

ผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิค
การใช้คำถามที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ปริญญาานิพนธ์
ของ
เบญญา เรืองเสมอ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา

มีนาคม 2549

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิค
การใช้คำถามที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

บทคัดย่อ
ของ
เบญจา เรืองเสมอ

11 ๒๕๕. 2549

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา

มีนาคม 2549

เบญจา เรืองเสมอ.(2549). ผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม.(การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : รองศาสตราจารย์ ชูศรี วงศ์รัตนะ, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระวีวรรณ พันธุ์พานิช.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เมื่อใช้ทดลองกับนักเรียนชายและนักเรียนหญิง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนศูนย์รวมน้ำใจ สำนักงานเขตคลองเตย สังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 69 คน แบ่งเป็น กลุ่มทดลอง จำนวน 35 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม และกลุ่มควบคุม จำนวน 34 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ เครื่องมือที่ใช้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มี 2 ฉบับ คือ ฉบับที่เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ กับแบบทดสอบภาคปฏิบัติ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง

ผลการวิจัยพบว่า

1. เมื่อวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามและนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ นักเรียนชายกับนักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่พบ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้กับเพศ

2. เมื่อวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบทดสอบภาคปฏิบัติ ผลการวิจัยพบว่า

2.1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2. นักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่า นักเรียนชายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้กับเพศของนักเรียน มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

THE EFFECTS OF INQUIRY METHOD BY USING QUESTIONS
ON SCIENCE PROCESS SKILLS OF PRATHOMSUKSA III STUDENTS

AN ABSTRACT

BY

BENJA RUANGSMOR

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Master of Education degree in Educational Research and Statistics

At Srinakharinwirot University

March 2006

Benja Reungsamor. (2006). *The Effects of Inquiry Method by using questions on Science Process Skill of Prathom Suksa III Students*. Master thesis. M.Ed.(Educational Research and Statistics). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Assoc. Prof. Chusri Wongrattana, Assist. Prof. Raweewan Panpanich.

The main purposes of this research were to study the effects of Inquiry Method by using questions on science process skill of Prathom Suksa III students, male and female students. The subjects consisted of 69 Prathom Suksa III students of Soon Ruam Namjai School, Bangkok Metropolitan Administration. They were divided to an experimental group which used questions Inquiry Method and control group which used traditional Inquiry Method. The instruments used for collecting data were multiple choices test and performance test. The data was analysed by Two - Way Analysis of Variance.

The results revealed that:

1. When data were collected by multiple choice test, science process skill of the experimental group and control group; male and female were not significantly different. Also there was no interaction effect between different Inquiry Method and genders on science process skill.

2. When data were collected by performance test, the results showed that:

- 2.1. The experimental group gained high score on science process skill than the control group statistical significant at .01 level.

- 2.2. Female students gained high score on science process skill than male students statistical significant at .05 level.

- 2.3. There was no interaction effect between different Inquiry Method and gender on science process skill.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิค
การใช้คำถามที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ของ

นางเบญจา เรืองเสมอ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญสิริ จีระเดชากุล)

วันที่ 6 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2549

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ชูศรี วงศ์รัตน์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระวีวรรณ พันธ์พานิช)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิคม ตั้งคะพิภพ)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อองอาจ นัยพัฒน์)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญาบัตรฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เป็นเพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตน ประธานกรรมการควบคุมปริญญาบัตร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระวีวรรณ พันธุ์พานิช กรรมการควบคุมปริญญาบัตร ท่านทั้งสองได้เสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษาแนะนำในการจัดทำงานวิจัยนี้ทุกขั้นตอน อีกทั้งทำให้ผู้วิจัยได้รับประสบการณ์ในการ ทำงานวิจัยเชิงทดลองและรู้ถึงคุณค่าของงานวิจัยที่จะช่วยให้การทำงานในด้านการพัฒนาการศึกษาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสอดคล้องกับการปฏิรูปการศึกษา และท่านทั้งสองยังเป็นแบบฉบับของอาจารย์ที่ทุ่มเทให้กับศิษย์และงานด้านวิชาการอย่างไม่เหน็ดเหนื่อย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้ง ในความกรุณา จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ และขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วย ศาสตราจารย์ ดร.นิคม ตั้งคะพิภพ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.องอาจ นัยพัฒน์ ซึ่งเป็นกรรมการ สอบปริญญาบัตรที่แต่งตั้งเพิ่มเติม ซึ่งได้ให้คำแนะนำในการปรับปรุงปริญญาบัตรฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่กรุณาตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจน ให้ข้อเสนอแนะ ข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้แก่ผู้วิจัยในการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา ซึ่งทำให้ผู้วิจัยรู้ว่าการศึกษาของผู้วิจัยยังไม่ สิ้นสุดลงเพียงการทำปริญญาบัตรฉบับนี้ แต่เป็นการจุดประกายให้ผู้วิจัยนำเอาความรู้ที่ได้รับไป พัฒนาการศึกษา ให้เกิดประสิทธิผลสมดังเจตนารมณ์ของหลักสูตร สืบไป

ท้ายสุดผู้วิจัยขอขอบพระคุณ พ่อ แม่ พี่ น้อง เพื่อนๆ และนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ที่ให้ กำลังใจ กำลังกายและให้ความร่วมมืออย่างดีเยี่ยมตลอดระยะเวลาที่ศึกษาและทำงานวิจัย

เบญจา เรืองเสมอ

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ.....	1
	ภูมิหลัง.....	1
	จุดประสงค์ของการวิจัย.....	4
	ความสำคัญของการวิจัย.....	4
	ขอบเขตของการวิจัย.....	4
	สมมุติฐานของการวิจัย.....	6
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
	เอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรการศึกษา.....	10
	หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544.....	10
	เอกสารเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์.....	13
	เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	16
	งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	21
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการใช้คำถาม.....	22
	งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้คำถาม.....	34
	ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	35
	งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	53
3	วิธีการดำเนินการวิจัย.....	55
	การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	55
	แบบแผนการทดลองและขั้นตอนการทดลอง.....	57
	เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	60
	วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	69
	การจัดกระทำข้อมูล.....	69
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	71

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	74
สัญลักษณ์และอักษรย่อในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	74
การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	74
ข้อมูลระหว่างการทดลอง.....	75
ข้อมูลหลังการทดลอง.....	81
5 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	86
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	90
อภิปรายผล.....	91
ข้อเสนอแนะ.....	94
บรรณานุกรม.....	95
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก รายงานผู้เชี่ยวชาญ.....	104
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	106
ภาคผนวก ค ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้	114
ภาคผนวก ง คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ภาคปฏิบัติ	115
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	116

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 จำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนศูนย์รวมน้ำใจ	56
2 จำนวนนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	56
3 แบบแผนการทดลอง แบบแฟคทอเรียลชนิด 2 x 2	57
4 แผนการดำเนินการทดลอง.....	58
5 มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง.....	61
6 แผนการจัดการเรียนรู้ กิจกรรม และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	62
7 ลักษณะคำถามของบลูมที่นำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	63
8 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ สะท้อนผล.....	76
9 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	79
10 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนน รายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	81
11 ค่าสถิติพื้นฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากคะแนนแบบทดสอบแบบเลือกตอบ	82
12 ค่าสถิติพื้นฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากแบบทดสอบภาคปฏิบัติ	83
13 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากคะแนนของแบบทดสอบเลือกตอบ ระหว่างนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	84
14 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากคะแนนภาคปฏิบัติ ระหว่างนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	85

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 การเรียนรู้แบบวัฏจักรหรือวงจรการเรียนรู้	20
2 ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบภาพปฏิบัติ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	66
3 กราฟแสดงการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	80
4 กราฟแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้และเพศ จากคะแนนแบบทดสอบเลือกตอบ.....	84
5 กราฟแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้และเพศ จากคะแนนแบบทดสอบภาคปฏิบัติ.....	85

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

องค์การส่งเสริมการศึกษาวิทยาศาสตร์ และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ(UNESCO) ได้เสนอโครงการ2000 + วรรณคดีให้ประเทศทั่วโลก จัดการศึกษาวิทยาศาสตร์สำหรับทุกคนให้รู้วิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอเพื่อการดำรงชีวิตอย่างมีความสุขและปลอดภัยในสังคมโลกยุคโลกาภิวัตน์(กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ 2545 : บทนำ) เนื่องจากวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้มีคุณภาพดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิทยาศาสตร์ทำให้มนุษย์มีความสามารถในการใช้เหตุผล (Finley,1983: 47-54) มีการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล (Bybee and others,1991:143-155) สามารถปรับตัวและรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของสังคมปัจจุบัน โรงเรียนประถมศึกษาซึ่งเป็นการศึกษาขั้นพื้นฐานการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จึงควรวางรากฐานการเรียนและแนวคิดแบบวิทยาศาสตร์ ควรให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการเรียนวิทยาศาสตร์(พิมพันธ์ เดชะคุปต์,2545:203) อันจะนำไปสู่การคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

จากการศึกษาเปรียบเทียบการวัดสัมฤทธิ์ผลของเด็กไทย ในระดับประถมศึกษา วิชาวิทยาศาสตร์ กับเด็กระดับเดียวกัน (third grade) จากต่างประเทศ พบว่าเด็กไทยอยู่อันดับท้ายๆ คือลำดับที่ 21 จากจำนวน 24 ประเทศ ในขณะที่เกาหลีใต้และญี่ปุ่นอยู่ในลำดับที่ 1 และ2 (สวทช.2543:84-86.ที่มา IEA Third International Mathematics and Science Study) อาจเป็นเพราะผู้สอนให้ความสำคัญกับเนื้อหามากกว่ากระบวนการในแสวงหาความรู้ ซึ่งการเรียนการสอนที่แท้จริงในปัจจุบัน มิได้มุ่งเฉพาะเนื้อหาความรู้ แต่หมายรวมถึงกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (พิมพันธ์ เดชะคุปต์,2545:203) ดังนั้นเพื่อให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ จำเป็นต้องปรับวิธีการเรียนการสอน โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม และแสวงหาความรู้ด้วยตนเองซึ่งจะช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ได้ดี (Yeany,1975:521-529.;อ้างถึงในมังกร ทองสุขดี,2533:78) ในการปฏิบัติกิจกรรม การเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ควรเน้นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กับการสอนเนื้อหาเพราะความรู้เป็นผลผลิตจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาปัจจุบัน พบว่าในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรเน้นความเข้าใจธรรมชาติวิทยาและเน้นกระบวนการ

สืบเสาะหาความรู้ ที่ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ . 2544) เนื่องจากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักใช้กระบวนการ ในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองอย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ยังเป็นทักษะทางปัญญา (Intellectual Skills) ซึ่งเป็นสมรรถภาพพื้นฐานของการเรียนรู้ (จ้านง พรายแยมแซ. 2529:39) ดังนั้นการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงมีส่วนทำให้เกิดทักษะทางสติปัญญาควบคู่ตามไปด้วย

จากการศึกษาผลการสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา พบว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) จะช่วยให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหา สูงกว่าการสอนตามปกติ (กองวิจัยทางการศึกษากรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2542:69-70) ซึ่งการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) มีขั้นตอนการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน คือ 1. การนำเข้าสู่บทเรียน 2. การสำรวจ 3. การอธิบาย 4. การลงข้อสรุป 5. การประเมินผล (สำนักงานคณะกรรมการ การประถมศึกษาแห่งชาติ. 2540:4-6) ในทางวิทยาศาสตร์ Inquiry มักจะเริ่มต้นด้วย " คำถาม " เพื่อแสวงหา " คำตอบ " คำถามที่ใช้มี 3 ระดับ คือ " อะไร " " ทำไม " และ " อย่างไร " (จรูญ คุณมี. 2520:116) การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จะช่วยให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต คิดหาเหตุผลเพื่อตอบปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง ได้ทำการทดลองเพื่อรวบรวมข้อมูล และนำไปสู่ข้อสรุป โดยครูเป็นผู้ชี้แนะ (Joyce & Weil. 1980) วิธีชี้แนะแนวทางเพื่อฝึกให้นักเรียนได้คิด ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะเน้นการใช้คำถามซึ่ง ฮันกินส์ (Hunkin. 1972:1) กล่าวว่า คำถามเป็นศูนย์กลางเรียนรู้และค้นคว้า (Cunningham. 1977:85) ให้ข้อคิดว่า ในการตอบคำถามมีความสัมพันธ์กับชนิดของคำถามทำนองเดียวกับ แลมบ์ (Lamb. 1976:22) กล่าวว่าถ้าครูใช้คำถามระดับสูง ก็จะได้รับคำตอบจากนักเรียนระดับสูงด้วย ดังนั้นรูปแบบการใช้คำถาม ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จะต้องใช้คำถามกระตุ้นให้คิด ให้สอดคล้องกับแต่ละทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และในแต่ละระดับชั้น ซึ่งระดับประถมศึกษาเป็นการศึกษาขั้นพื้นฐาน ควรที่จะปลูกฝังทักษะทางความคิดให้กับนักเรียน นั่นก็คือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะตามแนวของสมาคมเพื่อการพัฒนาวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกาหรือ AAAS (American Association for The Advancement of Science. 1970:33-176) ได้แก่ ทักษะการสังเกต การจำแนก การวัด การใช้ตัวเลข สเปส/สเปส สเปส/เวลา การสื่อความหมาย การลงความเห็นจากข้อมูล และการพยากรณ์ ที่สำคัญครูจะต้องเตรียมเด็ก ให้มีความสามารถในการตั้งคำถามให้ชัดเจน ตรงประเด็น ความสนใจ และทำความเข้าใจกับลักษณะคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะแตกต่างไปจากคำถามทั่วไป และจำเป็นต้องจัดให้นักเรียน ให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งสามารถเริ่มได้ตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 เป็นต้นไป (ลาลี ทองธิว. 2545:151)

การใช้คำถามในวิชาวิทยาศาสตร์ มุ่งให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าหาความรู้สามารถแก้ปัญหา และสรุปแนวคิดได้ด้วยตนเอง ด้วยการใช้คำถามเป็นสื่อในการเรียนรู้ อาจจะเป็นการถามด้วยวาจา ระหว่างผู้สอนกับนักเรียน หรือระหว่างนักเรียนกับนักเรียน บทบาทของคำถามในการให้นักเรียน แสวงหาความรู้ด้วยตนเองมี 3 แบบ คือ แบบที่ผู้สอนเป็นผู้ถามคำถาม แบบที่นักเรียนเป็นผู้ถาม คำถาม และแบบที่ผู้สอน และนักเรียนร่วมกันถาม ซึ่งการใช้คำถามที่เหมาะสมจะทำให้ได้ประโยชน์ ในการเรียนการสอน (ภพ เลหาไพบูลย์.2537:157) สอดคล้องกับงานวิจัยของกิตติชัย สุทธิสินบอล เกี่ยวกับการใช้เทคนิคการตั้งคำถามของครูในวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำนักเรียนไปสู่เป้าหมายของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ก็คือการจัดการเรียนรู้แบบใช้คำถามตามแนวสืบเสาะหาความรู้ โดยการใช้คำถามนำอภิปรายเพื่อให้ นักเรียนคิดหาคำตอบ ซึ่งการตั้งคำถามที่ดี มีประสิทธิภาพจะช่วยพัฒนาระดับความคิดของนักเรียน ได้เป็นอย่างดี(ฉลอง รุ่งเรือง.2538;อ้างอิงมาจากCarrin and Sund.1971)

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในช่วงชั้นที่ 1 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่3 พบว่าเนื้อหาเรื่อง : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิตมี ธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาให้เป็นรูปธรรมได้ ซึ่งเด็กวัยนี้ (7-11ปี) ตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ การเกิดพัฒนาการทางสติปัญญา เป็นผล อันเนื่องมาจากการปะทะสัมพันธ์ ระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อม เป็นกระบวนการที่เด็กพบ สามารถ ปรับความคิดเดิม ให้สอดคล้องกับความคิดใหม่เด็กสามารถเรียนรู้และจำแนกสิ่งต่างๆที่เป็นรูปธรรมได้ (Concrete Operational Stage)

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทดลองจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเพื่อต้องการศึกษา เปรียบเทียบ ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม กับการจัดการ เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ และเปรียบเทียบวิธีการจัดการเรียนรู้กับเพศของนักเรียน ที่มี ต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนก ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปส/สเปส สเปส/เวลา ทักษะการ จัดกระทำและการสื่อความหมายจากข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลและทักษะการพยากรณ์ ว่าแตกต่างกันหรือไม่

จุดประสงค์ของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีจุดประสงค์ที่จะพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 8 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนก ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการหาความสัมพันธ์สเปกกับสเปส สเปกกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายจากข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศูนย์รวมน้ำใจ ในสาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต(พืชและสัตว์) จึงได้กำหนดจุดประสงค์เฉพาะไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาพัฒนาการ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ
3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชาย กับนักเรียนหญิง
4. เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้กับเพศของนักเรียน ที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 3

ความสำคัญของการวิจัย

ผลจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และใช้เป็นแนวทางในการเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม ช่วยให้ครูผู้สอนเห็นความสำคัญในการใช้คำถามในระดับสูง ซึ่งมีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ และวิชาอื่นๆนอกเหนือจากวิชาวิทยาศาสตร์ และข้อค้นพบจะเป็นข้อมูลพื้นฐานแก่นักวิจัยรุ่นต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 1 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศูนย์รวมน้ำใจ สำนักงานเขตคลองเตย สังกัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 5 ห้องเรียน เป็นนักเรียนชาย 86 คน นักเรียนหญิง 98 คน รวมทั้งสิ้น 184 คน โดยมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถของนักเรียน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 1 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศูนย์รวมน้ำใจ สำนักงานเขตคลองเตย สังกัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 69 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มตัวอย่าง อย่างง่าย (Simple Random Sampling) ดังนี้

1. สุ่มห้องเรียนโดยวิธีจับฉลาก 2 ห้องเรียนจากห้องเรียนทั้งหมด 5 ห้องเรียน
2. สุ่มกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยวิธีจับฉลากห้องเรียนทั้ง 2 ห้องเรียนแล้วแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน จำนวน 35 คน จำแนกเป็นนักเรียนชาย 17 คน นักเรียนหญิง 18 คน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน จำนวน 34 คน จำแนกเป็นนักเรียนชาย 16 คน นักเรียนหญิง 18 คน

ระยะเวลาในการวิจัย

การทดลองครั้งนี้ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 โดยใช้เวลาในการทดลอง จำนวน 14 คาบ คาบละ 60 นาที สัปดาห์ละ 2 คาบ รวมทั้งสิ้น 7 สัปดาห์ เวลาที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง ใช้ชั่วโมงเรียนปกติ กลุ่มทดลอง ทำการทดลองในวันจันทร์ช่วงเวลา 12.30 – 13.30 น. และวันพฤหัสบดีช่วงเวลา 13.30 – 14.30 น. กลุ่มควบคุม ทำการทดลองในวันพุธและวันพฤหัสบดี ช่วงเวลา 12.30 – 13.30 น.

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

การทดลองครั้งนี้ ใช้สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต (พืชและสัตว์) ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 จัดทำโดยโรงเรียนศูนย์รวมน้ำใจ สำนักงานเขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร โดยศึกษาร่วมกับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 1 ซึ่งจัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.)

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งเป็น

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่
 - 1.1. วิธีการจัดการเรียนรู้ จำแนกเป็น 2 วิธี คือ
 - 1.1.1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม
 - 1.1.2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ
 - 1.2. เพศ จำแนกเป็น 2 เพศ คือ
 - 1.2.1. เพศชาย
 - 1.2.2. เพศหญิง
2. ตัวแปรตาม คือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
2. นักเรียนชาย กับนักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน
3. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้กับเพศ ที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ หมายถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนได้รู้จักค้นคว้าหาความรู้ คิดแก้ปัญหาด้วยตนเองอย่างมีระบบ โดยใช้กระบวนการค้นคว้าหาความรู้ด้วยวิธีวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ขั้นตอนการสอน 5 ขั้นตอน (5E) ของนักการศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) จากคู่มือการฝึกอบรมครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 (สำนักการศึกษากรุงเทพมหานคร.2541:5) ดังนี้ คือ

1.1. ขั้นนำ(Engagement) เป็นการแนะนำบทเรียนหรือกิจกรรม ประกอบด้วยการชักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการจัดการเรียนรู้และเป้าหมายที่ต้องการ

1.2. ขั้นสำรวจ(Exploration) ขั้นนี้เปิดโอกาสให้นักเรียนใช้แนวความคิด ที่มีอยู่แล้วมาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนเข้าเป็นหมวดหมู่ ถ้าเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการทดลอง การสำรวจ การสืบค้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางการปฏิบัติจะดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยมีครูทำหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำหรือผู้เริ่มต้น ในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้

1.3. ขั้นอธิบาย(Explanation) ในขั้นตอนนี้กิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้จะมีการนำความรู้ที่รวบรวมแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นฐานในการศึกษาหัวข้อหรือแนวคิดที่กำลังศึกษาอยู่ กิจกรรมอาจประกอบไปด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ และนำข้อมูลมาอภิปราย

1.4. ขั้นลงข้อสรุป(Elaboration)ในขั้นตอนนี้จะเน้นให้นักเรียนได้นำความรู้หรือข้อมูลจากขั้นที่ผ่านมาแล้วขั้นที่ 2 และ 3 มาใช้ กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายในกลุ่มของตน เพื่อลงข้อสรุปที่แสดงถึงความเข้าใจ ใช้ทักษะกระบวนการและความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น จะช่วย

ให้นักเรียนได้มีโอกาสปรับแนวความคิดหลักของตนเอง ในกรณีที่ไม่สอดคล้อง หรือคลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง

1.5. ขั้นประเมินผล(Evaluation) เป็นขั้นสุดท้ายของการเรียนรู้ในขั้นนี้ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบแนวความคิดหลักของตนเองที่ได้เรียนมาแล้ว โดยการประเมินตนเองถึงแนวความคิดที่ได้สรุปไว้แล้วในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อยเพียงใด และมีการยอมรับมากน้อยเพียงใด ข้อสรุปที่ได้จะนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อไป ทั้งนี้จะรวมทั้งการประเมินผลของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม หมายถึง การที่ครูตั้งคำถาม ที่มุ่งพัฒนาความรู้ความคิด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยคำนึงถึงวุฒิภาวะ และสติปัญญาของนักเรียน การใช้น้ำเสียงการเว้นระยะให้นักเรียนคิดหาคำตอบ การกระจายคำถาม การเสริมแรง ด้วยคำถามตามระดับคำถามของบลูม(Bloom Taxonomy) โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ขั้นตอนการสอน 5 ขั้นตอน (5E) ของนักการศึกษากลุ่ม BSCS(Biological Science Curriculum Study) จากคู่มือการฝึกอบรมครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 (สำนักการศึกษากรุงเทพมหานคร).2541:5)ดังนี้ คือขั้นนำ ขั้นสำรวจ ขั้นอธิบาย ขั้นลงข้อสรุป และขั้นประเมินผล โดยเน้นการใช้คำถามทุกขั้นตอน ดังนี้

2.1. ขั้นนำ(Engagement) เป็นขั้นสร้างความสนใจ โดยครูจะใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจอยากรู้อยากเห็นอยากทดลองหรือพิสูจน์

2.2. ขั้นสำรวจ(Exploration) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมร่วมกัน เพื่อให้นักเรียนค้นพบข้อความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูมีบทบาทเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก โดยใช้คำถามกระตุ้นส่งเสริมและคำถามชี้แนะแนวทางการปฏิบัติ และหาคำตอบ

2.3. ขั้นอธิบาย(Explanation) ในขั้นตอนนี้ครูตั้งคำถามให้นักเรียนอธิบายกิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้โดยใช้คำถามตะล่อมให้นักเรียนอ้างอิงถึงสิ่งที่ป็นที่รวบรวมแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นฐานในการอธิบายหัวข้อหรือแนวคิดที่กำลังศึกษาอยู่ และใช้คำถามให้นักเรียนขยายความเข้าใจให้มากยิ่งขึ้น

2.4. ขั้นลงข้อสรุป(Elaboration) ในขั้นตอนนี้ครูจะตรวจสอบว่า นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ใหม่ได้หรือไม่ โดยการใช้คำถามให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเพื่อยืนยันความคิดและความเชื่อของตน ในกรณีที่ไม่สอดคล้อง หรือคลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง ครูจะใช้คำถามชี้แนะให้คิด และปรับความคิดให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง เพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อไป

2.5.ขั้นประเมินผล(Evaluation) เป็นขั้นสุดท้ายของการเรียนรู้ในขั้นนี้ครูใช้เทคนิคการสังเกตหรือตั้งคำถามปลายเปิด หรือใช้สถานการณ์ เพื่อหาหลักฐานการเรียนรู้

3. คำถามที่ใช้เป็นคำถามตามระดับของบลูม 6 ระดับ ดังนี้

3.1. คำถามระดับความรู้ความจำ หมายถึงการถามความสามารถในการระลึกเรื่องราวที่ผู้เรียนเคยพบเห็น ได้ยินหรือมีประสบการณ์มาแล้ว รวมทั้งสิ่งที่สัมพันธ์กับประสบการณ์นั้นๆ

3.2. คำถามระดับความเข้าใจ หมายถึงการถามความสามารถในการจับใจความสำคัญ แปลความหมายของข้อมูลที่เคยพบเห็น หรือเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของข้อมูลและยืนยันใจความสำคัญของสิ่งนั้น ตลอดจนจินตนาการเรื่องราวหรือยกตัวอย่างได้

3.3. คำถามระดับการนำไปใช้ หมายถึงการถามความสามารถที่จะนำความรู้ หรือความเข้าใจในสิ่งที่รู้เห็นแล้วไปแก้ปัญหาใหม่ หรือไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

3.4. คำถามระดับการวิเคราะห์ หมายถึงการถามความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวต่างๆ ออกมาเป็นส่วนๆ ได้ว่า สิ่งนั้นประกอบด้วยส่วนย่อยๆ อะไรบ้างส่วนไหนเป็นส่วนสำคัญที่สุด แต่ละส่วนย่อยนั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร หรือด้วยหลักการ ทฤษฎีใด

3.5. คำถามระดับสังเคราะห์ หมายถึงการถามความสามารถในการผสมส่วนย่อยๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้ผลใหม่ที่สมบูรณ์กว่า ดีกว่า หรือแปลกใหม่กว่าเดิม

3.6. คำถามระดับการประเมินค่า หมายถึงการถามความสามารถในการพิจารณาตัดสินคุณค่า เรื่องราว เหตุการณ์ บุคคลต่างๆ ว่า ดีหรือไม่ดี เหมาะหรือไม่เหมาะ โดยมีหลักเกณฑ์ที่มีเหตุผล

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ ซึ่งก่อให้เกิดการพัฒนาทางด้านสติปัญญา การแก้ปัญหา และการค้นหาความรู้ใหม่อย่างมีประสิทธิภาพและเชื่อถือได้ ตามที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กำหนดให้ทักษะขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วย 8 ทักษะ คือ

4.1. ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ เพื่อค้นหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น โดยไม่ใส่ความเห็นของผู้สังเกตลงไป

4.2. ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่มีอยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ ซึ่งอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4.3. ทักษะการวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสม โดยมีหน่วยกำกับ

4.4. ทักษะการคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนับตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือการหาค่าเฉลี่ย

4.5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา หมายถึงความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่างสามมิติกับสองมิติของวัตถุ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

4.6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึงการนำข้อมูลที่ได้ จากการสังเกตการวัด การทดลองและจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมายโดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจจะเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ วงจร เขียนบรรยาย

4.7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล ในการอธิบายหรือสรุป โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิม

4.8. ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วมาช่วยสรุป การพยากรณ์อาจกระทำได้ในขอบเขตของข้อมูลและนอกขอบเขตของข้อมูล

5. ใบบงาน (Task) หมายถึงภาระงานหรือกิจกรรมที่ให้นักเรียนปฏิบัติ เพื่อใช้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างทำการทดลอง จำนวน 14 ใบบงาน

6. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงชุดของคำถามที่ใช้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 8 ทักษะ มี 2 ฉบับ คือ

6.1. แบบทดสอบแบบเลือกตอบ หมายถึงข้อทดสอบที่ใช้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 32 ข้อ โดยวัดทักษะละ 4 ข้อ คือข้อ 1-4 วัดทักษะการสังเกต ข้อ 5-8 วัดทักษะการจำแนก ข้อ 9-12 วัดทักษะการวัด ข้อ 13-16 วัดทักษะการคำนวณ ข้อ 17-19 วัดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปส/สเปส/เวลา ข้อ 20-24 วัดทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ข้อ 25-28 วัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายจากข้อมูล ข้อ 29-32 วัดทักษะการพยากรณ์

6.2.แบบทดสอบภาคปฏิบัติ หมายถึง แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนลงมือกระทำในขณะที่ทดสอบในสถานการณ์ที่จัดขึ้น เป็นความสามารถในการปฏิบัติ ซึ่งจะวัดทั้งวิธีการ(Process) และผลงาน(Product)ที่เป็นผลจากการปฏิบัติ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรการศึกษา
 - 1.1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์
 - 1.2. เอกสารเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
2. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 - 2.1. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 - 2.2. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
3. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้คำถาม
 - 3.1. เอกสารที่เกี่ยวกับการใช้คำถาม
 - 3.2. งานวิจัยที่เกี่ยวกับการใช้คำถาม
4. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 4.1. ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 4.2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับประเภทและลักษณะของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 4.3. งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. เอกสารเกี่ยวกับการจัดการศึกษา

การศึกษาทุกระดับยึดถือจุดมุ่งหมายในการพัฒนาสมรรถภาพสมองตามแนวคิดของบลูม ซึ่งได้จำแนกไว้ 3 ด้าน คือ พุทธิพิสัย(Cognitive Domain) จิตพิสัย(Affective Domain) และทักษะพิสัย(Psychomotor Domain)

1.1.หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

ในหลักการของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กำหนดไว้ 5 ข้อ ข้อที่ 3 ระบุว่า " ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาและเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต โดยถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด สามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ "

จุดมุ่งหมายของหลักสูตรมี 9 ข้อ ที่ควรกล่าวถึง ได้แก่

ข้อ 2. มีความคิดสร้างสรรค์ ใฝ่รู้ ใฝ่เรียน รักการอ่าน รักการเขียนและรักการค้นคว้า

ข้อ 3. มีความรู้อันเป็นสากล รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงและความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการ

มีทักษะและศักยภาพในการจัดการ การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยี ปรับวิธีคิด วิธีการทำงานได้
เหมาะสมกับสถานการณ์

ข้อ 4. มีทักษะและกระบวนการ โดยเฉพาะคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ทักษะการคิด การสร้าง
ปัญญา และทักษะในการดำเนินชีวิต

ในโครงสร้างของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน

1. ระดับช่วงชั้น กำหนดหลักสูตรเป็น 4 ช่วงชั้น ตามระดับพัฒนาการของผู้เรียนดังนี้

ช่วงชั้นที่ 1 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3

ช่วงชั้นที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6

2. สาระการเรียนรู้ กำหนดเป็น 8 กลุ่ม สาระดังนี้

2.1. ภาษาไทย

2.5. สุขศึกษาและพลศึกษา

2.2. คณิตศาสตร์

2.6. ศิลปะ

2.3. วิทยาศาสตร์

2.7. การงานอาชีพและเทคโนโลยี

2.4. สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม

2.8. ภาษาต่างประเทศ

หลักสูตรให้ความสำคัญกับวิชาวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดไว้ในสามกลุ่มแรก ซึ่งให้เป็นสาระ
การเรียนรู้ที่สถานศึกษาต้องใช้เป็นหลัก ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างพื้นฐานการคิด และเป็น
กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาและวิกฤตของชาติ

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับช่วงชั้นที่ 1 และ 2 มีรายละเอียดดังนี้ คือ

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 : เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของ
ระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหา
ความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเอง
และดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 : เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยี
ชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้
และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 : เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต
ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะ
หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้

ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 : เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศและโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 : เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 : เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลายการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 : เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 : เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 : พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 : เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 : เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 : เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบ

สุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิต
วิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 : เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและ
ทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และ
นำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหา
ความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มี
รูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและ
เครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม
และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

จากการศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ทั้ง 13 มาตรฐาน พบว่า หลักสูตรกำหนดให้ผู้เรียนมี
กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และนำไปใช้เกือบทุกมาตรฐาน ผู้วิจัยได้พิจารณาทั้ง 8 สาระ พบว่า
สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต มาตรฐาน ว 1.1 สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ
สืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มุ่งเน้นให้ผู้
เรียนทำการศึกษาค้นคว้าและค้นพบความจริงด้วยตนเอง โดยที่สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการ
ดำรงชีวิต มีเนื้อหาเกี่ยวข้องเกี่ยวกับพืชและสัตว์ สามารถจัดสถานการณ์ปัญหาให้เป็นรูปธรรมได้

1.2. เอกสารเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

จากแนวคิดคlopเฟอร์ และแคพเฟอร์ (Klopfer and Kapfer.1972) นักการศึกษาสาขา
วิทยาศาสตร์ ได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการศึกษาให้เหมาะสมกับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
เพื่อให้ได้เนื้อหาที่เป็นความรู้ และพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน โดยมีจุดประสงค์ในการ
เรียนการสอนดังนี้

1. ความรู้ความเข้าใจ (Knowledge and Comprehension) ซึ่งความรู้ความเข้าใจใน
วิทยาศาสตร์นั้น ผู้เรียนอาจได้รับจากกระบวนการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ แบ่งได้เป็นความรู้ทาง
วิทยาศาสตร์ และความรู้ความเข้าใจวิทยาศาสตร์

2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Process of Scientific Inquiry) นักเรียน
ได้แสดงพฤติกรรม ถึงการมีส่วนร่วมในการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง เป็นกระบวนการที่นัก
วิทยาศาสตร์ใช้สำหรับการศึกษาเรื่องราวของธรรมชาติ และสร้างสรรค์แนวความคิดใหม่ขึ้นมา

3. การนำความรู้ และวิธีการวิทยาศาสตร์ไปใช้ (Application of Scientific Knowledge and Methods) ผู้เรียนได้ใช้ความรู้หรือวิธีการเพื่อจัดการกับปัญหาใหม่ ที่ไม่เคยพบมาก่อนซึ่งสามารถวัดได้จากความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

6. ทักษะปฏิบัติในการใช้เครื่องมือ (Manual Skills) นักเรียนต้องมีทักษะในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ทักษะในการติดตั้งเครื่องมือเพื่อให้เกิดความคล่องแคล่วในการปฏิบัติ และไม่ทำให้เครื่องมือชำรุดเป็นอันตรายต่อตนเองและผู้อื่น

7. เจตคติและความสนใจ (Attitudes and Interests) ผู้เรียนจะต้องได้รับการพัฒนาเกี่ยวกับเจตคติและความสนใจวิทยาศาสตร์โดยมีพฤติกรรมที่แสดงออกมาและสังเกตได้

8. มีแนวโน้มทางวิทยาศาสตร์ (Orientation) ผู้เรียนเกิดความประทับใจในวิทยาศาสตร์มีจิตใจเป็นวิทยาศาสตร์มีโลกทัศน์ที่กว้างขวางและสามารถปรับตัวได้ดี

เป้าหมาย การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.2546:3-4) ได้กล่าวไว้สรุปได้ว่า วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ความคิดเป็นเหตุ เป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลาย มีประจักษ์พยาน ที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้(Knowledge base society) ทุกคนจึงจำเป็นต้องพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์(Scientific literacy for all) ซึ่งมีเป้าหมาย 7 ข้อดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษา ค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการ การคิด และจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพล และผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

คุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์

กรมวิชาการ(2544:5-6) ผู้เรียนที่เรียนจบช่วงชั้นที่ 1 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ควรมีความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการ และจิตวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. เข้าใจลักษณะทั่วไปและการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตที่หลากหลายในสิ่งแวดล้อมท้องถิ่น
2. เข้าใจลักษณะ สมบัติการเปลี่ยนแปลงของวัตถุรอบตัว แรงในธรรมชาติ รูปของพลังงาน
3. เข้าใจสมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ ดวงอาทิตย์และดวงดาว
4. ตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและปรากฏการณ์ต่างๆ รอบตัว สังเกต สำรวจ ตรวจสอบโดยใช้เครื่องมืออย่างง่าย และสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ด้วยการเล่าเรื่อง เขียน หรือวาดภาพ
5. ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมทำโครงการหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้ หรือตามความสนใจ
6. แสดงความกระตือรือร้น สนใจที่จะเรียนรู้และแสดงความซาบซึ้งต่อสิ่งแวดล้อมรอบตัว แสดงถึงความมีเมตตา ความระมัดระวังต่อสิ่งมีชีวิตอื่น
7. ทำงานที่ได้รับมอบหมายด้วยความมุ่งมั่น รอบคอบ ประหยัด ซื่อสัตย์ จนเป็นผลสำเร็จ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข

จากหลักการ โครงสร้างของหลักสูตร เป้าหมายวิสัยทัศน์วิทยาศาสตร์ และการกำหนดคุณภาพของผู้เรียน ช่วงชั้นที่ 1 จะเห็นว่าเอื้ออำนวยต่อการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนมีทักษะการคิด สามารถนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปสัมพันธ์กับโลกภายนอก มุ่งพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ส่งเสริมให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ในการจัดการเรียนรู้ให้บรรลุเป้าหมาย จำเป็นต้องคำนึงถึงวิธีการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับพัฒนาการ ทางสติปัญญาของเด็กแต่ละวัย

2. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนวิชาวิทยาศาสตร์มีหลายวิธี แต่ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และตามมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คือการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ พิมพันธ์ เดชะคุปต์(2545:57) กล่าวว่าวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการที่ให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และมีครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกเพื่อสอดคล้องกับการเรียนการสอนในปัจจุบัน ที่เน้นทั้งความรู้และกระบวนการหาความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง จากการศึกษาวิเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้(การสอนแบบสืบสวนสอบสวน) ทั้งในระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาพบว่า มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น แต่ในระดับประถมศึกษา พบงานวิจัยที่ใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้น้อยกว่าระดับมัธยมศึกษา โดยที่หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

