูปร่างลักษณะดังแสดงในภาพ จำนวน 1 ชุด 4 ชิ้น
2. วางสิ่งกีดขวางชิ้นหนึ่งบนโต๊ะให้สวนทางสุดของสิ่งกีดขวางอยู่ในแนวตั้ง
ไคฉากกับทิศทางที่จะเป่าและให้ด้านที่หันเข้าหาเป่าอยู่ห่างจากขอบโต๊ะ 4 เซนติเมตร
3. ตั้งเทียนไขไว้ข้างหลังสิ่งกีดขวาง ให้ห่างจากขอบอีกด้านหนึ่งของสิ่งกีดขวาง
3 เซนติเมตร
4. เป่าอย่างแรงผ่านสิ่งกีดขวางนั้น โดยให้ปากอยู่ห่างจากสิ่งกีดขวางประมาณ
4 เซนติเมตร และให้ปากอยู่ในระดับเดียวกับเปลวเทียนแล้วทำการทดลองซ้ำกันอีก 2 ครั้ง
5. เปลี่ยนใช้สิ่งกีดขวางอื่น ๆ อีก 3 ชิ้นที่กำหนดให้ แล้วทำการทดลองตาม
ข้อ 2 - 4

คำถามนำไปสู่การสังเกต

1. สิ่งกีดขวางแต่ละชิ้นมีความสูงประมาณเท่าใด
2. สิ่งกีดขวางแต่ละชิ้นมีความกว้างประมาณเท่าใด
3. ถ้าจะจำแนกสิ่งกีดขวางที่กำหนดให้มา 4 ชิ้นนั้นออกเป็นพวก ๆ จะจำแนกได้กี่พวก
4. เกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกสิ่งกีดขวางมีเกณฑ์อะไรบ้าง
5. ในการเป่าเทียนปากของผู้เป่าจะต้องอยู่ในระดับเดียวกับสิ่งใด
6. เทียนไขที่มีความสูงประมาณเท่าใด
7. สิ่งกีดขวางชิ้นใดบ้างมีความสูงเท่ากัน
8. สิ่งกีดขวางชิ้นใดบ้างที่มีความกว้างเท่ากัน

คำถามนำไปสู่การอธิบาย

1. ทำไมจึงต้องให้ส่วนกว้างที่สุดของสิ่งกีดขวางอยู่ในแนวตั้งฉากกับทิศทางที่จะเป่า
2. ทำไมจึงให้คานาหันเข้าหาผู้เป่าอยู่ห่างจากช่องโตะ 4 เซนติเมตร
3. ทำไมจึงตั้งเทียนให้ห่างจากขอบอีกด้านหนึ่งของสิ่งกีดขวาง 3 เซนติเมตร
4. ทำไมจึงต้องเป่าอย่างแรงผ่านสิ่งกีดขวาง
5. ทำไมจึงให้ปากอยู่ห่างจากสิ่งกีดขวาง 4 เซนติเมตร
6. ทำไมจึงต้องให้ปากอยู่ในระดับเดียวกับเปลวเทียน
7. ทำไมจึงต้องทำการทดลองซ้ำกันถึง 3 ครั้งกับสิ่งกีดขวางแต่ละชิ้น
8. สิ่งกีดขวางชิ้นใดบ้างที่ทำให้เทียนดับและสิ่งกีดขวางชิ้นใดบ้างที่ไม่ทำให้เทียนดับ
9. เพราะเหตุใดสิ่งกีดขวางบางชิ้นทำให้เทียนดับแต่สิ่งกีดขวางบางชิ้นไม่ทำให้เทียนดับ
10. เราจะอธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างรูปร่างของสิ่งกีดขวางที่มากันดกกับ

การค้นพบของเทียนไขว่าอย่างไร

11. สาเหตุใดบ้างที่ทำให้ผลการทดลองแต่ละกลุ่มแตกต่างกันได้

คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน

1. ถ้าทำการทดลองเป่าเทียนผ่านสิ่งกีดขวางในสภาพการณ์ต่างกันแล้วผลที่ออกมาจะเหมือนกันหรือไม่
2. ถ้าสิ่งกีดขวางมีรูปร่างเหมือนกันจะมีผลต่อการค้ำของเทียนเหมือนกันหรือไม่
3. ถ้าสิ่งกีดขวางมีขนาดเท่ากันจะมีผลต่อการค้ำของเทียนเหมือนกันหรือไม่
4. ถ้าสิ่งกีดขวางมีขนาดเล็กแล้วจะมีผลทำให้เทียนค้ำจริงหรือไม่
5. ถ้าสิ่งกีดขวางมีขนาดใหญ่แล้วจะมีผลทำให้เทียนค้ำจริงหรือไม่
6. สิ่งกีดขวางรูปเหลี่ยมมีขนาดเท่าๆ กันจะไม่ทำให้เทียนค้ำแต่สิ่งกีดขวางรูปทรงระบอทุกขนาดจะทำให้เทียนค้ำจริงหรือไม่
7. เฉพาะสิ่งกีดขวางหกเหลี่ยมขนาดเล็กทำให้เทียนค้ำแต่สิ่งกีดขวางรูปเหลี่ยมอื่น ๆ ที่มีขนาดเดียวกันจะไม่ทำให้เทียนค้ำจริงหรือไม่
8. สิ่งกีดขวางรูปทรงระบอทุกขนาดจะไม่ทำให้เทียนค้ำจริงหรือไม่
9. สิ่งกีดขวางรูปทรงเดียวกันถ้าวางห่างจากเทียนไขในระยะต่างกันจะมีผลต่อการค้ำของเทียนเหมือนกันหรือไม่
10. ขนาดของเทียนไขมีผลต่อการค้ำของเทียนหรือไม่
11. ถ้าสิ่งกีดขวางมีความสูงเท่ากันแล้วจะมีผลทำให้เทียนค้ำเหมือนกันจริงหรือไม่
12. ถ้าสิ่งกีดขวางมีความสูงเท่ากันแล้วจะมีผลต่อการค้ำของเทียนต่างกันจริงหรือไม่
13. นักเรียนคิดว่าถ้าจะเขียนรูปแบบแสดงทิศทางของลมที่เป่าผ่านสิ่งกีดขวางแต่ละชิ้นรูปนั้นจะเป็นอย่างไร

คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและการควบคุมตัวแปร

1. เราจะยึดเทียนไขให้ติดกับโต๊ะอย่างไรจึงจะไม่ทำให้มันเอนไป
2. การเป่าเทียนผ่านสิ่งกีดขวางแต่ละครั้งจะต้องเป่าให้แรงเท่ากันเสมอไปหรือไม่
3. ปากจะต้องอยู่ห่างจากสิ่งกีดขวาง 4 เซนติเมตรเสมอไปหรือไม่
4. ในการเป่าเทียนผ่านสิ่งกีดขวางแต่ละชิ้นควรจะให้คนเดียวเป่าทั้งสามครั้งหรือให้หลายคนละครั้งต่อวัตถุ 1 ชิ้น

5. ในการทดลองเป่าเทียนผ่านสิ่งกีดขวางจะเลือกทดลองในสถานการณ์อย่างไร
จึงจะทำให้ได้ผลสรุปที่ดี

6. ในการทดลองเพื่อจะทดสอบสมมติฐานที่ว่า "รูปร่างและขนาดของสิ่งกีดขวางมีผล
ต่อการค้ำของเทียนหรือไม่" นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไร

- 6.1 จะกำหนดอุปกรณ์อะไรบ้าง อย่างไร
- 6.2 จะกำหนดอะไรให้เหมือนกันบ้าง
- 6.3 จะกำหนดอะไรให้ต่างกันบ้าง
- 6.4 จะคงติดตามดูอะไรจากการทำการทดลอง
- 6.5 จะออกแบบบันทึกผลการทดลองอย่างไร
- 6.6 วิธีการในการทดลองมีขั้นตอนอย่างไร
- 6.7 จะคงระมัดระวังเรื่องใดบ้างในการทำการทดลอง

คำถามนำไปสู่การนำไปใช้

1. ถ้าเราไม่มีสิ่งกีดขวางที่ทำจากวัสดุตามที่กำหนดเราจะใช้อะไรมาทำการทดลองแทน
แล้วได้ผลออกมาเหมือนกันไหม

2. จากการทดลองถ้าเราพบว่า สมมติฐานที่เราตั้งขึ้นที่ผ่านนิวโค้งของวัตถุได้ นักเรียน
คิดว่าเราจะนำเอาหลักการนี้ไปใช้ประโยชน์ในด้านใดบ้างและจะนำไปสร้างอุปกรณ์หรือเครื่องมือ
เครื่องใช้อะไรได้บ้าง

3. ถ้าเราจะออกแบบวัสดุเพื่อใช้กันลม เราจะออกแบบได้อย่างไรบ้าง

4. นักเรียนคิดว่าโรงเรียนที่อยู่ในบริเวณทะเลทรายควรมีแบบการก่อสร้างอย่างไร



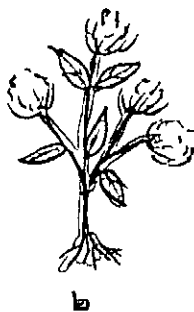
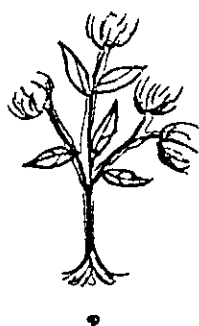
ตัวอย่างการตั้งคำถาม

บทที่ 1

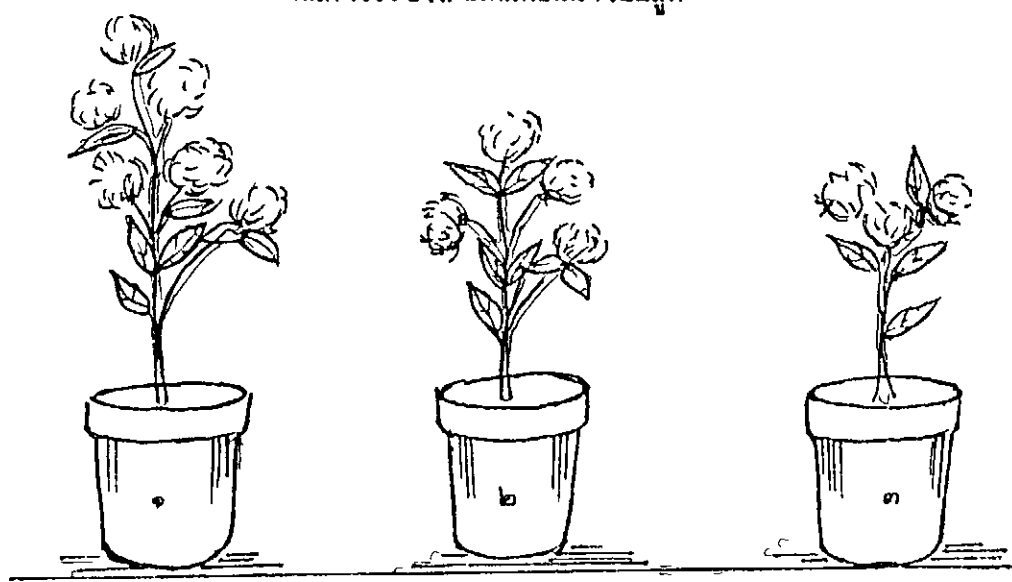
สิ่งแวดล้อมมีผลต่อพืชอย่างไร

ตัวอย่างสถานการณ์ที่กำหนด

นำต้นดาวเรือง ลักษณะและขนาดเท่ากันมา ๓ ต้น ปลูกลงในกระถางที่เท่ากัน ๓ ใบ
เมื่อเวลาผ่านไป ๒ สัปดาห์ การเจริญเติบโตของต้นดาวเรืองเป็นดังภาพ



ต้นดาวเรืองสามต้นก่อนนำไปปลูก



การเจริญเติบโตของต้นดาวเรืองเมื่อเวลาผ่านไป ๒ สัปดาห์

ตัวอย่างคำสั่งให้ตั้งคำถามจากสถานการณ์กำหนด

คำสั่ง จงตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด

○ คำถามนำไปสู่การสังเกต

.....

○ คำถามนำไปสู่การอธิบาย

.....

○ คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน

.....

○ คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร

.....

○ คำถามนำไปสู่การนำไปใช้

.....

ตัวอย่างการตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด

○ คำถามนำไปสู่การสังเกต

1. ก่อนการปลูก ต้นดาวเรืองมีลักษณะอย่างไร
2. หลังการปลูก ต้นดาวเรืองมีลักษณะอย่างไร
3. เมื่อครบ 2 สัปดาห์ ต้นดาวเรืองมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

○ คำถามนำไปสู่การอธิบาย

1. ลักษณะที่แตกต่างกันของต้นดาวเรืองมีสาเหตุมาจากสิ่งใดบ้าง
2. การเจริญเติบโตของต้นดาวเรืองสัมพันธ์กับสิ่งใดบ้าง
3. ทำไมต้นดาวเรืองที่ปลูกในกระถาง 1 จึงเจริญเติบโตดีกว่ากระถางอื่น ๆ

○ คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน

1. ถ้ามีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นดาวเรืองจริงหรือไม่
2. ถ้ามีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นดาวเรืองจริงหรือไม่
3. ถ้ามีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นดาวเรืองจริงหรือไม่
4. แสดงเหตุผลต่อการเจริญเติบโตของต้นดาวเรืองจริงหรือไม่

○ คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและการควบคุมตัวแปร

1. ในการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่าน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้น

ดาวเรือง เราจะออกแบบการทดลองอย่างไร

- 1.1 จะใช้ปุ๋ยอะไรบ้าง
- 1.2 ปุ๋ยแต่ละอย่างมีจำนวนอย่างละเท่าไร
- 1.3 วิธีการทดลองมีขั้นตอนอย่างไร
- 1.4 จะกำหนดอะไรให้เหมือนกันบ้าง

1.5 จะกำหนดอะไรให้แตกต่างกันบ้าง

1.6 สิ่งที่เราจะต้องติดตามดู มีอะไรบ้าง

0 คำถามนำไปสู่การนำไปใช้

1. เราจะนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์อย่างไร
2. ถ้าจะปลูกต้นดาวเรืองให้มีดอกขนาดใหญ่ เราควรจะทำอย่างไร
3. ถ้าจะปลูกต้นดาวเรืองให้มีดอกออกมาเป็นหลาย ๆ สี เราจะทำอย่างไร
4. ถ้าจะปลูกต้นดาวเรืองให้มีใบใหญ่เป็นพุ่มสวยงาม เราจะทำอย่างไร