เน้นการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองเป็นส่วนมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้(Inquiry Method)

2.1. เอกสารเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้(Inquiry Method) เป็นวิธีหนึ่งที่มุ่งให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ดังนี้

ซันด์และโทรวบริดจ์(Sun and Trowbridge.1973:62-68) ได้สรุปลักษณะของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. เป็นการสอนที่มีนักเรียนเป็นศูนย์กลาง
2. การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสร้างมโนคติโดยตัวผู้เรียนเอง
3. ระดับความคาดหวังของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้น หลังจากที่ได้ประสบความสำเร็จ ในการสืบเสาะหาความรู้ในระดับหนึ่งแล้ว
4. การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการพัฒนาความสามารถด้านต่าง ๆ ของนักเรียน เช่น ความสามารถทางวิชาการ ทางสังคม ความคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ ซึ่งต้องอาศัยความเป็นอิสระและให้นักเรียนมีโอกาสคิด

5. การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะหลีกเลี่ยงการเรียนรู้อัตโนมัติหรือการบรรยาย แต่จะเน้นการทดลอง เพื่อให้ให้นักเรียนค้นพบด้วยตนเอง

6. การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้จะกำหนดเวลาสำหรับการเรียนรู้

ฉวีวรรณ กินาวงศ์ (2527:78)กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้คือวิธีการได้ถามหรือการตั้งคำถามเพื่อที่จะให้ได้คำตอบตรงตามความต้องการ โดยใช้เทคนิคกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะช่วยให้บุคคลได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531:502) กล่าวเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยสรุปว่า เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นหา หรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ไม่เคยรู้มาก่อน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ

ภพ เลหาไพบุลย์ (2537:119) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเองให้นักเรียนได้ประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือในการสืบเสาะหาความรู้ การสอนแบบนี้เน้นการใช้คำถามเป็นสื่อสำคัญ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544:56) กล่าวว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึงการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้ นักเรียนบรรลุเป้าหมายวิธีสืบเสาะหาความรู้จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของการเรียน

จากความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งให้นักเรียนมีโอกาสพัฒนาความคิดอย่างมีเหตุผล ได้ศึกษา ได้ค้นพบความจริงและสร้างความรู้ด้วยตนเอง ภายใต้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก คอยแนะนำ และคอยป้อนคำถามให้คิด หาคำตอบ

หลักจิตวิทยาในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีรากฐานจากจิตวิทยาพัฒนาการทางสมองของ Piaget(ลาดดา ศุขปริต.2523:57;อ้างอิงมาจาก Piaget.1962:61) สรุปได้ว่า คนมีกระบวนการคิดอยู่สองประการคือมีโครงสร้างความคิดเดิม จึงสามารถนำเอาความคิดเดิมมาเป็นแนวคิดให้เกิดความรู้ใหม่ได้ แต่ถ้าสิ่งที่รับไปใหม่ไม่สัมพันธ์กับโครงสร้างความคิดเดิม ก็ปรับปรุงโครงสร้างนั้นเพื่อรับความรู้ใหม่ได้ ดังนั้นโครงสร้างของกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จึงมี 2 ขั้นตอน

ขั้นที่ 1 Assimilative Structure เป็นการรื้อให้นักเรียนนำความรู้เดิมมาใช้เป็นแนวทางในการคิดเพื่อแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 Accommodative Structure เป็นการปรับปรุงหรือขยายแนวคิดเดิม เพื่อจะรับความรู้ใหม่ ๆ เข้าใจประสบการณ์ใหม่ ๆ ให้กว้างขึ้น เพราะถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลง หรือปรับปรุงความรู้เดิม ก็จะทำให้ไม่สามารถรับความรู้ใหม่ได้

จากหลักจิตวิทยาพื้นฐานดังกล่าวสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีรากฐานมาจากจิตวิทยาเกี่ยวกับพัฒนาการทางสมอง และมีโครงสร้างที่ประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอน คือการรื้อให้นักเรียนนำความรู้เดิมมาใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาและการปรับปรุงหรือขยายแนวคิดเดิมเพื่อรับความรู้ใหม่ได้ การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุดเมื่อนักเรียนได้เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับสิ่งนั้นโดยตรง รวมไปถึงการจัดสถานการณ์ที่ยั่วให้นักเรียนอยากเรียนและวิธีการสอนของครูจะต้องเป็นวิธีที่ส่งเสริมการคิดของนักเรียนด้วย

ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ แบบสืบเสาะหาความรู้ให้มีประสิทธิภาพ จำเป็นอย่างยิ่ง ที่จะต้องให้สอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

(มาลินี จุฑะรพ.2538:10;อ้างอิง สงวน สุทธิเลิศ.2532:32-39) ดังนี้

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget's Cognitive Development Theory) มี 4 ขั้นตอนตามลำดับ

1. ขั้นการใช้ประสาทรับสัมผัส (Sensorimotor Stage) เป็นพัฒนาการทางสติปัญญาขั้นแรก ที่ทารกแรกเกิด -2 ขวบ จะใช้ประสาทรับสัมผัส และตอบสนองต่อสิ่งเร้าและสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม เช่น ทารกจะล้มตามเมื่อมีแสงสว่างมากระทบ เป็นต้น

2. ขั้นเตรียมการ (Preoperational Stage) เป็นพัฒนาการทางสติปัญญาขั้นที่สองของเด็กวัย 3 - 7 ขวบ ซึ่งถือว่าตนเองเป็นใหญ่หรือเป็นศูนย์กลางของสังคม (ego centric) จึงเอาแต่ใจตนเอง ขาดความมีเหตุผล ขาดความรู้สึกผิดชอบชั่วดี กฎหมายบ้านเมืองจึงไม่เอาผิดแก่เด็กอายุไม่เกิน 7 ขวบ ที่กระทำความผิดทางกฎหมาย ขั้นนี้เป็นขั้นเตรียมการทางสมองที่จะเริ่มมีเหตุผลต่อไป

3. ขั้นเรียนรู้รูปธรรม (The Concrete operation Stage) เป็นพัฒนาการของเด็กวัย 8 - 12 ปี สติปัญญาพัฒนาดีขึ้น สามารถใช้ความคิดในการเกิดสังกัปของวัตถุสิ่งของมิติต่างๆ ได้แก่ ความกว้าง ยาว ลึกและมิติของเวลา วันนี้พรุ่งนี้ มะรืนนี้ เข้าใจในการใช้เหตุผลและการเปรียบเทียบได้แก่ มากกว่า น้อยกว่า ใหญ่กว่า เล็กกว่า สั้นกว่า ยาวกว่า และเท่ากัน สามารถจัดรวมและจัดแยกประเภทของสิ่งของได้

4. ขั้นเรียนรู้สิ่งที่เป็นนามธรรม (Formal Operation Stage) เป็นพัฒนาการของเด็กวัยรุ่น (13-16 ปี) สติปัญญาของเด็กวัยรุ่นจะพัฒนาได้ดีประมาณ 90% จึงสามารถเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม ตลอดจนหลักตรรกศาสตร์ได้ นอกจากนี้ยังเข้าใจกฎเกณฑ์ของสังคมสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาและทดสอบ ข้อสมมติฐานและข้อพิสูจน์ต่างๆได้

นักเรียนประถมศึกษาช่วงชั้นที่ 1 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1- 3 อายุระหว่าง 7- 9 ปีอยู่ในระดับชั้นที่ 2 และ 3 กิจกรรมการเรียนการสอนจึงควรเป็นรูปธรรม สามารถฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะได้

ขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

เอเชป ASEP.(Australian Science Education Project .1974:91) ได้กำหนดขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้สรุปได้ดังนี้

1. สถานการณ์ที่เป็นสิ่งเร้าให้เกิดการสืบเสาะหาความรู้
2. ปัญหาที่ต้องค้นหาวิธีการแก้ปัญหา
3. การลงข้อสรุป ข้อมูลซึ่งเป็นผลจากการสืบเสาะหาความรู้

ซึ่งทั้ง 3 ขั้นตอนนี้จะเชื่อมด้วยกัน

4. การกำหนดปัญหาและการกำหนดนิยามของปัญหา
5. การค้นหาวิธีการของปัญหา

สมจิต สวธนไพบุลย์(2526:105-110) กล่าวถึงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สามารถสรุปได้เป็น 3 ขั้นตอนคือ

1. ขั้นการสำรวจข้อมูล(Exploration) เป็นการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องเรื่องที่ศึกษาเพื่อนำไปสร้างเป็นความคิดรวบยอด หรือแนวคิดหลักต่อไป ข้อมูลอาจจะหามาได้ 3 แหล่ง คือ ได้จากการสังเกตวัตถุจริงหรือปรากฏการณ์โดยตรง จากการทดลอง และได้จากการรวบรวมจากแหล่งอื่นเช่นเอกสารหรือบุคคล

2. ขั้นการสรุปขึ้นเป็นความรู้ใหม่(Invention) ภายหลังจากการสำรวจแล้ว นักเรียนจะได้ข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะ คุณสมบัติ การเปลี่ยนแปลงปริมาณและรายละเอียด ข้อมูลเหล่านี้อาจจะยังไม่มี ความหมายอะไรมากนัก จะต้องมีการนำไปคำนวณหรือจัดกระทำเสียก่อน จึงจะมีความหมายพอที่จะตีความหมายหรือลงข้อสรุปต่อไปได้ ผลสรุปที่ได้ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปมโนคติหรือหลักการ

3. ขั้นการนำความรู้ใหม่ไปใช้ (Discovery) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนมีโอกาสนำเอาความรู้ที่ได้จากการค้นพบไปใช้เป็นรากฐานสำหรับเรียนเรื่องใหม่ได้ เป็นการทดสอบความถูกต้อง

นักการศึกษากลุ่ม BSCS(Biological Science Curriculum Study) ได้นำวิธีการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์และได้เสนอขั้นตอนการเรียน การสอนเป็น 5 ขั้นตอน(5E) คือ (สำนักการศึกษา หน่วยศึกษานิเทศก์.2541:4)

1.การนำเข้าสู่บทเรียน(Engagement) เป็นการแนะนำบทเรียนกิจกรรม จะประกอบไปด้วย การซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนด กิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการเรียนการสอนและเป้าหมายที่ต้องการ

2. การสำรวจ(Exploration) ขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวความคิดที่มีอยู่แล้วมาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เข้าเป็นหมวดหมู่ ถ้าเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการทดลอง การสำรวจ การสืบค้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางการปฏิบัติจะดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยมีครูทำหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำหรือผู้เริ่มต้น ในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้

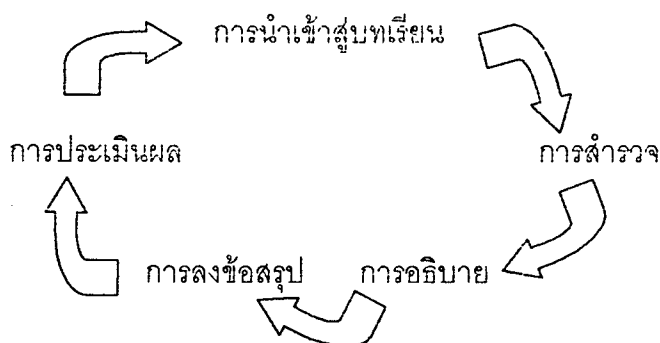
3.การอธิบาย(Explanation) ในขั้นตอนนี้กิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้จะมีการนำความรู้ที่รวบรวมมาแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อหรือแนวคิดที่กำลังศึกษาอยู่ กิจกรรมอาจประกอบไปด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ และนำข้อมูลมาอภิปราย

4.การลงข้อสรุป (Elaboration) ในขั้นตอนนี้จะเน้นให้นักเรียนได้นำความรู้หรือข้อมูลจากขั้นที่ผ่านมาแล้ว ขั้นที่ 2 และ 3 มาใช้ กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายภายในกลุ่มของตนเอง เพื่อลงข้อสรุปที่แสดงถึงความเข้าใจ ใช้ทักษะกระบวนการและความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น จะช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสปรับแนวความคิดหลักของตนเองในกรณี ที่ไม่สอดคล้องหรือคลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง

5.การประเมินผล(Evaluation) เป็นขั้นสุดท้ายของการเรียนรู้ในขั้นนี้ครูเปิดโอกาสให้นักเรียน

ได้ตรวจสอบแนวความคิดหลักที่ตนเองได้เรียนรู้มาแล้ว โดยการประเมินตนเองถึงแนวความคิดที่ได้สรุปไว้แล้วในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อยเพียงใด และมีการยอมรับมากน้อยเพียงใด ข้อสรุปที่ได้จะนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อไป ทั้งนี้จะรวมทั้งการประเมินผลของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย

จากขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ข้างต้นสรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จะต้องมีสิ่งเร้าที่ทำให้เกิดการสืบเสาะหาความรู้ มีปัญหาที่ต้องค้นหาวិธีแก้ มีการสำรวจข้อมูลและการลงข้อสรุปนั้นเป็นความรู้ใหม่ รวมถึงการนำความรู้ไปใช้ ผู้วิจัยได้นำการสอนแบบ 5 ขั้นตอน (5E) ของกลุ่ม BSCS เป็นแนวทางการกำหนดกิจกรรมในการเขียนแผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในการเรียนการสอนแต่ละครั้งหรือแต่ละแนวคิดจะเริ่มต้นจากขั้นนำเข้าสู่บทเรียนและจบลงโดยการประเมินผล ผลที่ได้ก็จะนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนการสอนในครั้งต่อไป ดังภาพ 1



ภาพประกอบ 1 การเรียนรู้แบบวัฏจักรหรือวงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle)

ในการดำเนินการทดลองครั้งนี้นักเรียนจะได้รับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น รวม 4 แผน 14 กิจกรรม โดยที่แต่ละกิจกรรมจะดำเนินการตามวงจรการเรียนรู้(5E) ดังนั้น จึงรวมเป็น 14 รอบ

2.2. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ในการจัดการเรียนการสอน ที่ใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีผู้ทำการวิจัยดังนี้
งานวิจัยในประเทศ

กัญญา ทองมัน (2534:83) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พิมพ์ วัฒนานนท์ (2539:บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นยุทธวิธีวงจรการเรียนรู้มาปรับแผนการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ พบว่านักเรียนที่โดยใช้แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นยุทธวิธีวงจรการเรียนรู้มีความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ใช้แผนการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

ดารุณี เชื้อเจ็ดตน (2540: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสามารถในการสื่อความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นยุทธวิธีวงจรการเรียนรู้ โดยศึกษากลุ่มนักเรียน 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติและการสอนตามแนวยุทธวิธีวงจรการเรียนรู้ ผลปรากฏว่ากลุ่มที่สอนตามแนวยุทธวิธีวงจรการเรียนรู้ มีทักษะในการสื่อความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่สอนตามแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

มนมณี สุตสิน (2543:บทคัดย่อ) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ สูงกว่าการสอนตามคู่มือครู

งานวิจัยต่างประเทศ

แลดด์ และ แอนเดอร์สัน (Ladd and Anderson. 1970:395-400) ได้ศึกษาระดับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จากการถามคำถามของครู เพื่อดูผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยใช้ครู จำนวน 40 คน ทำการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยถามคำถามในระดับสูงและระดับต่ำ โดยทำการสอนนักเรียน 40 ห้อง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนจากครูที่สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้คำถามระดับสูงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยครูที่มีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้คำถามในระดับต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อับราฮัมและเร็นเนอร์(Abraham and Renner.1986:121-143) ได้ศึกษาผลงานการวิจัยของนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับวงจรการเรียนรู้ในวิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษา พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนววงจรการเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านเนื้อหาวิชาและด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์วิชาเคมีสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนปกติ และนอกจากนี้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ยังมีผลต่อความคงทนในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการวิจัยดังกล่าวสรุปได้ว่า ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สามารถ ช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ตลอดจนเป็นวิธีสอนที่สามารถใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดในระดับสูง นอกจากนี้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ยังมีผลต่อความคงทนในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อีกด้วย

3. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้คำถาม

3.1. เอกสารเกี่ยวกับการใช้คำถาม

3.1.1. นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการใช้คำถามในการเรียนการสอนสรุปได้ ดังนี้

ภพ เลาหไพบูลย์(2537:157)ประจวบจิตร คำจตุรัส(2537:24) กล่าวไว้สรุปได้ว่า การใช้คำถาม เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเสาะแสวงหาความรู้ ความเข้าใจเรื่องต่าง ๆ และเป็นเทคนิคการสอนที่มีประสิทธิภาพ ในการเรียนการสอน ที่มุ่งให้ผู้เรียนสามารถศึกษาค้นคว้าหาความรู้ แก้ปัญหา และสรุปแนวคิดได้ด้วยตนเอง เป็นสื่อทำให้เกิดการเรียนรู้ ซึ่งอาจเป็นการถามตอบด้วยวาจาระหว่างครูกับนักเรียน หรือระหว่างนักเรียนกับนักเรียน

บุญชม ศรีสะอาด(2537:74) ได้กล่าวว่า การใช้คำถาม เป็นการสอนที่ผู้สอนป้อนคำถามให้นักเรียนตอบ อาจตอบเป็นรายบุคคลหรือตอบเป็นกลุ่มย่อย หรือตอบทั้งชั้นซึ่งถือได้ว่าเป็นเทคนิคที่สำคัญในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

สุวิทย์และอรทัย มูลคำ(2545:74-87) กล่าวว่า เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนากระบวนการทางความคิดของผู้เรียน โดยผู้สอนจะป้อนคำถามในลักษณะต่างๆ ที่เป็นคำถามที่ดี สามารถพัฒนาความคิดผู้เรียน ถามเพื่อให้ผู้เรียนใช้ความคิดเชิงเหตุผล วิเคราะห์ วิวิจารณ์ สังเคราะห์ หรือการประเมินค่าเพื่อจะตอบคำถามเหล่านั้น

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า การใช้คำถามหมายถึง เทคนิคการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้โต้ตอบ เพราะคำถามจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ทักษะการคิด เรียบเรียงความรู้และถ่ายทอดเป็นคำตอบ คำถามเป็นเครื่องมือที่ช่วยตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน ครูสามารถใช้คำถามเป็นเครื่องมือสนับสนุนกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้ ใช้เป็นอุปกรณ์ในการสื่อความหมายได้ด้วย

3.1.2. ประเภทของคำถาม

ศาสตราจารย์เคอร์ติส(Curtis) แห่งมหาวิทยาลัยมิชิแกน ประเทศสหรัฐอเมริกา (มังกรทองสุชาติ.2533.) ได้จำแนกคำถามออกเป็น 12 แบบ ซึ่งเป็นลักษณะคำถามที่ใช้เพื่อความมุ่งหมายต่าง ๆ กัน สรุปได้ดังนี้

1.ถามเพื่อเปรียบเทียบ เพื่อให้ผู้ตอบคิดเปรียบเทียบความเหมือนกับความแตกต่าง ซึ่งจะต้องคิดอย่างรอบคอบเสียก่อนจึงจะตอบได้ เช่น สภาพภูมิประเทศของทั่วโลกเหนือและทั่วโลกใต้เหมือนหรือต่างกันอย่างไร

2.ถามเพื่อการตัดสินใจ ผู้ตอบจะต้องจำแนกและตัดสินใจให้แน่นอน เช่น คนไทยที่ประดิษฐ์ฝนเทียมขึ้นคือ ม.ร.ว. เทพฤทธิ์ เทวกุล ใช่หรือไม่

3.ถามเพื่อการนำเอาความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ เป็นการถามเพื่อการแก้ไขสถานการณ์ในสภาวะต่าง ๆ โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์ที่มีอยู่แล้ว เช่น เมื่อเราหลงป่า เราจะหาทางออกจากป่าได้อย่างไรจึงจะปลอดภัยที่สุด

4.ถามเพื่อการจำแนก เพื่อต้องการให้ผู้ตอบคิดจำแนกหรือจัดหมวดหมู่ หรือจัดพวกใหม่ โดยอาศัยการเปรียบเทียบในด้านความแตกต่าง ความเหมือน ความสัมพันธ์และการจัดกลุ่มใหม่ เช่น ส้มตำ ประกอบด้วยสารอาหารหมู่ใดบ้าง

5.ถามความสัมพันธ์ระหว่างเหตุผล เป็นคำถามที่ให้ผู้ตอบสังเกตปรากฏการณ์ว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร ผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร เช่น ฝนตกกับลูกเห็บ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

6. ถามเพื่อให้ทราบความมุ่งหมาย เป็นการถามที่ให้ผู้ตอบบอกความมุ่งหมายของเนื้อเรื่อง เช่น หนังสือเรื่องพระมหาชนก เนื้อเรื่องทั้งหมดมีจุดมุ่งหมายสำคัญอะไรบ้าง

7. ถามเพื่อให้เกิดความคิดวิจารณ์ ถามเพื่อให้ผู้ตอบคิดในเรื่องความสมบูรณ์ ความถูกต้อง ซึ่งก่อนที่จะตอบนั้นผู้ตอบจะต้องใคร่ครวญเสียก่อน เช่น เรื่องการจัดงานกีฬาที่ผ่านมามีอะไรเป็นบทเรียนที่ต้องคำนึงถึงบ้าง อะไรที่คิดว่าดีแล้ว และอะไรที่ยังบกพร่อง

8. ถามเพื่อให้แสดงความคิดเห็น เพื่อให้ผู้ตอบเกิดการสรุปผล ตัดสินใจ โดยอาศัยข้อมูลความจริง หลักการเป็นเกณฑ์ เช่น ฝืนป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์ของประเทศชาติ กลายเป็นสภาพป่าที่ทรุดโทรมในปัจจุบัน คงเหลือฝืนป่าไม้ รวมทั้งป่าชายเลนที่อุดมสมบูรณ์อีกเพียงไม่ถึงร้อยละ 20 ของผืนดินทั้งหมด ท่านคิดว่าอีก10 ปีข้างหน้าประเทศของเราก็จะมีสภาพเป็นอย่างไร

9. ถามเพื่อเปิดการอภิปราย เป็นการถามเพื่อให้ได้มีการถกเถียง พินิจพิจารณาการตัดสินใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เช่น ท่านคิดว่าควรสอนเพศศึกษาในโรงเรียนหรือไม่เพราะเหตุใด

10. **ถามเพื่อให้กำหนดนิยามหรือให้อธิบาย** เป็นคำถามเพื่อให้สรุปความคิดรวบยอดหรือความหมายคำนิยาม คำอธิบายในแต่ละคำหรือวลี เพื่อให้เรื่องราวนั้นกระจ่างขึ้น เช่น โปรดอธิบายคำว่า จัดระเบียบสังคม โดยย่อ

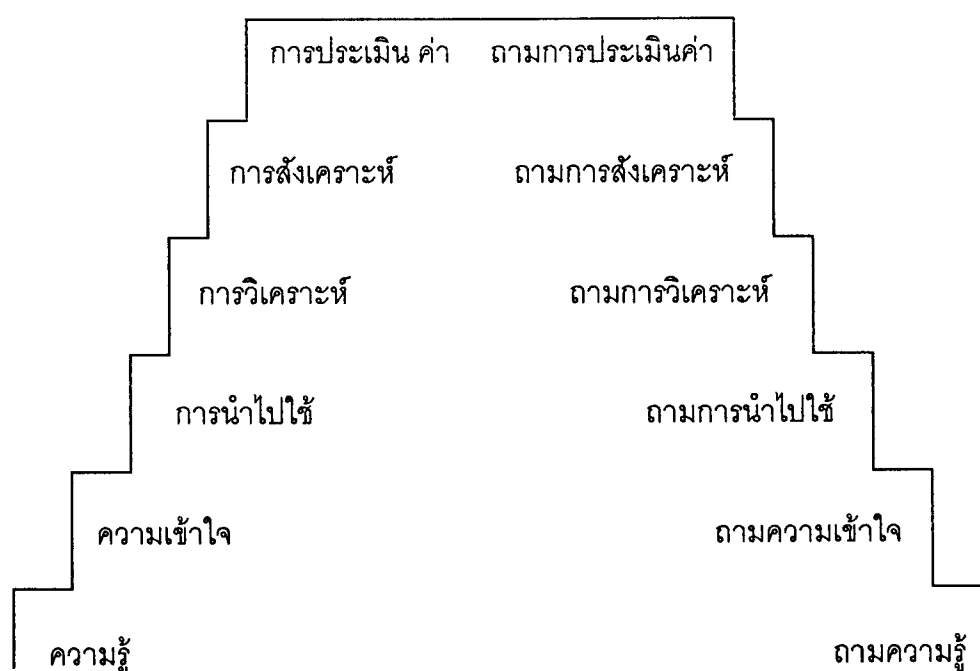
11. **ถามเพื่อให้เกิดคำถาม** คำถามชนิดนี้ต้องการให้หาคำตอบโดยการสังเกต เช่น ในปีนี้เพื่อนๆของเราเดินทางมาโรงเรียน โดยวิธีใดมากที่สุด

12. **ถามเพื่อช่วยทำให้เกิดคำถามใหม่ๆ** อีก ระหว่างที่ผู้เรียนกำลังคิด กำลังอ่านหรือกำลังปฏิบัติงานอยู่ ผู้สอนอาจถามถึงงานที่เขา กำลังคิด กำลังทำว่าพบปัญหาอะไรหรือไม่ เช่น ขณะที่นักเรียนกำลังทดลองเรื่องการทำปุ๋ยชีวภาพ มีข้อสงสัยอะไรบ้างหรือไม่

นอกจากคำถามทั้ง 12 แบบแล้ว ยังสามารถแบ่งหรือจำแนกโดยใช้เกณฑ์อื่น ๆ ได้อีก เช่น

- คำถามระดับต่ำ
- คำถามระดับสูง
- คำถามระดับง่าย
- คำถามระดับยาก
- คำถามปลายเปิด
- คำถามปลายปิด

นอกจากนั้น พิมพันธ์ เดชะคุปต์(2542:1-3) กล่าวไว้ว่า ถ้าแบ่งประเภทคำถามตามระดับขั้นตามแนวคิดของบลูม แบ่งออกเป็น 6 ประเภทดังนี้



คำถามประเภทต่าง ๆ และตัวอย่างคำถาม

ประเภท	คำถาม	ตัวอย่างคำถาม
1.ถามความรู้	คำถามที่มีคำตอบแน่นอน ถามเนื้อหาเกี่ยวกับข้อเท็จจริง คำจำกัดความ คำนิยาม คำ ศัพท์ กฎ ทฤษฎี ถามเกี่ยวกับ ใคร(Who) อะไร(What) เมื่อ ไร(When) ที่ไหน(Where) รวม ทั้งใช่หรือไม่	1.การคุมกำเนิดหมายถึงอะไร 2.มนุษย์สัมพันธ์หมายถึงอะไร 3.ผู้ค้นพบทฤษฎีสัมพันธภาพคือใคร 4.ไมเคิล ฟาราเดย์ เป็นนักวิทยาศาสตร์ชาติอะไร 5.บริเวณใดของไทยพบทองมากที่สุด 6.การแข่งขันฟุตบอลโลกครั้งที่ 5 จัดที่ประเทศใด 7.มนุษย์สามารถพิชิตดวงจันทร์ได้เมื่อปีใด
2.ถามความ เข้าใจ	คำถามที่ต้องใช้ความรู้ ความจำ มาประกอบ เพื่ออธิบายด้วยคำ พูดของตนเอง เป็นคำถามที่สูง กว่าความรู้	1.จงอธิบายลักษณะของผู้มีสุขภาพจิตดี 2.จงเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการแพร่ และการออสโมซิส 3.จงแบ่งประเภทของพืชที่กำหนดให้ตามเกณฑ์ ของผู้เรียน
3.ถามการนำ ไปใช้	คำถามที่นำความรู้และความเข้าใจ ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ ใหม่	1..เมื่อเข้าชมพิพิธภัณฑ์สัตว์น้ำ ท่านควรจะ ปฏิบัติตนอย่างไร 2.นักเรียนจะทดสอบว่าน้ำส้มสายชูในครัวของ นักเรียนเป็นของแท้หรือของปลอมได้อย่างไร
4.ถามการ วิเคราะห์	คำถามที่ให้จำแนกแยกแยะเรื่อง ราวต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยส่วน ย่อยอะไรบ้าง โดยอาศัยหลัก การทฤษฎี ที่มาของเรื่องราว หรือเหตุการณ์นั้น	1.อาหารในจานนี้ประกอบด้วยสารอาหารใดบ้าง 2.สาเหตุสำคัญใดบ้างที่ทำให้เยาวชนเสพยา เสพติด 3.ประชาชนในแต่ละภาคของประเทศไทย มีความเป็นอยู่แตกต่างกันนั้น มีปัจจัยสำคัญใด เป็นสาเหตุ
5.ถาม สังเคราะห์	คำถามที่ใช้กระบวนการคิด เพื่อ สรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ย่อย ๆ ขึ้นเป็นหลักการหรือแนว คิดใหม่	1.จงสรุปหลักการถนอมอาหาร 2.จากการศึกษา จงสรุปผลเกี่ยวกับสาเหตุ การเกิดมะเร็ง

ประเภท	คำถาม	ตัวอย่างคำถาม
6.ถามประเมินค่า	คำถามที่ให้นักเรียนตีคุณค่าโดยใช้ความรู้ ความรู้สึก ความคิดเห็นในการกำหนดเกณฑ์เพื่อประเมินค่าสิ่งเหล่านั้น	1.นักเรียนมีวิธีการใดที่จะบอกได้ว่า บุคคลนี้ดี บุคคลนั้นไม่ดี 2.ผลการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของกลุ่มใดดีที่สุด 3.ความคิดเห็นของเพื่อนคนใดเหมาะสมที่สุด 4.นักเรียนคนใดมีความสามารถในการนำเสนอผลการทดลองเป็นที่ชื่นชมมากที่สุด

นอกจากการจำแนกประเภทคำถามตามแนวคิดของบลูม(Bloom) แล้วยังอาจจำแนกออกเป็น

1. คำถามระดับต่ำและระดับสูง

- คำถามระดับต่ำ เป็นคำถามที่ต้องการคำตอบระดับความจำของข้อมูล หรือเรียกได้ว่าเป็นคำถามที่ต้องการวัดความจำ ใช้ในการทบทวนความรู้พื้นฐานหรือมโนทัศน์
- คำถามระดับสูง เป็นคำถามที่ต้องการคำตอบระดับการแปลผล การนำไปใช้ การวิเคราะห์ สังเคราะห์และประเมินค่าหรือเรียกได้ว่าเป็นคำถามที่ต้องการวัดความคิด ช่วยพัฒนาผู้เรียนในด้านของทักษะความคิดและการใช้เหตุผล

2. คำถามเกี่ยวกับผล กระบวนการและความคิดเห็น

- คำถามเกี่ยวกับผล เป็นคำถามที่ต้องการคำตอบในรูปของการสรุปผลขั้นสุดท้าย
- คำถามเกี่ยวกับกระบวนการ เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้เรียนอธิบายถึงวิธีการดำเนินการหรือขั้นตอนที่นำไปสู่ผลขั้นสุดท้าย
- คำถามเกี่ยวกับความคิดเห็น เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นตัดสินใจหรือประเมินสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

3. คำถามเปิดและคำถามปิด

- คำถามแบบปิด เป็นคำถามที่มีคำตอบเดียวมักใช้กับข้อมูลที่เป็นความจำ
- คำถามแบบเปิด เป็นคำถามที่ให้คำตอบได้หลายอย่างใช้เพื่อการสร้างข้อมูลเพื่อให้เกิดการตอบสนองเฉพาะตัว และนำไปสู่การอภิปรายและการถามในขั้นต่อไป

บลอสเซอร์.(Blosser.1975) ได้เสนอระบบของคำถามขึ้นเรียกว่า "การจัดระบบคำถามทางวิทยาศาสตร์" หรือ Question Category for Science (QCSS) ซึ่งจะช่วยให้ครูวิทยาศาสตร์ที่ไม่เคยมีประสบการณ์เกี่ยวกับการใช้คำถามมาก่อน ได้รับประโยชน์ยิ่งขึ้นดังนี้

ประเภท	หน้าที่
การดำเนินการ	ใช้ถามเพื่อให้กิจกรรมของเด็กในห้องเรียนดำเนินไปด้วยดี
การทบทวน	ใช้ถามเพื่อย้ำ เน้นประเด็นสำคัญที่เด็กควรรู้และจดจำ
คำถามปิด	ใช้ถามเพื่อทบทวนสิ่งที่เด็กได้ศึกษาไปแล้วหรือซักถามเพื่อจูงใจให้เด็กสนใจในเรื่องที่ครูต้องการจะให้เด็กทราบ
คำถามเปิด	ใช้ถามเพื่อกระตุ้นให้เกิดความสนใจ ยั่วเย้าให้เด็กแสดงความคิดเห็น เปิดโอกาสให้เด็กรู้จักตั้งสมมติฐาน แลกเปลี่ยนทัศนะหรือร่วมกันหาทางจัดกิจกรรมต่าง ๆ

ประเภทของคำถาม ดำเนินการนั้นมักจะถือว่าเป็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญาในระดับต่ำ แต่คำถามประเภทปิดนั้น แม้ว่าจะไม่เป็นในเรื่องสติปัญญามากนักก็ตาม แต่อาจจะถือว่าเป็นการกระตุ้นหรือยั่วเย้าให้เด็กรู้จักการจัดลำดับ แยกประเภท ส่วนคำถามประเภทเปิดนั้นจะเป็นคำถามที่อาจจะมีคำตอบที่ถูกต้องมากมายและมักจะต้องอาศัยเหตุผลมาช่วยในการพิจารณาหาคำตอบด้วย ผู้วิจัยเลือกที่จะใช้คำถามแบบ การจัดระบบคำถามทางวิทยาศาสตร์(QCSS)เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ใช้ร่วมกับคำถามตามแนวคิดของบลูม

3.1.3. การจัดประเภทคำถามโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเกณฑ์

การจำแนกคำถามประเภทนี้มีลักษณะแตกต่างจากคำถามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น คือมีความเชื่อว่าการค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่ควรปลูกฝังให้เกิดกับเด็กนักเรียนทุกคน ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านสนใจและได้จำแนกคำถามประเภทนี้ไว้ดังนี้

เจ ริชาร์ด ซัคแมน (J. Richard Suchman,1966:56) ได้จำแนกคำถามตามกระบวนการคิดที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งจัดตามการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์(Process of Science) แบ่งออกเป็น 4 ประเภทดังนี้

- 1.การตรวจสอบ(Verification) เป็นคำถามที่ถามความจริง(Factual Questions) ต้องการให้บ่งชี้หรือตรวจสอบผลบางประการที่ผู้ตอบสังเกตได้จากการทดลองว่าถูกต้องหรือไม่
2. การทดลอง(Experimenting)เป็นคำถามที่ได้จากการทดลองจากที่กำหนดไว้ในคำแนะนำ
3. ความจำเป็น(Necessity) เป็นคำถามเพื่อให้ความมั่นใจว่าสถานการณ์ใด เป็นสิ่งจำเป็นต่อผลการทดลองที่เกิดขึ้น

4. การสังเคราะห์(Synthesis) เป็นคำถามที่พยายามกำหนดแนวความคิด หรือทฤษฎีเฉพาะเกี่ยวกับสาเหตุที่เกิดขึ้นว่าเป็นสาเหตุจริงหรือไม่

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

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

2.คำถามเพื่อการอธิบาย (Explanation) คือคำถามที่ผู้ตอบต้องใช้เหตุผลประกอบกับข้อมูลต่าง ๆ ที่รวบรวมได้จากการสังเกต หรือจากความรู้เดิม มักจะมีคำว่า ทำไม อย่างไรเพราะเหตุใด จะอธิบายได้อย่างไร

3.คำถามเพื่อสร้างสมมติฐาน(Hypothesis) คือคำถามที่ถามเพื่อให้ผู้ตอบคาดการณ์ว่าจะมีอะไรเกิดขึ้น เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงบางสิ่งบางอย่างหรือ เป็นคำถามที่ต้องการคำคาดการณ์เพื่อขยายข้อสรุปที่ได้อธิบายไว้แล้วให้กว้างขวางออกไป อาจจะถามด้วยคำว่า คาดว่าจะเป็นอย่างไร หวังว่าจะเป็นอย่างไร ถ้าสมมติว่า หรือทำนายว่า

4.คำถามเพื่อการออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร(Design) คือ คำถามที่ผู้ตอบจะต้องนำเอาหลักเกณฑ์ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่ค้นพบขั้นต้น ๆ เพื่อวางแผนการทดลองในการทดลองและควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เพื่อให้เกิดผลตามต้องการ เช่น เราจะมีวิธีทดสอบได้อย่างไรว่า ก๊าซที่เกิดขึ้นจากการทดลองเป็นก๊าซอะไร หรือในการทดลองเพื่อพิสูจน์ว่า การต้มน้ำบนยอดเขา น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิต่ำกว่าเมื่อต้มนบนพื้นราบ นักเรียนคิดว่ามีตัวแปรอะไรบ้างที่จะต้องควบคุม เป็นต้น

5. คำถามเพื่อการนำไปใช้ (Application) คือ คำถามที่ถามเพื่อให้ผู้ตอบ นำความรู้หรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ มาใช้ให้เกิดประโยชน์ ในสถานการณ์ใหม่ๆ เช่น เราจะนำความรู้เกี่ยวกับกฎ หรือทฤษฎี ไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้างหรือนักเรียนต้องการปลูกต้นกุหลาบ แต่ดินมีสภาพเป็นกรดมากจะมีวิธีการแก้ไขอย่างไรเพื่อให้ต้นกุหลาบเจริญงอกงามดี เป็นต้น

สมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา (AAAS. อ้างอิงในสุวัณณ์ นิยมคำ.2531:457-467) ได้กล่าวถึงคำถามเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นคำถามหาความจริงในโลกแห่งผัสสะ จะไม่ถามล่องไปถึงโลกแห่งวิญญาณ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถจัดได้เป็น 13 ประเภท ตามทักษะแต่ละทักษะ ดังนี้

1.คำถามทักษะการสังเกต เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบได้ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใด

อย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยไม่ลงความคิดเห็นลงไปด้วย คำถามเกี่ยวกับข้อมูลเชิงคุณภาพ ข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง เช่น สีที่เราเห็นเป็นสีอะไร

2. คำถามทักษะการจำแนกประเภท เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบจัดจำแนกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่ โดยมีเกณฑ์ในการจัดจำแนก เช่น จากภาพชุดผลไม้ที่ครูแจกให้ ถ้าให้นักเรียนแบ่งผลไม้ในภาพออกเป็น 2 พวก โดยใช้รสเป็นเกณฑ์ นักเรียนจะแบ่งได้อย่างไร

3. คำถามทักษะการวัด เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ที่ได้สังเกต การเลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสม การอ่านค่าที่ได้จากการวัด เช่น ทำอย่างไรนักเรียนจึงจะทราบอุณหภูมิของอากาศ เป็นต้น

4. คำถามทักษะการคำนวณ เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบนำจำนวนที่ได้ จากการสังเกตเชิงปริมาณ การวัด มาคำนวณจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น นักเรียนได้รับดอกไม้ไปรวมกันเป็นกี่ดอก

5. คำถามทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปกและสเปกกับเวลา เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนระบุความสัมพันธ์ของสิ่งต่อไปนี้คือ ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ สิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงากับภาพที่ปรากฏ ตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา และบอกจำนวนมิติของวัตถุที่พบเห็นได้ เช่น ดินสอเป็นสเปกกี่มิติ หรือถ้าเราหันขนมปังขึ้นตามขวาง จะเกิดรอยตัดเป็นรูปร่างอย่างไร เป็นต้น

6. คำถามทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยวิธีการต่าง ๆ เป็นต้นว่าการจัดเรียงลำดับ การจัดแยกประเภท คำนวณหาค่าใหม่ แล้วนำเสนอข้อมูลในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ หรืออื่นๆ เช่น นักเรียนจะเปลี่ยนข้อความบนกระดานให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้อย่างไร เป็นต้น

7. คำถามทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบอธิบายข้อมูลที่มืออยู่อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย เช่น ทำไมใบไม้ที่นักเรียนรดน้ำทิ้งไว้นี้จึงเน่าเปื่อยและมีกลิ่น

8. คำถามทักษะการพยากรณ์ เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบได้ทำนายหรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ ความรู้ที่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย เช่น นักเรียนปลูกต้นไม้ต้นหนึ่ง เมื่อปลูกได้นาน 1 สัปดาห์ 2 สัปดาห์ 3 สัปดาห์ ต้นสูง 1 เซนติเมตร 2 เซนติเมตร 3 เซนติเมตร ตามลำดับ ถามว่าถ้าปลูกต้นไม้ขนาด 5 สัปดาห์ ต้นไม้นี้จะสูงเท่าไร เป็นต้น

9. คำถามทักษะการตั้งสมมติฐาน เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบให้คำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าของสิ่งที่ไม่สามารถตรวจสอบได้ด้วยการสังเกต เป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ที่คาดคะเนว่าจะเกิดขึ้นระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน และสามารถทำการตรวจสอบสมมติฐาน โดยการทดลองและแก้ไขเพื่อความรู้ใหม่ เช่น เมื่อสักครู่นี้ครูให้นักเรียนทดลองหย่อนก้อนดินร่วนแห้งลงในแก้วน้ำ นักเรียนพบว่าเกิดฟองก๊าซ คราวนี้ถ้าครูให้นักเรียนหย่อนก้อนดินเหนียวแห้ง ลงในแก้วน้ำ นักเรียนคิดว่าจะเกิดฟองก๊าซหรือไม่ เป็นต้น

10. คำถามทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบได้กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือข้อความให้เป็นที่เข้าใจตรงกัน สามารถสังเกต หรือวัด หรือตรวจสอบได้ง่าย เช่น ใก้สมบูรณหมายความว่าอะไร ไซ้ตึกหรือน้ำหนักมาก หรือไม่เจ็บป่วย เป็นต้น

11. คำถามทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบได้บ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุม ในสมมติฐานหนึ่ง การควบคุมตัวแปรนั้นจะควบคุมอย่างไร จึงจะไม่ทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน เช่น ก่อนนักเรียนจะทำการทดลองเพื่อหาคำตอบว่าปลากัดที่เลี้ยงด้วยอาหารปลาจะเติบโตแตกต่างกับปลากัดที่เลี้ยงด้วยลูกน้ำหรือไม่ นักเรียนคิดว่าจะต้องจัดอะไรให้แตกต่างกัน ต้องจัดอะไรให้เหมือนกันบ้าง และนักเรียนต้องติดตามดูอะไร

12. คำถามทักษะการทดลอง เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบได้ดำเนินการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอนได้แก่ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองและการบันทึกผลการทดลอง เช่น ถ้าอยากทราบว่าเวลาต่างกันอากาศจะมีอุณหภูมิต่างกันหรือไม่ นักเรียนจะทำการทดลองได้อย่างไร นักเรียนต้องบันทึกอะไรบ้าง เป็นต้น

13.คำถามทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ และสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด เช่น จากข้อมูลดังกล่าวตั้งแต่ปี2505-2520 จำนวนปลาที่จับได้ เปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ อย่างไร

จากการจัดจำแนกประเภทของคำถามตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น ต่างจากคำถามตามแนวคิดของบลูมทางด้านรายละเอียด และจุดมุ่งหมายในการจัดจำแนก คำถามตามแนวคิดของบลูม สามารถใช้กับการเรียนการสอนในทุกวิชา แต่คำถามโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เน้นเฉพาะในการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์เท่านั้น ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจศึกษาการใช้คำถามตามแนวคิดของบลูม โดยใช้ร่วมกับคำถามตามแนวของสมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา(AAAS.) เป็นคำถามที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

3.1.4. ลักษณะของคำถามที่ดี

คำถามที่ดีจะช่วยให้การใช้คำถามของผู้สอน ทำให้การเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์มากยิ่งขึ้น ลักษณะของคำถามที่ดีมีดังนี้(จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช.2527:310-312;วีระชาติ สวนไพรินทร์. 2531:80-81;วิมล สำราญวานิช.2532:99;มังกร ทองสุชาติ.2533:36-37;ประจวบจิต คำจตุรัส.2537:28)

1. กระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดทั้งในด้านเหตุผล การวิเคราะห์และสร้างสรรค์ และเป็นคำถามที่ท้าทาย ยั่วยุให้ตอบ

2. สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนแต่ละเนื้อหา

3. เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียนและอยู่ในขอบเขตที่ผู้เรียนมีความรู้และประสบการณ์ไม่ยากหรือง่ายเกินไป

4. ใช้ภาษาง่าย ๆ เฉพาะเจาะจงสั้นกะทัดรัดได้ความครบ ถามตรงเรื่องที่ต้องการถาม

5. ขึ้นต้นประโยคโดยใช้คำถามเลยแทนที่จะบอกข้อความก่อน แล้วถามคำถามทีหลัง เช่น ไดโนเสาร์ครองโลกมาหลายร้อยล้านปี ในช่วงยุคใด ก็ใช้คำถามว่า ในช่วงยุคใดที่ไดโนเสาร์ครองโลกจะดีกว่า

6. ไม่ควรตั้งคำถามหลายคำถามในขณะเดียวกัน และไม่ตั้งคำถามเชิงนิเสธ

7. ควรเป็นคำถามปลายเปิด เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดแบบอนैनัย

8. ต้องมีระดับความยากง่ายพอเหมาะกับชั้นที่เรียนและวุฒิภาวะของผู้เรียน

จากลักษณะของคำถามที่ดีดังกล่าวสรุปได้ว่า คำถามมีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างยิ่ง ถ้าครูเข้าใจ ลักษณะและประเภทของคำถามระดับวุฒิภาวะของนักเรียน รวมทั้งการออกแบบคำถามที่ตรงกับวัตถุประสงค์จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ ช่วยพัฒนาทักษะการคิด ส่งเสริมบรรยากาศการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน ตลอดจนส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

3.1.5. เทคนิคการใช้คำถามที่ดี

เทคนิคการใช้คำถาม หมายถึงการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนตอบ โดยแสดงความคิดระดับสูง (วิมล สำราญวานิช.2532:98) ซึ่งการถามนั้นจะต้องน่าสนใจ และกระตุ้นให้คิด ควรได้รับการเตรียมมาก่อน องค์ประกอบพื้นฐานของเทคนิคการใช้คำถามมีดังนี้(จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช.2527:316-318; จำเนียร ศิลปวานิช.2538:146)

1. การถามคำถาม

1.1. ถามให้ตรงประเด็น เมื่อถามคำถามกว้าง เพื่อให้นักเรียนได้รับรู้แนวทางของคำถามแล้ว ครูควรถามเจาะจงลงไปประเด็นที่ต้องการให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

1.2. การเรียกนักเรียนตอบ ครูควรถามคำถามทั้งชั้น หยุดสักเล็กน้อยจึงเรียกนักเรียนคนใดคนหนึ่งตอบโดยการเรียกชื่อหรือใช้ท่าทาง ไม่ควรเรียกชื่อก่อนจึงถาม

1.3. การกระจายคำถาม ครูควรถามนักเรียนให้ทั่วถึง แม้ว่าอาจจะใช้วิธีถามตัวแทนของกลุ่ม

1.4. การจัดให้มีช่วงเงียบ เพื่อให้นักเรียนทั้งชั้นได้คิดแล้วจึงเรียกให้ตอบ เทคนิคนี้สำคัญมาก เมื่อครูถามคำถามที่ยากขึ้น

1.5. คำถามควรกระชับและชัดเจน

1.6. การถามปูพื้น เป็นการถามเพื่อช่วยให้นักเรียนหาคำตอบให้ได้ โดยถามให้แนวทางหรือถามใหม่ แต่ใจความเดียวกันหรือแบ่งคำถามออกเป็นตอนๆ

1.7. การถามรุกคือการถามช่วยให้นักเรียนคิดหาคำตอบที่ดีกว่า เช่น ลึกกว่า กว้างขวาง มีเหตุผลกว่าคำตอบพื้นฐานๆ ที่ตอบครั้งแรก

2. การสนองตอบคำถามของนักเรียน

2.1. ถ้านักเรียนตอบถูกควรมีการเสริมแรง เช่น ทางวาจาหรืออื่น ๆ

2.1. ถ้านักเรียนตอบถูกบางส่วน ควรให้คำชมในส่วนที่ถูกและถามปูพื้นแนะแนวทางให้นักเรียนคิดต่อจนได้คำตอบที่ถูกต้อง

2.3. ถ้านักเรียนตอบผิดไม่ควรมีปฏิกิริยาทางลบ เช่น ตำหนิ แต่ควรให้กำลังใจที่จะแก้ไขคำตอบที่ผิด

2.4. ถ้าไม่มีคำตอบควรถามใหม่และทำให้ง่ายขึ้นหรือเน้นจุดสำคัญเพื่อให้นักเรียนเข้าใจคำถาม

นอกจากนี้เทคนิคการตั้งคำถามที่ดี จะช่วยให้การใช้คำถามมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งนักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ ได้ดีหรือไม่ มากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับการถามคำถามของผู้สอนเป็นสำคัญประการหนึ่ง ถ้าผู้สอนมีทักษะและเทคนิคในการถามคำถามที่ดี จะทำให้การเรียนการสอนมีคุณค่า กลวิธีการตั้งคำถามที่ดี พอสรุปได้ดังนี้ คือ(สุพิน บุญชูวงศ์.2531:103-104; พันทิพา อุทัยสุข.2532:76; ประจวบจิตร คำจัตุรัส.2537:28-29; Nelson.1968:17-18; Collette and Chiappetta.1994:143-150)

1. ลำดับคำถามให้ดีให้เป็นขั้นตอน การถามคำถามที่เป็นขั้นตอนจะช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดอย่างเป็นระบบต่อเนื่องสัมพันธ์กัน

2. ถามผู้เรียนทั้งชั้นแล้วจึงเรียกให้ตอบ การเรียกให้ตอบต้องเรียกให้ทั่วถึงในการถามไม่ควรเจาะจงผู้ตอบหรือถามคำถามนักเรียนตามลำดับ เพราะการที่ผู้ตอบรู้ตัวก่อนว่าจะได้ตอบเมื่อใดนั้นจะทำให้ผู้ตอบไม่สนใจคำถามอื่น ๆ

3. ถามแล้วเว้นระยะให้นักเรียนได้มีเวลาคิดหาคำตอบหรือคิดหาเหตุผล

4. ไม่ทวนคำถามและคำตอบเพราะการทวนทวนคำถามและคำตอบจะทำให้นักเรียนไม่สนใจฟังหรือคิดตามคำถามของผู้สอน ถ้าคำตอบไม่ชัดเจนหรือได้ยินไม่ทั่วถึงจึงให้นักเรียนขยายคำตอบหรือตอบให้ดังขึ้น
 5. ไม่ถามคำถามพร้อมกันหลายคำถามเพราะจะทำให้นักเรียนสับสน
 6. ใช้คำถามหลายรูปแบบหรือหลายประเภท เพื่อให้สามารถวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนได้ครบทุกด้าน
 7. ใช้คำถามที่ต่อเนื่องสัมพันธ์กันเพื่อให้นักเรียนได้คิดขยายกว้างออกไป
 8. เมื่อถามแล้วผู้สอนต้องตั้งใจและสนใจฟังคำตอบของนักเรียน ซึ่งอาจแสดงออกโดยการยิ้มหรือพยักหน้า
 9. มีการเสริมแรงเมื่อนักเรียนตอบถูก ถ้ายังตอบไม่ชัดเจนให้ถามต่อเพื่อให้ได้คำตอบที่กระจ่างขึ้น หรือถ้านักเรียนตอบไม่ถูกต้องพยายามหาสาเหตุ เพื่อจะได้อธิบายและนำไปสู่การคิดหาคำตอบที่ถูกต้อง
 10. จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ประกอบการใช้คำถามให้พร้อม
 11. ให้นักเรียนตั้งคำถามถามผู้สอนด้วย
 12. ชักถามนักเรียนอย่างเป็นกันเอง เพื่อให้ดูว่าผู้สอนเป็นผู้ช่วยเหลือ ไม่ใช่ผู้ที่จะมาซักไซ้ไล่เลียง (สร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองในห้องเรียน เพื่อให้นักเรียนรู้สึกอยากจะมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม)
 13. ใช้คำถามที่นักเรียนมีความรู้และประสบการณ์เพียงพอ
 14. คุณค่าของการสอนโดยใช้คำถามจะหมดไป ถ้าครูเป็นผู้ถามเองตอบเอง หรือถามคำถามในลักษณะที่ทบทวนความจำของนักเรียนมากเกินไป
 15. ถ้านักเรียนตอบคำถามถูกต้องควรมีการเสริมแรง ถ้านักเรียนตอบผิดไม่ควรแสดงปฏิกิริยาทางลบ เช่น ตำหนิ แต่ควรให้กำลังใจที่จะแก้ไขคำตอบที่ผิด
 16. ถ้านักเรียนตอบถูกบางส่วน ควรให้คำชมเชยในส่วนที่ถูก และถามปูพื้นแนะแนวทางให้นักเรียนคิดต่อจนได้คำตอบที่ถูกต้อง
 17. ควรวิเคราะห์คำถามที่ถามไปแล้ว เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อใช้ในโอกาสอื่นๆต่อไป
- กลวิธีหรือเทคนิคการใช้คำถามที่ดีจะช่วยให้นักเรียนคิดอย่างเป็นระบบ มีทักษะการคิดหลายแง่หลายมุม ช่วยกระตุ้นให้เกิดความสนใจใฝ่รู้ การใช้คำถามที่มีประสิทธิภาพจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูจะต้องเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้คำถามล่วงหน้า ศึกษาเนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยตั้งคำถามให้ตรงประเด็น มุ่งพัฒนากระบวนการทางความคิดโดยป้อนคำถามเน้นคำตอบ ที่ช่วยให้

นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และควรฝึกให้นักเรียนรู้จักตั้งคำถามครูด้วย เพื่อเป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถของนักเรียน

3.2.งานวิจัยที่เกี่ยวกับคำถาม

คำถามที่ดีมีความสำคัญในการจัดการเรียนรู้ ช่วยพัฒนาทักษะการคิดของนักเรียน ซึ่งมีงานวิจัยที่เกี่ยวกับคำถาม ดังนี้

งานวิจัยในประเทศ

ฉลอง รุ่งเรือง (2538:123-128) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์การใช้คำถามของครู และพฤติกรรมการตอบคำถามของนักเรียน ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน โครงการขยายโอกาสทางการศึกษาพื้นฐาน สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ ผลการวิจัยพบว่า การใช้คำถามของครูวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ เป็นคำถามที่มีระดับความรู้ความจำ และคำถามแคบ ครูที่มีประสบการณ์การสอนวิทยาศาสตร์ต่ำกว่า 1-2 ปีใช้คำถามแคบมากกว่าครูที่มีประสบการณ์การสอนวิทยาศาสตร์ 3-5 ปีและนักเรียนมีพฤติกรรมการตอบคำถามครูอยู่ในเกณฑ์ต่ำ

กิตติชัย สุธาสิโนบล (2541: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ ผลการใช้เทคนิคการตั้งคำถามของครู ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมกลุ่มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 36 คน เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการตั้งคำถามซึ่งผู้วิจัยออกแบบขึ้น กลุ่มควบคุมได้รับการสอนที่ไม่ได้ใช้เทคนิคการตั้งคำถามซึ่งผู้วิจัยออกแบบขึ้น การดำเนินการทดลองใช้แบบแผนการวิจัยแบบที่มีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแบบสุ่มและมีการทดสอบก่อนกับทดสอบหลังการทดลอง(Randomized Control Group Pretest-Posttest Design) และทดสอบสมมติฐานโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม(Analysis of Covariance)ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการตั้งคำถามซึ่งผู้วิจัยออกแบบขึ้น หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองทั้งในภาพรวมและในรายสมรรถภาพย่อย และคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับแก้ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการตั้งคำถามซึ่งผู้วิจัยออกแบบขึ้นหลังทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมทั้งในรายภาพรวมและในรายสมรรถภาพย่อย ยกเว้นทักษะการวัดและทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

งานวิจัยต่างประเทศ

แลดและแอนเดอร์สัน (ไซมพร คณูวัฒนา2530:33;อ้างอิงมาจากGeorge T. Ladd Hans O. and Anderson.1970) ได้สังเกตการสอนของครูซึ่งสอนวิชาวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลกในระดับเกรด 9

จำนวน 400 คน และศึกษาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนจำนวน 1,000 คนที่เรียนกับครูเหล่านี้ โดยใช้เครื่องมือของ Smith and Meux Classification System จำแนกพฤติกรรมการใช้คำถามของครูจากการอภิปรายก่อนการทดลองสามครั้ง แล้วแบ่งครูออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีการถามคำถามแบบสืบเสาะหาความรู้ระดับสูงและกลุ่มที่มีการถามคำถามแบบสืบเสาะหาความรู้ระดับต่ำ จากนั้นใช้แบบทดสอบสองฉบับกับนักเรียนทั้งหมด ฉบับ ก ประกอบด้วยคำถาม 25 ข้อ ซึ่งถามคำถามที่มีระดับสืบเสาะหาความรู้ระดับสูง ฉบับ ข ประกอบด้วยคำถามที่มีระดับสืบเสาะหาความรู้ระดับต่ำ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่สอนโดยครูที่มีคำถามแบบสืบเสาะหาความรู้ระดับสูง มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่สอนโดยครูที่มีคำถามแบบสืบเสาะหาความรู้ระดับต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทั้งแบบทดสอบฉบับ ก ฉบับ ข และรวมทั้งสองฉบับ ผลการวิจัยสรุปว่าพฤติกรรมการใช้คำถามของครูมีผลอย่างมากต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าวสรุปได้ว่า ประสพการณ์ในการสอนของครูมีผลต่อการใช้คำถาม ซึ่งเป็นคำถามที่ทำให้ได้รับคำตอบอยู่ในเกณฑ์ต่ำและการใช้คำถามในการจัดการเรียนการสอน ที่เรียนโดยใช้คำถามระดับสูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยใช้คำถามระดับต่ำ หรือการสอนตามปกติ นั่นคือความสามารถในการใช้คำถามได้ดี สามารถพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักเรียนได้ดีด้วย

4. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4.1. ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำว่า " ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific process skills) มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้หลายทัศนะ ดังนี้

วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์(2532:2) กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยสรุปว่าเป็นทักษะทางสติปัญญา (Intellectual Skills) ที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์(2545:97) กล่าวถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ความชำนาญและความสามารถในการใช้ความคิดและกระบวนการคิดเพื่อค้นหาความรู้รวมทั้งการแก้ปัญหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางปัญญา (Intellectual Skills) ไม่ใช่ทักษะการลงมือปฏิบัติเพราะเป็นการทำงานของสมอง

แอนเดอร์สัน (สรศักดิ์ แพรดำ.2542:11;อ้างอิงมาจาก Anderson.1970.) กล่าวถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้

ความหมายที่สำคัญของกระบวนการคือ วิธีทางของกระบวนการในการเสาะแสวงหาความรู้ กระบวนการนี้จะทำให้เกิดพัฒนาการทางด้านสติปัญญา

จากความหมายและแนวคิดที่เกี่ยวกับ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังกล่าว สรุปได้ดังนี้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ การคิดค้นทดลองจน การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางปัญญาที่ใช้ในการแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ ในวิชาวิทยาศาสตร์

4.2. ประเภทและลักษณะของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คูสแลนและสโตน (Kuslan & Stone.1968:22) กล่าวไว้สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก็คือการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง ซึ่งการประกอบด้วย

1. การสังเกต(Observation)
2. การวัด(Measurement)
3. การทดลองและการออกแบบการทดลอง(Experimentation and Experimental Design)
4. การอธิบาย(Explain)
5. การสรุปหลักเกณฑ์(Generalization)
6. การพิจารณาเหตุผลเชิงนิรนัย(Deduction)

ซันและโทรบริดจ์ (Sund & Trowbidge. 1976 : 93) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่าเป็นทักษะที่ควรนำไปใช้สอนนักเรียนซึ่งมีอยู่ 5 กลุ่มใหญ่ คือ

1. ทักษะเกี่ยวกับการหาความรู้ (Acquisitive Skills) ได้แก่ ทักษะการสังเกต การค้นคว้า การสอบถาม การสืบสวน การรวบรวมข้อมูลและการวิจัย
2. ทักษะในการรวบรวมประสบการณ์ (Organizational Skills) ได้แก่ การบันทึกข้อมูล การเปรียบเทียบความเหมือน ความแตกต่าง การจัดจำแนก การเรียนอย่างมีระบบ การเขียนโครงการ การประเมินผลและการวิเคราะห์
3. ทักษะในด้านการคิดสร้างสรรค์(Creativity Skills) ได้แก่ การวางแผน การออกแบบ การทดลอง การประดิษฐ์ การสังเคราะห์
4. ทักษะในการปฏิบัติด้วยมือ (Manipulative Skills) ได้แก่ การใช้เครื่องมือ การระวังรักษาเครื่องมือ การซ่อมแซมเครื่องมือ การสาธิต และการทดลอง
5. ทักษะในการสื่อความหมาย (Communication Skills) ได้แก่ ทักษะการบรรยาย การอภิปราย การเขียนรายงาน การวิพากษ์วิจารณ์ ตลอดจนความสามารถในการสื่อสาร

คลอปเฟอร์(Klopfer.1971:568-573) ได้ให้ความหมาย ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นทักษะที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยทักษะที่สำคัญ 4 ทักษะคือ

1. การสังเกตและการวัด(Observation and Measuring) เป็นขั้นการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

2. การมองเห็นปัญหาและแนวทางในการหาคำตอบ (Seeing a Problem and Seeking Way to Solve It) ซึ่งได้แก่การตั้งสมมติฐาน การวางแผนการทดลองและทำการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน

3. การแปลผลจากข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Formulation Generalization) เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การทดลองมาหาความสัมพันธ์และแปลความหมายเพื่อสรุปเป็นความจริงหลัก กฎและความคิดรวบยอด

4. การสร้างทฤษฎี การตรวจสอบและการปรับปรุงแก้ไขทฤษฎีที่สร้างขึ้น(Building, Testing and Revising a Theoretical Model) เพื่ออธิบาย ปรากฏการณ์ หรือสาเหตุของปัญหาที่พบ การสร้างทฤษฎีนี้จัดได้ว่าเป็นจุดหมายสูงสุดของการค้นคว้า

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์(The American Association for Advancement of Science[AAAS]:33-176) ได้เสนอให้มีการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของสมาคมดังกล่าวประกอบด้วย

1. ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน (Basic Scientific Process Skills) เป็นทักษะกระบวนการที่ผู้เรียนควรฝึกฝนให้เกิดความชำนาญเป็นพื้นฐาน ก่อนที่จะไปฝึกทักษะกระบวนการขั้นผลสมหรือขั้นบูรณาการ ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วย 8 ทักษะ ดังนี้

1.1. ทักษะการสังเกต(Observing)

1.2. ทักษะการจำแนกประเภท(Classifying)

1.3. ทักษะการวัด(Measuring)

1.4. ทักษะการคำนวณ(Using Number)

1.5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา

(Space/Space and Space/Time Relationship)

1.6. ทักษะการจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล(Organizing Data and Communicating)

1.7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล(Inferring)

1.8. ทักษะการพยากรณ์(Predicting)

2. ทักษะกระบวนการขั้นผสมหรือขั้นบูรณาการ(Integrated Scientific Process Skills) เป็นทักษะกระบวนการที่ต้องอาศัยการบูรณาการจากทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน ซึ่งผู้เรียนควรฝึกฝนให้เกิดความชำนาญมาก่อน จึงจะทำให้ทักษะกระบวนการขั้นผสมหรือขั้นบูรณาการมีประสิทธิภาพ ทักษะกระบวนการขั้นผสมหรือขั้นบูรณาการประกอบด้วย 5 ทักษะ ดังนี้

- 2.1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน(Formulating Hypothesis)
- 2.2. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร(Identifying and Controlling Variables)
- 2.3. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ(Defining Variable Operationally)
- 2.4. ทักษะการทดลอง(Experimenting)
- 2.5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusion)

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษา จำเป็นต้องฝึกฝนทักษะ

กระบวนการขั้นพื้นฐาน ให้เกิดความชำนาญ ก่อนที่จะไปฝึกทักษะกระบวนการขั้นผสม หรือขั้นบูรณาการ โดยเลือกเนื้อหาที่เหมาะสม ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนก ทักษะการวัดและทักษะการคำนวณ ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปกและสเปกกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลและทักษะการพยากรณ์ โดยเลือกสาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต เพราะพิจารณาแล้วว่ามีเนื้อหาที่สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่มุ่งเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้เป็นหลัก

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน มี 8 ทักษะแต่ละทักษะมีความหมายดังนี้

1. ทักษะการสังเกต(Observation) มีนักการศึกษาได้ให้ความหมาย ดังนี้

สุวัฒน์ นิยมคำ(2531:166) ได้ให้ความหมายของทักษะการสังเกตว่า ทักษะการสังเกต เป็นกระบวนการที่ใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 อย่าง อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน และอาจใช้เครื่องมือช่วยในการสังเกตด้วย โดยเข้าไปสัมผัสโดยตรงและทันทีกับวัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ถูกต้องตรงตามความเป็นจริงโดยไม่มีการใส่ความคิดเห็นใด ๆของผู้สังเกตลงไป

ภพ เลหาไพบูลย์.(2542:15-16)ได้ให้ความหมายของทักษะการสังเกตไว้ว่า ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยไม่ลงความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไปด้วย เพราะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลที่สังเกตได้เป็นการอธิบายหรือตีความหมายของสิ่งที่สังเกตได้โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมร่วมด้วย

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (AAAS.1970:11) ให้ความหมายของ ทักษะการสังเกตว่า เป็นความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสซึ่งได้แก่ หู จมูก ตา ลิ้น และผิวหนัง เพื่อเก็บ และรวบรวมข้อมูล คุณลักษณะ และรายละเอียดของสิ่งของ หรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง ทั้งที่เป็นเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

การ์แลนด์ บราวเวอร์ เอ็ดวาร์ด มาร์แชลและนอตกิน (สมบูรณ์ เสียงวัฒนะ.2535:14;อ้างอิงมาจาก Garland, Brewer, Edward, Marshall & Notkin:1973.) ได้กล่าวว่า ทักษะการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการรับรู้ ด้วยประสาทสัมผัสและการนำเสนอข้อมูลจากการรับรู้

จากความหมายทักษะการสังเกตดังกล่าวสรุปได้ว่า ทักษะการสังเกตหมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสใน 5 อย่าง อย่างใด อย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน อันได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ เหตุการณ์ รวมทั้งการใช้เครื่องมือเข้าช่วย เพื่อให้ได้ข้อมูลจากสิ่งที่สังเกตได้ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นหรือคำอธิบายลงไป

การสังเกตเป็นทักษะพื้นฐานที่จำเป็นและสำคัญมาก ในกระบวนการค้นคว้าหาความรู้แขนงต่าง ๆ โดยเฉพาะทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มักจะเริ่มจากการสังเกต นักวิทยาศาสตร์จัดว่าเป็นผู้มีความชำนาญและมีความละเอียดถี่ถ้วนในการสังเกตมากกว่าคนในอาชีพอื่น ๆ ข้อสำคัญการสังเกตต้องไม่ใส่ความคิดเห็นของเราลงไป การสังเกตบางครั้งต้องพิจารณาถึงอันตรายที่เกิดขึ้นด้วย เช่น การชิมขนมปังที่มีเชื้อรา หรือการดมกลิ่นสิ่งที่ไม่รู้จัก การสัมผัสที่ไม่รู้จัก หรือการฟังเสียงดังเกินไป การดูดวงอาทิตย์หรือแสงสว่างมากเกินไป เป็นต้น

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอน และผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์(2525:60-61) แบ่งข้อมูลจากการสังเกตออกเป็น 2 อย่าง คือ

1. ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและคุณสมบัติที่ได้จากการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใด อย่างหนึ่งหรือหลายอย่างนั่นเอง เช่น

เมื่อใช้ตา	มีรูปร่างรูปไข่ กลมหรือสี่เหลี่ยม สีแดง เขียว เหลือง
จมูก	มีกลิ่นส้ม หรือกลิ่นกาแฟ
ลิ้น	มีรสหวาน หรือรสเปรี้ยว
ผิวหนัง	สัมผัสรู้สึกเรียบหรือหยาบ แข็งหรือนุ่ม ชื้นหรือแห้ง
หู	เมื่อตกระแทกพื้นจะมีเสียง

2. ข้อมูลเชิงปริมาณ คือ ข้อมูลที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณเช่น ขนาด มวล อุณหภูมิ เป็นต้น อาจบอกโดยการกะประมาณ เช่น น้ำมีอุณหภูมิประมาณ อุณหภูมิปกติของห้อง หรือลูกบิดมีขนาดประมาณเท่าเมล็ดถั่วเขียว อาจบอกโดยใช้หน่วยมาตรฐาน ซึ่งจะชัดเจนกว่าการบอกโดยการกะประมาณ เช่นน้ำมีอุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531:168-171) ได้ให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งที่ควรสังเกตไว้ 4 ลักษณะ คือ

1. การสังเกตคุณลักษณะ ต้องการให้นักเรียนบอกรูปร่างลักษณะ และคุณสมบัติประจำตัวของสิ่งที่สังเกต โดยไม่ต้องบอกปริมาณเช่น บอกสี กลิ่น รส เสียงและความรู้สึกต่อผิวภายในการบอกลักษณะ ควรจะใช้ประสาทสัมผัสหลายอย่างให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ และควรฝึกให้นักเรียนระบุด้วยว่า ข้อมูลส่วนนั้นได้มาจากประสาทสัมผัสส่วนไหน

2. การสังเกตเชิงปริมาณ การสังเกตเชิงคุณลักษณะทำให้ทราบแต่เพียงรูปร่างลักษณะทั่วไปเป็นอย่างไร แต่ไม่ตอบคำถามว่า เท่าไร การสังเกตเชิงปริมาณจะตอบคำถามนี้ได้ เช่น ต้นมะนาว วันที่ 1 ออกลูก 3 ผล วันที่ 2 ออกลูก 5 ผล หรือต้นมะนาวสูง 6 ฟุต 2 นิ้ว

3. การสังเกตเชิงเปรียบเทียบ การสังเกตเชิงเปรียบเทียบจะไม่บอกคุณสมบัติหรือปริมาณโดยตรง จะบอกแต่เพียงว่า สิ่งนี้เมื่อเทียบกับสิ่งนั้นแล้วเป็นอย่างไร เช่น มะพร้าวลูกนี้หนักกว่าลูกนั้น หรือเสาธงสูงประมาณตึก 3 ชั้น เป็นต้น

4. การสังเกตการเปลี่ยนแปลง ข้อมูลจากการสังเกตจะละเอียดชัดเจนยิ่งขึ้น ถ้ามีข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงรวมอยู่ด้วย เช่น เกษตรกรจะสังเกตการเจริญเติบโตของต้นไม้เนื่องจากการใช้ปุ๋ย แล้วทำการบันทึกการเปลี่ยนแปลงต้นไม้ นอกจากนี้การสังเกตการเปลี่ยนแปลงบางอย่างสามารถกระทำได้ด้วยการทดลอง ซึ่งจะต้องมีการสังเกตอย่างน้อย 2 ระยะเวลาขึ้นไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2534:45) แบ่งข้อมูลจากการสังเกตออกเป็น 3 อย่าง คือ

1. ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ
2. ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยกะประมาณ)
3. ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

จากข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า การสังเกตแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1. ข้อมูลเชิงคุณภาพ หมายถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับลักษณะหรือคุณสมบัติของวัตถุ หรือสถานการณื เช่น รูปร่าง สี กลิ่น รส เสียงและลักษณะผิวของวัตถุ
2. ข้อมูลเชิงปริมาณ หมายถึง ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการกะประมาณ โดยอาศัย สิ่งอ้างอิงกับหน่วยมาตรฐาน เช่น ดินสอยาว 5 นิ้ว อ้างอิงกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น ลูกทรงกลมนี้ขนาดเท่าลูกปิงปอง
3. ข้อมูลการเปลี่ยนแปลง หมายถึง ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของวัตถุจากข้อมูลเชิงคุณภาพหรือข้อมูลเชิงปริมาณหรือสถานการณืที่เกิดขึ้นใหม่ เช่นการจุดเทียนไข สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น โดยจะต้องทราบข้อมูลเบื้องต้นก่อนที่จะสังเกต

คาร์ทไรท์ ซี เอและคาร์ทไรท์ พี จี.(Cartwright,C.A., & Cartwright,P.G.1974:3) ได้ให้ข้อแนะนำในการสังเกตว่า ทุกครั้งที่มีการสังเกต จะต้องมีการบันทึกผลการสังเกตไว้เป็นหลักฐาน

สำหรับอ้างอิงหรือยืนยันต่อไป และบันทึกไปพร้อม ๆ กับการสังเกต บันทึกตามความเป็นจริง บันทึกเฉพาะในสิ่งที่ผ่านเข้ามาทางประสาทสัมผัสทั้ง 5 เท่านั้น โดยไม่ใส่ความคิดเห็นหรือการตีความหมาย ข้อมูลลงไป นอกจากนี้ ไทรแจน (สุวฒิ นียมคำ.2531:165;อ้างอิงมาจากTrojack:1970) กล่าวว่างานวิทยาศาสตร์ทั้งหมด สร้างขึ้นมาจากทักษะการสังเกตข้อมูลของวัตถุ เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ ถ้าปราศจากข้อมูลที่ได้มาจากการสังเกตแล้วงานวิทยาศาสตร์ก็ดำเนินต่อไปไม่ได้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้วคือ

1. ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้ โดยการใชประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง

1. บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ
2. บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

ตัวอย่างคำถามที่นำไปสู่การสังเกต ได้แก่

1. ดินน้ำมันก้อนนี้มีลักษณะอย่างไร
2. ดินน้ำมันสามก้อนที่ครูถืออยู่นี้ ก้อนใดเป็นก้อนกลม สีเขียวและขรุขระ
3. นักเรียน กะว่าดินน้ำมันก้อนนี้ยาวประมาณเท่าไร
4. นักเรียนรู้สีผิวของนมมือข้างใดหนักกว่ากัน
5. ลองบีบดินน้ำมัน ดินน้ำมันมีลักษณะเปลี่ยนไปจากเดิมอย่างไร
6. ลองหยดน้ำสีลงในน้ำ มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง

2. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying) มีนักการศึกษาได้ให้ความหมาย ดังนี้

สุวฒิ นียมคำ (2531:182) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการจำแนกประเภทว่า เป็นกระบวนการที่จัดวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ (พวก กลุ่ม หมู่ เหล่า ชนิด สกุล) ตั้งแต่ 2 ประเภทขึ้นไป ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งนี้อาจถือตามลักษณะแห่งความเหมือน ความสัมพันธ์ ภายในหรือประโยชน์ใช้สอยอย่างใดอย่างหนึ่งเป็นหลัก

วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์(2532:V) ได้ให้ความหมายของการจำแนกประเภทว่า เป็นความสามารถในการแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่มีอยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ และเกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือนความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์(AAAS.1970:102) ได้ให้ความหมายของการจำแนกประเภทว่า เป็นความสามารถในการจำแนกสิ่งของหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ

โดยพิจารณาจากคุณสมบัติที่เหมือนกัน สัมพันธ์กัน หรือต่างกัน ของสิ่งของหรือเหตุการณ์นั้น ๆ ซึ่งอาจมีวิธีแบ่งได้หลายวิธี ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้

เอสเลอร์และเอสเลอร์ (Esler & Esler.1985:72) ได้กล่าวเกี่ยวกับการจำแนกประเภทไว้ว่าเป็นการจัดแบ่งพวกสิ่งต่างๆ ตามคุณสมบัติ ตัวอย่างกิจกรรมการจำแนกประเภท ได้แก่ การจำแนกรูปร่าง โครงสร้าง ภาพสัตว์ ใบไม้ เป็นต้น

จากความหมายของการจำแนกประเภทดังกล่าวสรุปได้ว่า การจำแนกประเภทหมายถึง การแบ่งพวก การเรียงลำดับของวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์ ซึ่งอาจใช้เกณฑ์ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง เป็นหลัก