แบบฝึกหัดทักษะการตั้งคำถาม

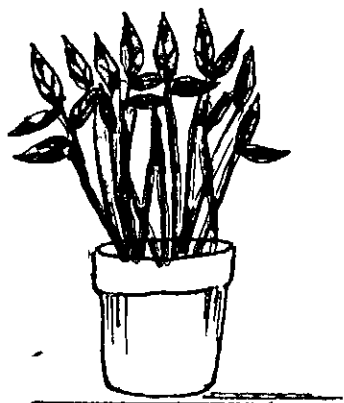
ชุดที่ ๑

สังเกตและจดบันทึกข้อสงสัย

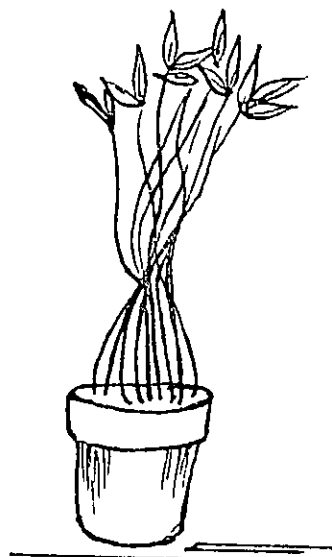
สถานการณ์กำหนดเพื่อการฝึกตั้งคำถาม

1. แซ่เมล็ดถั่วเขียวจำนวน 140 เมล็ดในน้ำตึงไว้ 1 คืน
 2. นำกระป๋องนมขนาดเดียวกัน 4 ใบ บรรจุดินชนิดและขนาดเดียวกันประมาณ $\frac{4}{5}$ ของกระป๋อง รดน้ำกระป๋องละ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 3. นำเมล็ดถั่วเขียวที่แช่น้ำไว้ 1 คืน มาปลูกลงในกระป๋องทั้งสี่โดยเว้นระยะให้เท่าเท่ากัน สามกระป๋องแรกปลูกกระป๋องละ 20 เมล็ด ที่เหลือทั้งหมดปลูกในกระป๋องที่ 4 ทิศหมายเลข 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ เวลาปลูกถั่วให้ใช้ดินกลบเมล็ดหนาประมาณ 1 เซนติเมตร
 4. เก็บกระป๋องที่ 2 ไว้ในตู้มืด นอกนั้นตั้งไว้ในที่ ๆ มีแสงแดดส่องถึง
 5. กระป๋องที่ 3 ไม่มีการรดน้ำ เวลาน้ำรดน้ำกระป๋องละ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ทุกวันเป็นเวลา 12 วัน ทนถั่วแต่ละกระป๋องเป็นคั้งภาพ

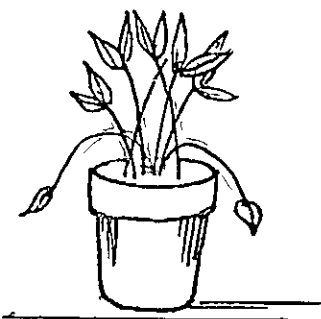
สถานการณ์กำหนดเพื่อฝึกทักษะการตั้งคำถาม



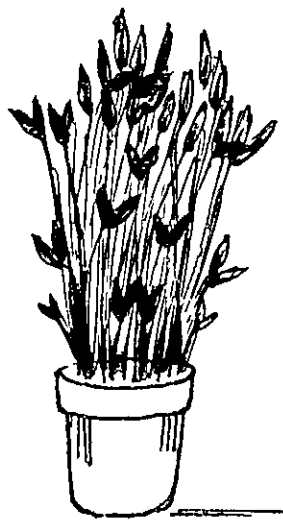
กระถางที่ ๑



กระถางที่ ๒



กระถางที่ ๓



กระถางที่ ๔

คำสั่ง จงตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด

๐ คำถามไปสู่การสังเกต

.....

๐ คำถามไปสู่การอธิบาย

.....

๐ คำถามไปสู่การตั้งสมมติฐาน

.....

๐ คำถามไปสู่การออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร

.....

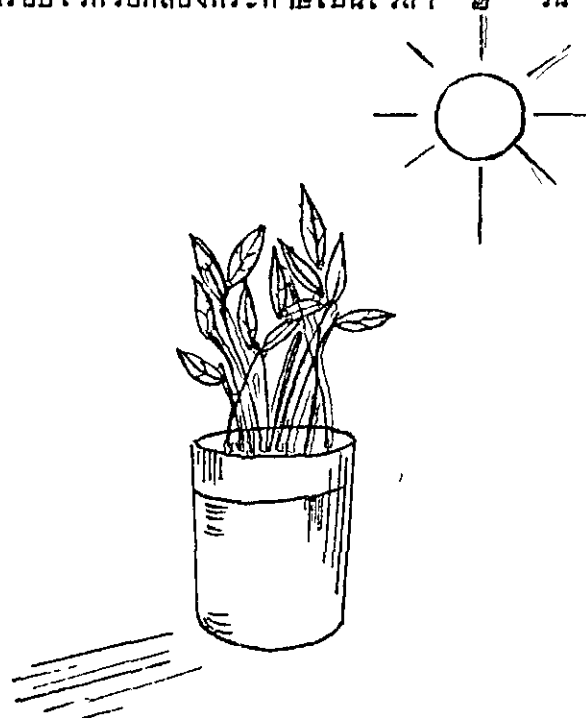
๐ คำถามไปสู่การนำไปใช้

.....

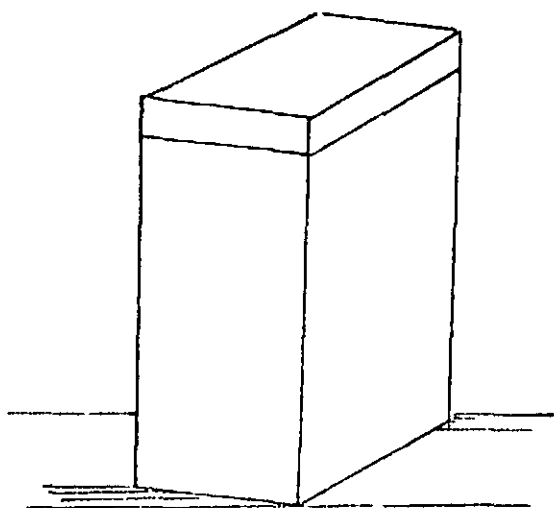
ตัวอย่างการตั้งคำถาม
 ชุดที่ 2
 การสร้างอาหารของพืช

ตัวอย่างสถานการณ์ที่กำหนด

ต้นถั่ว ๒ กระถาง - กระถางหนึ่งตั้งในที่โล่งแดดส่องถึง ส่วนอีกกระถางหนึ่งถูก
ครอบไว้ด้วยกล่องกระดาษเป็นเวลา ๒ วัน นาใบถั่วจากแต่ละกระถางมาทำการทดสอบแบ่ง



กระถางต้นถั่วในที่โล่ง



กระถางต้นถั่วในกล่องกระดาษ

ตัวอย่างคำสั่งให้ตั้งคำถามจากสถานการณ์กำหนด

คำสั่ง จงตั้งคำถามจากสถานการณ์กำหนด

○ คำถามนำไปสู่การสังเกต

.....

.....

.....

○ คำถามนำไปสู่การอธิบาย

.....

.....

.....

○ คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน

.....

.....

.....

○ คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร

.....

.....

.....

○ คำถามนำไปสู่การนำไปใช้

.....

.....

.....

ตัวอย่างการตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด

๐ คำถามนำไปสู่การสังเกต

1. คนถั่ว 2 กระถาง มีอะไรเหมือนกันบ้าง
2. คนถั่ว 2 กระถาง มีอะไรแตกต่างกันบ้าง
3. คนถั่วแต่ละกระถางมีลักษณะอย่างไร
4. ในการทดสอบแบ่งใบไม้ถั่วแต่ละกระถางมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

๐ คำถามนำไปสู่การอธิบาย

1. ทำไมจึงตั้งกระถางหนึ่งไว้ในที่โล่ง ส่วนอีกกระถางหนึ่งครอบไว้ด้วย

กล่องกระดาษ

2. ทำไมจึงต้องการทดสอบแบ่ง
3. แบ่งในต้นพืชเกิดขึ้นมาได้อย่างไร
4. อะไรที่เป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงของใบไม้

๐ คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน

1. นอกจากใบไม้แล้ว ถ้าจะนำส่วนอื่นของพืชมาทดสอบแบ่งจะโตหรือไม่
2. ถ้าคนถั่วทั้งสองคนอยู่ในลักษณะเดียวกันผลการทดสอบจะเหมือนกันหรือไม่
3. การทดสอบใบไม้แต่ละกระถางจะให้ผลเช่นเดียวกันหรือไม่

๐ คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร

1. การนำใบไม้มาทดสอบแบ่ง จะทำได้อย่างไร
2. จะใช้สารเคมีใดในการทดสอบแบ่ง
3. ในการนำส่วนอื่นของพืชมาทดสอบแบ่ง เราจะมีวิธีการทดสอบอย่างไร

จะใช้อุปกรณ์ เครื่องมือ และสารเคมีอะไรบ้าง อย่างไร และใช้อย่างไร

4. จะออกแบบการทดสอบอย่างไรจึงจะทราบว่า ส่วนใดของพืชเก็บสะสมแป้ง

0 คำถามนำไปสู่การนำไปใช้

1. เราจะนำส่วนอื่น ๆ ของพืชมาทำการทดสอบแป้งได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
2. พืชมีการสะสมแป้งไว้ที่ใดบ้าง ยกตัวอย่าง
3. ในการปลูกต้นมะม่วงเพื่อให้ต้นมะม่วงสร้างอาหารได้เราควรจะทำปฏิบัติ

อย่างไรบ้าง

แบบฝึกทักษะการตั้งคำถาม
ชุดที่ 2
การสร้างอาคารของพืช

แบบฝึกทักษะการตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด

สถานการณ์ที่กำหนด

1. แห่เมล็ดถั่วเขียว จำนวน 20 เมล็ด ในน้ำทิ้งไว้ 1 คืน
2. บรรจุดินในกระป๋องเมเปิ้ลหนึ่งประมาณ $\frac{4}{5}$ ของกระป๋อง
3. นำเมล็ดถั่วเขียวที่แช่น้ำไว้ 1 คืน ปลูกลงในกระป๋องโดยเว้นระยะให้เท่า ๆ กัน
จากนั้นกลบควยดินหนาประมาณ 1 เซนติเมตร
4. ตั้งกระป๋องไว้ในที่ ๆ มีแสงส่องถึงนาน 12 วัน แล้วจึงนำไปเก็บไว้ในตู้มืด
เป็นเวลา 1 วัน แล้วนำออกมาจากตู้มืด เคาะเบาๆ สำหรับไต่ห้อยลง 2 ใบ
5. ใช้กระดาษขนาด 4 เซนติเมตร x 10 เซนติเมตร หุ้มใบแก้วในกระป๋อง
ไว้ 2 ใบ โดยใช้เชือกเย็บกระดาษเย็บให้มิดชิด ผูกกระป๋องไปตั้งไว้ในที่แดด เป็นเวลาประมาณ
3 ชั่วโมง
6. เคาะใบแก้วที่หุ้มด้วยกระดาษ และใบแก้วที่ถูกแสงมาอย่างละ 2 ใบ
7. นำใบแก้วจากข้อ 4 และข้อ 6 มาทดสอบแบ่ง
8. รินน้ำแบ่ง 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก แล้วหยดสาร
ละลายไอโอดีน 2 หยด ลงในน้ำแบ่ง

ขั้นตอนการนำกำหนดเพื่อฝึกทักษะการตั้งคำถาม



น้ำเปล่า

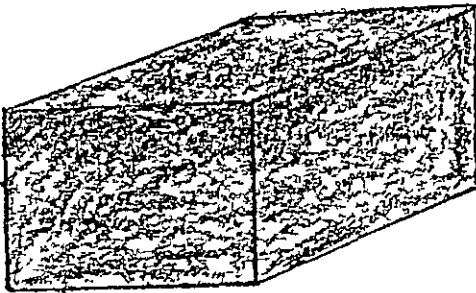
+



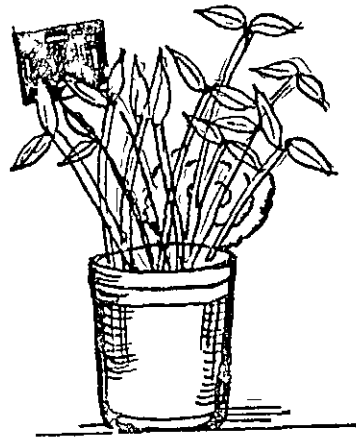
สารละลายไอโอดีน



สารละลาย
ไอโอดีนหยด
ในน้ำเปล่า



โฟม



แสดงการใช้กระดาษทึบใบดำ



ใบดำที่เก็บไว้ในโฟม



ใบดำจากกระดาษที่วางไว้ให้ถูกแสงแดด



ใบดำจากกระดาษในส่วนที่หุ้มด้วยกระดาษสีเทา

คำสั่ง จงตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด

๐ คำถามนำไปสู่การสังเกต

.....

๐ คำถามนำไปสู่การอธิบาย

.....

๐ คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน

.....

๐ คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและความควบคุมตัวแปร

.....

๐ คำถามนำไปสู่การนำไปใช้

.....

ตัวอย่างการตั้งคำถาม

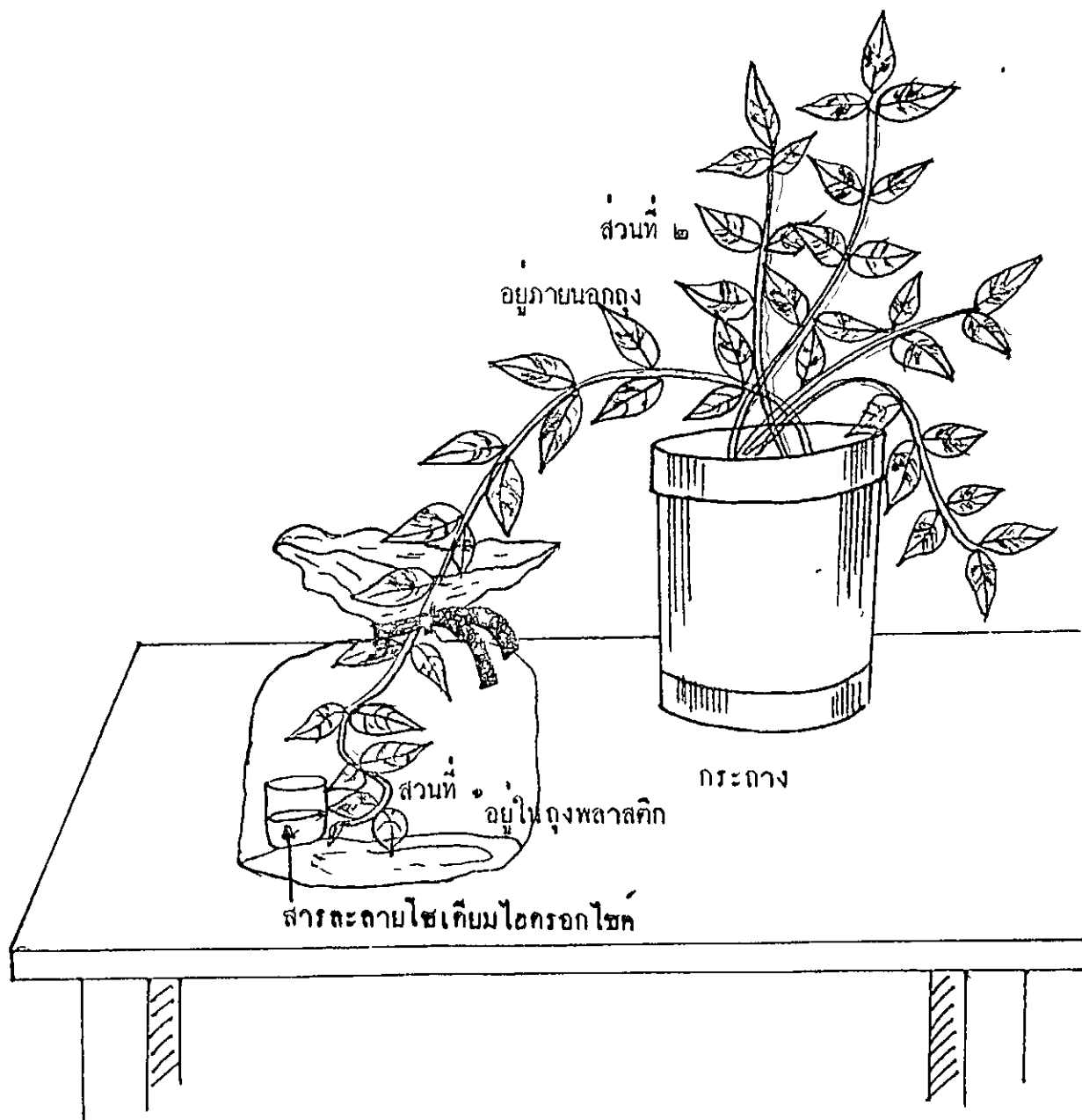
รูปที่ 3

สิ่งจำเป็นในการสังเคราะห์แสง

ตัวอย่างสถานการณ์ที่กำหนด

๑. นำต้นพริกขี้หนูมากระถางหนึ่ง ตั้งไว้ในบริเวณที่มีแสงแดดส่องถึง ส่วนหนึ่งของต้นพริกขี้หนูควมดงพลาสติกลงปากถาดด้วยเชือก ภายในถาดมีกล่องบรรจุสารละลายไฮโดรอกไซด์ ความเข้มข้น ๕๐% ประมาณ ๒๐ ลูกบาศก์เซนติเมตร วางอยู่

๒. เก็บใบพริกขี้หนูจากส่วนที่ ๑ และส่วนที่ ๒ ไปทดสอบแป้ง



ตัวอย่างคำสั่งให้ตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด

คำสั่ง จงตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด

○ คำถามนำไปสู่การสังเกต

.....