การจำแนกประเภทมีความสำคัญมากในทางวิทยาศาสตร์ เพราะทำให้สะดวกในการศึกษาค้นคว้าและยังทำให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ ขึ้นอีกด้วย การจำแนกประเภทสิ่งใดก็ตามผู้กระทำจะต้องใช้พินิจความรู้เดิมและการสังเกตอย่างละเอียดถี่ถ้วน รอบคอบ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง

แนวการสร้างเสริมทักษะการจำแนกประเภท

เนื่องจากทักษะการจำแนกประเภท มีประโยชน์ต่อนักเรียนมาก ในแง่ที่เป็นทักษะพื้นฐานที่ฝึกให้รู้จักจัดแบ่งประเภทสิ่งของตามเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีขั้นตอน ซึ่งจะทำให้เกิดประโยชน์ในการทำงานและรู้จักจัดเก็บสิ่งต่าง ๆ ให้เป็นระเบียบเรียบร้อย ฉะนั้นผู้สอนควรสร้างเสริมในสิ่งต่อไปนี้

1. ฝึกให้นักเรียนรู้จักแบ่งประเภทของสิ่งต่าง ๆ โดยกำหนดเกณฑ์ขึ้นเองได้
2. ฝึกให้นักเรียนได้ศึกษาเกณฑ์การจัดจำแนกสิ่งต่าง ๆ ที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน

ว่าใช้เกณฑ์อะไรในการจำแนก

3. ฝึกให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าว่า ความรู้ตอนใดที่เกิดมาจากการจำแนก เช่น การแบ่งพืช สัตว์ หรือหิน ดินต่าง ๆ เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้ว สสวท.(2534:47) ได้กำหนดพฤติกรรมหรือความสามารถที่บ่งชี้ทักษะการจำแนกประเภท คือ

1. เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้
2. เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้
3. บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

ตัวอย่างคำถามที่นำไปสู่ทักษะการจำแนกประเภท ได้แก่

1. นักเรียนจะเรียงลำดับสิ่งของที่วางบนโต๊ะ จากเล็กที่สุดไปใหญ่ที่สุดได้อย่างไร
2. นักเรียนจะแบ่งพวกสิ่งของที่วางบนโต๊ะ โดยใช้สีเป็นเกณฑ์ได้อย่างไร
3. นักเรียนจะเรียงลำดับของที่ครูแจกให้ได้อย่างไรบ้าง

4. นักเรียนแบ่งของทั้งหมดที่ครูแจกให้ออกเป็นกี่ประเภท และใช้อะไรเป็นเกณฑ์
5. ของเหล่านี้จัดเรียงไว้อย่างไร
6. ของสองพวกนี้แบ่งไว้โดยใช้เกณฑ์อะไร

3. ทักษะการวัด (Measurement) มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของ ทักษะการวัดไว้หลากหลาย ดังนี้

วรรณทิพา รอดแรงค้าและพิมพ์นธ์ เดชะคุปต์ (2532:37) ได้ให้ความหมายของทักษะการวัดว่า เป็นความสามารถในการเลือก ใช้เครื่องมือ ในการวัดอย่างเหมาะสมและใช้เครื่องมือนั้นหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขได้ถูกต้องและรวดเร็ว โดยมีหน่วยกำกับตลอดจนสามารถอ่านค่าที่วัดได้ถูกต้องและใกล้เคียงกับความเป็นจริง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(2536ข:70) ให้ความหมายของทักษะการวัดว่า เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เครื่องมือ ทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอน ได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (AAAS.1970:74) ให้ความหมายของทักษะการวัดว่า เป็นความสามารถในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งข้อมูลการกะประมาณค่าที่ควรจะวัดได้

กูด(Good.1973:357) ให้ความหมายของทักษะการวัดว่า เป็นความสามารถในการใช้เครื่องมือวัดปริมาณของสิ่งต่างๆ เพื่อรวบรวมข้อมูลออกมาเป็นตัวเลข

จากความหมายของทักษะการวัดดังกล่าวพอจะสรุปได้ดังนี้ ทักษะการวัดหมายถึง ความสามารถในการเลือกและใช้เครื่องมือวัดสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอน ได้อย่างเหมาะสมโดยมีหน่วยกำกับ

ในการวัดแต่ละครั้งอาจเกิดความคลาดเคลื่อน วิธีแก้ความคลาดเคลื่อนโดยการวัดหลายๆครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ย การวัดเป็นทักษะจำเป็นต้องได้รับการฝึกบ่อยๆ ก่อนการวัดแต่ละครั้งจะต้องศึกษาเครื่องมือ วิธีการ สเกลการวัด หน่วยมาตรฐานที่นิยมใช้มี 3 หน่วยคือ

ระบบ CGS คือระบบ Centimeter-Gram-Second เป็นหน่วยวัดตามระบบเมตริก หรือระบบฝรั่งเศส

ระบบ FPS คือระบบ Foot-Pond-Second เป็นหน่วยวัดตามระบบอังกฤษ

ระบบ SI นี้ ปริมาณมูลฐาน 3 อย่าง ใช้ระบบเมตริกเช่นกัน แต่ขนาดหน่วยให้ใหญ่ขึ้นจาก CGS เป็น MKS คือ Meter-Kilogram-Second

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการวัดแล้ว สสวท.(2536ข:70) ได้กำหนดพฤติกรรม ดังนี้

1. เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด
2. บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้
3. บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง
4. ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่นๆ ได้ถูกต้อง
5. ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

ตัวอย่างคำถามที่นำไปสู่ทักษะการวัด ได้แก่

1. ถ้าต้องการวัดความยาวของห้องนี้ นักเรียนจะเลือกใช้อุปกรณ์อะไร
2. ทำไมสุรเดชจึงเลือกใช้ไม้เมตร
3. ลงมือหาคำตอบชี้ว่าเส้นรอบรูปนี้ยาวเท่าไร
4. ความยาวห้องที่วัดได้ว่าแปดนั้น มีหน่วยเป็นอะไร
6. บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้
7. บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง
8. ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่นๆ ได้ถูกต้อง
9. ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

4. ทักษะการคำนวณ (Using Number) มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของทักษะการคำนวณ ดังนี้ สุวัฒน์ นิยมคำ (2531:261-262) ได้ให้ความหมายของทักษะการคำนวณว่า เป็นความสามารถในการนำตัวเลขที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองหรือจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำเสียใหม่ เพื่อให้ได้ค่าใหม่ ซึ่งจะมีความหมายต่อการนำไปใช้ การจัดกระทำระหว่างตัวเลขอาจจะเป็นการบวก การลบ การคูณ การหาร การหาค่าเฉลี่ย การยกกำลัง เป็นต้น

วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์ันธ์ เดชะคุปต์ (2532:54) ให้ความหมายของทักษะการคำนวณว่า เป็นความสามารถในการนำค่าที่ได้จากการวัดและการนับ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ โดยนำตัวเลขที่ได้มาบวก ลบ คูณ หาร เช่น การหาค่าเฉลี่ย การหาปริมาตร พื้นที่ ความหนาแน่น เป็นต้น เพื่อนำเอาค่าใหม่ที่ได้นั้น มาสื่อความหมายให้ชัดเจนและเหมาะสม

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์(AAAS.1970:52) ให้ความหมายของทักษะการคำนวณว่า เป็นความสามารถในการนำตัวเลขมากำหนดคุณลักษณะต่าง ๆ เช่น ความกว้าง ความยาว ความสูง พื้นที่ ปริมาตรหรือจำนวนของต่าง ๆ รวมทั้งการคำนวณเบื้องต้น เช่น การหาค่าเฉลี่ยหรืออัตราส่วน

จากความหมายของทักษะการคำนวณดังกล่าว สรุปได้ว่า ทักษะการคำนวณหมายถึง ความสามารถในการนำค่า จากการวัด การสังเกต การทดลอง มาจัดกระทำใหม่ โดยการบวก ลบ คูณ หาร เพื่อให้ได้ค่าใหม่ที่มีความหมายยิ่งขึ้น

การหาขอบเขตความคลาดเคลื่อนของข้อมูล ปริมาณที่ได้จากการวัดแต่ละครั้ง จะมีความคลาดเคลื่อนอยู่ด้วยเสมอ ในการทดลองวัดปริมาณต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ จะนิยมวัดซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ย แล้วใช้ค่าเฉลี่ยที่ได้แทนปริมาณที่ต้องการวัด

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้ว คณะอนุกรรมการพัฒนาหลักสูตร (2537:124) ได้กำหนดพฤติกรรมไว้ คือ

1. นับและใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับ
2. บอกวิธีคำนวณ คิดคำนวณและแสดงวิธีคำนวณ
3. หาค่าเฉลี่ย

ตัวอย่างคำถามที่นำไปสู่ทักษะการคำนวณ ได้แก่

1. จำนวนเมล็ดแตงกวาในแวนที่ 1 มีจำนวนเท่าไร
2. จำนวนเมล็ดแตงกวาในแวนที่ 2 มากกว่า หรือน้อยกว่าแวนที่ 1 เท่าไร
3. เมล็ดแตงกวาทั้ง 5 แวน รวมกันมีจำนวน เท่าไร
4. ถ้าจะหาค่าเฉลี่ยของจำนวนเมล็ดแตงกวาในแต่ละแวนจะทำได้อย่างไร
5. แต่ละกลุ่มหาค่าเฉลี่ยของจำนวนเมล็ดแตงกวาได้เท่าไร
6. ถ้าตัดแตงกวาหนา 2 เซนติเมตร จะมีจำนวนเมล็ดเท่าไร

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา

มีผู้ให้ความหมายของ ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลาไว้ดังนี้

คณะอนุกรรมการพัฒนาหลักสูตร (2537:125) กล่าวว่า สเปสโดยทั่วไปหมายถึงที่ว่างและสเปสของวัตถุใด ๆ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นเข้าไปครอบครองอยู่ จึงมีรูปร่างเหมือนรูปร่างของวัตถุนั้น ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างที่ว่างกับรูปร่างของวัตถุ นอกจากนั้น เมื่อเวลาเปลี่ยนไป ที่ว่าง และรูปร่างอาจมีการเปลี่ยนแปลง จึงต้องหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา เป็นสิ่งที่จะต้องใช้อยู่ตลอดเวลา

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์(AAAS.1970:46,113) กล่าวว่า ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสและเวลา หมายถึง ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่างรูป 3 มิติ กับ 2 มิติ ระหว่างที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่งและหาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับเวลาที่ใช้ไป ตลอดเวลาการเปลี่ยนแปลงของวัตถุเมื่อเวลาเปลี่ยนไป

กู๊ด(Good.1973:546) ได้ให้ความหมายของทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสและเวลาไว้ว่า เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปร่างของวัตถุและเวลา

เอสเลอร์(Esler & Esler.1985:72) กล่าวว่า ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสและเวลา หมายถึง ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่ง รูปร่างและเวลาของวัตถุ

จากความหมายของทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา สรุปได้ว่า สเปสของวัตถุใด หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่หรือกินที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุหรือเหมือนกับวัตถุที่เข้าไปแทนที่นั้น

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ และความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้ว สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้กำหนดพฤติกรรม หรือความสามารถบ่งชี้ทักษะการหาความสัมพันธ์ ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา คือ

1. ชี้บ่งรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
2. วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
3. บอกชื่อรูปและรูปทรงเรขาคณิตได้
4. บอกความสัมพันธ์ระหว่างรูป 2 มิติ กับ 3 มิติได้
 - 4.1. ระบุรูป 3 มิติ ที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ
 - 4.2. เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุ สามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (3 มิติ) ที่เป็นต้นกำเนิดเงา
 - 4.3. เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่จะเกิดขึ้น
 - 4.4. บอกรูปของรอยตัด(2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน
5. บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุหนึ่งได้
6. บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง
7. บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงา และภาพที่ปรากฏในกระจกเงาว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้
8. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้
9. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาด หรือปริมาณของสิ่งต่างๆ กับ

เวลาได้

ตัวอย่างคำถามที่นำไปสู่ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา ได้แก่

1. สิ่งของในตะกร้านี้มีอะไรบ้างเป็นสองมิติ อะไรบ้างเป็นสามมิติ
2. กระจกนูนที่ครูให้นี้จะวาดเป็นรูปโดยมองจากด้านข้างได้อย่างไร
3. ถ้าหมุนกระดาษสามเหลี่ยมนี้อย่างรวดเร็ว รอบแกนมันจะเห็นเป็นรูปทรงอะไร
4. ถ้าฉายไฟฉายไปที่วัตถุทรงกระบอกด้านข้าง และด้านฐานจะปรากฏเงาบนฉากเป็นรูปอะไรได้บ้าง
5. เมื่อตัดทะแยงรูปทรงกระบอก จะเกิดพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปอะไร
6. เสียงนกหวีดอยู่ทางทิศไหนของนักเรียน
7. ถ้าเห็นอักษร ผ หน้ากระจกเงา นักเรียนคิดว่าในกระจกเงา จะมองเห็นเป็นลักษณะอย่างไร
8. ถ้าเด็กชายดำและแดง เริ่มวิ่งจากจุดเดียวกัน โดยเด็กชายดำมีระยะทางมากกว่าเด็กชายแดง แต่ทั้งสองคนไปถึงโรงเรียนพร้อมกัน ใครวิ่งได้เร็วกว่ากัน

6. ทักษะการจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล

มีผู้ให้ความหมายของทักษะการจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล ไว้ดังนี้

สุวัฒน์ นิยมคำ (2534:191) ได้กล่าวถึงการสื่อความหมายว่า เป็นการนำข้อมูลมาจัดกระทำใหม่ เช่น จัดเรียง จัดทำเป็นตาราง ความถี่ จัดจำแนกประเภทเป็นหมวดหมู่ มีการคำนวณหาค่าบางอย่าง แล้วจึงเลือกสื่อ หรือรูปแบบที่จะถ่ายทอดให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่ายและรวดเร็ว การสื่อความหมายในรูปแบบใดก็ตาม ควรจะต้องคำนึงถึง ความชัดเจน สมบูรณ์ ความถูกต้อง แม่นยำ ความไม่กำกวมและความกระชับรัด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(2534:52) ได้กล่าวว่า การจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล หมายถึงการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ แผนผัง วงจร กราฟ สมการ เขียนและบรรยาย เป็นต้น

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (AAAS.1970 :102) ได้กล่าวว่า การสื่อความหมาย หมายถึง การพูดหรือการแสดงสัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น แผนภูมิ สมการ กราฟ หรือตัวอักษร เป็นต้น เพื่อให้บุคคลอื่นเข้าใจหรือรับทราบความคิด ความรู้สึกต่าง ๆ ได้ตามต้องการ

การ์แลนด์ บรีวเวอร์ เอ็ดวาร์ด มาร์แชลและนอตกิน (สมบูรณ์ เสียงวัฒนะ2535:14; อ้างอิงมาจาก Garland,Brewer,Edward,Marshall & Notkin .1973.) ได้กล่าวว่า การจัดการกระทำกับข้อมูล หมายถึงการรายงาน การบันทึก การวิเคราะห์และการนำเสนอข้อมูลที่ได้มา ด้วยตนเอง กลุ่มหรือชั้น

กูด (Good.1973:118,401) กล่าวว่า ทักษะการจัดการกระทำกับข้อมูล เป็นความสามารถในการนำข้อมูลหรือองค์ประกอบต่าง ๆ มาจัดการกระทำหรือรวมกันอย่างมีเหตุผลเสียใหม่ในรูปแบบต่าง ๆ ส่วนทักษะการสื่อความหมายข้อมูล เป็นความสามารถในการพูดหรือแสดงสัญลักษณ์ต่างๆ เพื่อให้บุคคลอื่นเข้าใจหรือรับทราบแนวคิด

จากแนวคิดและความหมายของทักษะการจัดการกระทำและการสื่อความหมายข้อมูลดังกล่าวสรุปได้ดังนี้ ทักษะการจัดการกระทำกับข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดการกระทำใหม่และนำเสนอข้อมูล ซึ่งชัดเจนเข้าใจง่าย สะดวกต่อการนำไปใช้ โดยใช้วิธีการต่าง ๆ เช่น จัดลำดับ จำแนกประเภท หาความถี่ ทำตาราง เขียนกราฟ เขียนแผนภาพ เขียนแผนภูมิ หรือคำบรรยาย เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการจัดการกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล

กีกา(Gega.1982:54) ได้กล่าวถึงพฤติกรรมหรือความสามารถที่บ่งชี้ทักษะการจัดการกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล คือ

1. บรรยายเกี่ยวกับวัตถุหรือเหตุการณ์ได้
2. สร้างแผนภูมิและกราฟได้
3. บันทึกข้อมูลได้
4. แสดงนิทรรศการหรือโมเดลได้
5. เขียนแผนภาพ รูปภาพและแผนที่ได้

ตัวอย่างคำถามที่นำไปสู่ทักษะการจัดการกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล ได้แก่

1. จากความสูงและน้ำหนักของพวกเราบนกระดานนี้ เราควรจะเปลี่ยนวิธีนำเสนอเป็นรูปแบบใด จึงจะเข้าใจดีขึ้น

2. จากข้อมูลเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของผีเสื้อนี้ เราควรจะเปลี่ยนวิธีนำเสนอเป็นรูปแบบใด จึงจะเข้าใจได้ง่ายขึ้น

3. ทำไมนักเรียนจึงเลือกที่จะออกแบบเป็นตาราง
4. ทำไมนักเรียนจึงเลือกที่จะออกแบบเป็นวงจรม
5. ถ้าเราจะทำเป็นแบบตาราง ลักษณะตารางควรเป็นอย่างไร มีช่องอะไร ตรงไหนบ้าง

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

มีผู้ให้ความหมายของทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลไว้ดังนี้

คณะอนุกรรมการพัฒนาหลักสูตร (2537:127) ให้ความหมายของทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลว่า เป็นความสามารถในการที่จะใช้ข้อมูลจากการสังเกตและประสบการณ์เดิม เพิ่มคำอธิบายหรือเหตุผลให้กับข้อมูลที่สังเกต ได้อย่างเหมาะสมและใกล้เคียงกับความจริง

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์(AAAS.1970:18) ได้ให้ความหมายของทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลว่า เป็นความสามารถในการเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิม

กู๊ด(Good.1973:299-300) ได้ให้ความหมายของทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลว่าเป็นความสามารถในการกระทำ เพื่อตัดสินใจหรือสรุปอย่างสมเหตุสมผล จากข้อมูลหลักฐานที่มีอยู่ กระบวนการทางความคิดที่ยอมรับว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับสิ่งต่าง ๆ

เอสเลอร์และเอสเลอร์(Esler & Esler.1985:72) ได้ให้ความหมายของทักษะการลงความคิดเห็นว่า เป็นความสามารถในการชี้หน้าที่มากขึ้น เกี่ยวกับภาวะที่นอกเหนือจากการสังเกต หรือการอธิบายสิ่งที่ได้จากการสังเกต

สุวัณณ์ นิยมคำ (2531:209)ได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการลงความคิดเห็นจากข้อมูลที่เชื่อถือได้ขึ้นอยู่กับเงื่อนไข 4 ประการ คือ

1. ความถูกต้องของข้อมูล ถ้าข้อมูลไม่ถูกต้อง การลงความคิดเห็นจากข้อมูล ก็จะไม่ถูกต้อง
2. ความกว้างของข้อมูล ถ้าเรามีข้อมูลมาก หลักฐานเพียงพอ โอกาสของการลงความคิดเห็นจากข้อมูลก็จะถูกต้องยิ่งขึ้น
3. ประสบการณ์เดิมของผู้ลงความคิดเห็นจากข้อมูล ถ้าประสบการณ์เดิมเคยพบเห็นเหตุการณ์นั้นๆ มาหลายครั้งและน่าเชื่อถือ โอกาสที่จะลงความคิดเห็นจากข้อมูลถูกต้องก็มีมาก
4. ความสามารถในการมองเห็นของผู้ลงความคิดเห็นจากข้อมูล ซึ่งจะสามารถใช้หลักฐานที่เห็นให้เป็นประโยชน์ได้มากน้อยเพียงใด และจะสามารถล้างความจริงจากหลักฐานนั้นได้มากน้อยแค่ไหน

จากความหมายและข้อเสนอแนะดังกล่าว สรุปได้ว่า ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย การลงความคิดเห็นจากข้อมูลในเรื่องเดียวกัน อาจลงความคิดเห็นได้หลายอย่าง ซึ่งอาจถูกหรือผิดก็ได้ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับ ความละเอียด ความถูกต้องของข้อมูล รวมทั้งความรู้และ ประสบการณ์ของผู้ลงความคิดเห็น

ความแตกต่างระหว่างการสังเกตกับการลงความคิดเห็น คือ การสังเกตเป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 เข้าไปสัมผัสกับสิ่งที่ต้องการศึกษาแล้วได้ข้อเท็จจริง หรือรายละเอียดต่าง ๆ ของสิ่งนั้น ส่วนการลงความคิดเห็นเป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัดหรือการทดลอง มาอธิบาย หรือลงข้อสรุป โดยใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมเข้ามาช่วย

แนวทางเสริมสร้างทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล เนื่องจากทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลนี้ มีประโยชน์ต่อนักเรียนมากในแง่ที่เป็นทักษะกระบวนการพื้นฐาน ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการแสวงหาคำตอบของปัญหาที่สงสัย และนำไปสู่การทดลองเพื่อพิสูจน์ค้นคว้าหาความจริงในที่สุด นอกจากนี้การลงความคิดเห็นจากข้อมูลยังมีประโยชน์ ในการตรวจสอบข้อมูลไม่ด่วนตัดสินใจ มีการตัดสินใจเฉพาะหน้า มีความพยายามทำความเข้าใจกับสิ่งที่เกิดขึ้นแต่ไม่ทราบสาเหตุ มีการยอมรับความคิดเห็นของคนอื่น โดยไม่ยึดถือความคิดเห็นของตนถูกต้องเสมอ ดังนั้นจึงควรเสริมสร้างทักษะดังกล่าวให้แก่นักเรียน โดยปฏิบัติดังนี้

1. เมื่อนำเสนอเรื่องใด ๆ แก่นักเรียน ควรถามความคิดเห็นของนักเรียนทุกครั้ง และเมื่อนักเรียนแสดงความคิดเห็น ครูควรแสดงการยอมรับความคิดเห็นนั้นอย่างจริงจัง
2. การให้นักเรียนลงความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องใด ๆ ควรถามถึงเหตุหรือข้อมูลที่ทำให้เกิดเช่นนั้น
3. เมื่อกำหนดปัญหาที่จะทดลองแล้ว ก่อนตั้งสมมติฐาน ควรให้นักเรียนลงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบของปัญหานั้นก่อน แล้วจึงคัดเลือกเฉพาะบางความคิดเห็นมาตั้งเป็นสมมติฐาน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล กีกา(Gega.1982:54) ได้กล่าวถึงพฤติกรรมหรือความสามารถที่บ่งชี้ทักษะนี้ คือ

1. จำแนกความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความคิดเห็นได้
2. แปลความหมายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตได้
3. แปลความหมายข้อมูลที่ได้รับทางอ้อมได้
4. ทำนายเหตุการณ์จากข้อมูลได้
5. ตั้งสมมติฐานจากข้อมูลได้
6. สรุปความคิดเห็นจากข้อมูลได้

ตัวอย่างคำถามที่นำไปสู่ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ได้แก่

1. เมื่อสังเกตลักษณะหินที่นักเรียนได้รับแจกแล้ว นักเรียนคิดว่าเป็นหินประเภทใด
2. จากลักษณะเด็กที่นักเรียนเห็นในภาพ นักเรียนคิดว่าสุขภาพของเด็กคนนี้เป็นอย่างไร
3. ที่นักเรียนได้สังเกตของสิ่งนี้แล้วตอบคร่าว ๆ มีสีขาวละลายน้ำได้และมีรสหวานนั้น นักเรียนคิดว่าของสิ่งนี้คืออะไร

4. การที่นักเรียนกลุ่มนี้ต่อหอคอยได้สูงกว่ากลุ่มนั้น คิดว่าเป็นเพราะเหตุใด

จากความหมายและข้อเสนอแนะดังกล่าว สรุปได้ว่า ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย การลงความคิดเห็นจากข้อมูลในเรื่องเดียวกัน อาจลงความคิดเห็นได้หลายอย่าง ซึ่งอาจถูกหรือผิดก็ได้ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับ ความละเอียด ความถูกต้องของข้อมูล รวมทั้งความรู้และ ประสบการณ์ของผู้ลงความคิดเห็น

8. ทักษะการพยากรณ์

มีผู้ให้ความหมายของทักษะการพยากรณ์ ไว้ดังนี้

สุวัณณ์ นิยมคำ (2531:233) ให้ความหมายของทักษะการพยากรณ์ว่า เป็นความสามารถในการคาดเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยข้อมูลที่พบในปัจจุบันเป็นตัวบอกเหตุ และใช้หลักการทั่วไปหรือประสบการณ์ที่เคยพบมาแล้ว เป็นเครื่องมือในการคาดคะเนเหตุการณ์

คณะอนุกรรมการพัฒนาหลักสูตร(2537:128) ให้ความหมายของทักษะการพยากรณ์ว่า เป็นความสามารถในการทำนายหรือการคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกต หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆกันหรือความรู้ที่เป็นความจริง หลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้ว ในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนายหรือการคาดคะเน

กู๊ด(Good.1973:433) ให้ความหมายของทักษะการพยากรณ์ว่า เป็นความสามารถในการทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยอาศัยหลักฐานหรือข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการวัด

เอสเลอร์และเอสเลอร์(Esler & Esler.1985:72) ให้ความหมายของทักษะพยากรณ์ว่า เป็นความสามารถในการทำนายเหตุการณ์ในอนาคต โดยอาศัยเหตุการณ์ปัจจุบัน

จากความหมายของทักษะการพยากรณ์ ดังกล่าวสรุปได้ว่า ทักษะการพยากรณ์หมายถึงความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกต หรือปรากฏการณ์ ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หรือหลักการ กฎหรือทฤษฎี มิใช่การคาดเดา ผลของการทำนายจะถูกต้องหรือแม่นยำเพียงใดนั้นจะขึ้นอยู่กับ การสังเกตอย่างรอบคอบและการวัดอย่างถูกต้อง

สุวัณณ์ นิยมคำ(2531:231)ได้กล่าวเปรียบเทียบระหว่างการพยากรณ์กับการลงความคิดเห็น จากข้อมูลว่า การลงความคิดเห็นจากข้อมูลเป็นการหาความหมายข้อมูล โดยมองจากปัจจุบัน(ผล) ย้อนกลับไปหาอดีต(เหตุ) ตรงกันข้ามกับการพยากรณ์คือเป็นการมอง(ข้อมูล) จากปัจจุบันไปสู่สิ่งที่ คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต(ผล)

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการพยากรณ์ คณะอนุกรรมการพัฒนาหลักสูตร (2537:128) ได้กำหนดพฤติกรรม ที่บ่งชี้ทักษะการพยากรณ์ ซึ่งตรงกับการกำหนดพฤติกรรมของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คือ

1. ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้
2. ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในและภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

ตัวอย่างคำถามที่นำไปสู่ทักษะการพยากรณ์ ได้แก่

1. นักเรียนได้ทราบแล้วว่าพืชต้องการแสงสว่างในการดำรงชีวิต ดังนั้น ถ้าเราปลูกต้นกุหลาบในที่มืดจะเกิดผลอย่างไร
2. ถ้าผ่าแตงกวาที่มีขนาดของผล ไม่เท่ากัน แต่เป็นพันธุ์เดียวกัน จำนวนเมล็ดจะได้เท่ากันหรือไม่
3. ถ้าใช้แตงกวาและพันธุ์ที่มีขนาดของผลเท่ากัน เมื่อผ่าจะมีจำนวนเมล็ดเท่ากันหรือไม่

ระดับของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในเด็กประถมศึกษา

เนื่องจากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละทักษะมีความยากง่ายซับซ้อนไม่เท่ากัน ควรจะเริ่มจากทักษะที่ง่ายไม่ซับซ้อนไปสู่ทักษะที่ยาก และซับซ้อนยิ่งขึ้นตามความสนใจ และความสามารถทางสติปัญญาของเด็กในแต่ละระดับชั้น ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อเน้นให้เด็กเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในแต่ละระดับนั้นควรคำนึงถึงความยากง่ายของทักษะแต่ละทักษะด้วย ซึ่งสามารถแบ่งระดับของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้แก่เด็กในระดับประถมศึกษาได้ ดังนี้(จ่านง พรายแยมแซ.2536:40)

- ป.1-2 ฝึกทักษะพื้นฐาน ชั้นที่ 1-6
- ป. 3-4 ฝึกทักษะพื้นฐาน ชั้นที่ 1-6-10
- ป.5-6 ฝึกทักษะพื้นฐาน ชั้นที่ 1-6-10-13

จากการจัดระดับของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามระดับชั้นแล้ว แม้ว่าจะฝึกทักษะชั้นเดียวกันแต่ความเข้มข้นย่อมจะต่างกันในแต่ละระดับชั้นตามวุฒิภาวะของเด็ก ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 นักเรียนสามารถฝึกได้ถึงชั้นที่ 10 แต่ควรเน้นย้ำชั้นที่ 1-6 ให้มากกว่าเดิม แล้วจึงเพิ่มเติมชั้นต่อไปตามความเหมาะสมของเนื้อหาวิชา ซึ่งหน่วยการเรียนรู้ใดควรฝึกทักษะชั้นใดและอย่างไร จึงจะเหมาะสม ครูผู้สอนต้องกำหนดในแผนการสอนตามชั้นตอนต่างๆ อย่างรัดกุม พร้อมทั้งการใช้สื่อประกอบชนิดต่างๆ อย่างมีประสิทธิภาพ

การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เสนอ ภิรมจิตร์ผ่อง. (2542:52 อ้างอิงมาจาก เมเรนและเลแมน.1984) ได้เสนอขั้นตอนในการพัฒนาเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติไว้ ดังนี้

1. การวิเคราะห์งานเพื่อกำหนดว่าอะไร ที่เป็นความสามารถที่จะทดสอบ ซึ่งแนวทางที่จะทำ ให้การวิเคราะห์งานได้ดีที่สุดทางหนึ่ง ก็คือผู้ทดสอบได้เรียนรู้งาน และตรวจตราอย่างระมัดระวังใน ขั้นตอนการฝึกหัด วิธีนี้จะทำให้ผู้สร้างแบบวัดเห็นภาพพจน์ได้ สภาพที่แท้จริงเป็นอย่างไร มากกว่าที่จะได้มาโดยการสังเกตคน เพียงอย่างเดียว

2. คัดเลือกงาน ทักษะและความสามารถที่มีความสำคัญที่เกี่ยวข้องในงานที่เป็นตัวแทนทักษะ ต่างๆ เมื่อตัดสินใจแล้วว่าคุณสมบัติใดที่จะต้องทดสอบ สิ่งหนึ่งจะต้องกำหนดก็คือจะทดสอบวิธี การปฏิบัติหรือผลการปฏิบัติงานหรือทั้งสองอย่าง

3. สร้างแบบฟอร์มของการสังเกตหรือการประเมิน แบบฟอร์มนี้จะประกอบด้วยชนิดของการ สังเกตเพื่อผู้สังเกตได้บันทึก ตัวอย่าง เช่น คุณภาพของงานสำคัญใช้ใหม่ ความเร็วในการปฏิบัติสำคัญ ใช้ ใหม่ทักษะหรือความสามารถใดก็ตามก็ถือว่าสำคัญหรือเป็นไปได้ก็ควรประเมินทั้งหมด

4. การสร้างรูปแบบบางอย่างของแผนการสุ่ม เราเข้าใจว่าไม่มีแบบวัดใดสามารถที่จะบรรจุทุก สิ่งทุกอย่างที่ต้องการวัดลงไปได้ สำหรับแบบวัดภาคปฏิบัติ ผู้สร้างแบบวัดควรจะต้องศึกษาและวิเคราะห์ งานเป็นพื้นฐานในการคัดเลือกลักษณะงานเป็นสิ่งสำคัญที่สุด

4.3.งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

กัญญา ทองมัน (2534:86) วิจัยเรื่อง การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง และกำหนดแนวทาง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง มีทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่า นักเรียนที่ทำการทดลองแบบกำหนดแนวทาง

สมพร ภูเจริญ(2535:55-56) วิจัยเรื่อง การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของเรียน ระดับประถมศึกษา ในจังหวัดพิษณุโลก ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนมีทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน อยู่ในระดับปานกลาง
2. นักเรียนที่เรียนในเขตอำเภอเมืองและอำเภอรอบนอก มีทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยนักเรียนที่เรียนอยู่ในเขตอำเภอเมือง มีทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานสูงกว่า นักเรียนที่เรียนอยู่ในอำเภอรอบนอก

3. นักเรียนที่ผู้ปกครองประกอบอาชีพต่างกัน มีทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สุวคนธ์ เย็นจะบก(2542:48) วิจัยเรื่อง การวิจัยเชิงปฏิบัติการ : ผลการให้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะเป็นกลุ่ม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมกลุ่มของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ในส่วนที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัย พบว่า

1. นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังได้รับการเรียนสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
2. นักเรียนร้อยละ 94.84 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

อาแมดและรับบา(Ahmad & Rubba.1983:19-22) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของมาเลเซียที่มีความสามารถสูง ผลการศึกษพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์เพียงเล็กน้อย

วิดเดน(Widden.1972:3583A) ได้ศึกษาผลของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์(Science : A Process Approach) โดยทดลองศึกษากับครู 26 คน นักเรียน 555 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองครูสอนตามหลักสูตร(SAPA) ครูที่สอนจะได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมครูสอนตามหลักสูตรเดิม และครูไม่ได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าหลักสูตร (SAPA) มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คือนักเรียนในกลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ กับวิธีการสอนและความรู้ความเข้าใจในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณภาพตามที่หลักสูตรวิทยาศาสตร์กำหนดไว้ คือ มีความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการ และจิตวิทยาศาสตร์ สามารถตอบคำถามเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและปรากฏการณ์ต่างๆ รอบตัว สังเกต สืบเสาะ ตรวจสอบโดยใช้เครื่องมืออย่างง่ายและสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ได้ ดังนั้นจึงควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม ที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง(Experimental Research) โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบแผนการทดลอง และขั้นตอนการทดลอง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
 - 3.1. แผนการจัดการเรียนรู้
 - 3.1.1. แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม
 - 3.1.2. แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ
 - 3.2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 3.2.1. แบบเลือกตอบ
 - 3.2.2. ภาคปฏิบัติ
4. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การจัดกระทำข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 1 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศูนย์รวมน้ำใจ สำนักงานเขตคลองเตย สังกัดกรุงเทพมหานครภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 5 ห้องเรียน เป็นนักเรียนชาย 88 คน เป็นนักเรียนหญิง 92 คน รวมทั้งสิ้น 180 คน โดยมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถของนักเรียน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 1 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศูนย์รวมน้ำใจ สำนักงานเขตคลองเตย สังกัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 2 ห้องเรียน กลุ่มทดลอง 35 คน กลุ่มควบคุม 34 คน รวม 69 คน เป็นนักเรียนชาย 33 คน นักเรียนหญิง 36 คน ซึ่งมีขั้นตอนในการสุ่มกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1. สํารวจข้อมูลหน่วยสมาชิกของประชากร จากบัญชีประจำชั้น(ป.03) ของแต่ละห้องเรียน แล้วจัดทำกรอบของการสุ่ม(Sampling Frame) ดังนี้

ตาราง 1 จำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนศุภยวรมน้ำใจ สำนักงาน เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3	จำนวนนักเรียน / คน		รวม
3/1	17	18	35
3/2	19	19	38
3/3	18	18	36
3/4	18	19	37
3/5	16	18	34
รวม	88	92	180

2. ทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างมา 2 ห้องเรียน ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม แล้วทำการสุ่มอย่างง่ายอีกครั้ง เพื่อให้ได้กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม รายละเอียดดังตาราง 2

ตาราง 2 กลุ่มทดลองจำนวน 35 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 34คน จำแนกตามเพศ ดังนี้

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3	จำนวนนักเรียน(คน)		รวม
	ชาย	หญิง	
กลุ่มทดลอง 3/1	17	18	35
กลุ่มควบคุม 3/5	16	18	34
รวม	33	36	69

กลุ่มทดลอง ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม
 กลุ่มควบคุม ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ

2. แบบแผนการทดลอง และขั้นตอนการทดลอง

2.1. แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง(Experimental Research) โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล ชนิด 2 x 2 ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 แบบแผนการทดลอง แบบแฟคทอเรียล ชนิด 2 x 2

เพศ	วิธีสอน	การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	
		เน้นเทคนิคการใช้คำถาม	วิธีปกติ
ชาย		17	16
หญิง		18	18

2.2. ขั้นตอนการทดลอง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับที่เป็นแบบเลือกตอบ เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต(พืชและสัตว์) ดำเนินการทดสอบก่อนการทดลองซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ควบคุมการทดสอบด้วยตนเอง

2. ประชุมนิเทศก่อนทำการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ โดยครูชี้แจงจุดประสงค์ให้นักเรียนทราบ

3. ดำเนินการทดลองตามเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้เป็น 3 ระยะ ขณะดำเนินการทดลองผู้วิจัยจะสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะร่วมกิจกรรม และทำการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เมื่อสิ้นสุดกิจกรรมด้วยใบงาน โดยมีระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง ดังนี้

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยกระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 โดยใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 14 คาบ คาบละ 60 นาที สัปดาห์ละ 2 คาบ รวม 7 สัปดาห์ เริ่มตั้งแต่วันที่ 6 มิถุนายน 2548 ถึงวันที่ 28 กรกฎาคม 2548 โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ทั้ง 2 กลุ่ม

4. ทดสอบหลังการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ ด้วยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับที่เป็นแบบเลือกตอบชุดเดียวกับก่อนการทดลอง และแบบวัดภาคปฏิบัติ

ผู้วิจัยได้วางแผนการดำเนินการทดลองไว้เป็น 3 ระยะ โดยเริ่มตั้งแต่ เดือนมิถุนายน ถึง เดือนกรกฎาคม 2548 แต่ระยะมีรายละเอียด ดังตาราง 4

ตาราง 4 แผนการดำเนินการทดลอง ตั้งแต่ระยะที่ 1 ถึงระยะที่ 3

ระยะ	รอบที่	แผนการจัดการเรียนรู้ โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม	จำนวน คาบ	เครื่องมือ/ทักษะกระบวนการ
1	-	1. ปฐมนิเทศ 2. Pre-test	1	แบบทดสอบแบบเลือกตอบ จำนวน 32 ข้อ
2	1	แผนการจัดการเรียนรู้ 1 "โครงสร้างและหน้าที่โครงสร้าง ต่างๆ ของพืช" กิจกรรม 1 - 5	5	ใบงาน 1 การสังเกต ใบงาน 2 การสังเกต ใบงาน 3 การสังเกต การจำแนก การวัด การคำนวณ ใบงาน 4 การสังเกต การลงความคิด เห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ ใบงาน 5 การจำแนก การวัด การ คำนวณ
	2	แผนการจัดการเรียนรู้ 2 "พืชในท้องถิ่น" กิจกรรม 6 - 8	3	ใบงาน 6 การหาความสัมพันธ์ระหว่าง สเปส/สเปส ใบงาน 7 การจัดกระทำและสื่อความ หมายข้อมูล ใบงาน 8 การสังเกต การหาความ สัมพันธ์ระหว่างสเปส/ สเปส/เวลา การลงความคิดเห็นจากข้อมูล
	3	แผนการจัดการเรียนรู้ 3 "ชีวิตสัมพันธ์" กิจกรรม 9-11	3	ใบงาน 9 การจำแนก การพยากรณ์ ใบงาน 10 การคำนวณ การจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล ใบงาน 11 การลงความคิดเห็นจาก ข้อมูล การพยากรณ์

ตาราง 4 แผนการดำเนินการทดลอง ตั้งแต่ระยะที่ 1 ถึงระยะที่ 3 (ต่อ)

ระยะ	รอบที่	แผนการจัดการเรียนรู้ โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม	จำนวน คาบ	เครื่องมือ/ทักษะกระบวนการ
2	4	แผนการจัดการเรียนรู้ 4 "การดำรงชีวิตของสัตว์" กิจกรรม 12-14	3	ใบงาน 12 การสังเกต การลงความคิด เห็นจากข้อมูล ใบงาน 13 การจัดกระทำและสื่อความ หมายจากข้อมูล ใบงาน 14 การจัดกระทำและสื่อความ หมายข้อมูล
3	-	ปัจฉิมนิเทศ Posttest	2	- แบบทดสอบแบบเลือกตอบชุดเดิม - แบบทดสอบภาคปฏิบัติ

แต่ละระยะในตาราง 4 มีวิธีดำเนินการ ดังนี้

ระยะที่ 1 พุศุคยเพื่อทำความเข้าใจ ในการทดลองและทดสอบก่อนเรียน โดยนำแบบทดสอบแบบเลือกตอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาทดสอบกับนักเรียน นำมาตรวจให้คะแนนแล้วบันทึกผลไว้เป็นคะแนนก่อนทดลอง

ระยะที่ 2 นำแผนการจัดการเรียนรู้ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต จำนวน 4 แผน (ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ปรากฏในภาคผนวก ค) ดำเนินการทดลองโดยแบ่งเป็น 4 รอบ ซึ่งแต่ละรอบประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นวางแผน
2. ขั้นปฏิบัติการ
3. ขั้นสังเกต
4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ

รอบที่ 1 นำแผนการจัดการเรียนรู้ 1 เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของโครงสร้างต่างๆของพืช แบ่งเป็น 5 กิจกรรม กิจกรรมละ 1 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง รวม 5 ชั่วโมง มาดำเนินการจัดการเรียนรู้ เน้นการฝึกทักษะการสังเกต ให้นักเรียนสามารถใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ในการบอกลักษณะของวัตถุโดยไม่ใช้ความคิดเห็น สังเกตได้ทั้งการเปลี่ยนแปลงและเชิงคุณภาพ กิจกรรมแรกตั้งคำถามนำมากมาย เช่น เห็นอะไร สีอะไร รูปร่างเป็นอย่างไร อ้วน ผอม กลม ยาว รี ขนาดเล็กหรือใหญ่ กลิ่นหอมหรือเหม็น ลองเคาะดูซิ เสียงเป็นอย่างไร ลองสัมผัสสิลื่นหรือสาก เมื่อฝึกบ่อยๆ จะสามารถบรรยายลักษณะได้อย่างละเอียดโดยครูไม่ต้องถามนำ เช่นเมื่อให้สังเกตใบกุหลาบ จะบอกได้ว่ามีสีเขียว ขอบใบหยัก รูปร่างรี ขนาดปานกลาง ผิวใบเรียบ ไม่มีกลิ่น เมื่อสิ้นสุดแต่ละกิจกรรม ประเมินผล ด้วยการสังเกตและใบงาน 1-5

รอบที่ 2 นำแผนการจัดการเรียนรู้ 2 เรื่องพืชในท้องถิ่นแบ่งเป็น 3 กิจกรรม กิจกรรมละ 1 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง รวม 3 ชั่วโมง เริ่มฝึกทักษะที่ยากขึ้น เช่น ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปส/สเปส/เวลา ดังนั้นจึงต้องให้ความรู้ความเข้าใจกับนิยามศัพท์โดยยกตัวอย่างในชีวิตประจำวัน เช่นในการข้ามถนน เป็นการตัดสินใจจากการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา การส่องกระจกและสามารถบอกตำแหน่งของกบติดผมได้(สเปส/สเปส) เปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่างระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ เช่นรูปภาพผลไม้กับผลไม้จริง ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เมื่อสิ้นสุดแต่ละกิจกรรม ประเมินผลด้วยใบงาน 6-8

รอบที่ 3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ 3 เรื่องชีวิตสัมพันธ์ แบ่งเป็น 3 กิจกรรม กิจกรรมละ 1 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง รวม 3 ชั่วโมง เน้นทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล เพื่อให้เข้าใจความหมายข้อมูลนั้นดีขึ้น ก่อนอื่นต้องให้ความรู้เกี่ยวกับ กราฟ แผนภูมิ วงจร แผนภาพ เพราะ

เป็นเรื่องใหม่สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยให้ดูตัวอย่างแบบต่างๆ เช่น กราฟเส้น กราฟแท่ง (แผนภูมิแท่ง) แผนภาพ เช่นแผนภาพการกินต่อเป็นทอดๆ วงจรชีวิตของสัตว์และพืช ฝึกอธิบายแปรความหมายสื่อความหมายจากแผนภูมิ หรือกราฟ เข้าใจดีแล้ว จึงดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เมื่อสิ้นสุดแต่ละกิจกรรมประเมินผลด้วยใบงาน 9-11

รอบที่ 4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ 4 เรื่องการดำรงชีวิตของสัตว์ แบ่งเป็น 3 กิจกรรม กิจกรรมละ 1 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง รวม 3 ชั่วโมง ดำเนินการจัดการเรียนรู้ โดยเน้นการฝึกการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล จัดเตรียมสื่อการเรียนรู้ที่น่าสนใจ เช่น ของจริงและภาพ โดยซักถามรายละเอียดจากภาพหรือเหตุการณ์ ให้นักเรียนฝึกพูดแสดงความคิดเห็นและสรุปจากข้อมูลแล้วจับบันทึก และฝึกเลือกการนำเสนอข้อมูลเป็นแผนภาพ วงจรและกราฟ ให้เหมาะสมกับข้อมูลนั้นๆ เมื่อสิ้นสุดแต่ละกิจกรรมประเมินผลด้วยใบงาน 12-14

ในแต่ละรอบนำผลของใบงาน วิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้/การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ปัญหา อุปสรรค และแนวทางแก้ไข จากคะแนนและการสังเกต แล้วสรุปผลการวิเคราะห์เพื่อแก้ไขในรอบต่อไป

ระยะที่ 3 นำแบบทดสอบแบบเลือกตอบและแบบทดสอบภาคปฏิบัติ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาทดสอบเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ครบ 4 แผน 14 กิจกรรม

ส่วนกลุ่มควบคุม ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคู่มือครู ตามแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 4 แผน แบ่งเป็น 14 กิจกรรม ในเนื้อหา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ระยะเวลาเท่ากัน และดำเนินการทดลองเช่นเดียวกัน หลังจากดำเนินการเสร็จสิ้นแล้วทำการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แล้วบันทึกคะแนนของกลุ่มควบคุมเป็นคะแนนของการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง

นำข้อมูลที่ได้จากกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไปทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย
 - แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม
 - แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ
2. เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล
 - แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบเลือกตอบ
 - แบบทดสอบภาคปฏิบัติ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การสร้างและหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

1. ชั้นเตรียม

1.1. ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้ ลำดับแนวความคิดต่อเนื่องและขอบข่ายของเนื้อหา จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือครูและหนังสือเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

1.2. กำหนดสาระการเรียนรู้ เพื่อนำมาเป็นเนื้อหาในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ

1.3. วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและสาระที่ 1 : ชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต(พืชและสัตว์) ซึ่งประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรม และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังแสดงในตาราง 5 และ 6

ตาราง 5 มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

มาตรฐานการเรียนรู้(ว.1.1)	สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	คาบ
1. สังเกต สำรวจ ตรวจสอบ เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตโครงสร้างและหน้าที่ของโครงสร้างต่างๆ ของพืชและสัตว์ในท้องถิ่นที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน	สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต 1. การสำรวจและสังเกตโครงสร้างและหน้าที่ของพืชและสัตว์ 2. การสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับพืชและสัตว์ในท้องถิ่น	1.ศึกษา สังเกต จำแนก พืชและสัตว์โดยใช้ลักษณะภายนอกเป็นเกณฑ์ 2. อธิบายความสำคัญของพืชและสัตว์ในท้องถิ่น 3. อธิบายและสรุปถึงสิ่งมีชีวิตบางชนิดดำรงพันธุ์มาจนถึงปัจจุบันได้ เนื่องจากมีลักษณะเหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ที่ได้ไปใช้ 4. ทดลองและอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยบางประการที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืชและสัตว์รวมทั้งนำความรู้ไปศึกษาเพิ่มเติมและนำไปใช้ประโยชน์	จำนวน 14 คาบ
2. สังเกต สำรวจ ตรวจสอบและอธิบายปัจจัยบางประการที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืชและสัตว์รวมทั้งนำความรู้ไปศึกษาเพิ่มเติมและนำไปใช้ประโยชน์	1. การตรวจสอบและอธิบายปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ 2. การสืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับการสูญพันธุ์ของพืชและสัตว์ 3.การนำเสนอวิธีการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	4. ทดลองและอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยบางประการที่จำเป็น ได้แก่ น้ำ แสงความชื้นในดิน ต่อการเจริญเติบโตของพืชสำรวจชนิดของสัตว์ในท้องถิ่นและอธิบายการเปลี่ยนแปลงรูปร่างในขณะเจริญเติบโต	

ตาราง 6 แผนการจัดการเรียนรู้ กิจกรรม และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรม	ทักษะกระบวนการ
แผนการจัดการเรียนรู้ 1 โครงสร้างและหน้าที่ ของโครงสร้างต่างๆ ของพืช คาบที่ 1-5	กิจกรรม 1 เรื่องการเกิดราก กิจกรรม 2 หน้าที่และความสำคัญของราก กิจกรรม 3 ลำต้นและหน้าที่ของลำต้น กิจกรรม 4 ใบและหน้าที่ของใบ กิจกรรม 5 พืชใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยงคู่	- การสังเกต - การจำแนก - การลงความคิดเห็น - การคำนวณ
แผนการจัดการเรียนรู้ 2 พืชในท้องถิ่น คาบที่ 6-8	กิจกรรม 6 พืชสวนครัว กิจกรรม 7 วัฏจักรของพืชดอก กิจกรรม 8 ปัจจัยการดำรงชีวิตของพืช	- การสังเกต - การหาความสัมพันธ์ สเปส/สเปส/เวลา - การจัดกระทำและสื่อ ความหมายจากข้อมูล - การพยากรณ์
แผนการจัดการเรียนรู้ 3 ชีวิตสัมพันธ์ คาบที่ 9-11	กิจกรรม 9 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต กิจกรรม 10 ชนิดของสัตว์ กิจกรรม 11 การดำรงพันธุ์ของสัตว์ และการสูญพันธุ์	- การสังเกต - การจำแนก - การจัดกระทำและสื่อ ความหมายจากข้อมูล - การลงความคิดเห็น - การคำนวณ - การพยากรณ์
แผนการจัดการเรียนรู้ 4 การดำรงชีวิต ของสัตว์ คาบที่ 12-14	กิจกรรม 12 ปัจจัยในการดำรงชีวิตของสัตว์ กิจกรรม 13 การกินต่อเป็นทอดๆ กิจกรรม 14 วัฏจักรชีวิตของสัตว์	- การสังเกต - การจำแนก - การวัดและการคำนวณ - การจัดกระทำและสื่อ ความหมายข้อมูล - การลงความคิดเห็น - การพยากรณ์

1.4.วิเคราะห์ลักษณะคำถามของบลูมที่นำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดัง

แสดงในตาราง 7

ตาราง 7 ลักษณะคำถามของบลูมที่นำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำถามของบลูม	ลักษณะคำถาม	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- ความรู้ (กฎความจริง)	- รากแก้วมีลักษณะอย่างไร	- การสังเกต
- ความรู้ (การจัดประเภท)	- ใบไม้เหล่านี้จัดเรียงไว้อย่างไร - นักเรียนแบ่งสัตว์ต่างๆได้เป็นกี่ประเภท ใช้อะไรเป็นเกณฑ์	- การจำแนก - การจำแนก
- ความเข้าใจ	- เมล็ดแตงกวาในแวนที่ 1 มากกว่าหรือน้อยกว่า แวนที่ 2 เท่าไร	- การวัด - การคำนวณ
- การนำไปใช้	- ลงมือทำการวัดซิว่าเส้นรอบใบไม้นี้ยาวเท่าไร - วงจรชีวิตของยุงกับผีเสื้อเหมือนหรือต่างกัน อย่างไร	- การวัด
- ความรู้ (กฎความจริง)	- ผลไม้กับใบไม้อะไรเป็น 2 มิติ และ อะไรเป็น 3 มิติ	- สเปส/เวลา
- การประเมินค่า	- จากความสูงของสัตว์ต่างๆควรนำเสนอรูปแบบ ใดจึงจะเข้าใจดีขึ้น	- สเปส/สเปส
- การวิเคราะห์	- ทำไมจึงเลือกที่จะออกแบบเป็นวงจร - เมื่อสังเกตลักษณะใบไม้ที่ได้รับแจกแล้วนักเรียน เรียนคิดว่าเป็นใบไม้ประเภทใด	- การจัดทำและ สื่อความหมายข้อมูล
- การสังเคราะห์	- ให้นักเรียนออกแบบการทดลองปัจจัยในการ ดำรงชีวิตของพืช	- การลงความคิดเห็น จากข้อมูล
- การวิเคราะห์	- นักเรียนทราบแล้วว่าพืชต้องการแสงสว่างใน การดำรงชีวิต ถ้าปลูกต้นกุหลาบในที่มืดจะเกิด ผลอย่างไร	- การจัดทำและ สื่อความหมายข้อมูล - การพยากรณ์

ข้อสังเกตคำถามความจำ ไม่สามารถนำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพราะ
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางปัญญา

2. ชั้นสร้าง

สร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นเทคนิคการใช้คำถาม จำนวน 4 แผน (14 กิจกรรม) ในแต่ละแผนประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

1. ชื่อเรื่อง
2. สาระการเรียนรู้
3. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. กระบวนการ การจัดการเรียนรู้
6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้
7. การวัดและประเมินผล

3. ชั้นหาคุณภาพ

ในการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ กระทำตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

3.1. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขเกี่ยวกับการใช้ภาษากิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 3 ท่าน (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก.)

3.2. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจแล้ว ปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปทดลองสอนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน เพื่อหาข้อบกพร่องในการสื่อความหมายกิจกรรมการเรียนรู้ ระยะเวลา และสื่อการเรียนรู้ พบว่าจำเป็นต้องฝึกทักษะการสังเกตมากๆ เพราะทักษะการสังเกตเป็นทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อทักษะอื่นๆ ส่วนทักษะการหาความสัมพันธ์สเปส/สเปสกับสเปส/เวลา นักเรียนยังขาดความเข้าใจจึงมีการแก้ไขเพิ่มเติม ในส่วนของกิจกรรมที่ 1, 5-7, 12-14 มีความเหมาะสมไม่ต้องปรับปรุงแก้ไข ส่วนกิจกรรมที่ต้องปรับปรุงแก้ไขมีดังนี้

กิจกรรมที่ 2 เป็นการทดลองหน้าที่ของราก ต้องใช้ต้นกระดังง่าสีล่องหน้า 1-3 วัน จึงจะเห็นผลการทดลองชัดเจน

กิจกรรมที่ 3 การวัดใบไม้จริงมีปัญหา ในเรื่องการตรวจสอบการวัดเพราะสิ้นเปลืองเวลาและการหาค่าเฉลี่ย นักเรียนยังขาดทักษะการคำนวณเพราะหามีเศษนักเรียนยังไม่ได้เรียนการใช้ทศนิยมปรับแก้โดยใช้ใบไม้กระดาษที่ครูจัดเตรียมให้ และสอนการหารแบบมีทศนิยมเพิ่มเติมนอกเวลา

กิจกรรมที่ 4 การทดลองเรื่องการคายน้ำของใบพืช มีปัญหาเวลาไม่พอ ดังนั้นครูจึงควรเตรียมการทดลองล่วงหน้า โดยใช้ถุงพลาสติกหุ้มท่อใบไม้ แล้วมัดให้แน่นตั้งไว้กลางแดด 15 นาที ก่อนการทดลอง

กิจกรรมที่ 8 ให้นักเรียนเพาะเมล็ดถั่วเขียวล่วงหน้า 7 วัน และเมื่อปฏิบัติกิจกรรมไม่สามารถนำเสนอผลการทดลองได้ภายในเวลา จึงต้องมอบหมายให้ส่งรายงานภายหลัง

กิจกรรมที่ 9 และ 11 มีปัญหาในการจัดหาภาพประกอบ ได้สำรวจพบว่าในแบบเรียนวิทยาศาสตร์มีภาพประกอบที่เข้าใจง่ายและสะดวก จึงใช้เป็นสื่อในการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม

กิจกรรมที่ 10 คำว่า "พันธกรรม" ให้นักเรียนเปิดพจนานุกรม ไม่สะดวกเพราะบางคนไม่มีพจนานุกรมและทำให้เสียเวลา จึงได้จัดทำใบความรู้ บอกความหมายพร้อมทั้งมีภาพประกอบ (ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขเหมาะสม ปรากฏในภาคผนวก ค.)

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบทดสอบแบบเลือกตอบ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นพื้นฐาน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาแบบทดสอบ โดยศึกษางานวิจัยของกิตติชัย สุชาติโนบล (2541); หทัยรัตน์ เขียวเอี่ยม (2543); ศิริภรณ์ เม่นมัน (2543)

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ของหทัยรัตน์ เขียวเอี่ยม (2543) ซึ่งมีค่า p ระหว่าง .21-.71 ค่า r ระหว่าง .22-.57 ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .85 และแบบทดสอบของ ศิริภรณ์ เม่นมัน (2543) ซึ่งมีค่า p ระหว่าง .30-.80 ค่า r ระหว่าง .20-.57 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .75 โดยเลือกข้อทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐาน ทักษะละ 4 ข้อ รวมทั้งสิ้น 32 ข้อโดยนำไปทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 100 คน เพื่อตรวจสอบค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .86

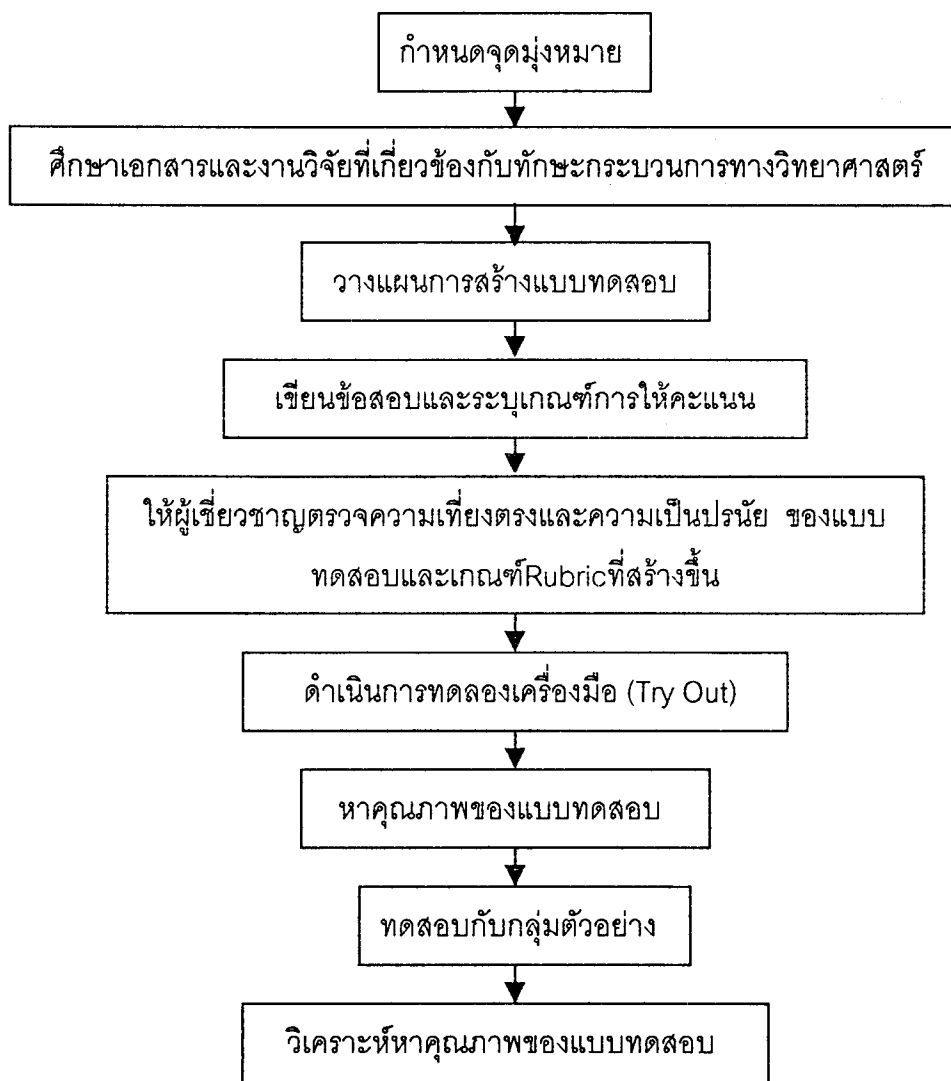
2. แบบทดสอบภาคปฏิบัติ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากแนวแบบทดสอบของ รสชกร บุปผาคำ. (2545) ซึ่งลักษณะของแบบทดสอบเป็นข้อสอบ ที่นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติ และมีบันทึกผลจากการปฏิบัติ จำนวน 6 สถานการณ์ 10 กิจกรรม โดยแบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 4 ทักษะ คือทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนก ทักษะการวัดและทักษะการคำนวณ โดยกำหนดเป็นสถานการณ์การทดลอง 2 สถานการณ์ ซึ่งมีกิจกรรมให้นักเรียนปฏิบัติ 4 กิจกรรม

ตอนที่ 2 วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 4 ทักษะ คือทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปก และสเปกกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลและทักษะการพยากรณ์ โดยกำหนดเป็นสถานการณ์ การทดลอง 4 สถานการณ์ ซึ่งมีกิจกรรมให้นักเรียนปฏิบัติ 6 กิจกรรม

วิธีการดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังภาพประกอบ 2

ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์



ภาพประกอบ 2 ลำดับขั้นในการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากภาพประกอบ 2 มีรายละเอียดของขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ
 - 1.1. เพื่อสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 1.2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น
2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างข้อสอบ
3. วางแผนสร้างข้อสอบ
 - 3.1. ศึกษาการสร้าง และพัฒนาแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะของสมาคมวิทยาศาสตร์ชั้นสูง ของสหรัฐอเมริกา (AAAS.) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.)
 - 3.2. เขียนนิยามปฏิบัติการ ตามคุณลักษณะที่จะวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 8 ทักษะ
4. การเขียนข้อสอบ
 - 4.1. ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบทดสอบภาคปฏิบัติ ทดสอบเป็นรายบุคคล โดยใช้สถานการณ์ที่เป็นการกำหนดกิจกรรมให้นักเรียนปฏิบัติ และเป็นสถานการณ์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน โดยยึดหลักชุดกิจกรรมการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ของ ดร.วรรณทิพา รอดแรงคำ คือกำหนดทักษะที่ต้องการฝึก ซึ่งแจ้งให้เห็นความสำคัญของกิจกรรม ชี้บ่งให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมที่กำหนดโดยสังเกต และวัดได้เป็นไปตามเกณฑ์ที่คาดหวัง ระบุวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นในการดำเนินกิจกรรม กำหนดระยะเวลาที่ใช้ กำหนดเกณฑ์การประเมินผล (Rubric) แบบทดสอบมี 1 ฉบับ โดยแบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็น 2 ตอน ดังนี้
 - ตอนที่ 1 วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 2 สถานการณ์ 4 ทักษะ ดังนี้
 - ทักษะการสังเกต จำนวน 1 กิจกรรม
 - ทักษะการจำแนก จำนวน 1 กิจกรรม
 - ทักษะการวัด และทักษะการคำนวณ จำนวน 1 กิจกรรม
 - ตอนที่ 2 วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 4 สถานการณ์ 4 ทักษะ ดังนี้
 - ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา จำนวน 2 กิจกรรม
 - ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล จำนวน 1 กิจกรรม
 - ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล จำนวน 1 กิจกรรม

- ทักษะการพยากรณ์ จำนวน 1 กิจกรรม

5. สร้างเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งในที่นี้ใช้เกณฑ์การให้คะแนนประเภทภาพรวม(Holistic Rubric scoring) ในการปฏิบัติงานของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแยกตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 8 ทักษะ

6. นำแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทพิจารณา แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญซึ่งจบอย่างน้อยปริญญาโทสาขา วัสดุทางการศึกษา และผู้สอนวิทยาศาสตร์ซึ่งมีประสบการณ์มากกว่า 10 ปี รวม 3 ท่าน (ตั้งรายชื่อผู้เชี่ยวชาญในภาคผนวก ก.)เป็นผู้ตรวจสอบคุณภาพขั้นต้นของแบบทดสอบด้านความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) และตรวจสอบด้านความเป็นปรนัยของเกณฑ์การให้คะแนน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ(รายละเอียดของเกณฑ์การให้คะแนนปรากฏในภาคผนวก ข.)

7. นำแบบทดสอบภาคปฏิบัติที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของภาษาให้เหมาะสมกับวัยวุฒิของนักเรียน และความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนนแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

8. จัดพิมพ์แบบทดสอบภาคปฏิบัติ และเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อนำไปทดลองใช้กำหนดแผนบริหารการสอบ ได้แก่ คำชี้แจง ข้อแนะนำ แผนงานดำเนินการทดสอบ

9. นำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศูนย์รวมน้ำใจที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 35 คน ด้วยผู้ประเมิน 2 คน คือผู้วิจัยและครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีประสบการณ์สอน 5 ปี ในการตรวจแบบทดสอบภาคปฏิบัติของนักเรียนแต่ละคน หาค่าความเชื่อมั่นของการตรวจโดยใช้สูตรค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ แบบเพียร์สัน(Pearson Product Moment Correlation Coefficient)ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ.97

10. นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ คือ

10.1. หาข้อบกพร่องของแบบทดสอบด้านการใช้ภาษา การชี้แจงในการสอบ การกำหนดเวลา และวิธีการดำเนินการสอบ

10.2. หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ และหาค่าความง่าย โดยใช้สูตรการคำนวณ ของ วิทนีย์และซาเบอร์ส ได้ผล ดังนี้ แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 8 ทักษะ มีค่าความง่าย ระหว่าง .36 - .76 และค่าอำนาจจำแนก มีค่าอยู่ระหว่าง .28 - .96 (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ข.)

11. นำแบบทดสอบที่มีคุณภาพหลังจากได้ทำการทดลองแล้ว ไปสอบวัดกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศูนย์รวมน้ำใจ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 35 คน

12. นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ หาค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบัค ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .70 (รายละเอียดของแบบทดสอบปรากฏในภาคผนวก ข.)

4.วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองด้วยตนเองและประสานกับครูประจำชั้นเพื่อขอความร่วมมือในการรวบรวมข้อมูล และดำเนินการทดลองตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 แผน 14 กิจกรรม ในช่วงเรียนปกติที่ผู้วิจัยทำการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3/1 และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3/5 รวมทั้งดำเนินการเก็บข้อมูลจริงด้วยตนเอง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 ตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2548

วิธีการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล มีดังต่อไปนี้

1. อธิบายให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเข้าใจวัตถุประสงค์และประโยชน์ที่จะได้รับจากการจัดการเรียนรู้และจากการทำแบบทดสอบ
2. อธิบายวิธีการตอบแบบทดสอบแบบเลือกตอบ จำนวน 32 ข้อ เวลา 45 นาที และวิธีดำเนินกิจกรรมแบบทดสอบภาคปฏิบัติ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ตอน ตอนละ 45 นาที ตอนที่ 1 มี 4 กิจกรรม ตอนที่ 2 มี 6 กิจกรรม โดยแต่ละกิจกรรมจะมีคำสั่งให้นักเรียนปฏิบัติ บอกอุปกรณ์และให้อุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติ และแบบบันทึกผลการทดลอง
3. เก็บข้อมูลก่อนการทดลองด้วยแบบทดสอบแบบเลือกตอบจำนวน 32 ข้อ ใช้เวลา 45 นาที ในวันจันทร์ที่ 6 มิถุนายน พ.ศ.2548
4. เก็บข้อมูลระหว่างทดลอง จากใบงาน 1-14 ในขั้นตอนการประเมินผลของแต่ละกิจกรรม ซึ่งเริ่มดำเนินการทดลองวันพฤหัสบดีที่ 9 มิถุนายน พ.ศ.2548 ถึง วันจันทร์ที่ 25 กรกฎาคม พ.ศ.2548
5. เก็บข้อมูลหลังการทดลอง จากแบบทดสอบ 2 ชุด ดังนี้
 - 5.1. แบบทดสอบแบบเลือกตอบชุดเดิม วันพุธที่ 27 กรกฎาคม 2548
 - 5.2. แบบทดสอบวัดภาคปฏิบัติ วันพฤหัสบดีที่ 28 กรกฎาคม พ.ศ.2548
6. นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนน แบบทดสอบแบบเลือกตอบ ตอบถูกได้ ข้อละ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน แบบทดสอบภาคปฏิบัติให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด(Rubric) เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

5. การจัดกระทำข้อมูล

การจัดกระทำข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ตามลำดับ ดังนี้

1. ข้อมูลระหว่างการทดลอง

1.1. การวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่าง กิจกรรมการเรียนรู้ / การสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ปัญหาและอุปสรรค และแนวทางแก้ไขจากการประเมินระหว่างการทดลองโดยใช้การสังเกต แล้วสรุปผลการวิเคราะห์

1.2. การประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มที่ใช้ เทคนิคการใช้คำถาม ด้วยคะแนนจากใบงาน โดยนำคะแนนมาเก็บรวมเป็นแต่ละรอบและแยกเก็บเป็นรายทักษะ แล้วหาร้อยละของค่าเฉลี่ย

1.3. การประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ ด้วยคะแนนจากใบงานเก็บข้อมูลเช่นเดียวกันกับกลุ่มทดลอง

2. ข้อมูลหลังการทดลอง

2.1. ศึกษาพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม

2.2. ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามเมื่อใช้กับนักเรียนที่เพศต่างกัน

2.2.1. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ

2.2.2. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชาย และนักเรียนหญิง

2.2.3. ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้กับเพศที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กรณีข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบแบบเลือกตอบ จะวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้คะแนนผลต่าง และกรณีที่ได้จากการทดสอบภาคปฏิบัติใช้เฉพาะคะแนนหลังการทดลอง โดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง

6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

2.1. การหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Cogruence :IOC) ใช้สูตรของโรวินลลีและแฮมเบิลตัน(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.2543:249; อ้างอิงจาก Rovinelli&Hambleton,1997.)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ค่าดัชนีความสอดคล้อง
	ΣR	แทน	ผลรวมของคะแนนจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2.หาดัชนีความง่าย (P_E) ของแบบทดสอบภาคปฏิบัติโดยใช้สูตร ของ D.R. Whitney and D.L. Shabers (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 199 – 200 ; อ้างอิงมาจาก D.R. Whitney and D.L. Shabers. 1970 : 214 – 245) ดังนี้

$$P_E = \frac{S_U + S_L - (2NX_{\min})}{2N(X_{\min} - X_{\max})}$$

เมื่อ	P_E	แทน	ดัชนีค่าความง่าย
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

2.3. ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ ด้วยสูตรการคำนวณหาค่าอำนาจจำแนกของ D.R. Whitney and D.L. Shabers (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 199 – 200 ; อ้างอิงมาจาก D.R. Whitney and D.L. Shabers. 1970 : 214 – 245) ดังนี้

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{\min} - X_{\max})}$$

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

2.4. คำนวณความเชื่อมั่นของการตรวจแบบทดสอบภาคปฏิบัติ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากผู้ตรวจให้คะแนน 2 คน โดยใช้การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 210)

$$r_{xy} = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N\sum X^2 - (\sum X)^2][N\sum Y^2 - \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

โดยที่	r_{xy}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนที่ได้จากผู้ให้คะแนนคนที่ 1
	$\sum Y$	แทน	ผลรวมของคะแนนที่ได้จากผู้ให้คะแนนคนที่ 2
	$\sum XY$	แทน	ผลรวมของผลคูณที่ได้จากผู้ให้คะแนนคนที่ 1 กับคะแนนที่ได้จากผู้ให้คะแนนคนที่ 2
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมกำลังสองของคะแนนแต่ละตัวที่ได้จากผู้ให้คะแนนคนที่ 1
	$\sum Y^2$	แทน	ผลรวมกำลังสองของคะแนนแต่ละตัวที่ได้จากผู้ให้คะแนนคนที่ 2
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2.5. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา(α - Coefficient)โดยใช้สูตรของครอนบาค(Cronbach)

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

เมื่อ α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
n	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือ
S_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
S_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

2.6. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบเลือกตอบ โดยใช้สูตร KR-20(Kuder Richardson)(ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ.2536:168)

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

เมื่อ r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
p	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่งๆ = $\frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$
q	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่งๆ หรือ $1 - p$
S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมุติฐาน

ทดสอบสมมุติฐาน ข้อ 1-3 โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง(Two - way ANOVA) ด้วย (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2544 : 280 - 281) วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม SPSS for windows (Statistical Package for Social Science)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ ที่ใช้ในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
S.D	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
F	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณา ในการแจกแจงแบบเอฟ
df	แทน	ระดับชั้นแห่งความเป็นอิสระ
*	แทน	ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
**	แทน	ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลระหว่างการทดลอง เป็นข้อมูลที่ได้มาระหว่างการดำเนินการพัฒนาทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการสังเกตจุดบันทึกของผู้วิจัย และจากใบงานที่ 1 - ใบงานที่ 14

1. ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ สภาพที่เป็นจริง / การสะท้อนผลการจัดกิจกรรม ที่เกิดกับตัวนักเรียน ปัญหา / อุปสรรค และแนวทางแก้ไขจากการประเมิน ในระหว่างการทดลอง

2. ศึกษาพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม จากคะแนนใบงาน รอบที่ 1 - รอบที่ 4

ส่วนที่ 2 ข้อมูลหลังการทดลอง

1. การศึกษาข้อมูลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังการได้รับการพัฒนาด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม

1.1. ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์รวมทั้ง 8 ทักษะของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามและนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ (รอบที่ 1 – รอบที่ 4)

1.2. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนน รายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามและนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ

2. การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนเมื่อใช้ทดลองกับนักเรียนชายและนักเรียนหญิง

2.1. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามและนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ

2.2. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง

2.3. ศึกษาผลเปรียบเทียบผลปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้กับเพศของนักเรียนที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two - Way ANOVA) โดยใช้คะแนนผลต่างระหว่างสอบก่อนและสอบหลังการทดลองจากแบบทดสอบเลือกตอบ และคะแนนสอบหลังการทดลองของแบบทดสอบวัดภาคปฏิบัติ

ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังมีรายละเอียด ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลระหว่างการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระหว่างการทดลองได้นำเสนอไว้ในตาราง 8 ถึง ตาราง 10 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ สภาพที่เป็นจริง / การสะท้อนผลการจัดกิจกรรม ที่เกิดกับตัวนักเรียน ปัญหา / อุปสรรค และแนวทางแก้ไขจากการประเมินในระหว่างการทดลองโดยใช้การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 แสดง ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ สภาพที่เป็นจริง / การสะท้อนผลการจัดกิจกรรม ที่เกิดกับตัวนักเรียน ปัญหา / อุปสรรค และแนวทางแก้ไข รอบที่ 1- รอบที่ 4