.....

.....

○ คำถามนำไปสู่การอธิบาย

.....

.....

.....

○ คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน

.....

.....

.....

○ คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร

.....

.....

.....

○ คำถามนำไปสู่การนำไปใช้

.....

.....

.....

ตัวอย่างการตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด

○ คำถามนำไปสู่การสังเกต

1. ใบพลูคางในส่วนที่ 1 และใบพลูคางในส่วนที่ 2 มีลักษณะอย่างไร
2. ใบพลูคางในส่วนที่ 1 และใบพลูคางในส่วนที่ 2 มีสิ่งแวคล้อมใต้ที่เหมือนกันบ้าง และมีสิ่งแวคล้อมใต้ที่ต่างกัน

3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ มีลักษณะอย่างไร
4. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

○ คำถามนำไปสู่การอธิบาย

1. ทำไมจึงวางสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในถุงพลาสติกที่หุ้มใบพลูคาง
2. ทำไมจึงต้องทดสอบแบ่งในใบพลูคาง
3. ใบพลูคางที่ไม่แป้ง มีสาเหตุมาจากอะไร ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น
4. ใบพลูคางในส่วนที่ 1 และส่วนที่ 2 ใหญ่ผลการทดลองอย่างไร

○ คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน

1. ใบพลูคางในส่วนที่ 1 สร้างอาหารได้หรือไม่
2. ใบพลูคางในส่วนที่ 2 สร้างอาหารได้หรือไม่
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ทำให้พืชสร้างอาหารได้จริงหรือไม่
4. ถ้าไม่มีสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์อยู่ในถุง ใบพลูคางสร้างอาหารได้หรือไม่

○ คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและความควบคุมตัวแปร

1. จะทำการทดลองอย่างไร เพื่อทดสอบว่า ใบพลูคางมีการสร้างอาหาร
2. จะกำหนดให้อะไรเหมือนกันบ้าง และกำหนดให้อะไรต่างกันบ้าง

3. วิธีการในการทดสอบแบ่งจะตองทาอย่างไร
4. ในการทดสอบคุณสมบัติของสารละลายไฮโดรเจนไฮดรอกไซด์ จะออกแบบการทดลองอย่างไร
5. จะทำการทดสอบอย่างไรจึงจะทราบว่า ไบพลูค่างในส่วนที่ 2 มีการสร้างอาหารหรือไม่

o คำถามนำไปสู่การนำไปใช้

1. นักเรียนคิดว่าไบพลูค่างใดบ้างที่นำมาทดสอบแล้วจะให้ผลเหมือนไบพลูค่างส่วนที่ 1
2. ไบพลูค่างในส่วนที่ 1 มีโอกาสที่จะให้ผลเหมือนกับไบพลูค่างในส่วนที่ 2 หรือไม่ มีวิธีการอย่างไร
3. ถ้านาไบขบอาจมาทดสอบเช่นเดียวกันกับไบพลูค่าง ผลจะเป็นอย่างไร

แบบฝึกทักษะการตั้งคำถาม

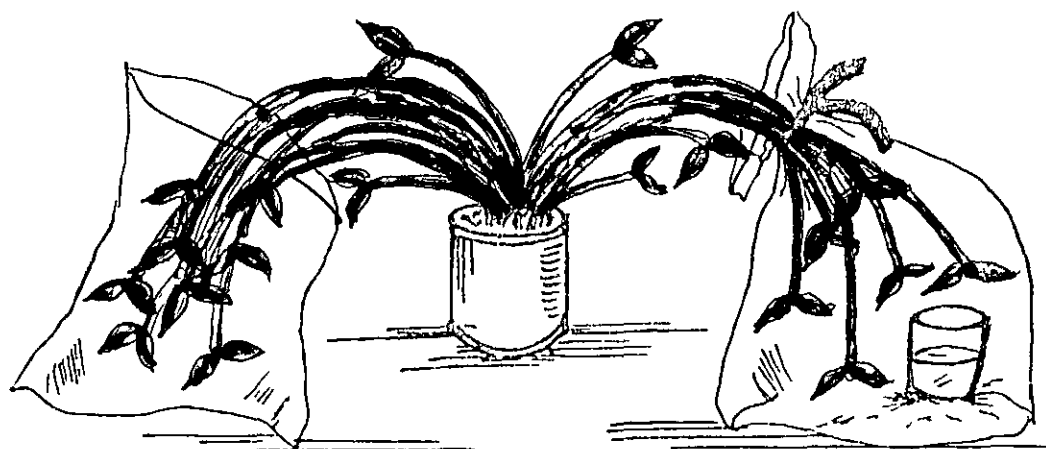
ชุดที่ 3

สิ่งจำเป็นในการสังเคราะห์แสง

สถานการณ์ที่กำหนดเพื่อฝึกทักษะการตั้งคำถาม

๑. แขนเมลิคิ้วเขียว จำนวน ๒๐ เมล็ด ในน้ำทิ้งไว้ ๑ คืน
๒. นำกระถางมาใบหนึ่งบรรจุดินประมาณ $\frac{5}{6}$ ของกระถาง
๓. นำเมล็ดถั่วที่แช่น้ำไว้ ๑ คืน มาปลูกลงในกระถาง โดยเว้นระยะให้เท่าๆ กัน ใช้ดินกลบเมล็ดหน้าประมาณ ๑ เซนติเมตร ตั้งกระถางไว้ในที่ๆ มีแสงแดดส่องถึงเป็นเวลา ๑๒ วัน รกน้ำทุกวัน
๔. เก็บกระถางไว้ในตู้มืด ๑ คืน
๕. เทสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์(โซดาไฟ) เข้มข้น ๕๐% ประมาณ ๒๐ ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในกล่องพลาสติกเบอร์ ๑ แล้ววางลงในถุงพลาสติก โนม์คันทั่วครึ่งหนึ่งลงไป ใช้เชือกเส้นเล็กมัดปากถุง กังรูป ระวังอย่าให้ลำต้นหัก
๖. โนม์คันทั่วที่เหลือลงในถุงพลาสติกอีกใบหนึ่ง แต่ไม่มัดปากถุง กังรูป
๗. เปิดปากถุงเก็บใบที่อยู่เหนือสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และที่อยู่ในถุง เปิดมาอย่างละ ๒ ใบ ท้าเครื่องหมายว่า ชักมาจากถุงใด
๘. นำใบไปคั้นน้ำเคือกครึ่งนาที แล้วใช้อัลกอฮอล์สกัดสารสีเขียว เมื่อล้างอัลกอฮอล์ออกจากใบแล้ว จึงทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีน

ภาพแสดงการหมักคันทั่วด้วยถุงพลาสติก



คำสั่ง จงตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด

๐ คำถามนำไปสู่การสังเกต

.....

๐ คำถามนำไปสู่การอธิบาย

.....

๐ คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน

.....

๐ คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองจะควบคุมตัวแปร

.....

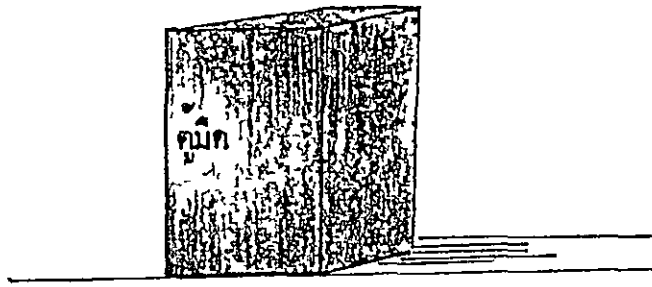
๐ คำถามนำไปสู่การนำไปใช้

.....

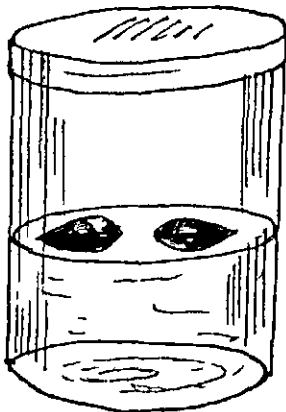
ตัวอย่างการตั้งคำถาม
ชุดที่ 4
พืชเปลี่ยนแปลงจากสารใด

ตัวอย่างสถานการณ์ที่กำหนด

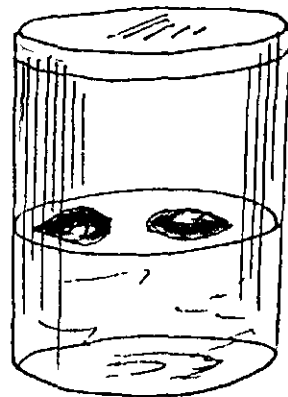
นากระถางต้นถั่วที่มีการเจริญเติบโตใส่ไว้ในตู้มืด ๑ วัน จากนั้นเก็บใบถั่วที่เก็บไว้ในตู้มืด ๑ วัน จำนวน ๔ ใบ รุ่มลงในกล่องพลาสติกที่มีสารละลาย ก จำนวน ๒ ใบ และรุ่มลงในกล่องพลาสติกที่มีสารละลาย ข จำนวน ๒ ใบ โดยให้คานทองใบแต่ละใบแตะกับสารละลาย เก็บกล่องทั้งสองไว้ในตู้มืด ๓ วัน จากนั้นจึงนำใบถั่วในกล่องทั้งสองมาทดสอบแป้ง



ใบถั่วจำนวน ๔ ใบจากตู้มืด



สารละลาย ก



สารละลาย ข

ตัวอย่างคำสั่งให้ตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด

คำสั่ง จงตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด

○ คำถามนำไปสู่การสังเกต

.....
.....
.....

○ คำถามนำไปสู่การอธิบาย

.....
.....
.....

○ คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน

.....
.....
.....

○ คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร

.....
.....
.....

○ คำถามนำไปสู่การนำไปใช้

.....
.....
.....

ตัวอย่างการตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด

○ คำถามนำไปสู่การสังเกต

1. ใบถั่วที่นำมาทดลอง มีลักษณะอย่างไร
2. สารละลาย ก และสารละลาย ข มีลักษณะอย่างไร

○ คำถามนำไปสู่การอธิบาย

1. ทำไมจึงเกิดใบถั่วที่งอไว้ในตู้มืดมาจากการทดลอง
2. ถ้าจะตัดใบถั่วที่ไม่ได้งอไว้ในตู้มืดมาทดลองจะให้ผลเหมือนกันหรือไม่

เพราะเหตุใด

3. เพราะเหตุใด ในเวลากลางคืนเมื่อนำใบพืชมาทดสอบจึงไม่พบแป้ง
4. เพราะเหตุใด จึงต้องเอาแกนหลัใบและสารละลายแทนการเอาน้ำใบ
5. ทำไมต้องปิดปากลองและเก็บไว้ในที่มืดด้วย

○ คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน

1. ในการทดลอง ถ้าใช้แกนหลัใบพืชและสารละลายกับใช้แกนท้องใบและสารละลาย จะได้ผลเหมือนกันหรือไม่
2. ในการทดลองถ้าวางกลองทั้งสองไว้ให้ถูกแสงแดด จะให้ผลเหมือนกันหรือไม่
3. ถ้าสมมุติว่าเราจะนำใบถั่วจากตู้มืดนำไปแช่ในสารละลายชนิดอื่นแล้วจะให้ผลเหมือนกับสารละลาย ก และสารละลาย ข หรือไม่

○ คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและการควบคุมตัวแปร

1. จะออกแบบการทดลองอย่างไรว่า ถ้าใช้แกนหลัใบพืชและสารละลายกับใช้แกนท้องใบและกับสารละลายจะให้ผลเหมือนกันหรือไม่
2. จะออกแบบการทดลองอย่างไร เพื่อทดสอบว่า ถ้าวางกลองทั้งสองไว้ให้ถูกแสงแล้วผลจะเหมือนกันหรือไม่

3. ในการทดลองว่า ไม้จิ้มจุกที่นำไปใช้ในสารละลายชนิดอื่น ๆ จะให้ผลเหมือนกับสารละลาย ข หรือไม จะออกแบบการทดลองอย่างไร

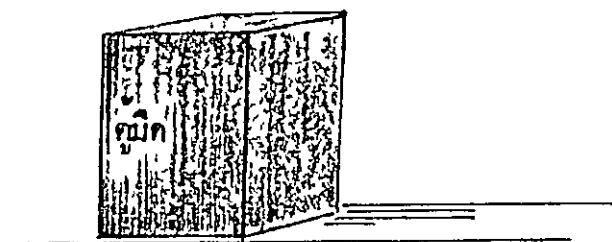
o คำถามนำไปสู่การนำไปใช้

1. ถ้าจะทดลองว่า แป้งในใบผักกูดที่เก็บไว้ในตู้มืด 2 คืน เปลี่ยนมาจากสารละลายชนิดอื่นได้หรือไม่ จะมีวิธีทำอย่างไร
2. ในการทดลอง จะทำการทดลองเพียงกลองเดียวได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

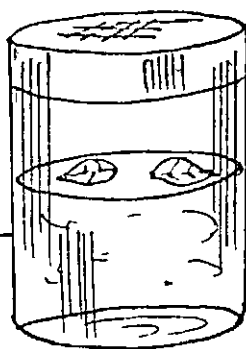
แบบฝึกหัดการตั้งคาถา
ชุดที่ 4
พืชเปลี่ยนแปลงจากสารใด

สถานการณ์ที่กำหนดเพื่อฝึกทักษะการตั้งคำถาม

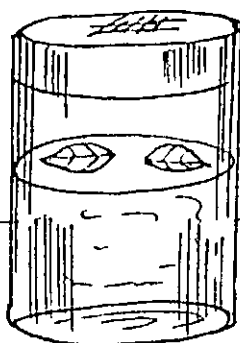
๑. นำต้นถั่วที่ปลูกไว้ไปเก็บในตุ้มก • คืน
๒. นำกลองพลาสติกเบอร์ • จำนวน ๒ ใบ เทสารละลายกลูโคส ๕% ลงในกลองใบแรกในปริมาณ ๑๕ ลูกบาศก์เซนติเมตร อีกใบหนึ่งใส่น้ำในปริมาณ ๑๕ ลูกบาศก์เซนติเมตร
๓. เก็บใบถั่ว ๔ ใบ ตักโคนใบออกจุ่มลงในกลองพลาสติกทั้งสองละ ๒ ใบ โดยให้ด้านท้องใบซึ่งมีสีอ่อนกว่าด้านหลังใบแตะกับสารละลาย
๔. ปักปากกลองให้สนิททิ้งไว้ในตุ้มก ๓ วัน แล้วนำใบถั่วในกลองทั้งสองมาทดสอบแป้ง



ใบถั่วจำนวน ๔ ใบจากตุ้มก



สารละลายกลูโคส



น้ำ

คำสั่ง จงตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด

๐ คำถามนำไปสู่การสังเกต

.....

๐ คำถามนำไปสู่การอธิบาย

.....

๐ คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน

.....

๐ คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร

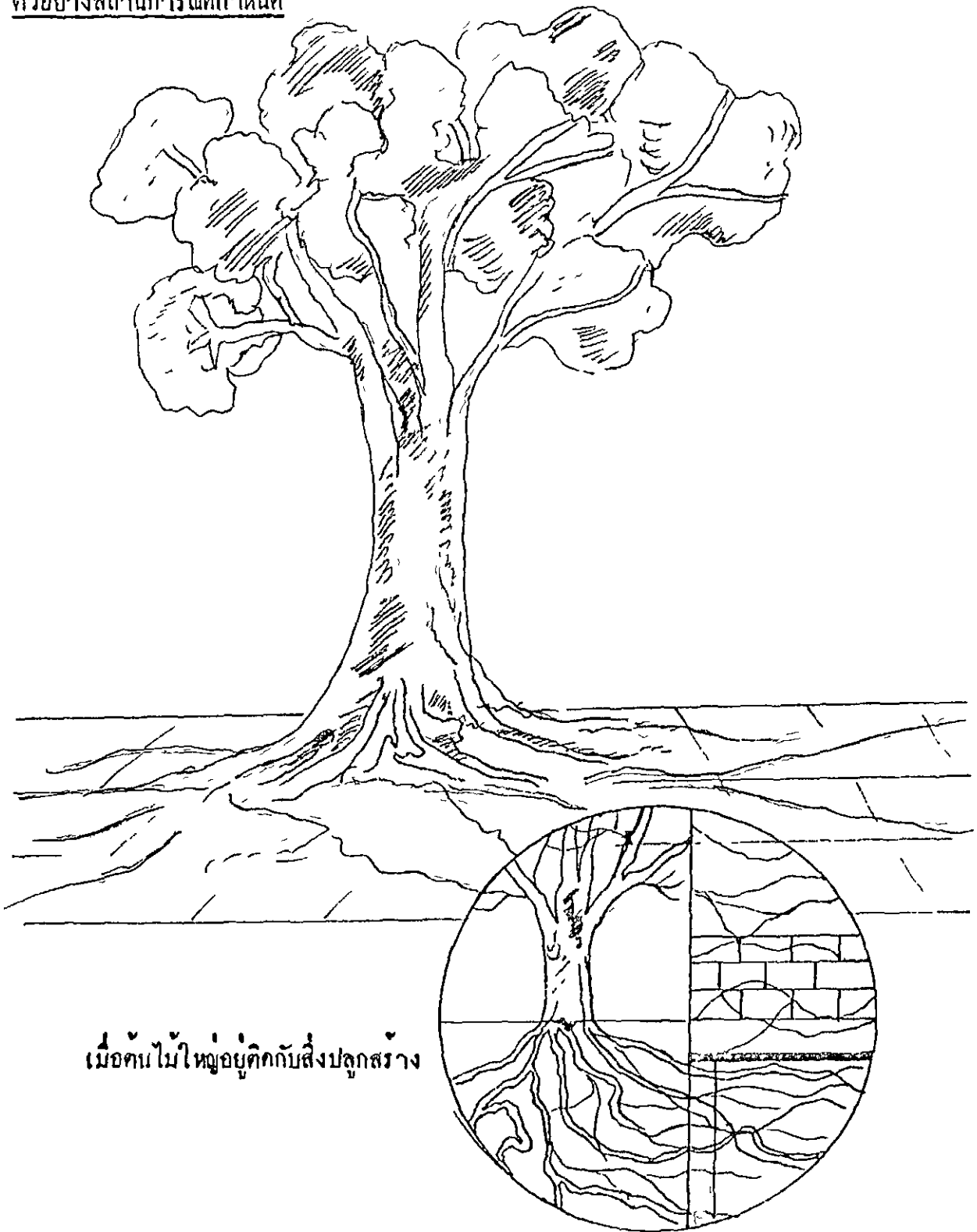
.....

๐ คำถามนำไปสู่การนำไปใช้

.....

ตัวอย่างการตั้งคำถาม
ชุดที่ 5
จะมีพลังงานหรือไม่

ตัวอย่างสถานการณ์ที่กำหนด



เมื่อต้นไม้ใหญ่อยู่ติดกับสิ่งปลูกสร้าง

ตัวอย่างคำสั่งให้ตั้งคำถามจากสถานการณ์กำหนด

คำสั่ง จงตั้งคำถามจากสถานการณ์กำหนด

○ คำถามนำไปสู่การสังเกต

.....

.....

.....

○ คำถามนำไปสู่การอธิบาย

.....

.....

.....

○ คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน

.....

.....

.....

○ คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร

.....

.....

.....

○ คำถามนำไปสู่การนำไปใช้

.....

.....

.....

ตัวอย่างการตั้งคำถามจากสถานการณ์กำหนด

๐ คำถามนำไปสู่การสังเกต

1. จากสถานการณ์กำหนด นักเรียนสังเกตเห็นอะไรบ้าง
2. ลักษณะของพื้นที่นั้นเป็นอย่างไร

๐ คำถามนำไปสู่การอธิบาย

1. รอยราวของพื้นที่นั้นมาเหตุมานะจากอะไรบ้าง
2. รอยราวของพื้นที่นั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร

๐ คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน

1. พื้นที่นั้นจะคงอยู่ในสภาพเช่นนี้ตลอดไปหรือไม่
2. ถ้าคนไม่มีการเจริญเติบโตขึ้นพื้นที่นั้นจะเป็นอย่างไร
3. ถ้าคนไม่ตาย พื้นที่นั้นจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร

๐ คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร

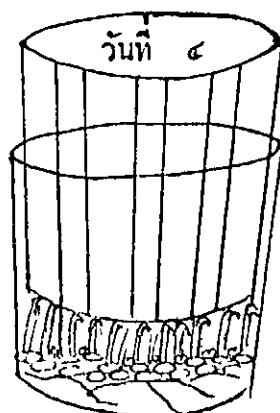
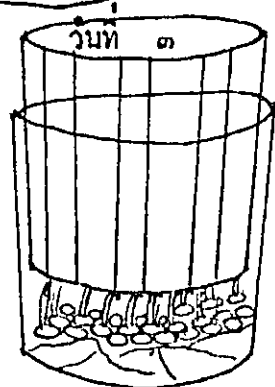
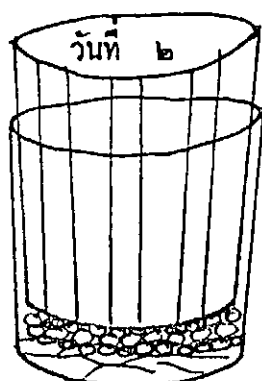
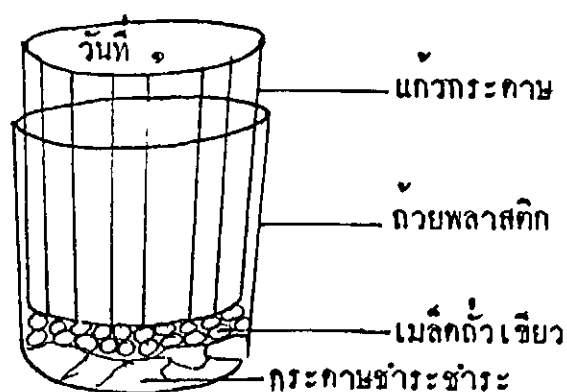
1. เราจะทำการทดลองอย่างไรเพื่อจะพบว่า พืชสามารถทำให้พื้นดินแตกแยกออกได้ อุปกรณ์ที่มีอะไรบ้าง อย่างไร

๐ คำถามนำไปสู่การนำไปใช้

1. เป็นการสมควรหรือไม่ ที่จะปลูกต้นไม้ใหญ่ไว้ใกล้สิ่งก่อสร้าง เพราะเหตุใด
2. นักเรียนทุกคนรักต้นไม้ แต่ทำไมจึงไม่นำต้นไม้ใหญ่ ๆ ไปปลูกไว้ใกล้ ๆ บ้าน
3. ถ้าจะให้บริเวณบ้านร่มรื่นน่าอยู่เราจะทำอย่างไร ต้นไม้ที่นำมาปลูกควรจะเลือกอย่างไร

แบบฝึกหัดทักษะการตั้งคำถาม
ชุดที่ 5
พจนานุกรมหรือไม่ว่า

สถานการณ์ที่กำหนดเพื่อฝึกทักษะการตั้งคำถาม



๑. นําเมล็ดถวญขาว ๑๔๐ เมล็ด แห้ นํ้า
เป็นเวลา ๑ คิน
๒. เอาเมล็ดถวญขาวที่แห้งวางบน
กระคายขาวที่ทําในถวญพลาสติก
๓. ค่อยๆ วู้งถวญกระคายที่มีขนาดเล็ก
กว่า ใหญ่ถวญแะกับเมล็ดถวญ
๔. สังเกตคําแห่งของถวญกระคาย
ทุกวันเป็นเวลา ๕ วัน คอยเติมนํ้า
ให้กระคายขาวขึ้นอยุ่เสมอ

คำสั่ง จึ่งตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด

๐ คำถามนำไปสู่การสังเกต

.....

๐ คำถามนำไปสู่การอธิบาย

.....

๐ คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน

.....

๐ คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและความคุมตัวแปร

.....

๐ คำถามนำไปสู่การนำไปใช้

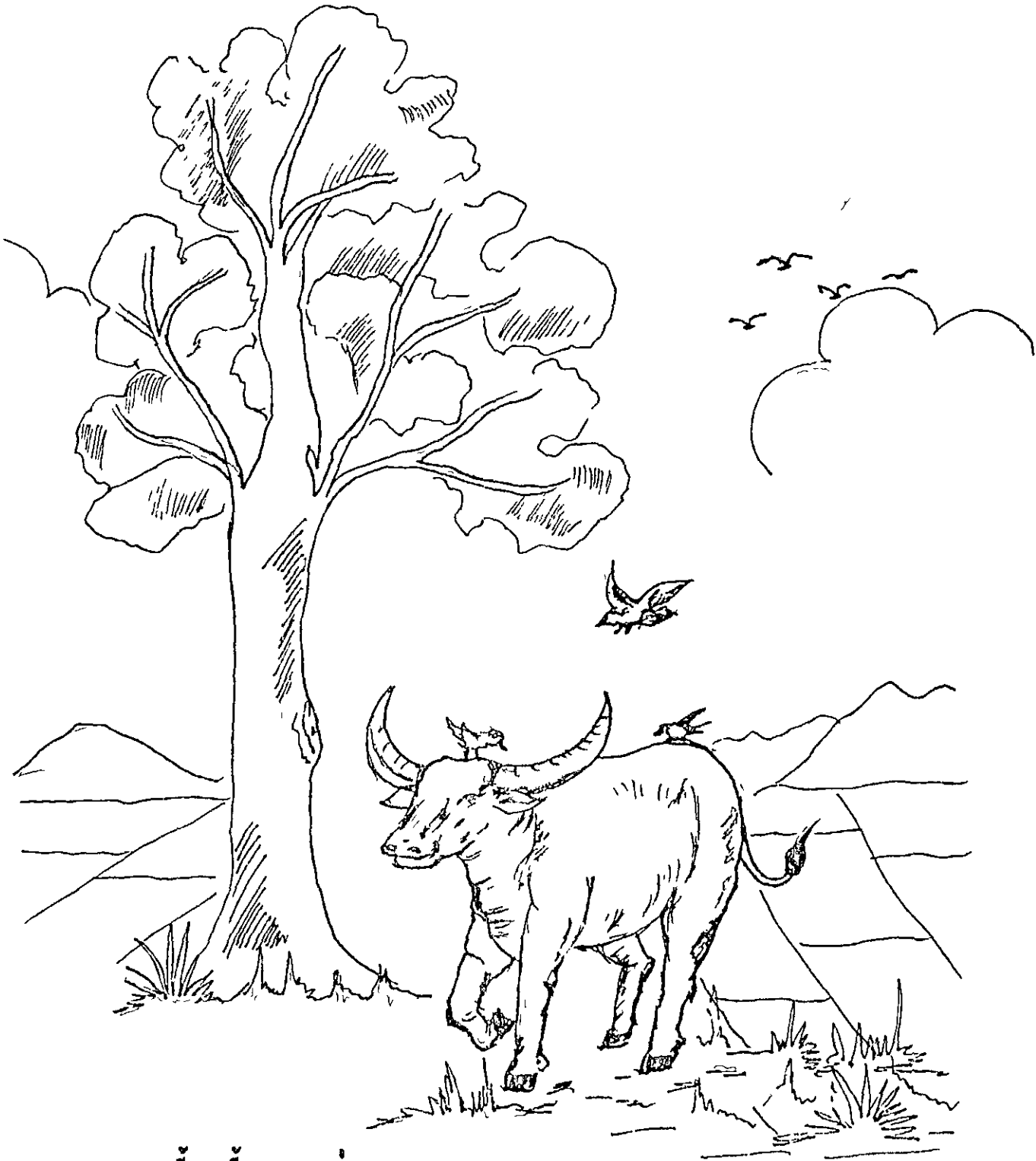
.....

ตัวอย่างการตั้งคำถาม

ชุดที่ 6

ความสัมพันธ์ระหว่างพืชและสัตว์

ตัวอย่างสถานการณ์ที่กำหนด



นกเขียงเลี้ยงควายเฒ่า

ตัวอย่างคำสั่งให้ตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด

คำสั่ง จงตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด

๐ คำถามนำไปสู่การสังเกต

.....
.....
.....

๐ คำถามนำไปสู่การอธิบาย

.....
.....
.....