รอบที่ 1	รอบที่ 2
<p>สภาพที่เป็นจริง/ การสะท้อนผลการจัดกิจกรรม</p> <p>นักเรียนกระตือรือร้น สนใจร่วมกิจกรรมสนุกกับการฉีกใบไม้และดมกลิ่นใบไม้ชนิดต่างๆ ได้สัมผัสพื้นผิวของใบไม้ ตื่นเต้นกับใบของต้นกระดังงาที่เปลี่ยนสีได้สนุกกับการวัดความยาวด้วยเชือกและไม่บรทัด</p>	<p>สภาพที่เป็นจริง/ การสะท้อนผลการจัดกิจกรรม</p> <p>นักเรียนสนุกกับการตัดพืชสวนครัวเช่น แตงกวา มะเขือยาว มะนาว ในการตอบคำถามมักจะแย่งกันตอบ และส่งเสียงดัง ครูต้องเข้มงวดแนะนำให้ยกมือตอบทีละคน และถามทีละคน</p>
<p>ผลที่เกิดกับตัวนักเรียน(Learning Outcome)</p> <p>นักเรียนมีความสนใจ กล้าที่จะตอบคำถาม มีความมั่นใจเมื่อได้รับคำชมเชย สามารถใช้ประสาทสัมผัสในการสังเกต เช่นบอกได้ว่าใบไม้สีไหน สาก มีกลิ่นเหม็น หรือหอม มีทักษะการวัดอย่างถูกวิธีโดยเริ่มต้นที่เลข 0 สามารถเลือกเครื่องมือในการวัดได้ถูกต้องเหมาะสม</p>	<p>ผลที่เกิดกับตัวนักเรียน(Learning Outcome)</p> <p>นักเรียนมีความเข้าใจเรื่องความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติ จากการปฏิบัติจริง นักเรียนสามารถเปรียบเทียบวงจรรีติวิตของสัตว์ในเรื่องความแตกต่างด้านขนาด รูปร่าง และระยะเวลาการเจริญเติบโตของสัตว์(สเปส/ สเปส/เวลา) ได้ สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าจากการวิเคราะห์ที่ต้นเหตุ หรือสภาพการณ์ได้</p>
<p>ระยะเวลา</p> <p>มีบางคนทำงานไม่เสร็จตามเวลาที่กำหนดได้แนะนำให้พยายาม</p>	<p>ระยะเวลา</p> <p>ให้วางแผนการทดลองในเวลาแล้วทำการบันทึกติดตามผลการทดลองนอกเวลา</p>
<p>สื่อ</p> <p>ใช้ของจริง เช่น ผีอก มันเทศ ชิง ข่า ใบไม้ เมื่อเลิกทำการสอนให้เป็นรางวัลสำหรับนักเรียนที่ตั้งใจทำงาน</p>	<p>สื่อ</p> <p>ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเตรียมอุปกรณ์การเรียนนำผักสวนครัวมาคนละ 1 ผล และเพาะถั่วงอกล่วงหน้า ครูเตรียมสำรองไว้บางส่วน</p>

ตาราง 8 (ต่อ)

รอบที่ 1	รอบที่ 2
<p>ปัญหา/อุปสรรค</p> <p>นักเรียนบางส่วนมีปัญหาด้านการเขียนและการคำนวณ เพราะเป็นภาคเรียนแรก</p>	<p>ปัญหา/อุปสรรค</p> <p>ในการทดลองนักเรียนมักขาดความรับผิดชอบในการดูแลเรื่องความสะอาด และความปลอดภัย</p>
<p>แนวทางแก้ไข</p> <p>ให้วาดภาพแทนการเขียนบรรยาย แนะนำนักเรียนที่ทำงานช้าให้พยายามทำงานให้เร็วขึ้นและให้ทำต่อในช่วงพักกลางวัน แก้ไขคำผิด</p>	<p>แนวทางแก้ไข</p> <p>แนะนำตักเตือนพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ แก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียนรายบุคคล ครูเตรียมถุงพลาสติกแจกให้นักเรียนสำหรับใส่เศษผัก และเศษวัสดุที่ไม่ต้องการ</p>
รอบที่ 3	รอบที่ 4
<p>สภาพที่เป็นจริง/ การสะท้อนผลการจัดกิจกรรม</p> <p>นักเรียนยกมือตอบคำถามอย่างเงียบๆ ไม่ส่งเสียงดัง กล้าที่จะซักถามเมื่อสงสัยมีการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับชีวิตสัตว์ สนใจภาพสัตว์ โดยเฉพาะไดโนเสาร์ ชอบที่จะศึกษาเกี่ยวกับชีวิตสัตว์ที่เป็นผู้ล่า ที่เป็นเหยื่อ</p>	<p>สภาพที่เป็นจริง/ การสะท้อนผลการจัดกิจกรรม</p> <p>นักเรียนมีความพร้อมในการเรียน สังเกตจากสายตาที่จ้องมองขณะที่ครูถาม รู้จักฟังคำถามแล้วคิดก่อนตอบมีพัฒนาการในด้านการเขียนสามารถจดบันทึกขณะปฏิบัติการมีความสุขในการเรียน สังเกตได้จากใบหน้าที่ยิ้มแย้ม</p>
<p>ผลที่เกิดกับตัวนักเรียน(Learning Outcome)</p> <p>ด้วยคำถามกระตุ้นให้คิด ทำให้นักเรียนมีทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล สามารถอธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนสีผิว การปรับตัวของสัตว์ต่างๆได้ นักเรียนมีทักษะการจำแนก และจัดหมวดหมู่สิ่งของ และสามารถบอกเกณฑ์ในการจำแนกได้ และเลือกที่จะสื่อความหมายให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น ด้วยการเขียนแผน ภาพแผนภูมิ วงจรแผนภาพ</p>	<p>ผลที่เกิดกับตัวนักเรียน(Learning Outcome)</p> <p>นักเรียนสนุกกับการสืบค้นข้อมูลเมื่อกำหนดสถานการณ์ และครูคอยกระตุ้นด้วยคำถาม เช่น เหตุใดยูงจึงมีจำนวนมากทำอย่างไรยูงจึงจะสูญพันธุ์ นักเรียนมีทักษะการพยากรณ์ ดีขึ้นจากการตั้งคำถามที่ขึ้นต้นด้วยคำว่า ถ้า... จากการซักถามอย่างไม่เป็นทางการพบว่า นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ด้วยเทคนิคการใช้คำถามกระตุ้นให้คิด</p>

ตาราง 8 (ต่อ)

รอบที่ 3	รอบที่ 4
ระยะเวลา -	ระยะเวลา -
สื่อ ภาพสัตว์ต่างๆ ช่วยให้นักเรียนเข้าใจชีวิตสัตว์มากขึ้น	สื่อ ให้นักเรียนศึกษาการดำรงชีวิตของปลาจากตู้ปลา
ปัญหา/อุปสรรค มีนักเรียนบางคนนั่งเฉยไม่ตอบคำถามไม่แสดงความคิดเห็น มีคำศัพท์ยากๆ หลายคำเช่น พันธุกรรม สูญพันธุ์ สัมพันธ์ ฯลฯ	ปัญหา/อุปสรรค จากการร่วมกิจกรรมในขณะที่เรียน พบว่านักเรียนบางคนตอบคำถามได้ แต่เมื่อทำใบงาน ผลคะแนนไม่ดี เพราะขาดทักษะการเขียน
แนวทางแก้ไข ใช้คำถามกระตุ้นให้ตอบ และชมเชยเมื่อตอบถูก สอนคำศัพท์ และความหมาย แก้ไขคำผิดของนักเรียนที่มักพบบ่อย	แนวทางแก้ไข ให้ฝึกอ่าน และฝึกเขียนมากๆ

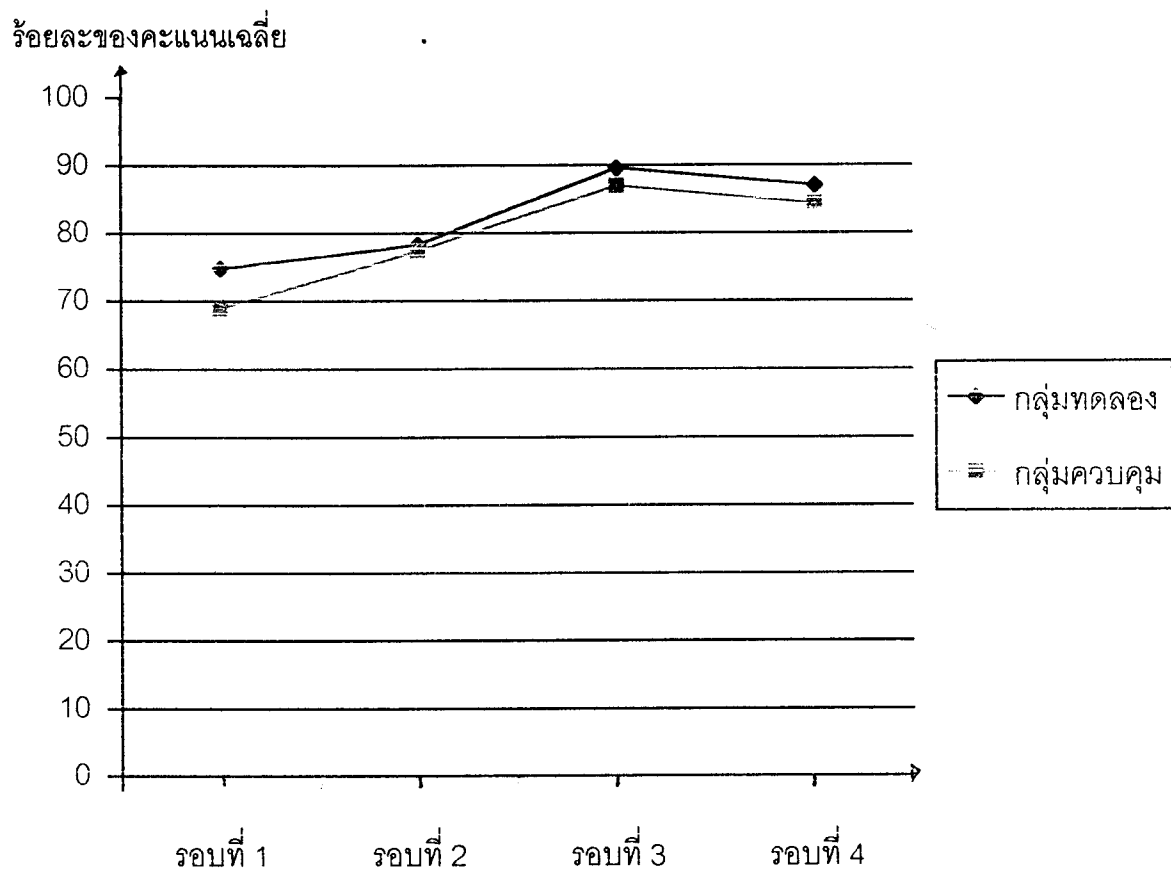
2. พัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ โดยใช้ใบงาน รอบที่ 1 ถึง รอบที่ 4 โดยแต่ละรอบมีคะแนนเต็ม 50,30,30 และ30 คะแนน ตามลำดับ นำคะแนนที่ได้มาหาค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ย ดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และนักเรียนกลุ่มควบคุม จากใบงาน ในรอบที่ 1- รอบที่ 4

รอบ	รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3	รอบที่ 4
กลุ่ม	(50)	(30)	(30)	(30)
กลุ่มทดลอง	74.91	78.32	89.59	87.09
กลุ่มควบคุม	68.88	77.49	86.99	84.32

จากตาราง 9 พบว่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ในรอบที่ 1 ถึง รอบที่ 4 มีค่าเท่ากับ 74.91,78.32,89.59 และ 87.09 ตามลำดับ และร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 68.88,77.49,86.99 และ 84.32 ตามลำดับ โดยค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง สูงกว่ากลุ่มควบคุมทั้ง 4 รอบ ดังแสดงในภาพประกอบ 3

เพื่อให้เห็นพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลในตาราง 9 มานำเสนอในรูปของกราฟเส้น ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 กราฟแสดงพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

3. คะแนนเฉลี่ย รายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามปกติ จากใบงาน โดยแต่ละทักษะมีคะแนนเต็ม 31,12,6,10,15,18,35 และ11คะแนน ตามลำดับ ดังตาราง 10

ตาราง 10 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนน รายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ กลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม

ทักษะ	คะแนนเต็ม	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
		\bar{X}	S.D	\bar{X}	S.D
การสังเกต	31	23.3	1.79	22.2	1.75
การจำแนก	12	10.5	1.66	10.1	1.89
การวัด	6	5.4	0.89	5.0	0.45
การคำนวณ	10	7.3	1.50	6.8	3.05
สเปส/สเปส/เวลา	15	11.9	3.46	12.5	3.88
การลงความคิดเห็น	18	12.4	1.52	12.2	1.49
การจัดกระทำ	35	27.9	2.01	27.8	1.96
การพยากรณ์	11	9.7	1.22	9.3	1.35

จากตาราง 10 พบว่าคะแนนเฉลี่ย รายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ มีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันมากนัก

ส่วนที่ 2 ข้อมูลหลังการทดลอง

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ซึ่งมีคะแนนเต็ม 32 คะแนน และจากแบบทดสอบภาคปฏิบัติ ซึ่งมีคะแนนเต็ม 40 คะแนน โดยคะแนนจากแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ที่นำมาวิเคราะห์ เป็นคะแนนผลต่างระหว่างสอบก่อนกับสอบหลังการทดลอง ดังตาราง 11 ส่วนคะแนนจากแบบทดสอบภาคปฏิบัติ ที่นำมาวิเคราะห์ เป็นคะแนนสอบหลังการทดลอง ดังตาราง 12

ตาราง 11 ค่าสถิติพื้นฐานของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คะแนนผลต่างจากแบบทดสอบ
เลือกตอบ ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

เพศ	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
	\bar{X}	S.D	\bar{X}	S.D
ชาย	10.41	3.48	10.06	3.13
หญิง	9.86	2.22	8.11	3.83
รวม	10.14	2.87	9.03	3.60

จากตาราง 11 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของคะแนนผลต่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม
เท่ากับ 10.14 และของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ เท่ากับ 9.03
โดยมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.87 และ 3.60 ตามลำดับ

คะแนนเฉลี่ยของคะแนนผลต่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชาย ที่ได้รับ
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม และนักเรียนชายที่ได้รับการจัด
การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ มีคะแนนเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือเท่ากับ 10.41 และ 10.06
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.48 และ 3.13 ตามลำดับ

คะแนนเฉลี่ยของคะแนนผลต่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหญิง ที่ได้รับ
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามเท่ากับ 9.86 และของนักเรียน
หญิงที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ เท่ากับ 8.11 โดยมีส่วนเบี่ยงเบน
มาตรฐาน 2.22 และ 3.83 ตามลำดับ

เพื่อจะได้ทราบว่าคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของแต่ละกลุ่มที่เปรียบ
เทียบกัน สูงกว่ากันอย่างไรมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ด้วยสถิติการวิเคราะห์
ความแปรปรวนแบบสองทาง ดังแสดงในตาราง 13

ตาราง 12 ค่าสถิติพื้นฐานของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการทดสอบภาคปฏิบัติของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง ในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

เพศ	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
	\bar{X}	S.D	\bar{X}	S.D
ชาย	23.24	3.8	16.50	4.88
หญิง	25.72	4.35	18.78	4.37
รวม	24.51	4.22	17.71	4.69

จากตาราง 12 พบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการทดสอบภาคปฏิบัติ ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ เท่ากับ 24.51 และ 17.17 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.22 และ 4.69 ตามลำดับ

คะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชายที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม สูงกว่านักเรียนชายที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ คือเท่ากับ 23.24 กับ 16.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.8 และ 4.88 ตามลำดับ

คะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหญิง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม สูงกว่า นักเรียนหญิงที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ คือเท่ากับ 25.72 และ 18.78 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.35 และ 4.37

เพื่อจะได้ทราบว่าคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของแต่ละกลุ่มที่เปรียบเทียบกัน สูงกว่ากันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง ดังแสดงในตาราง 13-14

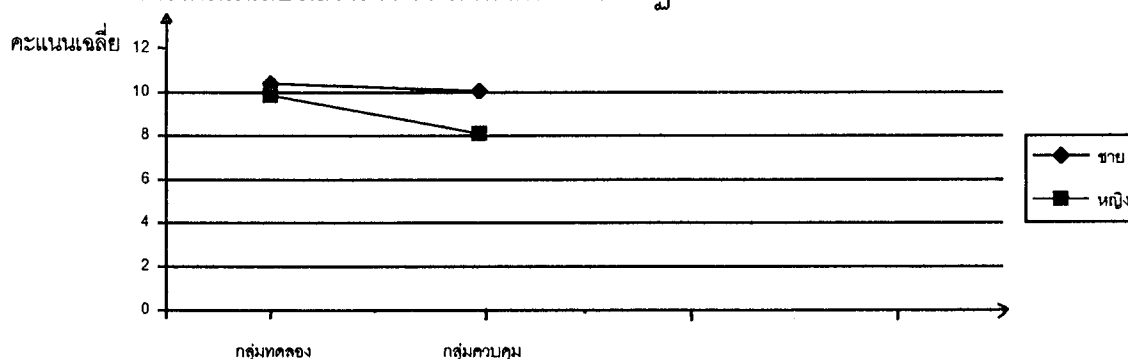
3. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามและวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ และของนักเรียนเพศชายและเพศหญิง โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง ซึ่งวิเคราะห์จากคะแนนผลต่างของแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ดังแสดงในตาราง 13 ส่วนคะแนนจากการสอบภาคปฏิบัติวิเคราะห์จากคะแนนหลังการทดลอง ดังแสดงในตาราง 14

ตาราง 13 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
วิธีการจัดการเรียนรู้	19.465	1	19.465	1.875	.176
เพศ	26.339	1	26.339	2.538	.116
วิธีการจัดการเรียนรู้ X เพศ	8.779	1	8.779	.846	.361
ความคลาดเคลื่อน	674.611	65	10.379		
รวม	730.638	68			

จากตาราง 13 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นักเรียนชายกับนักเรียนหญิง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่าวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ต่างกันเมื่อใช้กับนักเรียนชายและนักเรียนหญิง ไม่มีผลร่วมกันต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยในตาราง 11 มาทำกราฟ ปราบกฎผลดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 กราฟแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้และเพศจากคะแนนแบบทดสอบเลือกตอบ

ตาราง 14 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

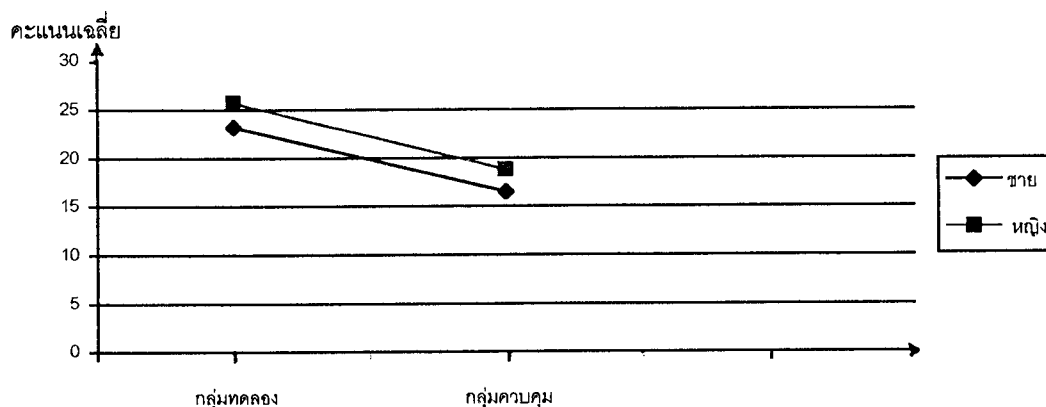
แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
วิธีการจัดการเรียนรู้	805.109	1	805.109	42.347**	.000
เพศ	97.672	1	97.672	5.137*	.027
วิธีการจัดการเรียนรู้ X เพศ	.188	1	.188	.010	.921
ความคลาดเคลื่อน	1235.781	65	19.012		
รวม	2133.246	68			

จากตาราง 14 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่นักเรียนในกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 24.51 คะแนน นักเรียนในกลุ่มควบคุม มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 17.71 คะแนน ซึ่งแสดงว่านักเรียนในกลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม

นักเรียนที่มีเพศต่างกัน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่นักเรียนหญิงมีคะแนนเฉลี่ย 25.27 คะแนน นักเรียนชายมีคะแนนเฉลี่ย 23.24 คะแนน ซึ่งแสดงว่านักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนชาย

วิธีการจัดการเรียนรู้และเพศของนักเรียนที่ต่างกัน ไม่มีผลร่วมกันต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยในตาราง 12 มาทำกราฟ ปราบกฏผลดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 กราฟแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้และเพศของนักเรียนจากคะแนนสอบภาคปฏิบัติ

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามที่มี ต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งสรุปสาระสำคัญและผลการวิจัยได้ดังนี้

จุดประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาพัฒนาการ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามกับ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ
3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชายกับ นักเรียนหญิง
4. เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้กับเพศของนักเรียน ที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

สมมุติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
2. นักเรียนชาย กับนักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน
3. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้กับเพศ ที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศูนย์รวมน้ำใจ สำนักงานเขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 ได้จากการสำรวจข้อมูลหน่วยสมาชิกของประชากร จากบัญชีประจำชั้น ป.03 ของแต่ละห้องเรียน จำนวน 5 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 180 คน

1.2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้จากการสุ่มอย่างง่าย(Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งมีการจัดห้องเรียนแบบละความสามารถของนักเรียนจากนั้นสุ่มอย่างง่าย(Simple Random Sampling) อีกครั้งโดยการจับฉลากเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม

กลุ่มควบคุม ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

2.1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม จำนวน 14 แผน

2.2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สาระ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต(พืชและสัตว์) ซึ่งปรับปรุงมาจากหทัยรัตน์ เขียวเอี่ยม(2543), ศิริภรณ์ เม่นมัน(2543) เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 32 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .86

2.3. แบบทดสอบภาคปฏิบัติ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สร้างขึ้นโดยศึกษาแนวข้อสอบภาคปฏิบัติของ รสชกร บุบผาคำ(2545) เป็นข้อสอบที่นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติและบันทึกผลการปฏิบัติ (8ทักษะ) จำนวน 10 กิจกรรม มีค่าความง่าย ระหว่าง .36 - .76 และค่าอำนาจจำแนก มีค่าอยู่ระหว่าง .28 - .96 ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .70 และค่าความเชื่อมั่นของการตรวจ เท่ากับ .97

3. ขั้นตอนการดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

3.1. ผู้วิจัยสุ่มนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศูนย์รวมน้ำใจ จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย(Simple Random Sampling)

3.2. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม และแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ

3.3. ชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงรายละเอียดขั้นตอน และความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า สื่อการเรียนรู้ วิธีการ และระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบแพคทอเรียล ชนิด 2x2

3.4. นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบเลือกตอบ ไปทำการทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3.5. ดำเนินการสอนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทั้งสองกลุ่มในเนื้อหาเดียวกัน จุดประสงค์เดียวกันและระยะเวลาทดลองเท่ากัน คือจำนวน 14 ครั้ง แบ่งเป็น 4 รอบ โดยในขณะดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยสังเกตการตอบคำถามและการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนและวัดผลการเรียนรู้ด้วยใบงานทุกกิจกรรมการเรียนรู้ บันทึกผลและหาค่าเฉลี่ยในแต่ละรอบ

3.6. เมื่อสิ้นสุดการทดลองแล้วจึงนำแบบทดสอบแบบเลือกตอบชุดเดิมและแบบทดสอบภาคปฏิบัติ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3.7. นำคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบเลือกตอบ และคะแนนภาคปฏิบัติที่ได้มาวิเคราะห์ โดยวิธีทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมุติฐาน ต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วนตามลำดับ ดังนี้

1. ข้อมูลระหว่างการทดลอง

1.1. การวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ สภาพที่เป็นจริง/การสะท้อนผลการจัดกิจกรรม ปัญหา อุปสรรคและแนวทางแก้ไขจากการประเมินในระหว่างทดลอง

1.2. ศึกษาพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม จากคะแนนใบงาน ในรอบที่ 1 – รอบที่ 4

2. ข้อมูลหลังการทดลอง

1. การศึกษาข้อมูลที่ รวบรวมหลังการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม

1.1. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามและนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ (รอบที่ 1 – รอบที่ 4)

1.2. คะแนนเฉลี่ยรายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามและนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ

2. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามและที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติและของนักเรียนเพศชายและเพศหญิง โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง จากผลต่างของคะแนนแบบเลือกตอบ และคะแนนภาคปฏิบัติหลังการทดลอง

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

จากการวิจัยเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สรุปผล เป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1. ข้อมูลระหว่างการทดลอง

1. ผลการวิเคราะห์ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามสภาพที่เป็นจริง/การสะท้อนผลการจัดกิจกรรมที่เกิดกับตัวนักเรียน ปัญหา/อุปสรรค และแนวทางแก้ไขจากการประเมินในระหว่างการทดลองโดยใช้การสังเกตพบว่านักเรียนมีความพร้อมในการเรียน สนุกกับการได้ฝึกทักษะการคิด จากคำถามที่ครูกระตุ้นให้คิดตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กล้าแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลและรู้จักรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ สังเกตได้จากใบหน้าที่ยิ้มแย้มแจ่มใส

2. ผลการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถาม จากคะแนนเฉลี่ย ใบบงาน ในรอบที่ 1 - รอบที่ 4 ในภาพรวม มีพัฒนาการสูงขึ้น

ส่วนที่ 2 ข้อมูลหลังการทดลอง

1. ผลคะแนนจากใบบงาน

1.1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ ในรอบที่ 1 - รอบที่ 4 เพียงเล็กน้อย คือน้อยกว่า 1 คะแนน

1.2. คะแนนเฉลี่ยรายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ ยกเว้นทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปส/สเปส/เวลา

2. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามและวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ และของนักเรียนเพศชายและเพศหญิง

พิจารณาคะแนนจากแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

2.1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามและนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามปกติมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐาน ข้อที่ 1

2.2. นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

2.3.วิธีการจัดการเรียนรู้ และเพศของนักเรียนที่ต่างกัน ไม่มีผลร่วมกันต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

พิจารณาคะแนนจากแบบทดสอบภาคปฏิบัติ

2.4.นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามและนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ.01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน ข้อที่ 1

2.5. นักเรียนชายและนักเรียนหญิง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน ข้อที่ 2

2.6.วิธีการจัดการเรียนรู้และเพศของนักเรียนที่ต่างกัน ไม่มีผลร่วมกันต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สรุป

1.นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม มีพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

2.เมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามปกติ จากผลต่างของคะแนนแบบเลือกตอบ พบว่าไม่แตกต่างกันและจากคะแนนภาคปฏิบัติพบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ.01

3. นักเรียนชาย และนักเรียนหญิง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จากคะแนนผลต่างแบบทดสอบแบบเลือกตอบ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากคะแนนภาคปฏิบัติหลังการทดลอง

4. วิธีการจัดการเรียนรู้และเพศของนักเรียนที่ต่างกัน ไม่มีผลร่วมกันต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

อภิปรายผล

จากการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้แยกอภิปรายผลเป็นประเด็นต่างๆ ตามลำดับดังนี้

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม มีพัฒนาการสูงขึ้น โดยอภิปรายได้ ดังนี้

จากการดำเนินการทดลอง เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ 4 แผน เก็บข้อมูลแบ่งเป็น 4 รอบ พบว่าผลคะแนนในแต่ละรอบสูงขึ้นเนื่องจากการใช้คำถามช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และจากการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ ทั้งในภาพรวมและรายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนได้รับการฝึกทักษะโดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม ซึ่งรวมถึงลักษณะท่าทางน้ำเสียงและที่สำคัญครูเตรียมคำถามล่วงหน้า ในการที่จะพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือเป็นคำถามที่มุ่งให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยการใช้ทักษะการสังเกต จำแนก การวัด การคำนวณ การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปส/สเปส/เวลา การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การจัดกระทำและสื่อความหมายจากข้อมูลและการพยากรณ์ ดังนั้นครูจะต้องมีความรู้ความเข้าใจขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างถ่องแท้ สอดคล้องกับแนวคิดของทิมพ์สัน เดชะคุปต์(2545:98) ที่ว่า "การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการคิดนั้น ผู้สอนสามารถฝึกให้ผู้เรียนได้คิด โดยการใช้คำถามกระตุ้นให้คิด คำถามต่างๆ นั้นจึงสามารถพัฒนาให้ผู้เรียน เพิ่มพูนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประเภทต่างๆ ซึ่งวิดเดน.(Widdon,1972:35) ได้วิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ไม่ได้รับการอบรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และที่สำคัญการดำเนินการประเมินผลระหว่างทดลองในแต่ละรอบทำให้ได้ข้อมูลที่จะนำไปสู่การแสวงหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียนสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ที่ว่าต้องไม่แยกการสอนกับการประเมินออกจากกันและต้องดำเนินการตรวจสอบผลการเรียนรู้ของนักเรียนทุกระยะ จากการตรวจสอบผลการดำเนินการทดลองในแต่ละรอบ พบว่าผลคะแนนรอบที่ 2 และ 3 พัฒนา สูงขึ้น ส่วนรอบที่ 4 ลดต่ำลงเล็กน้อยจึงได้ทำการวิเคราะห์จากใบงานพบว่า เป็นทักษะการสังเกต ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายจากข้อมูล สอดคล้องกับผลคะแนนเฉลี่ยรายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งทั้ง 3 ทักษะนี้มีค่าคะแนนเฉลี่ยน้อยกว่าทักษะอื่นๆ อาจเป็นเพราะนักเรียนจะต้องทำการจดบันทึก แต่มีนัก

เรียนบางส่วนยังขาดทักษะการเขียน ดังนั้นในการสอนแต่ละครั้งจะต้องสำรวจคำศัพท์ที่ยากและจัดสอนเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาทักษะการเขียนซึ่งเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้

2. เมื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ จากแบบทดสอบแบบเลือกตอบพบว่า มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่า ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อาจมีผลต่อการเรียนรู้ ทั้งนี้เพราะงานวิจัยใช้ระยะเวลาเพียง 14 คาบ โดยผู้วิจัยจะสอบก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่านักเรียนอาจจำข้อสอบบางข้อได้และในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้น(5E) ซึ่งประกอบด้วย ขั้นนำ(Engage) ขั้นสำรวจ(Explore) ขั้นอธิบาย(Explain) ขั้นสรุป(Elaborate) ขั้นประเมินผล(Evaluation) ซึ่งเป็นขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ กล่าวคือให้นักเรียนสามารถค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ ด้านพุทธิพิสัย ต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการวัดผลโดยใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบ อาจวัดได้ไม่ครอบคลุมหรือไม่สามารถสะท้อนผลการเรียนรู้ด้านทักษะได้อย่างชัดเจน โดยที่ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องวัดความสามารถในการปฏิบัติตัวอย่างเช่น นักเรียนระบุความยาวจากการตอบแบบทดสอบเลือกตอบได้ ก็ไม่ได้เป็นหลักประกันว่านักเรียนจะมีความสามารถและมีประสิทธิภาพในการวัด เพราะประสิทธิภาพของทักษะการวัดขึ้นอยู่กับปริมาณของการปฏิบัติจริง ส่วนทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์เป็นทักษะที่ต้องใช้ความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล การใช้แบบทดสอบภาคปฏิบัติเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความสามารถตามศักยภาพ ทำให้ทราบถึงระดับความสามารถของแต่ละคนอย่างแท้จริง สอดคล้องกับแนวคิดของ วิกกินส์(Wiggins.1989:44-59) ที่ว่าการประเมินผลการปฏิบัติงานที่ใช้ความรู้การให้เหตุผลหรือการคิดระดับสูง ตรงตามสภาพจริงมากกว่าได้จากการตอบคำถามถูกหรือผิดของผู้เรียน ซึ่งในส่วนของผลคะแนนจากการวัดภาคปฏิบัติพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01สอดคล้องกับงานวิจัยของ กิตติชัย สุธาสีโนบล (2541:111) ที่พบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการตั้งคำถามที่ผู้วิจัยออกแบบขึ้นหลังการทดลองสูงกว่ากลุ่มที่สอนตามปกติ ซึ่ง พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์(2545:98)กล่าวว่า "การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการคิดนั้น ผู้สอนสามารถฝึกให้ผู้เรียนได้คิด โดยการใช้คำถามกระตุ้นให้คิด คำถามต่างๆนั้นจึงสามารถพัฒนาให้ผู้เรียน เพิ่มพูนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประเภทต่างๆ ด้วยเหตุนี้ผู้สอนต้องรู้จักการใช้คำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ทั้งประเภทขั้นพื้นฐานและประเภทขั้นผสมเป็นอย่างดีด้วย” ดังนั้นในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์การใช้คำถามและการเลือกวิธีการวัดและประเมินผลจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับธรรมชาติของวิชา เพื่อให้ได้ผลที่ครอบคลุมและตรงตามสภาพที่แท้จริง

3. เมื่อเปรียบเทียบผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามกับเพศของนักเรียนที่แตกต่างกัน จากคะแนนแบบทดสอบภาคปฏิบัติ พบว่า มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับผลการวิจัยของพีทัสและฮาเลย์(Petus and Haley,1980:273-276) พบว่า ตัวแปรต่างๆ ได้แก่เพศ อายุ และระดับชั้นจะส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจากการสังเกตระหว่างทำการทดลอง ผู้วิจัยพบว่านักเรียนหญิงส่วนมากมีความสนใจใฝ่รู้และตั้งใจทำงานมากกว่านักเรียนชาย ดังจะเห็นได้จากทักษะการวัดนักเรียนหญิงมีความละเอียดรอบคอบ มากกว่านักเรียนชาย สามารถวัดความยาวได้ใกล้เคียงกันหรือได้เท่ากันทั้ง 3 ครั้ง

4.วิธีการจัดการเรียนรู้และเพศของนักเรียนที่ต่างกันไม่มีผลร่วมกันต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แสดงว่าวิธีการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามใช้กับนักเรียนชายหรือนักเรียนหญิงก็ได้

จากเหตุผลดังกล่าวเป็นการสนับสนุนว่าการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นี้จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดีซึ่งผู้วิจัยใช้คำถามที่เป็นทักษะการคิดระดับสูง โดยเฉพาะคำถามเพื่อพัฒนาทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลซึ่งต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ ร่วมด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนก ทักษะการวัด การคำนวณ คำตอบจากทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลจะช่วยสะท้อนผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อื่นๆ ได้ด้วย สอดคล้องกับแนวคิดของ ลัดดา ภูเกียรติ (2543:13) ที่กล่าวว่า "คำถามที่พัฒนาการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป เป็นการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่นๆด้วย" นอกจากนี้ผู้วิจัยยังเน้นเทคนิคการใช้คำถามโดยจัดเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้แบบเน้นเทคนิคการใช้คำถาม และตั้งคำถามทุกขั้นตอน จากการศึกษาเนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยตั้งคำถามให้ตรงประเด็น มุ่งพัฒนากระบวนการทางความคิด ป้อนคำถามที่เน้นคำตอบ ที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองและใช้กลวิธีหรือเทคนิค การถามปูทางถามรุก ให้ได้คำตอบที่ดีกว่า กว้างขวางกว่า มีเหตุผลกว่าคำตอบที่อื่นๆ ที่ตอบครั้งแรก มีช่วงเงียบเพื่อรอคำตอบ มีการเสริมแรง สร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองทำให้นักเรียนรู้สึกมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม สอดคล้องกับแนวคิด ของบลูม(Bloom,1976:13) ที่กล่าวว่า "การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน โดยมีการโต้ตอบระหว่างครูกับนักเรียน มีการส่งเสริมการปฏิบัติกิจกรรมร่วมกัน ถือว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ "

สรุปได้ว่าวิธีการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ไม่มากนัก เป็นเพราะการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางปัญญาควรที่จะพัฒนาอย่างต่อเนื่องระยะยาว และจะต้องเริ่มตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ฝึกทักษะการสังเกตมากๆ จนนักเรียนเกิดความชำนาญในการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 โดยที่ผู้สอนต้องจัดเตรียมคำถามในระดับสูงเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ล่วงหน้า ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และควรวัดผลตามสภาพจริง เพื่อให้ได้ผลครอบคลุมทุกด้านของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทางการศึกษา

1.1. ผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่าการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระดับช่วงชั้นที่ 1 คือระดับชั้นประถมปีที่ 1-3 ควรที่จะให้ความสำคัญกับทักษะการเขียนเพราะเป็นทักษะที่ช่วยส่งเสริมการจดบันทึกในการเรียนวิทยาศาสตร์ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นๆด้วย

1.2. ผลการใช้แบบประเมินที่หลากหลายทำให้ได้รับข้อมูลที่จะช่วยในการตัดสินใจพิจารณาความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนเป็นอย่างดี จึงควรให้ความสำคัญกับการประเมินผลตามสภาพจริง โดยการประเมินการปฏิบัติภาระงานตามสถานการณ์ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินที่ชัดเจน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับผู้สอน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามทุกขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ชั้น(5E) ควรจัดอย่างต่อเนื่องในระยะยาวเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งขั้นพื้นฐาน และขั้นผลสม โดยที่เทคนิคนี้เน้นพฤติกรรมของผู้สอนที่ช่วยให้นักเรียนมีพฤติกรรมที่สนใจกระตือรือร้นกล้าตอบคำถาม และกล้าซักถามขณะร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ จึงควรสนับสนุนให้ครูมีพฤติกรรมการใช้คำถามระดับสูงอย่างต่อเนื่องเช่นกัน

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1. ควรทำการศึกษา และพัฒนาชุดฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐานและขั้นผลสมให้ครบทั้ง 13 ทักษะ

2.2. ควรพัฒนารูปแบบในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในรูปของการปฏิบัติ วัดได้ง่าย และตรงตามสภาพความเป็นจริง

บรรณานุกรม

- จำเนียร ศิลปวานิช.(2538). *หลัก และวิธีสอน*. กรุงเทพฯ. เจริญรุ่งเรืองการพิมพ์.
- ฉวีวรรณ กิनावงศ์.(2520). *วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถมศึกษา*. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. พิษณุโลก.
- ฉลอง รุ่งเรือง.(2538). *การวิเคราะห์การใช้คำถามของครูและพฤติกรรมการตอบคำถามของนักเรียนในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน*.วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต . จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชุตินญา สุริยมณฑล.(2535). *การสำรวจประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2544). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 8 . เทพเนรมิตการพิมพ์. กรุงเทพฯ
- ญาดาพนิต พิณกุล.(2539). *หลักการสอน. ภาคหลักสูตร และการสอน คณะครุศาสตร์สถาบันราชภัฏจันทรเกษม*. กรุงเทพฯ.
- ดารุณี เชื้อเจ็ดตน.(2540). *ความสามารถในการสื่อความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นยุทธศาสตร์วิธีวงจรการเรียนรู้*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- บุญชม ศรีสะอาด.(2537). *การพัฒนาการสอน*. สุวีริยาสาส์น. กรุงเทพฯ.
- ประจวบจิตร คำจตุรัส. (2537). *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิทยาศาสตร์*. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. กรุงเทพฯ .
- ปิยมภรณ์ พรหมณี.(2523). *ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เรื่องสัตว์และพืชของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดชัยภูมิ*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พันทิพา อุทัยสุข.(2532). *การสอนโดยยึดผู้สอนเป็นศูนย์กลาง*. เอกสารประกอบการสอนชุดวิชาวิทยาการการสอน. หน่วยที่ 8-15. พิมพ์ครั้งที่ 7 . กรุงเทพฯ. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.(พว.).
- .(2545).*พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์*. สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ(พว.) กรุงเทพฯ.
- พิมพ์ร วัฒนานนท์.(2539). *การปรับแผนการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เนื้อหาวิทยาศาสตร์กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

- ภพ เลหาไพบูลณ์.(2537). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์.ไทยวัฒนาพานิช.* กรุงเทพฯ.
- (2542).*แนวการสอนวิทยาศาสตร์. (ฉบับปรับปรุง).ไทยวัฒนาพานิช.* กรุงเทพฯ.
- มนัส สุดสิ้น.(2543). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์
วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการ
เขียนแผนผังมโนคติ. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา).* กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- มังกร ทองสุชาติ.(2533).*What Research Say to the Science Teacher.(แปล).* วิทยาลัยครู
เชียงใหม่. เชียงใหม่.
- มาลี จุฑา.(2544).*จิตวิทยาการเรียนการสอน.บริษัทอักษรวิพัฒน์จำกัด.* กรุงเทพฯ.
- ยุรินทร์ ศรีไชย.(2534). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ความคงทนในการเรียนรู้
และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยการใช้
ชุดปฏิบัติการกรรมจากสื่อประสมกับการสอนตามแผนการสอนของกรมวิชาการ.(กศ.ม.)
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ.*
- รชชกร นุบผาคำ.(2545). *การสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผล).* กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ลัดดา ภูเกียรติ.(2544). *โครงการวิทยาศาสตร์ และทักษะที่จำเป็นในการทำโครงการวิทยาศาสตร์.
เอกสารประกอบการประชุมวิชาการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.*
- ลัดดา สุขปริดี.(2523).*เทคโนโลยีทางการเรียนการสอน. โอเคียนสโตร์.* กรุงเทพฯ.
- ล้วน และอังคณา สายยศ.(2539).*เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา.* กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์.(2532). *กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
สำหรับครู. สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.* กรุงเทพฯ.
- วิมล สำราญวานิช.(2532). *การสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา. คณะศึกษาศาสตร์.
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.*
- วีระชาติ สงวนไพรินทร์.(2531). *การสอนวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ. คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- สสวท. ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,สถาบัน.(2534). *ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ที่
หลากหลาย. โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว. กรุงเทพฯ.*
- (2536).*วิทยาศาสตร์กับการแก้ปัญหา.(พิมพ์ครั้งที่ 3). โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว. กรุงเทพฯ.*

- สมจิตร สวธนไพบูลย์.(2526). การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ.
- สมบุญณี เสียงวัฒนะ.(2535). การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาวิทยาลัยครู หลักสูตรครุศาสตร์บัณฑิต โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป. ปรินญาณิพนธ์การศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สมพร ภูเจริญ.(2535). การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนระดับ ประถมศึกษา. ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก.
- สมศักดิ์ สีนธระเวชญ์ และคณะ.(2544).กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนวิทยาศาสตร์. สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช จำกัด กรุงเทพฯ.
- สมศักดิ์ แพรดำ.(2531). ความรู้พื้นฐานและการผลิตสื่อการสอน. วิทยาลัยครูอุบลราชธานี. อุบลราชธานี.
- .(2539ก). พฤติกรรมการสอนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา. สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี. อุบลราชธานี.
- .(2541ก). การศึกษาความรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน ในจังหวัดอุบลราชธานี ยโสธรและอำนาจเจริญ. สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี. อุบลราชธานี.
- .(2542ข). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับปริญญาตรีโดยการใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี. อุบลราชธานี.
- .(2544). ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี. อุบลราชธานี.
- สวทช. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.(2543). ยุทธศาสตร์การพัฒนาวissenschaft และเทคโนโลยี. ฝ่ายนิเทศสัมพันธ์.
- สุเทพ อุตสาหะ.(2526). การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยม. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ.
- สุพิน บุญชูวงศ์.(2531). หลักสูตรการสอน. กรุงเทพฯ. คณะครุศาสตร์ วิทยาลัยครูสวนดุสิต.
- สุวคนธ์ เย็นจะบก.(2542) . การวิจัยเชิงปฏิบัติการ: ผลการใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะ เป็นกลุ่ม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ พฤติกรรมกลุ่มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 .ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ.
- สุวัฒน์ นิยมคำ.(2517).การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. วัฒนาพานิช. กรุงเทพฯ.
- .(2531).ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้

เล่ม 1 และ 2. เจเนอรัล บ็อค เซนเตอร์. กรุงเทพฯ.