๐ คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน

.....
.....
.....

๐ คำถามนำไปสู่การ ออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร

.....
.....
.....

๐ คำถามนำไปสู่การนำไปใช้

.....
.....
.....

ตัวอย่างการตั้งคำถามจากสถานการณ์กำหนด

๐ คำถามนำไปสู่การสังเกต

1. จากสถานการณ์กำหนด นักเรียนสังเกตเห็นอะไรบ้าง
2. สิ่งมีชีวิตในสถานการณ์กำหนดคนแมงโกโก้ประเภท อะไรบ้าง

๐ คำถามนำไปสู่การอธิบาย

1. ทำไมนกเอี้ยงจึงไปอยู่บนหลังควายเฒ่า
2. ทำไมควายวิ่งไปอยู่โคนไม้
3. นกเอี้ยงทำประโยชน์อะไรให้กับควายบ้าง
4. ควายเฒ่าทำประโยชน์อะไรให้กับนกเอี้ยงบ้าง
5. คนไม่ทำอะไรประโยชน์อะไรกับนกและควายบ้าง
6. นกและควายมีความสัมพันธ์กับคนไม่อย่างไรบ้าง
7. พืชหรือสัตว์จะอยู่ตามลำพังได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

๐ คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน

1. ถ้าไม่มีคนไม่คนเฒ่า ควายจะนอนจะอยู่ใดหรือไม่
2. ถ้าไม่มีควายและนก คนไม่คนเฒ่าจะอยู่ใดหรือไม่

๐ คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร

1. จะออกแบบการทดลองอย่างไร เพื่อทดสอบว่า พืชและสัตว์มีการพึ่งพาอาศัยกัน และจะอยู่ตามลำพังไม่ได้

1.1 จะกำหนดอุปกรณ์อะไรบ้าง

1.2 จะกำหนดให้อะไรเหมือนกัน และกำหนดให้อะไรต่างกันบ้าง

1.3 วิธีการทำการทดลองเป็นอย่างไร

1.4 จะต้องติดตามดูสิ่งใด

1.5 จะมีนักผจญภัยทดลองอย่างไร

๐ การเดินทางไปสู่การนำไปใช้

1. เพราะเหตุใด จึงมีการรณรงค์ให้ปลูกต้นไม้ยืนต้นตามถนนสายต่าง ๆ

2. ถ้าพืชหมดไปจากโลกนี้แล้ว เป็นผลทำให้คนและสัตว์ตายไปในไม่ช้า

เราจะแก้ไขปัญหานี้ได้อย่างไรบ้าง

3. ชี้แจงให้ประชาชนแก่พืชคาใจบ้าง

4. สัตว์ทำประโยชน์ให้กับพืชอย่างไร ยกตัวอย่าง

แบบฝึกหัดการตั้งคำถาม

ชุดที่ 6

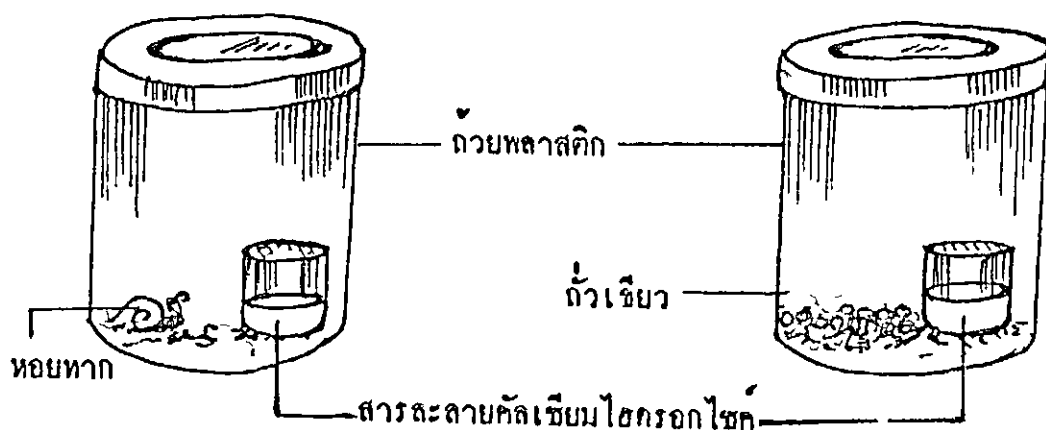
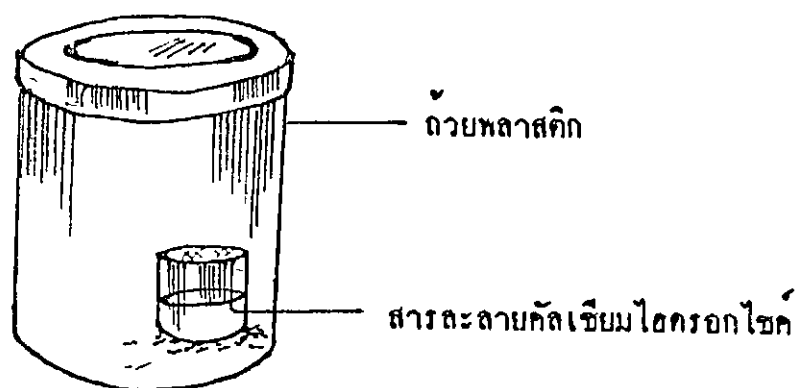
ความสัมพันธ์ระหว่างพืชและสัตว์

สถานการณ์ที่กำหนดเพื่อฝึกทักษะการตั้งคำถาม

๑. นำถ้วยพลาสติกกลมขนาด ๒๕๐ ลูกบาศก์เซนติเมตร มา ๓ ใบ ใบหนึ่งใส่
แคะกระคายชำระขึ้น ใบที่สองเอาถ้วยเขียวที่แช่น้ำ ๑ คืน วางลงบนกระคายขึ้น ใบที่สามเอา
หอยทากที่มีชีวิตวางบนกระคายชำระขึ้น

๒. เทสารละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์ลงในกล่องพลาสติกเบอร์ ๓ จำนวน ๓
กล่อง กล่องละ ๑๕ ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้ววางลงในถ้วยพลาสติก กังรูป พร้อมกับวาง
ตะแกรงลวดบนกล่องพลาสติกเบอร์ ๓

๓. ปิดฝาถ้วยพลาสติกใบนอกให้แน่นทิ้งไว้ ๑ วัน สังเกตการเปลี่ยนแปลงของ
สารละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์



คำสั่ง จงตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด

๐ คำถามนำไปสู่การสังเกต

.....

๐ คำถามนำไปสู่การอธิบาย

.....

๐ คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน

.....

๐ คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและความคุมตัวแปร

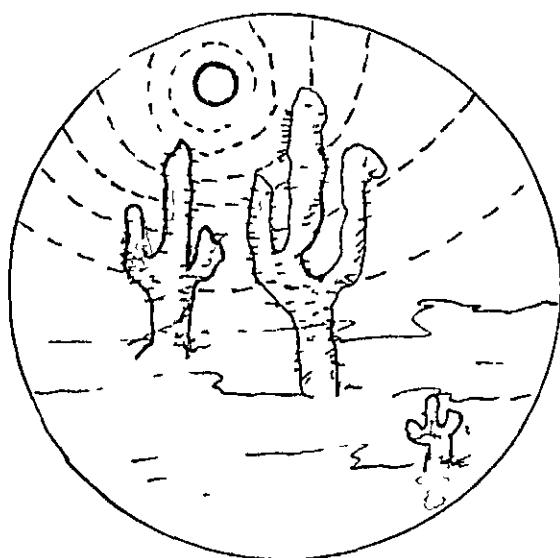
.....

๐ คำถามนำไปสู่การนำไปใช้

.....

ตัวอย่างการตั้งคำถาม
ชุดที่ ๗
การปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม

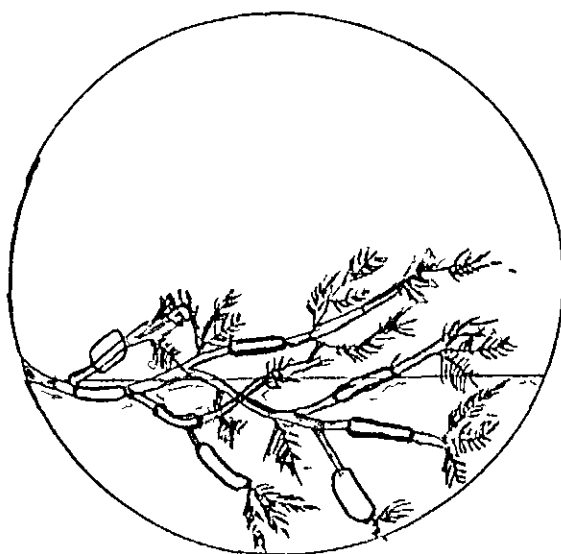
ตัวอย่างสถานการณ์ที่กำหนด



ลำต้นกระบองเพชรไม่มีใบ แต่ต้นจะอวบใหญ่



ลำต้นยักมั่งน้ำจะมีขนาดใหญ่และกลวง



ลำต้นยักกระบะเขจะมีนวมสีขาวหุ้มโดยรอบ

ตัวอย่างคำสั่งให้ตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด

คำสั่ง จงตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด

๐ คำถามนำไปสู่การสังเกต

.....

๐ คำถามนำไปสู่การอธิบาย

.....

๐ คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน

.....

๐ คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและความคุ้มค่าแปร

.....

๐ คำถามนำไปสู่การนำไปใช้

.....

ตัวอย่างการตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด

๐ คำถามนำไปสู่การสังเกต

1. ต้นผักบุ้งนา มีลักษณะอย่างไร
2. ต้นผักกระเฉด มีลักษณะอย่างไร
3. ต้นกระบองเพชร มีลักษณะอย่างไร

๐ คำถามนำไปสู่การอธิบาย

1. ทำไมลำต้นของผักบุ้งน้ำจึงมีขนาดใหญ่และกลวง
2. ทำไมผักกระเฉดจึงมีขนหนามรอบ ๆ ลำต้น
3. เมื่อผักบุ้งนามาปลูกบนบก ทำไมลำต้นผักบุ้งน้ำจึงมีขนาดเล็กลง
4. ทำไมต้นกระบองเพชรจึงไม่มีใบ แต่ตนจะพองออกและสามารถมีชีวิตอยู่ใน

ทะเลทรายที่แห้งแล้งได้

๐ คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน

1. ถ้าผักกระเฉดไม่มีหนามหนาลำต้น จะเกิดอะไรขึ้น
2. ถ้าต้นกระบองเพชรใบมีมากมาก จะเกิดอะไรขึ้น
3. ถ้าลำต้นผักบุ้งนามีขนาดเล็กลงและตัน จะเกิดอะไรขึ้น
4. ถ้านาแห้ง ผักกระเฉดจะเป็นอย่างไร
5. ถ้านาแห้ง ผักบุ้งน้ำจะเป็นอย่างไร

๐ คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและความคุมตัวแปร

1. จะออกแบบการทดลองอย่างไรว่าพืชต้องมีการปรับตัวจึงจะสามารถดำรง

ชีวิตและเผาพันธุ์ไว้ได้

๐ คำถามนำไปสู่การนำไปใช้

1. ทำไมคนสำพูและโก่งกางสามารถขึ้นอยู่ริมหน้าต่างได้ และดำรงชีวิตอยู่ในภาวะแวดล้อมนี้ได้นาน

2. กลัวขโมยไม่มีการปรับตัวอย่างไร

3. ชาวเหนียวขึ้นงอกงามในเขตรอน ถ้าเรานำไปปลูกในเขตหนาว

ผลจะเป็นอย่างไร

4. พืชประเภทเดียวกันมักจะขึ้นในสิ่งแวดล้อมเดียวกัน หมายความว่าอย่างไร

5. สัตว์มีการปรับตัวเหมือนพืชหรือไม่ อย่างไร ยกตัวอย่างประกอบ

6. ทักทายว่า "พืชประเภทเดียวกันมักจะขึ้นในสิ่งแวดล้อมเดียวกัน"

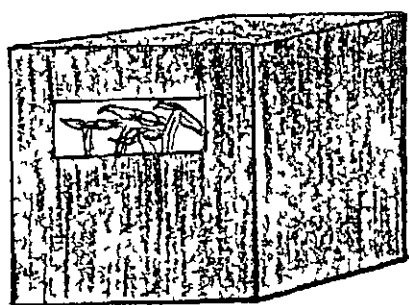
นักเรียนคิดว่าจริงหรือไม่

แบบฝึกหัดและการ ตั้งคำถาม

ชุดที่ 7

การปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม

สถานการณ์ที่กำหนดเพื่อฝึกทักษะการตั้งคำถาม



ภาพแสดงการเจาะกล่องกระดาษและการวางกระป๋องต้นถั่ว

สถานการณ์ที่กำหนด

๑. แฉะเมล็ดถั่วเขียว จำนวน ๒๐ เมล็ด แล้วนำไปปลูกในกระป๋องที่เท่ากัน ๒ กระป๋อง กระป๋องละ ๒๐ เมล็ด วางกระป๋องไว้ในที่มีแสงส่องถึงเป็นเวลา ๔ วัน
๒. เก็บต้นถั่วกระป๋องหนึ่งไว้ในกล่องกระดาษขนาดประมาณ ๓๐ เซนติเมตร x ๓๐ เซนติเมตร x ๓๐ เซนติเมตร ที่ด้านหนึ่งของกล่องเจาะช่องขนาดประมาณ ๒ เซนติเมตร x ๕ เซนติเมตร โดยให้ช่องอยู่สูงจากก้นกล่องประมาณ ๑๕ เซนติเมตร ส่วนอีกกระป๋องวางไว้ข้างนอกกล่องใกล้ๆ กัน ตั้งทิ้งไว้อีก ๓ วัน ในที่มีแสงส่องถึง

คำสั่ง จงตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด

๐ คำถามนำไปสู่การสังเกต

.....
.....
.....

๐ คำถามนำไปสู่การอธิบาย

.....
.....
.....

๐ คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน

.....
.....
.....

๐ คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร

.....
.....
.....

๐ คำถามนำไปสู่การนำไปใช้

.....
.....
.....

ตัวอย่างการตั้งคำถาม

ชุดที่ 8

พืชป้องกันการลักเซาะหน้าดินได้อย่างไร

ตัวอย่างสถานการณ์ที่กำหนด

เมื่อป่าไม้ถูกทำลายทำให้คนนำอาหารเหือกแห้ง กินขาดความอุดมสมบูรณ์ สัตว์ป่าบางชนิดสูญพันธุ์ไป เนื่องจากไม่มีที่อยู่อาศัย ขาดแหล่งอาหารและผสมพันธุ์



ตัวอย่างคำสั่งให้ตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

คำสั่ง จงตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด

○ คำถามนำไปสู่การสังเกต

.....
.....
.....

○ คำถามนำไปสู่การอธิบาย

.....
.....
.....

○ คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน

.....
.....
.....

○ คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและความถูกต้อง

.....
.....
.....

○ คำถามนำไปสู่การนำไปใช้

.....
.....
.....