สุวิทย์ และ อรทัย. (2545). 21 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. โรงพิมพ์ภาพ.

กรุงเทพฯ.

เสนอ ภิมจิตรผ่อง. (2542.) การประเมินผลภาคปฏิบัติ. ภาควิชาทดสอบและวิจัยการศึกษา

คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี.

สำนักงานการศึกษา. (2541). คู่มือการฝึกอบรมครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3.

หน่วยศึกษานิเทศ. กรุงเทพฯ.

----- (2546). แนวจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา.

ฝ่ายนิเทศกลุ่มวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2540). ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด.

กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช สํารายราษฎร.

ลำลี ทองธิว. (2545). หลักและแนวปฏิบัติในการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา: กรณีวิชา

วิทยาศาสตร์ระดับสถานศึกษา. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริภรณ์ เม่นมัน. (2543). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. ปริญญานิพนธ์.

กศม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ.

หทัยรัตน์ เชี่ยวเอี่ยม. (2543). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีสรวนิยม เพื่อพัฒนาศักยภาพ

ด้านวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดช่องนนทรี เขตยานนาวา.

กรุงเทพฯ. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ.

อาภาพร สิงหราช. (2545). การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการใช้ห้องจำลองธรรมชาติ.

ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ.

อุดม ธรรมมา. (2535). การเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคชั้นสรุปผลการทดลองแตกต่างกัน.

ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ.

เอกรินทร์ สีมหาศาล และสุปรารถนา ยุกตะนันท์. (2546). การออกแบบเครื่องมือวัดและประเมินผล

ตามสภาพจริง. บ็อคพอยท์. กรุงเทพฯ.

- Abraham M.R. and J.W. Renner.(1986). *The Sequence of Learning Cycle Activities in High School Chemistry*. Journal of Research in Science Teaching.
- Ahmad, H.,& Rubba, P.A. (1983). *The study of process skill achievement among a sample of high ability Malasian high school graduates*. Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia.
- American Association for the Advancement of Science. AAAS.(1970). *Science a Process Approach New York* : Commentary for teacher. AAAS.
- Australian Science Education Project.(1974).*Inquiry Approach in Guide to ASEP*. Australian Science Education Project.
- Barufaldi. James P.& M.A. Dietz.(1975).*Effect of Solid Object and Two a process Approach Classes*. Journal of Research in Science Teaching.
- Bloom, Benjamin S., ed.(1956). *Taxonomy of Education objectives, Handbook The Cognitive Domain*. New York : Mckay.
- .(1976). *Human Characteristics and School Learning*.
New York;McGrow Hill Book Company.
- Blosser,Patricia E.(1975). *How To Ask the Right Questions*. National Science Teachers Association, Washington, D.C.
- Bybee,R.W.,and other.(1991). *Integrating the History and Nature of Science and Technology in Science and Social Studies Curriculum*. Science Education.
- Cartwright,C.A.& Cartwright,P.G.(1974). *Developing observation skills*.
New York: McGraw-Hill.
- Collete and Chiappetta. (1994).*Constructing Administering Science Test, Science instruction in The Middle and Secondary Schools. Third Edition*.
New York: Macmillan Publishing Company.Inc.
- Cunningham, R.T. (1977)*Developing Question-Asking Skills, Developing Teacher Competencies* . Englewood Cliff , New Jersey,
Prentice- Hall.
- Esler,W.K.& Esler,M.K.(1985).*Teaching elementary science*.(4th ed.). Belmont:Wadsworth.
- Finley,F.N.(1983). *Science Processes*. Journal of Research in Science Teaching.
- Gega, P.C.(1982).*Science in elementary education*.(4th ed.). Newyork:John Wiley & Sons.
- Good,c.v.(1973). *Dictionary of education*.(3rd ed.). New York:McGraw-Hill.

- Hofstein, Avi and E Yager.(1982). *Societal Issues As Organizers for Science Education in the 180s*, School Science and Mathematics.
- Joyce, B, and Weil, M.(1980) *Models of teaching*. (2nd ed.). Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall.
- J.Richard Suchman.(1966). *Developing Inquiry*. Chicago: Science Research Associates.
- Klopfer, Leopold E.(1971). *Evaluation of Learning in Science Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. Edited by Benjamin.S. Boom et al., New York: McGraw-Hill.
- Ladd, George T., and Hans O. Anderson.(1970). *Question and Earth Science Teaching: Using Your Influence Effectively*. Journal of Geological Education. 1.
- Lamb, W.G. (1976). *Ask a Higher-Level Question Get a Higher Level Answer*, Science Teacher.
- Navarrete, C.&Gustke, C.(1996, January). *A Guide To Performance Assessment for Linguistically Diverse Students*. (Online). Available: <http://www.ncbe.gwu.edu/miscpubs/eacwest/performance>.
- Sund, R.B. and L.W. Trowbridge. *Teaching Science by Inquiry in the Secondary School*. Ohio, Charles and Merrill Publishing, Co., 1973 : 631p.
- Widden, M.F.(1972). *A Product Evaluation of Science A Process Approach*. Dissertation Abstracts International.
- Wiggins, G.(1989, November). *The Futility of Trying to teach Everything of importance*. Educational Leadership.

ภาคผนวก

รายการภาคผนวก

- ก. รายนามผู้เชี่ยวชาญ
- ข. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
 - 1. แบบทดสอบแบบเลือกตอบ
 - 2. แบบทดสอบภาคปฏิบัติ
 - 2.1. กิจกรรมสำหรับปฏิบัติ 10 กิจกรรม
 - 2.2. แบบประเมินทักษะการปฏิบัติและเกณฑ์การให้คะแนน
 - 2.3. คุณภาพของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ
- ค. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้
- ง. คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ภาคปฏิบัติ

ภาคผนวก ก

รายงานผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบเครื่องมือ

1. รองศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. อาจารย์ วราภรณ์ นภาดล อ.2 ระดับ 7 โรงเรียนศุภยวมน้ำใจ
สำนักงานเขตคลองเตย สังกัดกรุงเทพมหานคร
3. อาจารย์ รจิตร์ สุขเลิศกิจ อ.2 ระดับ 7 โรงเรียนศุภยวมน้ำใจ
สำนักงานเขตคลองเตย สังกัดกรุงเทพมหานคร

รายนามผู้เชี่ยวชาญ ที่ตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการวิจัย

1. นายไพฑูรย์ อินทร์เนตร ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ
โรงเรียนศุภยวมน้ำใจ
สำนักงานเขตคลองเตย สังกัดกรุงเทพมหานคร
2. อาจารย์ณัชตา ธรรมธนาคม อ.3 ระดับ 8 โรงเรียนศุภยวมน้ำใจ
สำนักงานเขตคลองเตย สังกัดกรุงเทพมหานคร
3. อาจารย์พิพัฒน์ กรแก้วสกุลเดช อ.3 ระดับ 8 โรงเรียนศุภยวมน้ำใจ
สำนักงานเขตคลองเตย สังกัดกรุงเทพมหานคร

รายนามผู้ช่วยผู้วิจัยในการตรวจให้คะแนนภาคปฏิบัติทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. อาจารย์เบญจา เรืองเสมอ อ.2 ระดับ 7 โรงเรียนศุภยวมน้ำใจ
สำนักงานเขตคลองเตย สังกัดกรุงเทพมหานคร
2. อาจารย์พัชรศรัณย์ เรือนใจหลัก อ.2 ระดับ 7 โรงเรียนศุภยวมน้ำใจ
สำนักงานเขตคลองเตย สังกัดกรุงเทพมหานคร

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

- 1.1. แบบทดสอบแบบเลือกตอบ
- 1.2. แบบทดสอบภาคปฏิบัติ
 - 1.2.1. กิจกรรมสำหรับปฏิบัติ 10 กิจกรรม
 - 1.2.2. แบบประเมินทักษะการปฏิบัติและ
เกณฑ์การให้คะแนน
 - 1.2.3. คุณภาพของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ

แบบทดสอบแบบเลือกตอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คำชี้แจง

แบบทดสอบฉบับนี้ มีจำนวนข้อสอบ 32 ข้อ พัฒมาจากแบบทดสอบแบบเลือกตอบของหัตย์รัตน์ เขียวเอี่ยม(2543)และศิริภรณ์ เม่นมัน(2543) ค่าความเชื่อมั่น .86 ใช้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก ใช้วัดก่อนและหลังการทดลอง มีเวลาในการทำแบบทดสอบ 45 นาที

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ ในข้อสอบมี ดังนี้

ข้อ 1 – 4 ทักษะการสังเกต

ข้อ 5 – 8 ทักษะการจำแนก

ข้อ 9 – 12 ทักษะการวัด

ข้อ 13 – 16 ทักษะการคำนวณ

ข้อ 17 – 20 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปส/สเปสและสเปส/เวลา

ข้อ 21 – 24 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

ข้อ 25 – 28 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

ข้อ 29 – 32 ทักษะการพยากรณ์

5.



จากรูปข้างบน เราแบ่งพืชออกเป็น 2 พวก โดยยึดหลักอะไร

- ก. ชนิดของพืช
- ข. ขนาดของพืช
- ค. ลักษณะของพืช
- ง. ประโยชน์ของพืช

6.

กลุ่ม 1	เสื่อ	กระต่าย	แมว	ไก่
กลุ่ม 2	กุ้ง	หอย	ปู	ปลา

การแบ่งประเภทของสัตว์ตามตารางข้างต้น ผู้แบ่งยึดเกณฑ์ข้อใด

- ก. สัตว์บกกับสัตว์น้ำ
- ข. สัตว์ปีกกับสัตว์เลี้ยง
- ค. สัตว์กินพืชกับสัตว์กินสัตว์
- ง. สัตว์ที่รับประทานได้กับสัตว์ที่รับประทานไม่ได้

7. ลักษณะร่วมของ แมว สุนัข และวัว คือข้อใด

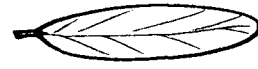
- ก. ใช้แรงงาน
- ข. ใช้เฝ้าบ้าน
- ค. ให้ความสวยงาม
- ง. เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

8. พืชใดต่อไปนี้มีลักษณะเส้นใบต่างจากข้ออื่น

ก.



ข.



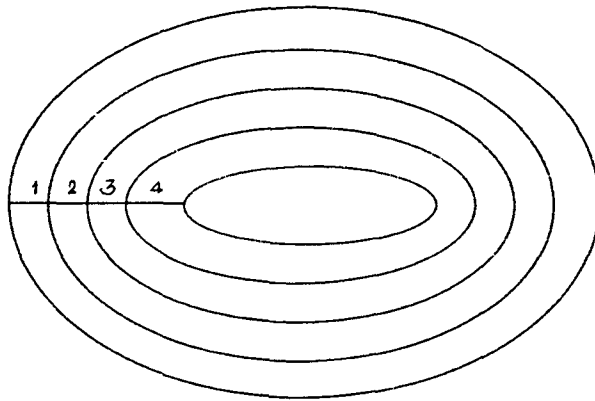
ค.



ง.



9. ภาพข้างล่างแสดงลู่วิ่ง 4 ลู่วิ่ง นักเรียนคิดว่าม้าในลู่วิ่งใด วิ่งกลับไปจุดเดิมเป็นระยะทางไกลที่สุด



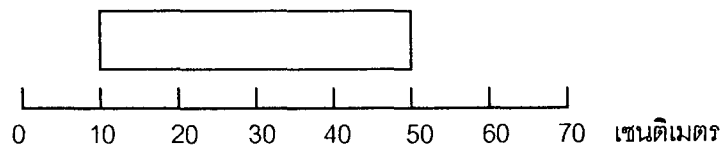
ก. ลู่วิ่งที่ 1

ข. ลู่วิ่งที่ 2

ค. ลู่วิ่งที่ 3

ง. ลู่วิ่งที่ 4

10. จากภาพข้างล่าง แท่งไม้มีความยาวเท่าไร



ก. 10 เซนติเมตร

ข. 35 เซนติเมตร

ค. 40 เซนติเมตร

ง. 50 เซนติเมตร

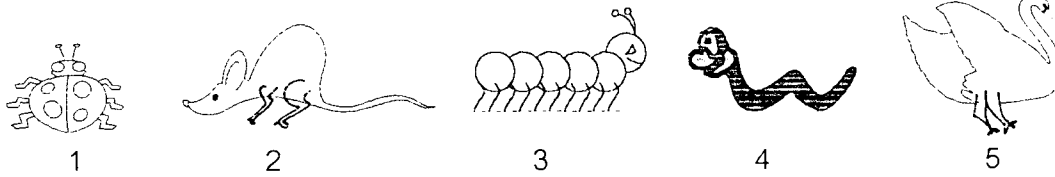
11. เครื่องมือที่เหมาะสมในการวัดความยาวเส้นรอบวงของลูกแตงโมตามขวางคืออะไร

- ก. สายวัด
- ข. วงเวียน
- ค. ไม้เมตร
- ง. ไม้บรรทัด

12. หน่วยที่เหมาะสมในการวัดเส้นรอบใบไม้คืออะไร

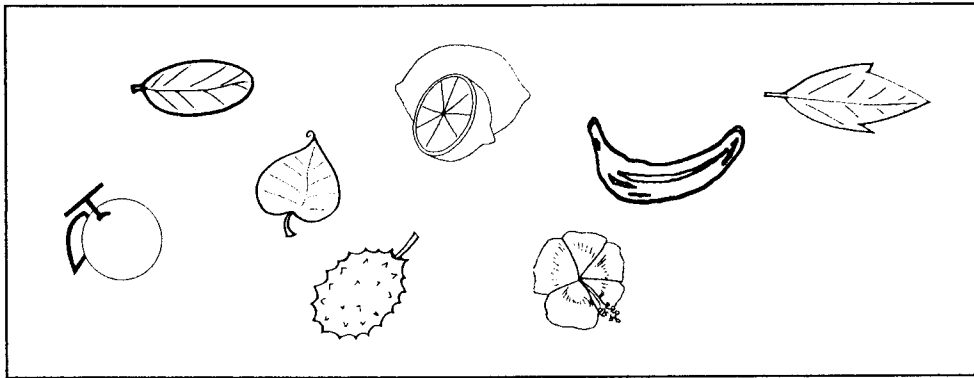
- ก. มิลลิเมตร
- ข. เซนติเมตร
- ค. เมตร
- ง. กิโลเมตร

13. จากภาพข้างล่าง ถ้าต้องการจัดอันดับจากน้อยไปหามากของสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ โดยใช้จำนวนขาเป็นเกณฑ์ ข้อใดเป็นการจัดอันดับที่ถูกต้อง



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

14. จากภาพมีผลไม้มากกว่าจำนวนใบไม้เป็นจำนวนเท่าไร



- ก. 1 ผล
- ข. 2 ผล
- ค. 3 ผล
- ง. 4 ผล

15. ขาของม้า 1 ตัว กับขาของไก่ 10 ตัว รวมกันแล้วมากกว่าขาของสุนัข 5 ตัว อยู่เท่าไร

- ก. 4 ขา
- ข. 5 ขา
- ค. 6 ขา
- ง. 7 ขา

16. ในการวัดความสูงของต้นถั่ว ใน 4 วัน ปรากฏว่าได้ผลดังในตาราง นักเรียนหาค่าเฉลี่ยของต้นถั่วใน 3 วันแรก ได้ค่าเท่าใด

จำนวนวัน	ความสูง(ซ.ม.)
0	0
1	1
2	2
3	5
4	8

- ก. 1 เซนติเมตร
- ข. 2 เซนติเมตร
- ค. 3 เซนติเมตร
- ง. 4 เซนติเมตร

17.



เมื่อตัดแต่งกวาดตามขวางเป็นแฉก จะได้ออยตัดเป็นรูปอะไร

- ก. วงรี
- ข. วงกลม
- ค. ดอกไม้
- ง. สี่เหลี่ยม

18. ถ้านำดอกไม้ที่ตัดหูข้างขวา แล้วส่องกระจกเงา จะเห็นภาพดอกไม้ในกระจกเป็นอย่างไร

- ก. ดอกไม้ที่หูข้างซ้าย
- ข. ดอกไม้ที่หูข้างขวา
- ค. ดอกไม้ที่หูข้างหน้า
- ง. ดอกไม้ที่หูข้างหลัง

19. กระดาษที่ตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยม เป็นรูปกี่มิติ

- ก. 1 มิติ
- ข. 2 มิติ
- ค. 3 มิติ
- ง. 4 มิติ

20. ข้อใดไม่ใช่ความสัมพันธ์ระหว่างที่ว่างของวัตถุกับเวลา

- ก. ต้นขนุน เมื่อปีที่ 1 สูง 55 เซนติเมตร พอปีที่ 4 สูง 3 เมตร
- ข. ลูกแมวแรกเกิดหนัก 300 กรัม เวลาผ่านไป 3 เดือนหนัก 1 กิโลกรัม
- ค. ผีงปลาเค็ม 1 วัน ชั่งน้ำหนักได้ 230 กรัม วันที่ 2 น้ำหนักปลาเหลือ 200 กรัม
- ง. เลี้ยงปลากัดตัวผู้และตัวเมียอย่างละ 1 ตัว หนึ่งเดือนต่อมามีลูกปลาเพิ่มอีก 3 ตัว

21. จากข้อมูลความสูงและน้ำหนักของนักเรียน จำนวน 3 คน ข้อใดเสนอข้อมูลที่ครบถ้วนและเข้าใจง่าย

ก.

ชื่อ	สูง(ซ.ม.)	น้ำหนัก(ก.ก.)
ส้ม	120	50
นุ่น	123	20
ฝ้าย	125	28

ข.

ส้ม	สูง หนัก	120 25
นุ่น	สูง หนัก	123 20
ฝ้าย	สูง หนัก	125 28

ค.

	ส้ม	นุ่น	ฝ้าย
สูง	120	123	125
หนัก	25	26	28

ง.

ส้ม	สูง 120 ซ.ม. หนัก 25 ก.ก.
นุ่น	สูง 123 ซ.ม. หนัก 26 ก.ก.
ฝ้าย	สูง 125 ซ.ม. หนัก 28 ก.ก.

22.. "จากการสังเกตการเจริญเติบโตหรือวงจรของผีเสื้อ พบว่าผีเสื้อที่เจริญเต็มที่แล้วจะออกไปภายในเวลา 2 - 3 วัน ไข่จะกลายเป็นตัวหนอนในเวลา 4 วัน ตัวหนอนจะกลายเป็นตัวดักแด้ในเวลา 35-42 วันและดักแด้จะใช้เวลาในการเจริญเติบโตเป็นผีเสื้อในเวลา 7-13 วัน"

จากข้อมูลนี้ นักเรียนคิดว่าควรเปลี่ยนวิธีนำเสนอเป็นรูปแบบใด จึงจะเข้าใจดีขึ้น

ก. แบบวงจร

ข. แบบกราฟ

ค. แบบสมการ

ง. แบบแผนภูมิ

23. “การกินต่อกันเป็นทอดๆ ของสัตว์ ดังนี้คือ ปลากินลูกน้ำ เปิดกินปลา งูกินเปิด เหยี่ยวกินงู”
จากข้อมูลนี้นักเรียนควรเปลี่ยนวิธีนำเสนอเป็นรูปแบบใด จึงจะเข้าใจดีขึ้น

ก. ลูกน้ำ → ปลา → เปิด → งู → เหยี่ยว

ข. เหยี่ยว → งู → เปิด → ปลา → ลูกน้ำ

ค. ปลา → ลูกน้ำ เปิด → ปลา งู → เปิด เหยี่ยว → งู

ง. ลูกน้ำ → ปลา ปลา → เปิด เปิด → งู งู → เหยี่ยว

24. ถ้าต้องการนำเสนอสถิติการเก็บส้ม ในสวนแต่ละสัปดาห์ ควรนำเสนอวิธีใดที่เหมาะสมและชัดเจน

ก. กราฟ

ข. แผนที่

ค. ตาราง

ง. บรรยาย

25.



จากภาพนักเรียนลงความเห็นว่าเป็นหมอ ข้อมูลใดที่ทำให้นักเรียนทราบว่าเป็นหมอ

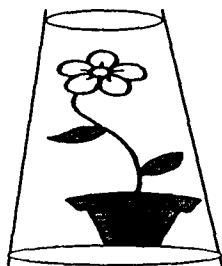
ก. เพศ

ข. หูฟัง

ค. การแต่งกาย

ง. บุคลิกลักษณะ

26.



จากภาพนักเรียนคิดว่าข้อใด เป็นการสรุปที่ถูกต้อง

- ก. แก้วนี้ครอบต้นไม้ไว้ 3 วันแล้ว
- ข. ต้นไม้จะตายเพราะขาดออกซิเจน
- ค. ต้นไม้จะไม่ตายเพราะได้รับแสงสว่าง
- ง. ต้นไม้จะไม่ตายเพราะแก้วที่ครอบมีขนาดใหญ่

27. นทีเลี้ยงปลาไว้ทั้งหมด 3 ตัว เมื่อสัปดาห์ที่ผ่านมาตายไป 2 ตัว ลักษณะของปลาที่ตายมีจุดสีขาวบริเวณลำตัว ข้อความใดเป็นคำอธิบายที่ดีที่สุด สำหรับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

- ก. ปลาเป็นโรคจึงตาย
- ข. ปลาขาดอาหารจึงตาย
- ค. ปลาที่เหลือจะตายต่อไป
- ง. ปลาที่เหลือจะไม่เป็นอะไร

28. เด็กชายแก่นได้ทำการทดลอง โดยนำถุงพลาสติกไปหุ้มกิ่งมะม่วงเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ปรากฏว่าภายในถุงพลาสติกใบนั้นมีไอน้ำเกาะอยู่ นักเรียนคิดว่าไอน้ำมาจากที่ใด

- ก. ในอากาศ
- ข. ใบมะม่วงที่อยู่ข้างนอก
- ค. ใบมะม่วงที่อยู่ในถุงพลาสติก
- ง. ต้นมะม่วงที่อยู่ใกล้เคียงบริเวณนั้น

29. พรเทพเฝ้าสังเกตต้นไม้ที่ปลูกไว้ พบว่าในเวลา 3 วัน ต้นไม้สูงขึ้น 3 เซนติเมตร จากข้อมูลนี้ นักเรียนคิดว่า จะเกิดอะไรขึ้นกับต้นไม้ในอีก 3 วันข้างหน้า

- ก. ต้นไม้จะหยุดเจริญเติบโต
- ข. ต้นไม้จะสูงเพิ่มขึ้นมากกว่าเดิม
- ค. ต้นไม้จะสูงเพิ่มขึ้นเป็น 6 เซนติเมตร
- ง. ต้นไม้จะเจริญเติบโตเพราะได้รับแสงจากดวงอาทิตย์

30. จากข้อมูลการเลี้ยงปลา วัดความยาวได้ดังนี้

สัปดาห์ที่	ความยาว (ซ.ม.)
2	1
4	2
6	3
8	4

ความยาวของปลาในเวลา 5 สัปดาห์ และ 9 สัปดาห์ มีความยาวเท่าใด

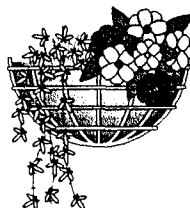
- ก. 2 เซนติเมตร และ 5 เซนติเมตร
- ข. 2.5 เซนติเมตร และ 5.5 เซนติเมตร
- ค. 2.5 เซนติเมตร และ 4.5 เซนติเมตร
- ง. 2.5 เซนติเมตร และ 5 เซนติเมตร

31. ผักกระเฉดเป็นพืชน้ำ ถ้านำผักกระเฉดไปปลูกบนบก ในที่สุดผลจะเป็นอย่างไร

- ก. ผักกระเฉดเหี่ยว
- ข. ผักกระเฉดจะตาย
- ค. ผักกระเฉดจะออกดอก
- ง. ผักกระเฉดจะแตกใบอ่อน

32. ปัจจุบันยังคงมีการตัดไม้ทำลายป่ามากหากรัฐบาลยังไม่สามารถควบคุมได้ ต่อไปชาติไทยจะเป็นอย่างไร

- ก. ยากจน
- ข. อุดมสมบูรณ์
- ค. ร่ำรวยเพราะขายไม้
- ง. จะแห้งแล้งอากาศแปรปรวน



แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้จะมีกิจกรรมทั้งหมด 10 กิจกรรม ใช้วัดก่อนและหลังการทดลองมีเวลาในการทำแบบทดสอบ 90 นาที ต้องทำให้ครบทุกกิจกรรม โดยแบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 4 ทักษะ คือทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนก ทักษะการวัดและการคำนวณ โดยกำหนดเป็นสถานการณ์ทดลอง 1 สถานการณ์ จะมีกิจกรรมให้นักเรียนปฏิบัติ 4 กิจกรรม ทักษะละ 1 กิจกรรม มีเวลาในการทำแบบทดสอบ 45 นาที

ตอนที่ 2 วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 4 ทักษะ คือทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปกและสเปกกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นข้อมูลและทักษะการพยากรณ์ โดยกำหนดเป็นสถานการณ์ 4 สถานการณ์ จะมีกิจกรรมให้นักเรียนปฏิบัติ 6 กิจกรรม ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปก/สเปกและสเปก/เวลา 3 กิจกรรม ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 1 กิจกรรม ทักษะการลงความเห็น 1 กิจกรรมและการพยากรณ์ 1 กิจกรรม มีเวลาในการทำแบบทดสอบ 45 นาที

2. ข้อสอบทุกข้อ(กิจกรรม)เป็นแบบทดสอบอัตนัย โดยแต่ละกิจกรรมจะมีคำสั่งให้นักเรียนปฏิบัติ บอกอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติ พร้อมทั้งให้อุปกรณ์ในการปฏิบัติและแบบบันทึกผลการทดลอง

3. ระวังในการปฏิบัติแต่ละข้อ(กิจกรรม)ต้องศึกษาคำสั่งให้เข้าใจแล้วค่อยลงมือปฏิบัติ

4. เวลาปฏิบัติควรดูอุปกรณ์ที่กำหนดให้ของแต่ละสถานการณ์ให้เรียบร้อย

5. ให้นักเรียนบันทึกผลการทดลองในแบบบันทึกผลการทดลอง

แบบทดสอบวัดทักษะการวัดและทักษะการคำนวณ

สถานการณ์ที่ 2

อุปกรณ์ ไบไม้ชนิดต่างๆ ได้แก่ ไบกระแวก ไบวาสนา ไบมะยม ไบเข็ม ฯลฯ

กิจกรรมที่ 3 ให้นักเรียนวัดเส้นรอบไบไม้ 3 ชนิดและทำการบันทึกผลลงในแบบบันทึกผล โดยแปะไบไม้มาส่งด้วย

กิจกรรมที่ 4 ให้นักเรียนหาค่าเฉลี่ยของความยาวที่วัดได้

ไบไม้	ความยาวที่วัดได้				หน่วยที่ใช้วัด
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ค่าเฉลี่ย	
1. ไบ.....					
2. ไบ.....					
3. ไบ.....					

ตอนที่ 2 มีข้อสอบทั้งหมด 6 สถานการณ์ มีกิจกรรมให้ปฏิบัติ 6 กิจกรรม

แบบทดสอบวัดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปส/สเปสและสเปส/เวลา

สถานการณ์ 1

อุปกรณ์ 1. ผลไม้รูปทรงต่างๆ ดังนี้

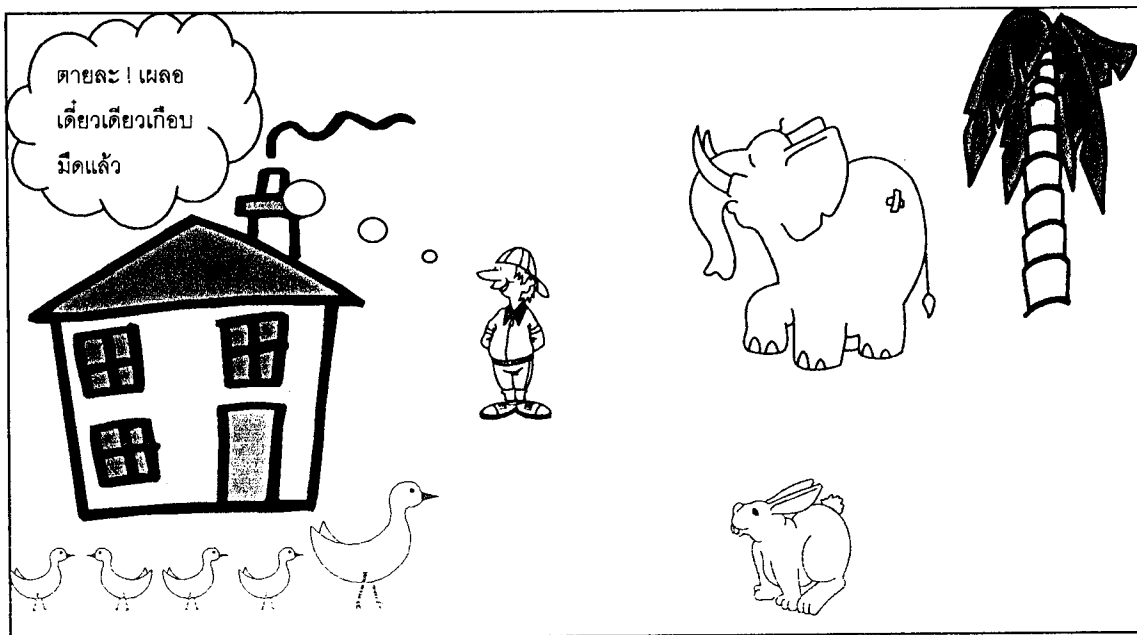
- แดงกวา (ทรงกระบอก)
- ส้ม (ทรงกลม)
- มะเขือเทศ (ทรงรี)
-(นักเรียนเลือกเอง 1 ชนิด)

2. มีด

กิจกรรมที่ 1 ให้นักเรียนผ่าผลไม้ด้วยมีดตามขวาง รูปที่ได้จากรอยผ่า เมื่อมองในแนวตั้งฉากกับระนาบที่ตัด จะได้รูปตัดเป็นรูปอะไร

ผลไม้	รูปทรง	รูปหน้าตัด
1. แดงกวา
2. ส้ม
3. มะเขือเทศ
4.

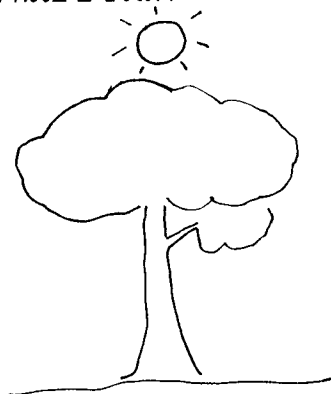
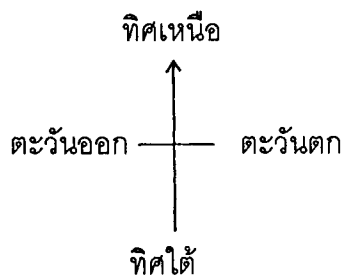
สถานการณ์ที่ 2



กิจกรรมที่ 2 พิจารณาภาพ แล้วตอบคำถาม โดยกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง

คำถาม	คำตอบ			
	เหนือ	ใต้	ตะวันออก	ตะวันตก
1. ดวงอาทิตย์อยู่ทางทิศใดของคน				
2. บ้านอยู่ทางทิศใดของคน				
3. ต้นไม้อยู่ทางทิศใดของช้าง				
4. กระจ่ายอยู่ทางทิศใดของช้าง				

สถานการณ์ที่ 3 จากภาพ(ตำแหน่งดวงอาทิตย์) เมื่อเวลาผ่านไป 2 ชั่วโมง



กิจกรรมที่ 3 ให้นักเรียนวาดเงาของต้นไม้และตำแหน่งของดวงอาทิตย์ พร้อมทั้งบอกทิศของดวงอาทิตย์ บอกเวลา (เช้า, สาย, เที่ยง, ป้ายหรือเย็น)

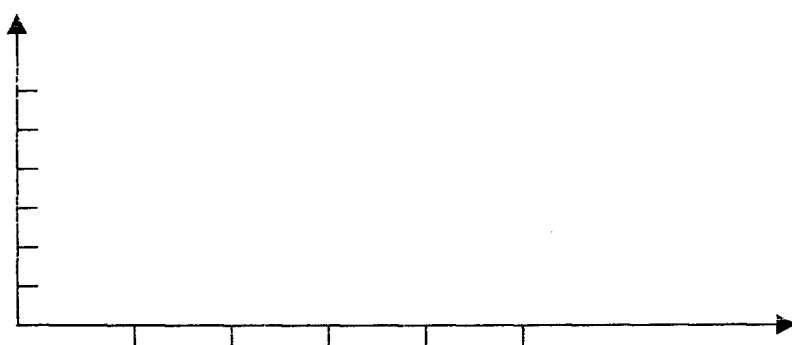
แบบทดสอบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

สถานการณ์ที่ 4 ในสวนสัตว์มีสัตว์ชนิดต่างๆ ดังนี้

- ช้าง 5 เชือก
- ยีราฟ 4 ตัว
- ลิง 8 ตัว
- กวาง 7 ตัว
- ม้า 2 ตัว

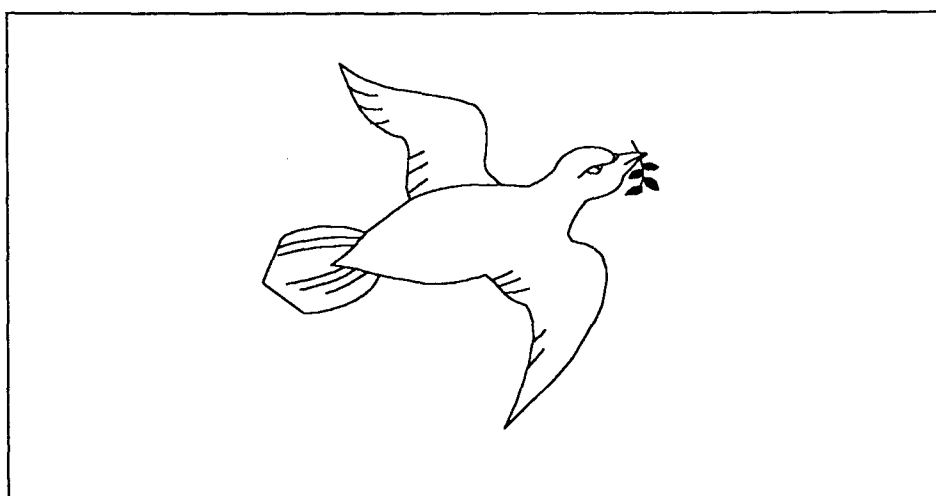
กิจกรรมที่ 4 ให้นักเรียนเขียนแผนภูมิแท่ง (กราฟ) แสดงจำนวนสัตว์ต่างๆ ในสวนสัตว์ กำหนดให้ แกนนอนเป็นชื่อสัตว์ แกนตั้งเป็นจำนวนสัตว์

แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนสัตว์ในสวนสัตว์



แบบทดสอบวัดทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

สถานการณ์ที่ 5



กิจกรรมที่ 5 ให้นักเรียนอธิบายภาพและสรุปข้อมูลตามความคิดเห็นของนักเรียน

แบบทดสอบวัดทักษะการพยากรณ์

สถานการณ์ที่ 6

ตารางผลการวัดอุณหภูมิภายในสวนสัตว์เปิดเขาเขียว วันที่ 1 ธันวาคม 2547

เวลาที่วัด (นาฬิกา)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)
7.00	25
9.00	28
11.00	31
13.00	34

กิจกรรมที่ 6 ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

- จากตารางผลการวัดอุณหภูมิ สวนสัตว์เปิดเขาเขียว ในเวลา 6.00น. และ 12.00น มีอุณหภูมิเท่าใด
แนวคำตอบ 24 องศาเซลเซียส และ 32.5 องศาเซลเซียส
- อุณหภูมิ 35.5 องศาเซลเซียสน่าจะเป็นเวลาใด
แนวคำตอบ เป็นเวลา 14.00 น.