ตัวอย่างการตั้งคำถามจากสถานการณ์กำหนด

๐ คำถามนำไปสู่การสังเกต

1. ต้นไม้มีลักษณะอย่างไร
2. พื้นดินมีลักษณะอย่างไร
3. ในบริเวณที่กำหนดมีสิ่งมีชีวิตอยู่หรือไม่
4. จากการสังเกตสภาพภูมิอากาศในบริเวณดังกล่าวเป็นอย่างไร
5. มีสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ อาศัยอยู่ตามพื้นดินหรือไม่

๐ คำถามนำไปสู่การอธิบาย

1. สภาพตามสถานการณ์กำหนดก่อให้เกิดความรู้อย่างไร
2. ทำไมจึงไม่มีสิ่งมีชีวิตอยู่ในบริเวณดังกล่าว
3. อะไรเป็นสาเหตุให้ต้นไม้บางคนตายและบางคนเหลือแต่ท่อน
4. ตามสภาพการเจริญเติบโต นักเรียนคิดว่า จะต้องมีการแก้ไขหรือไม่ เพราะเหตุใด
5. ต้นไม้ช่วยป้องกันน้ำได้อย่างไร
6. มาตรการที่ทำให้เกิดฝนตกแล้งน้ำท่วมเกิดจากอะไร
7. เราจะทำอย่างไรที่จะไม่ให้น้ำท่วม
8. ทำไมจึงต้องมีการตัดไม้
9. พืชและสัตว์ที่เคยอาศัยอยู่ในป่า เมื่อป่าถูกทำลายสัตว์หายไปอยู่ที่ใด
10. นักเรียนจะแก้ไขสภาพที่เห็นให้ดีขึ้นได้อย่างไร

๐ คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน

1. ถ้าไม่มีต้นไม้แล้ว ฝนตกลงมาจะเกิดอะไรขึ้น
2. ถ้าสิ่งมีชีวิตในป่านั้นไม่มีพืชอยู่จะเกิดอะไรขึ้นกับสัตว์ป่าเหล่านั้น

3. บริเวณภูเขาที่ไม่ถ่มน้ำฝนจะโหดแรง ถ้าเราไม่ปลูกพืชและต้นไม้บนภูเขา แต่เราปลูกต้นไม้และหญ้าบริเวณที่เราอยู่อาศัยจะป้องกันน้ำท่วมได้หรือไม่
4. ถ้าไม่มีการตัดไม้ทำลายป่า จะเกิดอะไรขึ้น
5. ถ้าป่าไม่อุดมสมบูรณ์จะเกิดกรณีน้ำท่วมหรือไม่
6. ถ้าฝนไม่ตกจะมีผลต่อใครบ้าง

๐ คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร

1. นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไรเพื่อแสดงให้เห็นว่า ถ้าไม่มีการตัดไม้ทำลายป่า ต้นน้ำลำธารจะไม่เหือดแห้ง ดินจะมีความอุดมสมบูรณ์ มีสิ่งมีชีวิตมาอาศัยอยู่ในบริเวณป่านั้น

๐ คำถามนำไปสู่การนำไปใช้

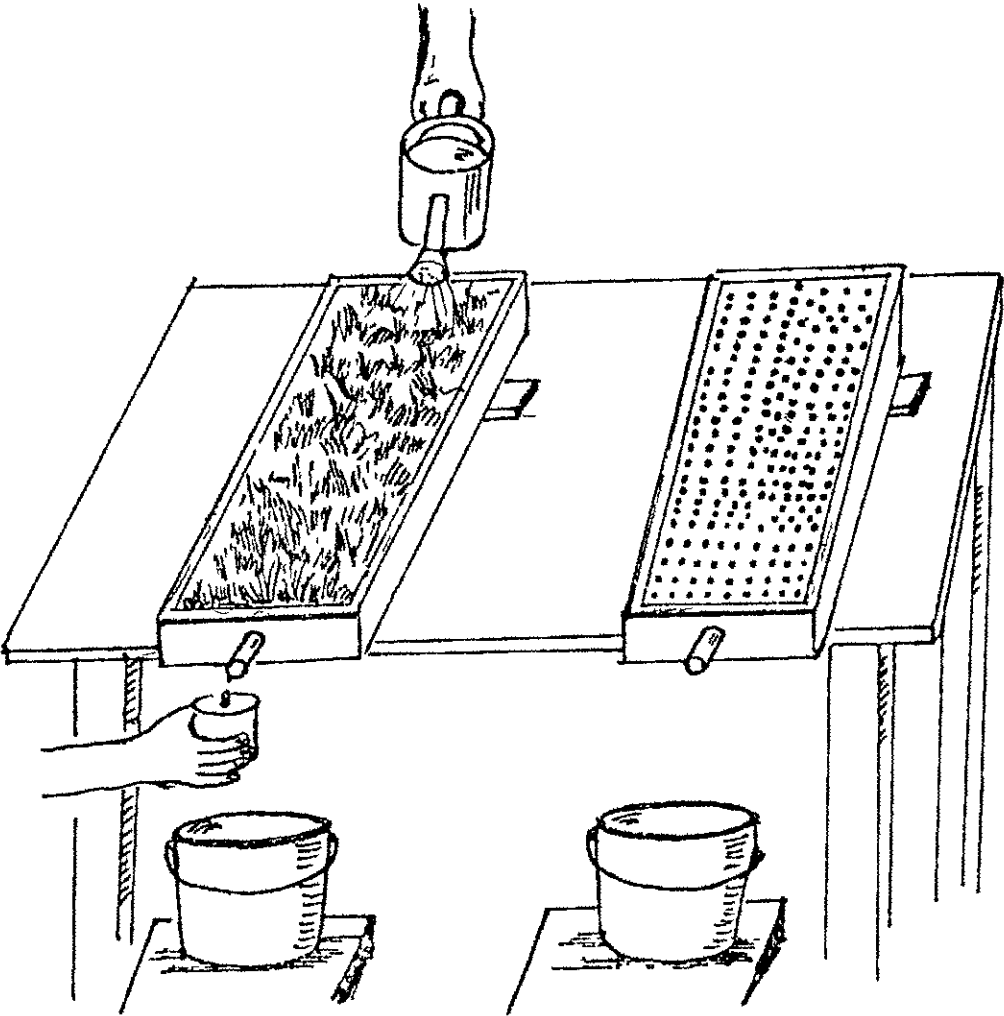
1. มีวิธีการใดบ้างที่จะทำให้ดินชุ่มชื้น
2. ถ้าจะไม่ให้บานเมืองเกิดสภาพแห้งแล้ง นักเรียนจะหาอย่างไร
3. การทำลายป่าก่อให้เกิดผลเสียอย่างไรบ้าง
4. เราจะอนุรักษ์ป่าไม้และสัตว์ป่าได้อย่างไรบ้าง
5. การตัดไม้ทำลายป่าให้ประโยชน์และโทษแก่เราอย่างไร
6. ถ้าการทำลายป่าจะทำให้เกิดน้ำท่วม เราจะมีวิธีการป้องกันอย่างไร

แบบฝึกหัดการตั้งคำถาม
ชุดที่ 8
เพื่อป้องกันการกัดเซาะหน้าดินได้อย่างไร

สถานการณ์กำหนดเพื่อฝึกทักษะการตั้งคำถาม

1. นากะระมะไม้ขนาด 30 เซนติเมตร x 45 เซนติเมตร x 10 เซนติเมตร
มา 2 กระบะ ใส่ดินชนิดเดียวกันลงไปประมาณครึ่งหนึ่งของกระบะทั้งสอง ใช้มือกดดินให้แน่น
เพื่อให้เกิดฟองในดินมากเกินไป
2. ปลูกลูบงให้เต็มกระบะทั้งไว้ 3 สัปดาห์ รดน้ำในกระบะทั้งสองทุกวัน วันละ
40 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. นากะระมะทั้งสองมาวางไว้บนโต๊ะหินใหญ่ในกระบะข้างหนึ่งให้สูงจากพื้นประมาณ
7 เซนติเมตร ทั้งสองกระบะโดยให้ด้านที่มีท่อสำหรับให้น้ำไหลอยู่ทางก้นด้านซ้ายมือโต๊ะซึ่งมี
ถึงน้ำวางอยู่ข้างล่าง
4. นาถวยพลาสติกขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร มารองรับน้ำที่ไหล
ให้น้ำไหล ดังรูป
5. ใช้ที่รดน้ำผักที่มีน้ำอยู่ 1000 ลูกบาศก์เซนติเมตร รดน้ำจากปลายด้านที่อยู่สูงสุด
ของกระบะใบที่หนึ่งโดยให้ผักอยู่สูงจากกระบะ ประมาณ 10 เซนติเมตร จับเวลาตั้งแต่เริ่ม
เทน้ำจนกระทั่งน้ำเต็มถวยพลาสติก สังเกตลักษณะของนา
6. หากการทดลองเหมือนกับข้อ 5 กับกระบะที่สอง

สถานการณ์ที่กำหนดเพื่อฝึกทักษะการตั้งคำถาม



แสดงกระบะหญ้าและกระบะดิน

คำสั่ง จงตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด

๐ คำถามนำไปสู่การสังเกต

.....

๐ คำถามนำไปสู่การอธิบาย

.....

๐ คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน

.....

๐ คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร

.....

๐ คำถามนำไปสู่การนำไปใช้

.....

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำสั่ง

1. แบบทดสอบมีจำนวนทั้งหมด 50 ข้อ
2. เวลาในการทำแบบทดสอบ 1 ชั่วโมง

คำสั่ง

1. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวในแบบทดสอบแต่ละข้อแล้ว
กาเครื่องหมาย X ทับบนตัวอักษรที่เลือกให้ตรงกับในกระดาษคำตอบ ถ้าต้องการเปลี่ยน
คำตอบให้นักเรียนกาเครื่องหมาย == ทับตัวเลือกเดิมก่อนแล้วจึงเลือกคำตอบใหม่
2. ห้ามขีดเขียนเครื่องหมายหรือข้อความใด ๆ ลงในแบบทดสอบ
3. เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วให้คืนแบบทดสอบพร้อมกระดาษคำตอบกับกรรมการควบคุม

การสอบ

ตัวอย่างการทำแบบทดสอบ

ข้อ (0) สิ่งใดมีความสำคัญต่อการงอกของเมล็ดพืชมากที่สุด ?

- ก. น้ำ
- ข. ดิน
- ค. ปุ๋ย
- ง. แสงสว่าง
- จ. กลอโรฟิลล์

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
0	X			~~X~~	

1. ข้อใดเป็นความหมายของสิ่งแวดลอม ?

- ก. สิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต
- ข. สิ่งมีชีวิตที่อยู่รอบ ๆ สิ่งมีชีวิต
- ค. สิ่งไม่มีชีวิตที่อยู่รอบ ๆ สิ่งมีชีวิต
- ง. สิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตที่อยู่รอบ ๆ สิ่งมีชีวิต
- จ. สิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตที่อยู่รอบ ๆ สิ่งไม่มีชีวิต

คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้ข้อมูลจากตารางตอบคำถามข้อ 2 - 6

กระป๋อง ที่	จำนวนเมล็ด ที่ปลูก	สิ่งแวดลอม	จำนวนต้น ที่งอก	การเจริญเติบโตของต้นถั่ว
1	20	มีน้ำ มีแสง	18	ใบสีเขียว ขนาดใบใหญ่ ลำต้น สีเขียวอ่อน แข็งแรง มีขนาด เท่ากัน สูงเท่ากัน
2	20	มีน้ำ ไม่มีแสง	12	ใบสีเหลืองซีด ขนาดใบเล็ก ลำต้นสีขาว ไม่แข็งแรง สูงมาก
3	20	ไม่มีน้ำ มีแสง	9	ในระยะแรกใบมีสีเขียว ขนาดใบ เล็ก ลำต้นเล็ก ต่อไปใบและต้น จะเหี่ยวแล้วตายในที่สุด
4	80	มีน้ำ มีแสง	58	ใบสีเขียว ขนาดใบเล็ก บางต้นมีขนาดเล็ก ลำต้นผอม และบางต้นสูง

2. สาเหตุที่ทำให้การเจริญเติบโตของต้นถั่วในกระป๋องที่ 2 แตกต่างจากกระป๋องที่ 1 คืออะไร ?
- ก. น้ำที่โหลรมีปริมาณแตกต่างกัน
 - ข. ดินที่ใช้ปลูกเป็นดินทางชนิคมกัน
 - ค. แสงสว่างที่โหลรมีปริมาณแตกต่างกัน
 - ง. กลอโรฟิลในหลอดและกระถางที่สร้างขึ้นต่างกัน
 - จ. ปริมาณพื้นที่ที่ใช้ในการปลูกต้นถั่วแตกต่างกัน
3. การทดลองในกระป๋องที่ 4 มีจุดมุ่งหมายที่จะทดสอบสมมติฐานข้อใด ?
- ก. น้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว
 - ข. แสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว
 - ค. ปริมาณพื้นที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว
 - ง. น้ำและแสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว
 - จ. ชนิดของดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว
4. การทดลองในกระป๋องใดที่แสดงถึงความสำคัญของน้ำต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว ?
- ก. 1 กับ 2
 - ข. 1 กับ 3
 - ค. 1 กับ 4
 - ง. 2 กับ 3
 - จ. 3 กับ 4
5. เพราะเหตุใดต้นถั่วในกระป๋องที่ 4 จึงมีขนาด ความสูงของลำต้นและใบต่างกัน ?
- ก. เพราะน้ำมีปริมาณจำกัด
 - ข. เพราะอาหารมีปริมาณจำกัด
 - ค. เพราะแสงแดดมีปริมาณจำกัด
 - ง. เพราะคายภาพออกซิเจนได้น้อยกว่า
 - จ. เพราะรับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้น้อยกว่า

6. ในการทดลองศึกษาถึงความสำคัญของสิ่งแวดล้อมที่มีต่อพืชตั้งแต่วาง ขอบคือตัวแปรที่ต้องควบคุม ?

- ก. ปริมาณน้ำที่รด
- ข. ปริมาณแสงที่ได้รับ
- ค. ปริมาณดินที่ใช้ปลูก
- ง. จำนวนเมล็ดที่ใช้ปลูก
- จ. ปริมาณการงอกของเมล็ด

7. พืชกระถางหนึ่งเมื่อตั้งไว้ในสวนเป็นเวลาหนึ่งสัปดาห์ แต่เมื่อนำมาวางไว้ในบ้านเป็นเวลาหนึ่งสัปดาห์ไปทางหน้าต่าง มีสาเหตุมาจากข้อใด ?

- ก. ปริมาณน้ำที่ได้รับไม่เพียงพอ
- ข. ปริมาณพื้นที่ในกระถางไม่เพียงพอ
- ค. ปริมาณแสงแดดที่ได้รับไม่เพียงพอ
- ง. ชนิดของดินในกระถางไม่เหมาะกับต้นพืช
- จ. กระถางที่ปลูกพืชมีขนาดเล็กเกินไปพอกับจำนวนต้นพืช

8. ในการสังเคราะห์อาหารของพืช ถ้าหุ้มใบพืชด้วยพลาสติกแล้วตั้งไว้กลางแดดเมื่อนำใบมาทดสอบแป้งจะแสดงผลตามข้อใด ?

- ก. ใบจะเปลี่ยนเป็นสีซีด
- ข. ใบจะเปลี่ยนเป็นสีส้ม
- ค. ใบจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน
- ง. ใบจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง
- จ. ใบจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล

9. ในการทดสอบแบ่งจะทองไขสาร ละลายในขอดี ?
- สารละลายไอโอดีน
 - สารละลายเบเนกิก
 - สารละลายโบมูเรต
 - สารละลายคลีเซียมไฮดรอกไซด์
 - สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์
10. ในการทดสอบแบ่งพืชสร้างขึ้น ทำไมจึงต้องทำการทดสอบจากส่วนที่เป็นใบพืช ?
- เพราะส่วนอื่นของพืชอ่อนเกินไป
 - เพราะส่วนอื่นของพืชแข็งเกินไป
 - เพราะส่วนอื่นของพืชไม่มีแป้งอยู่เลย
 - เพราะส่วนอื่นของพืชมีปริมาณน้อยเมื่อเทียบกับใบ
 - เพราะส่วนอื่นของพืชไม่สะดวกในการที่จะนำมาทำการทดสอบ
11. ข้อใดที่ได้จากการสังเคราะห์แสงของพืชเป็นอันดับแรก ?
- น้ำ
 - แป้ง
 - ไขมัน
 - น้ำตาล
 - โปรตีน
12. เก็บใบไม้ในคอนเซมมีมาทดสอบแบ่งจะไหนคตามข้อใด ?
- ใบจะไม่มี การเปลี่ยนแปลง
 - ใบจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง เพราะมีแป้งอยู่มาก
 - ใบจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน เพราะมีแป้งอยู่มาก
 - ใบจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง เพราะไม่มีแป้งอยู่เลย
 - ใบจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน เพราะไม่มีแป้งอยู่เลย

13. ในการทดสอบอาหารที่พืชสร้างขึ้น ทำไมจึงเลือกการทดสอบแป้ง ?
- เพราะแป้งทดสอบได้ผลดีที่สุด
 - เพราะสารอื่นทำการทดสอบได้ยาก
 - เพราะสารอื่นเกิดขึ้นในปริมาณน้อย
 - เพราะสารที่สร้างขึ้นเปลี่ยนเป็นแป้งทันที
 - เพราะแป้ง เป็นอาหารชนิดเดียวที่พืชจะเก็บสะสมไว้
14. พืชในข้อใดที่เก็บสะสมอาหารไว้ในราก ?
- ข้าว
 - เผือก
 - มันฝรั่ง
 - หัวหอม
 - มันเทศ
15. นอกจากน้ำและแสงสว่างแล้วสิ่งจำเป็นในการสังเคราะห์แสงของพืชคือข้อใด ?
- ก๊าซออกซิเจนและคลอโรฟิลล์
 - คลอโรฟิลล์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
 - ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และคลอโรฟิลล์
 - ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และก๊าซออกซิเจน
 - ก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
16. เกิดใบพลูคางจากต้นที่ถูกแสงไปทดสอบแป้ง เหตุใดจึงพบว่า ใบพลูคางเพียงบางส่วนเท่านั้นที่มีการเปลี่ยนแปลง ?
- เพราะบางส่วนของใบพลูคางมีคลอโรฟิลล์
 - เพราะบางส่วนของใบพลูคางจะไม่รับแสง
 - เพราะบางส่วนของใบพลูคางยังไม่เริ่มสร้างแป้ง
 - เพราะบางส่วนของใบพลูคางเปลี่ยนแป้งไปเป็นสารอื่น
 - เพราะบางส่วนของใบพลูคางอยู่ในระยะการสร้างสารที่ไม่ใช่แป้ง

17. การเคี้ยวพลาจากต้นที่ถูกแสงไปทดสอบแป้ง เพื่อจะทดสอบสมมติฐานในข้อใด?
- แสงเป็นสิ่งจำเป็นในการสร้างอาหารของพืช
 - คลอโรฟิลล์เป็นสิ่งจำเป็นในการสร้างอาหารของพืช
 - ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นสิ่งจำเป็นในการสร้างอาหารของพืช
 - สารละลายคลอโรฟิลล์ไฮดรอกไซด์เป็นสิ่งจำเป็นในการสร้างอาหารของพืช
 - สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นสิ่งจำเป็นในการสร้างอาหารของพืช

18. ขั้นตอนในข้อใดของวิธีการแยกคลอโรฟิลล์โดยวิธีโชมมาโตกราฟี เป็นการสกัดคลอโรฟิลล์?
- นำใบตำลึงมา 4 ใบ ตักเป็นชิ้นเล็ก ๆ ต้มในกระป๋องน้ำเดือด 1 นาที
 - คั้นใบตำลึงวางกระดาษกรองน้ำเดือดใส่ลงในหลอดทดลองที่มีแอลกอฮอล์บรรจุอยู่ 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วนำไปต้มในกระป๋องน้ำเดือด 2 - 3 นาที
 - เทสารละลายลงในบีกเกอร์
 - ตัดกระดาษกรองจากเส้นรองวงที่วัดหาศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร ยาว 6.2 cm .
 - พับกระดาษให้เป็นมุมฉากวางกระดาษกรองบนบีกเกอร์ให้ปลายกระดาษแตะกับ

สารละลาย

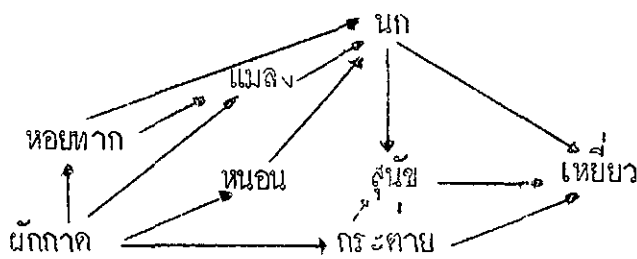
19. พืชในข้อใดมีแคโรทีนเป็นองค์ประกอบทั้งหมด?
- ส้ม กว๊าย มะปราง
 - ละมุด ลำไย มังคุด
 - เงาะ มะเฟือง มะยม
 - ขนุน น้อยหน่า แอปเปิ้ล
 - พื้ทอง มะเขือเทศ มะพร้าว
20. ข้อใดต่อไปนี้จัดว่าเป็นยูณิดิก?
- ไร
 - มอส
 - ยีสต์
 - เฟิร์น
 - ไฮครา

21. สิ่งมีชีวิตในข้อใดที่จัดเป็นทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค

- ก. สาหร่ายไฟ
- ข. สาหร่ายจันทร์
- ค. สาหร่ายพวงกะโศ
- ง. สาหร่ายขาวเหนียว
- จ. สาหร่ายหางกระรอก

คำสั่ง

ให้นักเรียนใช้ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดตอบคำถามข้อ 22 - 23



22. ความสัมพันธ์ดังกล่าวแสดงถึงอะไร ?

- ก. ผู้ผลิต
- ข. ผู้บริโภค
- ค. กลุ่มสิ่งมีชีวิต
- ง. ห่วงโซ่อาหาร
- จ. สายใยอาหาร

23. ตามความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดอะไรสำคัญที่สุด ?

- ก. สุนัข
- ข. หนอน
- ค. ผักกาด
- ง. เหี้ยยว
- จ. กระจาย

คำสั่ง ให้นักเรียนใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ ตอบคำถามข้อ 24 - 25

1. งู
2. นก
3. ช้าง
4. หนอน
5. เขี้ยว

24. จากข้อมูลที่กำหนดให้ ข้อใดแสดงการถ่ายทอดพลังงานได้ถูกต้อง ?

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

25. สิ่งมีชีวิตในข้อใดจัดเป็นผู้บริโภคอันดับที่ 1 ในการถ่ายทอดพลังงาน?

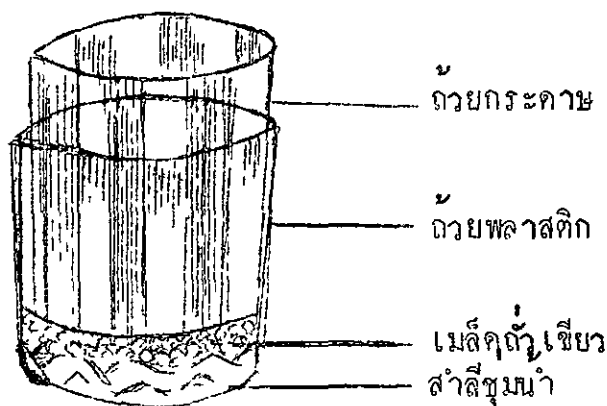
- ก. นก งู
- ข. หนอน นก
- ค. งู เขี้ยว
- ง. ช้าง หนอน
- จ. เขี้ยว ช้าง

26. พลังงานขั้นต้นในสิ่งมีชีวิตได้มาจากข้อใด ?

- ก. ไขมัน
- ข. พืชสีเขียว
- ค. แสงอาทิตย์
- ง. อาหารทุกชนิด
- จ. คาร์โบไฮเดรต

27. ข้อใดที่เป็นส่วนสำคัญในการช่วยให้อเมลิคจะหึ่งที่งอกแล้วสามารถโยนพันกันที่กลับไว้นั้นมาได้?
- ก. นา
 - ข. ดิน
 - ค. ปุ๋ย
 - ง. สิ่งที่อยู่ในเปลือกหุ้มเมล็ด
 - จ. อาหารที่ได้มาจากการสังเคราะห์แสง

คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ ตอบคำถามข้อ 28 - 29



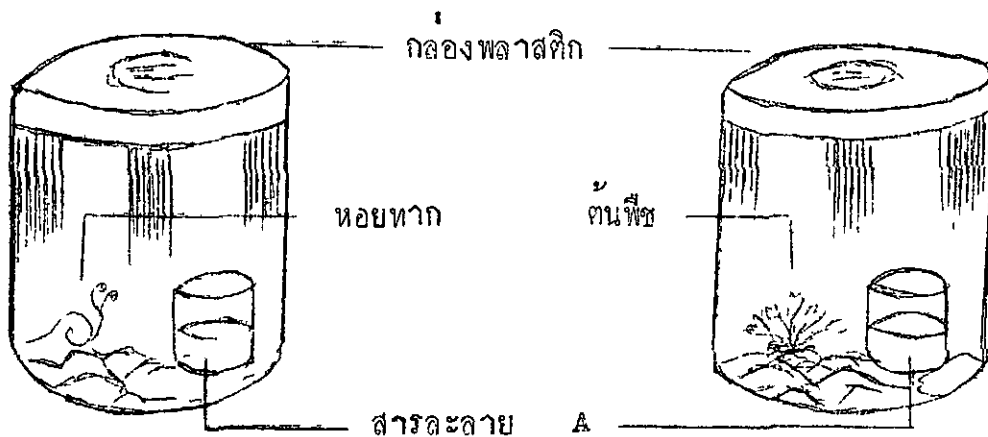
28. การทดลองตามภาพแสดงถึงเรื่องใด?
- ก. เมล็ดถั่วที่งอกมีสีขาว
 - ข. เมล็ดถั่วที่งอกมีพลังงาน
 - ค. เมล็ดถั่วที่งอกอาศัยความชื้น
 - ง. เมล็ดถั่วที่งอกไม่ว่าเป็นของอะไรก็แสงแดด
 - จ. เมล็ดถั่วที่งอกไม่สามารถจะสร้างอาหารได้
29. สิ่งที่สามารถสังเกตได้โดยตรงจากการทดลองตามภาพในช่วง 3 วัน คือข้อใด?
- ก. ถ้วยกระดาษเลื่อนสูงขึ้นเรื่อย ๆ
 - ข. ถ้วยกระดาษเลื่อนลงมาติดกับถ้วยพลาสติก
 - ค. ถ้วยกระดาษจะลอยตัวอยู่ในถ้วยพลาสติก
 - ง. ถ้วยกระดาษจะถูกกดตัวลงในถ้วยพลาสติก
 - จ. ถ้วยกระดาษจะอยู่ในตำแหน่งเดิมแต่ตัวจะงอกทะลุเข้าไปในถ้วยกระดาษ

30. ทำไมบริเวณคอนหินใหญ่ที่มีพืชขึ้นจึงแตกและแยกออกจากกันได้ ?

- ก. พืชมีขนาดใหญ่กว่าคอนหิน
- ข. พืชมีปลายรากที่แข็งแรงกว่าหิน
- ค. พืชมีปลายรากอยู่ในสภาพเป็นกรดและด่าง
- ง. พืชมีพลังงานและสามารถเจาะโอบค้ำงานได้
- จ. พืชมีปลายรากที่แหลมคมกว่าความทนของคอนหินทุกก้อน

คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ ตอบคำถามข้อ 31 - 32

แดงจับหอยทากใส่ในกล่องพลาสติกที่ไม่มีสารละลาย A วางอยู่ ส่วนขาวก็เอาต้นพืชใส่ในกล่องพลาสติกอีกกล่องหนึ่งที่มีสารละลาย A วางอยู่พร้อมกับปิดฝาให้สนิททั้งสองกล่อง รุ่งเช้าแดงและขาวพากันมาดูการทดลองปรากฏว่า มีผลการทดลองที่เหมือนกัน ดังภาพ



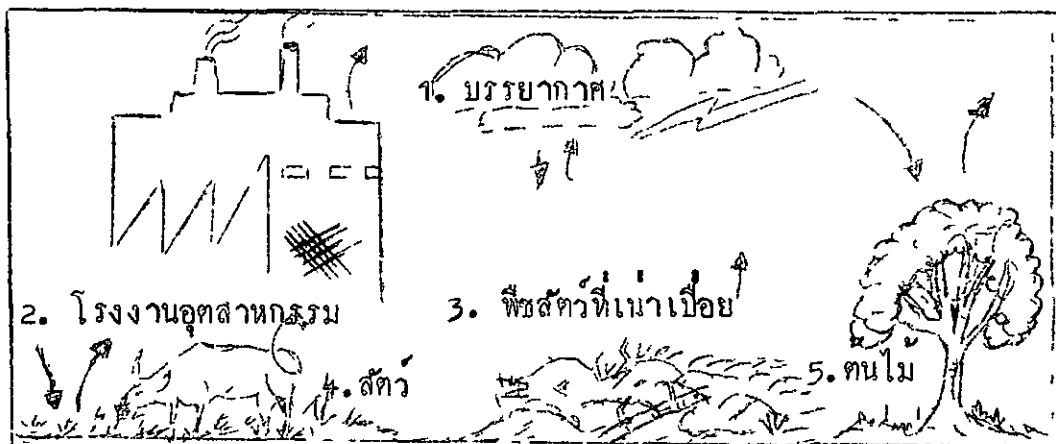
31. ทำไมสารละลายในกล่องของแดงและขาวซึ่งวันก่อนใส่สะอาด แต่วันรุ่งขึ้นกลับขุ่นและมีผ้าขาวจับอยู่ที่ผิวหน้าทั้งสองกล่อง ?

- ก. เพราะหอยทากหายใจเอาก๊าซออกซิเจนเข้าไป
- ข. เพราะพืชหายใจคายการคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา
- ค. เพราะหอยทากหายใจคายการคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา
- ง. เพราะหอยทากและพืชหายใจคายการคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา
- จ. เพราะหอยทากหายใจเอาก๊าซออกซิเจนเข้าไปและพืชหายใจเอาก๊าซออกซิเจนออกมา

32. สารละลาย A คือสารละลายที่ข้อใด

- ก. สารละลายซูโกส
- ข. สารละลายกลูโคส
- ค. สารละลายกาแลคโตส
- ง. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์
- จ. สารละลายคลอโรฟอร์มไฮดรอกไซด์

คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ ตอบคำถามข้อ 33 - 35



แผนภาพแสดงการหมุนเวียนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ

33. หมายเลขใดบ้างที่ให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

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

34. หมายเลขใดที่ทั้งการชวอกชิเจนและการคาร์บอนไดออกไซด์เป็นส่วนประกอบ ?

ก. 1

ข. 1, 2

ค. 1, 2, 3

ง. 1, 2, 3, 4

จ. 1, 2, 3, 4, 5

35. หมายเลขใดที่ใช้การชวอกชิเจนในขณะเดียวกันก็ให้การชวอกชิเจนด้วย ?

ก. 1

ข. 2

ค. 3

ง. 4

จ. 5

36. ทำไมการคาร์บอนไดออกไซด์จึงไม่หายไปจากโลกทั้ง ๆ ที่พืชสีเขียวดูดซึมน้ำในโลกรู้กัน?

ก. มีการเนาเปื้อนผู้พังจาก

ข. มีการเผาไหม้เชื้อเพลิง ตลอดเวลา

ค. มีการหมุนเวียนการคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างผืนและสัตว์

ง. มีการคาร์บอนไดออกไซด์มากมายในบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลก

จ. มีพืชและสัตว์มากมายที่ต่างก็หายใจเอาการคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา

37. จุดมุ่งหมายสำคัญที่สุดของการปลูกต้นไม้ตามถนนสายต่าง ๆ ในเขตเมืองที่มีการจราจรคับคั่ง คือข้อใด ?

ก. เพื่อให้อากาศเย็น

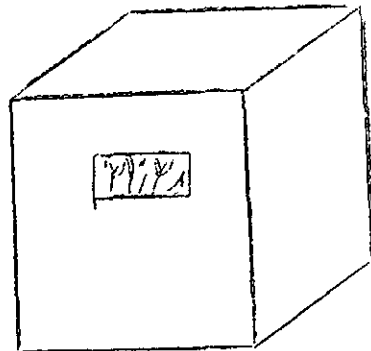
ข. เพื่อให้อากาศบริสุทธิ์มากขึ้น

ค. เพื่อใช้เป็นแนวป้องกันเขตถนน

ง. เพื่อใช้ประดับบ้านเมืองให้สวยงาม

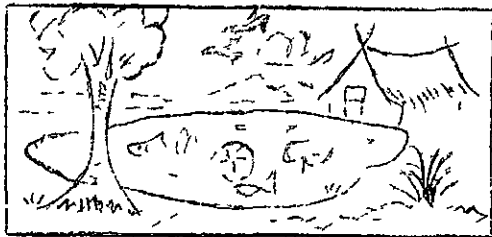
จ. เพื่อใช้เป็นแหล่งเก็บกักน้ำฝน

38. ข้อใดที่ได้จากการหายใจของสัตว์
- พลังงานและน้ำ
 - พลังงาน การขออกซิเจนและน้ำ
 - พลังงานและการคายน้ำของใบไม้
 - พลังงาน การการรับน้ำจากใบไม้และน้ำ
 - พลังงาน การการคายน้ำจากใบไม้ การขออกซิเจนและน้ำ
39. สัตว์ในข้อใดที่พึ่งพาอาศัยน้ำในการดำรงชีวิตทั้งเรื่องอากาศและปัจจัยสี่
- มนุษย์
 - จิ้งจอก
 - สิงห์
 - ปลาวาฬ
 - เสือโคร่ง
40. สิ่งมีชีวิตในข้อใดที่มีความสัมพันธ์กันในด้านวางไข่กับสาหร่าย
- ตัวตลกในลำไส้ใหญ่
 - ผึ้งกับเกสรดอกไม้
 - กาฝากกับต้นมะม่วง
 - ตัวตลกกับต้นมะพร้าว
 - กระชานกับต้นจามจุรี
41. เมื่ออยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมสิ่งมีชีวิตจะมีการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม การปรับตัวของสัตว์ที่เกี่ยวเนื่องกับสิ่งแวดล้อมที่เจาะจงอาจมีความหมายตามข้อใด
- การเอนตัวของลำต้น
 - การที่ต้นตอสูงต่ำแตกต่างกัน
 - การที่ต้นตอมีขนาดลำต้นแตกต่างกัน
 - การเพิ่มจำนวนใบของต้นตอที่แตกต่างกัน
 - การที่ต้นตอมีขนาดและสีของใบแตกต่างกัน

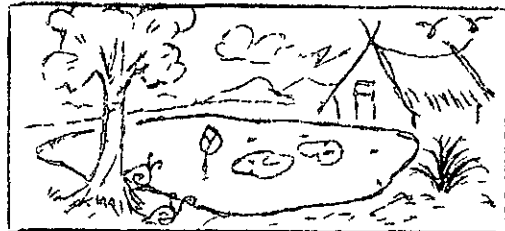


42. ข้อใดแสดงถึงการปรับตัวของพืชนาเพื่อเป็นไปตามกระแสน้ำ
- ลำต้นพืชนาจะกลวง
 - ลำต้นพืชนาจะมีมวลสีเขียวหุ้มโดยรอบ
 - ลำต้นของพืชนาจะเป็นกระดูกก็จะเป็นแผ่นกว้าง
 - ลำต้นของพืชนาจะมีช่องอากาศ ไบรอันเซ็นส์ ขนาดเล็กและเป็นเมือก สัน
 - ลำต้นของพืชนาจะจม ไบรอันเซ็นส์ในลำต้นมีเยื่อ ๆ สามารถหนาได้มาก
43. ข้อใดเป็นสาเหตุของการปรับตัวของพืช
- เพื่อหาอาหาร
 - เพื่อผลางตัวจากศัตรู
 - เพื่อเพิ่มปริมาณการดูดน้ำในลำต้น
 - เพื่อความสะดวกในการถ่ายเทแก๊ส
 - เพื่อความอยู่รอดของชีวิตและการขยายเผ่าพันธุ์
44. ความสัมพันธ์ตามข้อใดที่เป็นความหมายของระบบนิเวศน์
- กลุ่มสิ่งมีชีวิต
 - แหล่งที่อยู่อาศัย
 - พืชและแหล่งที่อยู่อาศัย
 - สัตว์และแหล่งที่อยู่อาศัย
 - พืช สัตว์ และแหล่งที่อยู่อาศัย
45. สมดุลธรรมชาติของระบบนิเวศน์หมายความว่าความ
- ระบบนิเวศน์ที่มีจำนวนผู้ผลิตและผู้บริโภคคงที่
 - ระบบนิเวศน์ที่มีจำนวนผู้ล่าและผู้ถูกล่าคงที่
 - ระบบนิเวศน์ที่มีจำนวนผู้ผลิตมากกว่าจำนวนผู้บริโภค
 - ระบบนิเวศน์ที่มีจำนวนผู้ล่ามากกว่าจำนวนผู้ถูกล่า
 - ระบบนิเวศน์ที่มีจำนวนผู้ผลิตและผู้บริโภคเพิ่มขึ้นเท่ากับจำนวนผู้บริโภค

46. ระบบนิเวศน์ที่ 1 และระบบนิเวศน์ที่ 2 ตามรูป มีสิ่งใดที่แตกต่างกัน



ระบบนิเวศน์ที่ 1



ระบบนิเวศน์ที่ 2

- ก. ชนิดของพืช
 - ข. ชนิดของสัตว์
 - ค. ขนาดของพืช
 - ง. ขนาดของแหล่งที่อยู่อาศัย
 - จ. ชนิดและขนาดของพืช สัตว์ แหล่งที่อยู่อาศัย
47. ในการศึกษาว่า พืชช่วยป้องกันการจักเซาะหน้าดินได้อย่างไร จะต้องควบคุมตัวแปรใดให้แตกต่างกัน
- ก. ชนิดของพืชที่จะปลูก
 - ข. ชนิดของดินที่ใส่ปลูกพืช
 - ค. ปริมาณของดินที่ใส่ปลูกพืช
 - ง. ปริมาณของน้ำที่ใส่สาหรับรดพืช
 - จ. พื้นดินที่มีการปลูกพืชกับพื้นดินที่ไม่มีการปลูกพืช
48. การปลูกพืชตามไหล่เขาควรจ. ใช่วิธีการตามข้อใด
- ก. ปลูกตามสะกวก
 - ข. ปลูกตามชั้นบันได
 - ค. ปลูกตามทางนาไหล
 - ง. ปลูกแบบสลับขั้นไปลา
 - จ. ปลูกเรียงตามขนาดและพันธุ์ของพืช

49. ข้อใดคือความจำเป็นในการรักษาสมดุลของระบบนิเวศน์
- ก. เพื่อลดมลภาวะ
 - ข. เพื่อการกินคืออยู่ของมนุษย์
 - ค. เพื่อรักษาสภาพดินให้คงความอุดมสมบูรณ์
 - ง. เพื่อรักษาสภาพแวดล้อมให้มีความปลอดภัย
 - จ. เพื่อรักษาป่าไม้ให้คงอยู่ในสภาพเดิมไว้มากที่สุด
50. วิธีการในข้อใดที่จะช่วยรักษาสมดุลของระบบนิเวศน์ได้ดีที่สุด
- ก. การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ
 - ข. การปลูกพืชคลุมดินเพื่อรักษาหน้าดิน
 - ค. การไม่ตัดไม้ทำลายป่าและ เว้นกันปลูกป่า
 - ง. การไม่ทิ้งสิ่งปฏิกูลหรือของเสียลงในแม่น้ำลำคลอง
 - จ. การระมัดระวังในการใช้เครื่องยนค วยาให้แกหการบอนโตออกไซค์เกิดขึ้นมาก

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม กลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	22	42	21	19	30
2	20	41	22	17	28
3	10	31	23	20	31
4	22	41	24	19	30
5	20	38	25	19	29
6	22	40	26	16	26
7	17	35	27	23	33
8	14	32	28	18	27
9	11	29	29	15	24
10	18	37	30	19	28
11	19	35	31	17	26
12	19	34	32	22	30
13	23	37	33	22	29
14	24	37	34	11	18
15	19	32	35	20	26
16	17	29	36	17	23
17	17	29	37	20	26
18	15	27	38	19	24
19	17	29	39	23	26
20	21	32			

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าวิชาศาสตรจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม กลุ่มควบคุม

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	19	43	21	23	32
2	23	40	22	20	29
3	16	33	23	17	26
4	20	36	24	18	27
5	19	35	25	26	34
6	20	36	26	21	29
7	20	36	27	23	30
8	16	32	28	17	23
9	18	34	29	17	25
10	15	31	30	21	26
11	24	39	31	21	24
12	21	36	32	26	29
13	24	38	33	23	26
14	17	31	34	21	24
15	18	30	35	21	24
16	15	25	36	21	24
17	22	32	37	22	24
18	20	30	38	22	23
19	22	32	39	19	19
20	23	32			

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม กลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	32	58	21	66	69
2	37	79	22	46	79
3	64	64	23	45	67
4	44	66	24	39	70
5	40	75	25	23	56
6	44	74	26	36	68
7	42	95	27	55	76
8	44	54	28	28	78
9	47	61	29	52	81
10	55	63	30	39	64
11	59	76	31	48	53
12	55	61	32	49	58
13	39	59	33	36	55
14	33	45	34	47	60
15	52	83	35	38	55
16	55	69	36	43	57
17	36	62	37	33	56
18	53	72	38	68	86
19	49	77	39	34	65
20	40	67			

คะแนนความกึกสร้างสรรคทางวิทยาศาสตร์ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม กลุ่มควบคุม

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	65	84	21	62	73
2	62	70	22	71	83
3	70	78	23	52	63
4	60	75	24	57	63
5	65	70	25	59	65
6	75	81	26	48	73
7	60	97	27	56	74
8	63	69	28	52	70
9	45	55	29	50	63
10	46	52	30	67	74
11	86	98	31	44	60
12	72	80	32	56	75
13	64	77	33	56	61
14	51	59	34	61	64
15	50	86	35	67	78
16	66	79	36	61	64
17	58	79	37	37	71
18	56	62	38	41	79
19	78	100	39	66	68
20	42	50			

คะแนนความเกิดสร้างสรรภาพทางวิทยาศาสตร์ตามความคล่องในการคิดจากการทดสอบ
ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม กลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	14	27	21	33	38
2	22	35	22	26	30
3	33	33	23	26	30
4	26	32	24	19	37
5	21	42	25	13	29
6	13	23	26	19	24
7	22	33	27	32	39
8	22	27	28	15	38
9	26	31	29	32	41
10	30	33	30	16	27
11	23	26	31	23 ^o	27
12	24	28	32	26	27
13	18	31	33	21	29
14	17	22	34	24	32
15	28	40	35	23	25
16	22	32	36	16	23
17	21	36	37	18	23
18	24	35	38	35	40
19	27	31	39	18	36
20	23	39			

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคล่องในการคิดจากการทดสอบ
ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม กลุ่มควบคุม

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	30	36	21	31	37
2	34	40	22	38	41
3	38	45	23	31	33
4	24	35	24	32	33
5	34	35	25	33	35
6	42	44	26	27	38
7	34	39	27	30	34
8	40	41	28	27	35
9	29	30	29	17	23
10	27	29	30	38	40
11	39	40	31	27	31
12	40	40	32	33	34
13	37	40	33	27	29
14	30	31	34	31	33
15	23	45	35	37	39
16	36	41	36	33	35
17	30	40	37	18	27
18	30	33	38	24	30
19	42	52	39	36	38
20	19	23			

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามความคิดที่หยวนจากการทดสอบ
ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม กลุ่มทดลอง

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

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามความยืดหยุ่นในการคิดจากการทดสอบ

ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม กลุ่มความถนัด

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

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มจากการทดสอบก่อนเรียน
และหลังเรียน เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม กลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	5	9	21	5	5
2	0	23	22	5	31
3	9	9	23	2	17
4	0	13	24	8	14
5	7	8	25	0	10
6	19	32	26	0	25
7	3	35	27	0	10
8	7	9	28	0	13
9	4	10	29	0	10
10	7	7	30	8	18
11	22	30	31	5	5
12	12	13	32	7	11
13	5	6	33	0	7
14	2	3	34	3	7
15	5	17	35	0	0
16	14	14	36	14	15
17	1	5	37	0	16
18	13	15	38	5	14
19	0	23	39	4	15
20	0	5			

คะแนนความเกิดสร้างสรรคทางวิทยาศาสตร์หาความคิคริ เริ่มจากการทดสอบก่อนเรียน
และหลังเรียน เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม กลุ่มควบคุม

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	15	18	21	7	8
2	0	0	22	7	12
3	5	5	23	0	4
4	12	15	24	3	6
5	5	8	25	5	5
6	3	6	26	3	5
7	5	24	27	4	12
8	0	3	28	8	13
9	0	5	29	17	22
10	0	3	30	2	5
11	17	21	31	2	6
12	4	10	32	5	20
13	0	9	33	6	8
14	0	4	34	10	10
15	7	12	35	11	18
16	4	8	36	4	5
17	8	10	37	3	22
18	4	5	38	3	32
19	15	21	39	5	5
20	7	10			