แบบประเมิน

และ

เกณฑ์การให้คะแนนแบบRubric

แบบประเมินทักษะการปฏิบัติของแบบทดสอบตอนที่ 1 และ 2

คำชี้แจง ให้พิจารณาพฤติกรรมในการปฏิบัติทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนว่าปฏิบัติได้เหมาะสมตามเกณฑ์ให้คะแนนหรือไม่ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนน

แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมปฏิบัติ	ระดับคะแนน				
	4	3	2	1	0
1. ทักษะการสังเกต					
2. ทักษะการจำแนก					
3. ทักษะการวัด					
4. ทักษะการคำนวณ					
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปส/สเปส และสเปส/เวลา					
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล					
7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล					
8. ทักษะการพยากรณ์					

เกณฑ์การให้คะแนนแบบ Rubric ของแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 1 ทักษะการสังเกต กิจกรรมที่ 1

- บอกลักษณะของใบไม้ที่ให้สังเกตในเชิงคุณภาพ(สี รูปร่าง พื้นผิว ขอบใบและขนาด)ได้ถูกต้อง 4 ลักษณะขึ้นไป ให้ 4 คะแนน
- บอกลักษณะของใบไม้ที่ให้สังเกตในเชิงคุณภาพ(สี รูปร่าง พื้นผิว ขอบใบและขนาด)ได้ถูกต้อง 3 ลักษณะ ให้ 3 คะแนน
- บอกลักษณะของใบไม้ที่ให้สังเกตในเชิงคุณภาพ(สี รูปร่าง พื้นผิว ขอบใบและขนาด)ได้ถูกต้อง 2 ลักษณะ ให้ 2 คะแนน
- บอกลักษณะของใบไม้ที่ให้สังเกตในเชิงคุณภาพ(สี รูปร่าง พื้นผิว ขอบใบและขนาด)ได้ถูกต้อง 1 ลักษณะ ให้ 1 คะแนน

- บอกลักษณะของใบไม้ที่ให้สังเกตในเชิงคุณภาพ(สี รูปร่าง พื้นผิว ขอบใบและขนาด)ไม่ถูก หรือไม่เขียนคำตอบ ให้ 0 คะแนน

ทักษะการจำแนก กิจกรรมที่ 2

- แบ่งประเภทและบอกเกณฑ์ได้ถูกต้อง ทุกกลุ่ม ให้ 4 คะแนน
- แบ่งประเภทและบอกเกณฑ์ได้ถูกต้องอย่างน้อย 2 กลุ่ม ให้ 3 คะแนน
- แบ่งประเภทและบอกเกณฑ์ได้ถูกต้องอย่างน้อย 1 กลุ่ม ให้ 2 คะแนน
- แบ่งประเภทไม่ถูกแต่บอกเกณฑ์ถูกต้อง ให้ 1 คะแนน
- แบ่งประเภทและบอกเกณฑ์ผิดพลาด ให้ 0 คะแนน

ทักษะการวัด กิจกรรมที่ 3

- วัดความยาวของเส้นรอบใบไม้ได้ถูกต้องหรือคลาดเคลื่อน ± 0.5 ซม. และเขียนหน่วยกำกับได้ถูกต้อง ทั้ง 3 ข้อ ให้ 4 คะแนน
- วัดความยาวของเส้นรอบใบไม้ได้ถูกต้องหรือคลาดเคลื่อน ± 0.5 ซม. และเขียนหน่วยกำกับได้ถูกต้อง ทั้ง 2 ข้อ ให้ 3 คะแนน
- วัดความยาวของเส้นรอบใบไม้ได้ถูกต้องหรือคลาดเคลื่อน ± 0.5 ซม. และเขียนหน่วยกำกับได้ถูกต้อง 1 ข้อ ให้ 2 คะแนน
- วัดความยาวของเส้นรอบใบไม้ได้ถูกต้องหรือคลาดเคลื่อน ± 0.5 ซม. แต่เขียนหน่วยกำกับไม่ถูกต้อง ทั้ง 3 ข้อ ให้ 1 คะแนน
- วัดความยาวของเส้นรอบใบไม้คลาดเคลื่อน มากกว่า ± 0.5 ซม. และเขียนหน่วยกำกับไม่ถูกต้อง ทั้ง 3 ข้อ ให้ 0 คะแนน

ทักษะการคำนวณ กิจกรรมที่ 4

- หาผลรวมของเส้นรอบใบไม้และหาค่าเฉลี่ยได้ถูกต้อง ทั้ง 3 ข้อ ให้ 4 คะแนน
- หาผลรวมของเส้นรอบใบไม้และหาค่าเฉลี่ยได้ถูกต้อง ทั้ง 2 ข้อ ให้ 3 คะแนน
- หาผลรวมของเส้นรอบใบไม้และหาค่าเฉลี่ยได้ถูกต้อง 1 ข้อ ให้ 2 คะแนน
- หาผลรวมของเส้นรอบใบไม้ได้ถูกต้องแต่หาค่าเฉลี่ยไม่ถูก ทั้ง 3 ข้อ ให้ 1 คะแนน
- หาผลรวมของเส้นรอบใบไม้และหาค่าเฉลี่ยผิดพลาดทั้งหมด ให้ 0 คะแนน

ตอนที่ 2

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสามมิติ กับสองมิติ

กิจกรรมที่ 1

- บอกลักษณะรูปทรงและลักษณะของรูปหน้าตัดได้ถูกต้องทั้ง 4 ชนิด ให้ 4 คะแนน
- บอกลักษณะรูปทรงและลักษณะของรูปหน้าตัดได้ถูกต้องทั้ง 3 ชนิด ให้ 3 คะแนน
- บอกลักษณะรูปทรงและลักษณะของรูปหน้าตัดได้ถูกต้องทั้ง 2 ชนิด ให้ 2 คะแนน
- บอกลักษณะรูปทรงและลักษณะของรูปหน้าตัดได้ถูกต้อง 1 ชนิด ให้ 1 คะแนน
- บอกลักษณะรูปทรงและลักษณะของรูปหน้าตัดผิดทั้งหมด ให้ 0 คะแนน

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปส/สเปส

กิจกรรมที่ 2

- บอกตำแหน่งของวัตถุเป็นทิศต่างๆ ได้ถูกต้องทั้ง 4 ชนิด ให้ 4 คะแนน
- บอกตำแหน่งของวัตถุเป็นทิศต่างๆ ได้ถูกต้องทั้ง 3 ชนิด ให้ 3 คะแนน
- บอกตำแหน่งของวัตถุเป็นทิศต่างๆ ได้ถูกต้องทั้ง 2 ชนิด ให้ 2 คะแนน
- บอกตำแหน่งของวัตถุเป็นทิศต่างๆ ได้ถูกต้อง 1 ชนิด ให้ 1 คะแนน
- บอกตำแหน่งของวัตถุเป็นทิศต่างๆ ผิดทั้งหมด ให้ 0 คะแนน

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปส/เวลา

กิจกรรมที่ 3

- วาดลักษณะเงากับตำแหน่งดวงอาทิตย์ถูกต้อง 2 ลักษณะ
 - บอกทิศของตำแหน่งของดวงอาทิตย์ และบอกเวลาได้ถูกต้อง
- ให้ 4 คะแนน เช่น ดวงอาทิตย์อยู่ทางทิศตะวันตกและเป็นเวลาบ่าย
- วาดลักษณะเงากับตำแหน่งดวงอาทิตย์ได้ถูกต้อง 2 ลักษณะ
 - บอกทิศของตำแหน่งดวงอาทิตย์ได้ถูกแต่บอกเวลาไม่ถูก
- ให้ 3 คะแนน เช่น ดวงอาทิตย์อยู่ทางทิศตะวันตก และเป็นเวลาเย็น
- วาดลักษณะเงากับตำแหน่งดวงอาทิตย์ได้ถูกต้อง
 - บอกทิศของตำแหน่งดวงอาทิตย์ไม่ถูกแต่บอกเวลาได้ถูกต้อง
- ให้ 2 คะแนน เช่น ดวงอาทิตย์อยู่ทางทิศตะวันตกและเป็นเวลาบ่าย
- วาดลักษณะเงากับตำแหน่งดวงอาทิตย์ไม่ถูก
 - บอกทิศของตำแหน่งดวงอาทิตย์ และบอกเวลาได้
- ให้ 1 คะแนน
- ไม่สามารถวาดลักษณะเงากับตำแหน่งดวงอาทิตย์
 - ไม่สามารถบอกทิศของตำแหน่งดวงอาทิตย์และบอกเวลาถูกต้อง
- ให้ 0 คะแนน

ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล กิจกรรมที่ 3

-ให้ 4 คะแนน เมื่อ

1. มีหัวตารางหรือหัวกราฟ (แกนตั้ง-แกนนอน) ได้ถูกต้อง(1คะแนน)
2. เขียนแผนภูมิแท่งได้ถูกต้องครบ 5 ชนิด (สัตว์)

-ให้ 3 คะแนน เมื่อ

1. มีหัวตารางหรือหัวกราฟ (แกนตั้ง-แกนนอน) ได้ถูกต้อง(1คะแนน)
2. เขียนแผนภูมิแท่งได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ชนิด (สัตว์)

-ให้ 2 คะแนน เมื่อ

1. มีหัวตารางหรือหัวกราฟ (แกนตั้ง-แกนนอน) ได้ถูกต้อง(1คะแนน)
2. เขียนแผนภูมิแท่งได้ถูกต้องอย่างน้อย 3 ชนิด (สัตว์)

-ให้ 1 คะแนน เมื่อ

1. มีหัวตารางหรือหัวกราฟ (แกนตั้ง-แกนนอน) ได้ถูกต้อง
2. เขียนแผนภูมิแท่งไม่ถูกต้อง

-ให้ 0 คะแนน เมื่อ

1. ไม่มีหัวตารางหรือหัวกราฟ (แกนตั้ง-แกนนอน)
2. ไม่สามารถเขียนแผนภูมิแท่งได้หรือเขียนแผนภูมิแท่งผิดทั้งหมด

ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล กิจกรรมที่ 4 (ข้อ1และข้อ2)

-ให้ 4 คะแนน เมื่อ

1. แปลความหมายหรือบรรยายภาพที่สังเกตตามข้อมูลที่มีอยู่ได้อย่างละเอียด
2. บอกความสัมพันธ์เหตุและผลได้ถูกต้อง

ตัวอย่าง นักกินปลาคาบปลาไว้ในปากบินกลับรังเพื่อนำไปเป็นอาหารและเลี้ยงลูก

-ให้ 3 คะแนน เมื่อ

1. แปลความหมายหรือบรรยายภาพที่สังเกตตามข้อมูลที่มีอยู่ได้
2. บอกความสัมพันธ์เหตุและผลได้ถูกต้อง

ตัวอย่าง นักคาบปลาบินกลับรังเพื่อนำไปเป็นอาหารของมัน

-ให้ 2 คะแนน เมื่อ

1. แปลความหมายหรือบรรยายภาพที่สังเกตตามข้อมูลที่มีอยู่ได้
2. ไม่บอกความสัมพันธ์เหตุและผล

ตัวอย่าง นักคาบปลากำลังบินกลับรัง

แบบบันทึกผล

แบบบันทึกผลการปฏิบัติกิจกรรม (ตอนที่ 1 ต่อ)

ทักษะการวัดและการคำนวณ

กิจกรรมที่ 3 และ 4

ใบไม้	ความยาวที่วัดได้				หน่วยที่ใช้วัด
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ค่าเฉลี่ย	
(แปะใบไม้)					
1. ใบ.....
(แปะใบไม้)					
2. ใบ.....
(แปะใบไม้)					
3. ใบ.....

แบบบันทึกผลการปฏิบัติกิจกรรม

วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตอนที่ 2 (6 กิจกรรม)

ชื่อ..... เลขที่..... ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมให้ครบทั้ง 6 กิจกรรม มีเวลาปฏิบัติและบันทึกผล 45 นาที

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสามมิติกับสองมิติ

สถานการณ์ที่ 1

กิจกรรมที่ 1

ผลไม้	รูปทรง	รูปหน้าตัด
1. แดงกวาง
2. ส้ม
3. มะเขือเทศ
4.

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส

สถานการณ์ที่ 2

กิจกรรมที่ 2

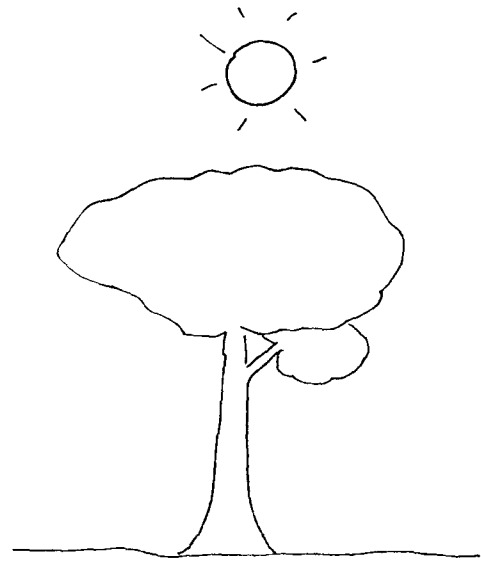
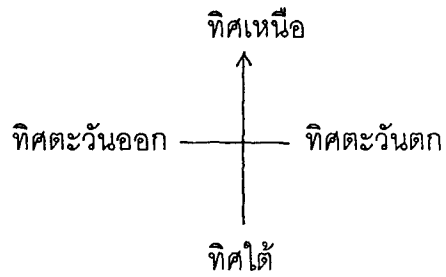
คำถาม	คำตอบ			
	เหนือ	ใต้	ตะวันออก	ตะวันตก
1. ดวงอาทิตย์อยู่ที่ทิศใด				
2. บ้านอยู่ทางทิศใดของคน				
3. ต้นไม้อยู่ทางทิศใดของข้าง				
5. กระจต่ายอยู่ทางทิศใดของข้าง				

แบบบันทึกผลการปฏิบัติกิจกรรม ตอนที่ 2 (ต่อ)

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา

สถานการณ์ที่ 3

กิจกรรมที่ 3



ตอบ 1.....

2.....

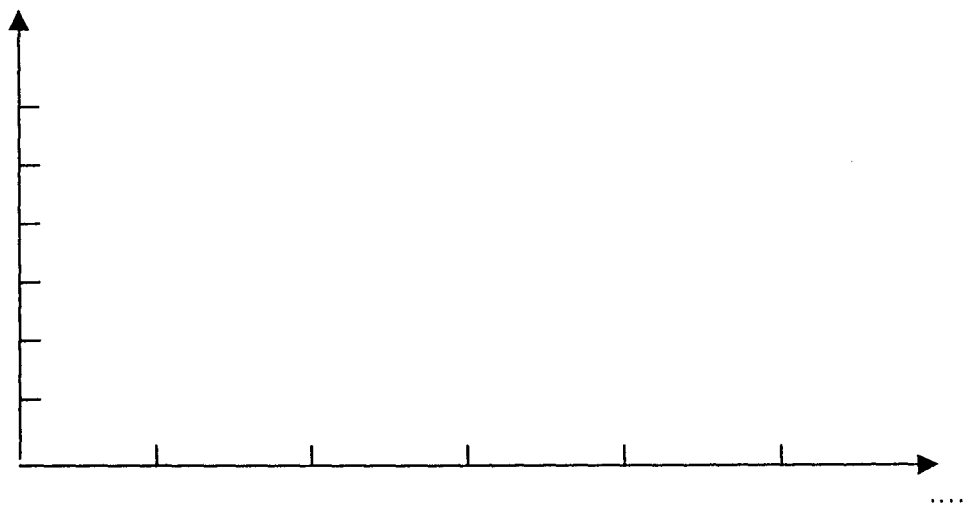
ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

สถานการณ์ที่ 4

กิจกรรมที่ 4

แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนสัตว์ในสวนสัตว์

.....



แบบบันทึกผลการปฏิบัติกิจกรรม ตอนที่2 (ต่อ)

ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

สถานการณ์ที่ 5

กิจกรรมที่ 5. อธิบายภาพและสรุปข้อมูลตามความคิดเห็นของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

ทักษะการพยากรณ์

สถานการณ์ที่ 6

กิจกรรมที่ 6 จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากตารางผลการวัดอุณหภูมิ เวลา 7.00น.และ 12.00น. นักเรียนคิดว่าสวณสัตว์
เปิดเขาเขียวมีอุณหภูมิเป็นเท่าไร

ตอบ.....

.....

2. อุณหภูมิ 35.5 องศาเซลเซียส น่าจะเป็นเวลาอะไร

ตอบ.....

.....

**ผลประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
สาระ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3**

ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	นิยามเชิงปฏิบัติการ	กิจกรรม	ผลการประเมิน	
			ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน	IOC
1.ทักษะการสังเกต ตอนที่ 1	การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้นและผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ เพื่อค้นหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นโดยไม่ได้ความคิดเห็นลงไป	1	3	1
2.ทักษะการจำแนกประเภท ตอนที่ 1	การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่มีอยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ ซึ่งอาจใช้ ความเหมือน ความต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้	2	3	1
3.ทักษะการวัด ตอนที่ 1	การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัด หาปริมาณของสิ่งต่างๆออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสม โดยมีหน่วยกำกับ	3	3	1
4.ทักษะการคำนวณ ตอนที่ 1	การนับจำนวนวัตถุ และนับตัวเลขแสดงจำนวนนับ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ โดยการบวก ลบ คูณหารหรือหาค่าเฉลี่ย	4	3	1
5.ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา ตอนที่ 2	หาความสัมพันธ์ระหว่างสามมิติกับสองมิติของวัตถุ หาความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา	1 2 3	3 3 3	1 1 1
6.ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ตอนที่ 2	การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำใหม่ให้อยู่ในรูปที่มีความหมาย โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณใหม่ เพื่อให้เข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ วงจร	4	3	1
7.ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ตอนที่ 2	การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลในการอธิบายหรือสรุปโดยใช้ความรู้และประสบการณ์เดิม	5	3	1
8.ทักษะการพยากรณ์ ตอนที่ 2	การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง หรือเหตุการณ์โดยอาศัยหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วมาช่วยสรุป การพยากรณ์อาจกระทำได้ภายในขอบเขตข้อมูล และนอกขอบเขตของข้อมูล	6	3	1

ตาราง - ค่าความง่าย(P) และค่าอำนาจจำแนก(D) ของข้อสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะ	P	D
1. การสังเกต	.38	.58
2. การจำแนก	.74	.30
3. การวัด	.44	.46
4. การคำนวณ	.54	.36
5. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปส/สเปส สเปส/เวลา		
- ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ	.63	.31
- ความสัมพันธ์ระหว่างสเปส/สเปส	.48	.96
- ความสัมพันธ์ระหว่างสเปส/เวลา	.50	.58
6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	.76	.42
7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	.53	.28
8. การพยากรณ์	.36	.31

ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .70

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม
2. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ

แผนการจัดการเรียนรู้ 1

สาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์
 สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการกับกระบวนการดำรงชีวิต
 เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืช

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

เวลา 5 ชั่วโมง

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ศึกษา สังเกต จำแนกพืช โดยใช้ลักษณะภายนอกเป็นเกณฑ์ อธิบายความสำคัญและหน้าที่ของส่วนประกอบของพืชในท้องถิ่นได้

แนวความคิดหลัก

พืชประกอบด้วยส่วนต่างๆ ได้แก่ ราก ลำต้น ใบ ดอก ผลและเมล็ด แต่ละส่วนล้วนสำคัญตามหน้าที่ของโครงสร้างต่างๆ ของพืช

สาระการเรียนรู้

1. รากและการเกิดราก	1	ชั่วโมง
2. หน้าที่และความสำคัญของราก	1	ชั่วโมง
3. ลำต้นและหน้าที่ของลำต้น	1	ชั่วโมง
4. ใบและหน้าที่ของใบ	1	ชั่วโมง
5. พืชใบเลี้ยงเดี่ยว และพืชใบเลี้ยงคู่	1	ชั่วโมง

จุดประสงค์ปลายทาง

1. นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนก ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และทักษะการวัดการคำนวณ
2. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ หน้าที่ของส่วนต่างๆ ของพืช

จุดประสงค์นำทาง

1. สังเกตและจำแนกพืชโดยใช้ลักษณะภายนอกเป็นเกณฑ์ได้
2. จำแนกพืชตามเกณฑ์ที่นักเรียนกำหนด และที่กำหนดให้ได้
3. ลงความคิดเห็นจากข้อมูลได้
4. บอกหน้าที่และความสำคัญของส่วนต่างๆ ของพืชได้
5. สามารถวัดความยาวโดยใช้หน่วยการวัดเป็นเซนติเมตรและเป็นนิ้วได้

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย 5 กิจกรรม ตามสาระการเรียนรู้
แหล่งเรียนรู้

1. เรือนเพาะชำ
2. ส่วนต่างๆ ของพืช เช่น ราก ลำต้น ใบ ดอก ผล และเมล็ด
3. ใบความรู้ ใบกิจกรรม
4. พืชภายในบริเวณโรงเรียน

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตพฤติกรรมการร่วมกิจกรรมและการตอบคำถาม
2. ตรวจสอบผลงาน ใบกิจกรรมฝึกทักษะและแบบทดสอบ

ตัวอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม

กิจกรรมการเรียนรู้ 1

เรื่อง การเกิดราก

เวลา 60 นาที

วันที่ทำการสอน

ชื่อผู้สอน นางเบญญา เรืองเสมอ

สาระการเรียนรู้

การเกิดราก

รากแก้ว คือสิ่งที่ยกออกมาจากเมดพีชเป็นอันดับแรก พีชบางชนิดรากแก้วจะเจริญต่อไปมีขนาดใหญ่และยาวกว่ารากอื่นๆโดยมีรากเล็กๆ แตกออกไปจากรากแก้วอีก เรียกว่ารากแขนงเช่นถั่ว พริก มะเขือ มะลิ เป็นต้น

พีชบางชนิดรากแก้วจะไม่เจริญต่อไป แต่จะมีรากเล็กๆ งอกออกมาเป็นกระจุกรอบๆ โคนต้น เรียกว่า รากฝอย เช่น ข้าว ข้าวโพด หญ้า อ้อย ไม้ เป็นต้น

คำถามเพื่อพัฒนาทักษะการสังเกต เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบบอกรูปร่างลักษณะของวัตถุ ที่ได้จากการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างโดยไม่ใส่ความคิดเห็นลงไป

คำถามเพื่อพัฒนาทักษะการจำแนกประเภท เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบ นำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต มาจัดกระทำเสียใหม่โดยวิธีเรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองหรือเกณฑ์ที่ผู้อื่น กำหนดให้ หรือบอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวก

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. อธิบายโครงสร้างและการเกิดรากพืชได้
2. จำแนกพืชโดยใช้ลักษณะของรากเป็นเกณฑ์ได้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ทักษะการสังเกต 1.1,2.1,2.2,3.1(ข้อที่ของกิจกรรมในขั้นนำ ขั้นสำรวจและขั้นอธิบาย)
2. ทักษะการจำแนกประเภท 3.2,4.1(ข้อที่ของกิจกรรมในขั้นอธิบายและขั้นสรุป)

กิจกรรมการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นเทคนิคการใช้คำถาม	ระดับคำถามของบลูม
<p>1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน(5นาที)</p> <p>1.1. ครูนำต้นพืชมาแสดงให้นักเรียนดูและใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในการเรียนดังนี้</p> <p>คำถาม: พืชที่ครูนำมาวันนี้มีส่วนประกอบอะไรบ้าง(ราก ลำต้น ใบ ดอกฯลฯ)</p> <p>ครูถามต่อไปว่า: ที่นักเรียนตอบนั้นใช้ประสาทสัมผัสทางใด(ตา)</p>	- ความรู้ การจำแนก

กิจกรรมการเรียนรู้(ต่อ)

กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นเทคนิคการใช้คำถาม	ระดับคำถามของบลูม
<p>ถามอีกว่า: ใส่ความคิดเห็นลงไปด้วยหรือไม่(ไม่) ครูกล่าวว่าการบอกข้อมูลหรือรายละเอียดของสิ่งต่างๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นลงไปเราเรียกว่า การสังเกต ซึ่งสามารถใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ในการรวบรวมข้อมูล</p> <p>1.2. ครูนำเมล็ดถั่วเขียวและเมล็ดข้าวโพดมาแสดงให้นักเรียนดู</p> <p>ถามว่า : ถ้าเราเพาะเมล็ดพืชทั้ง 2 ชนิดนี้ นักเรียนคิดว่าส่วนใดของพืชจะงอกออกจากเมล็ดเป็นอันดับแรก</p>	<p>- ความรู้ (กฎความจริง)</p>
<p>2. ชั้นสำรวจ (10 นาที)</p> <p>2.1. นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 6 คน นักเรียนนำอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ขึ้นมาสำรวจ มีขวดพลาสติกใส ตัดครึ่งขวด 2 ขวด สำลี เมล็ดถั่วเขียว เมล็ดข้าวโพดที่แช่น้ำทิ้งไว้ 1 คืน จากอุปกรณ์ ถ้าเราเพาะเมล็ดพืชทั้ง 2 ชนิดโดยใส่น้ำประมาณเท่ากัน แสงสว่างเท่ากัน</p> <p>คำถาม : นักเรียนคิดว่าส่วนใดที่งอกออกจากเมล็ดเป็นอันดับแรก</p> <p>2.2. ครูนำเมล็ดถั่วเขียวและเมล็ดข้าวโพดที่งอกแล้วมาให้นักเรียนดู</p> <p>คำถาม : ส่วนใดที่งอกออกจากเมล็ดเป็นอันดับแรก (ราก)</p> <p>ถามต่อ : นักเรียนใช้ประสาทสัมผัสทางใด(ตา)</p> <p>คำถาม : สิ่งที่งอกออกจากเมล็ดถั่วเขียวและเมล็ดข้าวโพดมีลักษณะเหมือนหรือต่างกันหรือไม่ อย่างไร</p> <p>ถามต่อ : ใส่ความคิดเห็นลงไปด้วยหรือไม่(ไม่)</p> <p>คำถาม : อีก 3 วัน ลักษณะของรากต้นถั่วเขียวและต้นข้าวโพดจะเหมือนเดิมหรือไม่(...)</p> <p>ถามต่อ : คำตอบของนักเรียนได้จากการสังเกตใช่หรือไม่ เพราะอะไร(...)</p> <p>ครูกล่าว : เราเรียกการสังเกตแบบนี้ว่า การสังเกตการเปลี่ยนแปลง ควรมีการจดบันทึก(ใบงาน)</p>	<p>- ความรู้ (กฎความจริง)</p> <p>- การวิเคราะห์ (ความสัมพันธ์)</p> <p>- ความเข้าใจ (ขยายความ)</p> <p>- การวิเคราะห์ (ความสัมพันธ์)</p>
<p>3. ชั้นอธิบาย (20 นาที)</p> <p>3.1. ครูนำต้นถั่วเขียวและต้นข้าวโพด ที่เพาะทิ้งไว้ 2 สัปดาห์ มาให้นักเรียนดู</p> <p>คำถาม : ลักษณะของรากเหมือนหรือต่างกันอย่างไร(...)</p> <p>คำถาม : รากอะไรยาวกว่ากัน(...) ทราบได้อย่างไร (...) เราเรียกการสังเกตแบบนี้ว่า การสังเกตเชิงปริมาณ</p>	<p>- การวิเคราะห์ (ความสัมพันธ์)</p>

กิจกรรมการเรียนรู้ (ต่อ)

กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นเทคนิคการใช้คำถาม	ระดับคำถามของบลูม
<p>3.2. นักเรียนศึกษาใบความรู้ ครูนำต้นหญ้า ต้นพริกที่มีรากติดอยู่ให้นักเรียนดู</p> <p>คำถาม : รากแก้วมีลักษณะอย่างไร(....)</p> <p>คำถาม : นักเรียนบอกลักษณะของรากได้อย่างไร (การสังเกต)</p> <p>ครูกล่าว : เราเรียกการสังเกตแบบนี้ว่า การสังเกตเชิงคุณภาพ</p> <p>คำถาม : นักเรียนคิดว่ารากของต้นหญ้าและต้นพริกจัดอยู่ในประเภทใด (ต้นหญ้ารากฝอยและต้นพริกรากแก้ว)</p>	<p>- การนำไปใช้</p> <p>- การวิเคราะห์ (ความสัมพันธ์)</p>
<p>4. ขั้นสรุป (5 นาที)</p> <p>4.1. ใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความรู้</p> <p>คำถาม : - นักเรียนจะอธิบายลักษณะของรากแก้วและรากฝอยอย่างไร</p> <p>- เราจะสรุปผลการจำแนกพืชได้อย่างไร</p>	<p>- การวิเคราะห์ (ความสัมพันธ์)</p>
<p>5. การประเมินผล (20 นาที)</p> <p>5.1. สังเกตความสนใจในการร่วมกิจกรรม การตอบคำถาม</p> <p>5.2. ตรวจสอบงานและแบบฝึกหัด</p>	<p>ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60</p>

บันทึกหลังทำการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

..... ผู้บันทึก
(นางเบญจา เรืองเสมอ)

ตัวอย่างแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ

กิจกรรมการเรียนรู้ 1

เรื่อง การเกิดราก

เวลา 60 นาที

วันที่ทำการสอน

ชื่อผู้สอน นางเบญจา เรืองเสมอ

สาระการเรียนรู้

การเกิดราก

รากแก้ว คือสิ่งที่ยกออกมาจากเมื่อดึงพืชเป็นอันดับแรก พืชบางชนิดรากแก้วจะเจริญต่อไปมีขนาดใหญ่และยาวกว่ารากอื่นๆโดยมีรากเล็กๆ แตกออกไปจากรากแก้วอีก เรียกว่ารากแขนงเช่นถั่ว พริก มะเขือ มะลิ เป็นต้น

พืชบางชนิดรากแก้วจะไม่เจริญต่อไป แต่จะมีรากเล็กๆ งอกออกมาเป็นกระจุกรอบๆ โคนต้น เรียกว่า รากฝอย เช่น ข้าว ข้าวโพด หนุ่ย อ้อย ไม้ เป็นต้น

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

- อธิบายโครงสร้างและการเกิดรากพืชได้
- จำแนกรากพืชโดยใช้ลักษณะของรากเป็นเกณฑ์ได้

แนวการจัดการกิจกรรม

- ทบทวนเกี่ยวกับโครงสร้างของพืชได้แก่ ราก ลำต้น ใบ ดอกและผล โดยใช้คำถาม ดังนี้ แต่ละส่วนของพืชทำหน้าที่อย่างไรบ้าง
- แบ่งกลุ่มร่วมกันสังเกต เมล็ดถั่วและเมล็ดข้าวโพดที่เพาะไว้และบันทึกผลในใบงาน 1
- ให้ศึกษาใบความรู้เรื่องรากแก้ว รากฝอย แล้วตอบคำถาม

ประเมินผล

- สังเกตการตอบคำถามและการทำแบบฝึกหัด ท้ายใบความรู้
- สังเกตจากการบันทึกกิจกรรมในใบงาน 1

บันทึกหลังทำการสอน

.....

.....

.....ผู้บันทึก

(นางเบญจา เรืองเสมอ)

ใบความรู้

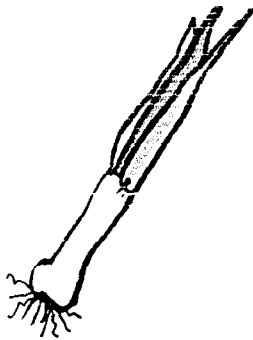
ราก คือส่วนของพืชที่งอกออกจากเมล็ดก่อนส่วนอื่นๆ และมักเจริญงอกลงสู่ใต้ดิน รากของพืชแบ่งได้เป็น 2 พวก คือพวกที่มีรากแก้ว รากแขนง กับพวกที่มีรากฝอย

รากแก้ว



เป็นรากที่งอกออกจากเมล็ดก่อนส่วนอื่น ในพืชบางชนิดรากแก้วจะเจริญต่อไป มีขนาดใหญ่ และยาวกว่ารากอื่นๆ และมีรากแขนงแตกออกมาจากรากแก้ว เช่น รากถั่ว แครอท หัวผักกาดขาว เป็นต้น

รากฝอย



เป็นรากเส้นเล็กๆ มากมาย ขนาดโตสม่ำเสมอ ไม่เรียวยาวที่ปลายอย่างรากแก้ว งอกออกจากรอบๆ โคนต้นแทนรากแก้วที่หยุดเติบโต เช่น รากต้นข้าวโพด หญ้า หมาก มะพร้าว ต้นตาล กระจับปี่ ต้อยติ่ง มันเทศ ผักบุ้ง เป็นต้น

คำชี้แจง หลังจากอ่านใบความรู้จบแล้วให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ลงในกระดาษคำตอบ

1. พืชที่มีรากแก้วได้แก่อะไรบ้าง
2. พืชที่มีรากฝอยได้แก่อะไรบ้าง
3. รากแก้วกับรากฝอยต่างกันอย่างไรบ้าง

ใบงาน 1ทักษะการสังเกต

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
วัน.....เดือน.....พ.ศ.2548

เรื่องราก และการเกิดราก

คำชี้แจง ให้นักเรียนสังเกตลักษณะของรากถั่วเขียวและรากข้าวโพด แล้วทำการวาดภาพรากและบันทึกลักษณะของราก (8 คะแนน)

ตารางบันทึกผลการสังเกต

ชื่อพืช	วาดภาพ	บันทึกลักษณะของราก
ถั่วเขียว		
ข้าวโพด		

ให้นักเรียนตอบคำถาม จากการสังเกตลักษณะของพืช (2 คะแนน)

คำถาม นักเรียนคิดว่าพืชทั้ง 2 ชนิดนี้เหมือนหรือต่างกันอย่างไร

คำตอบ

.....

.....

ภาคผนวก ง
คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ภาคปฏิบัติ

ตาราง ก แสดงคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากกาปฏิบัติกิจกรรมตามใบงานจำแนกเป็นรายบุคคล รอบที่ 1

คนที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1																				ร้อยละของ \bar{X}							
	ใบงาน 1		ใบงาน 2				ใบงาน 3				ใบงาน 4				ใบงาน 5				รวม (50)		E	C						
	สังเกต (10)	E	สังเกต (5)	C	ความเห็น (5)	E	สังเกต (2)	C	จำแนก (3)	E	การวัด (3)	C	จำนวน (2)	E	สังเกต (6)	C	ความเห็น (2)	E	การวัด (2)	C			จำนวน (3)	E	การวัด (3)	C	จำนวน (3)	E
																					สังเกต (10)	สังเกต (5)						
1	6	3	2	3	2	1	2	3	3	2	0	6	2	1	2	3	2	1	2	3	2	3	2	1	35	29	70	58
2	6	3	3	3	3	1	2	3	3	3	1	6	2	1	1	3	3	2	1	1	3	3	2	2	37	39	72	78
3	5	3	3	3	2	1	2	3	2	3	0	6	1	2	2	2	2	2	1	2	3	3	1	2	31	37	62	74
4	5	3	2	4	2	1	1	3	2	2	0	6	2	1	2	2	1	2	1	2	3	2	1	1	33	25	66	50
5	5	3	2	2	2	1	1	3	3	2	0	6	1	2	1	2	2	1	2	2	3	2	1	1	32	28	64	56
6	6	3	2	3	2	2	1	3	3	2	0	6	1	2	1	2	1	2	1	2	3	2	1	1	37	27	74	54
7	6	4	3	4	3	2	2	3	2	3	2	6	2	1	2	2	1	2	2	2	3	3	3	3	42	38	84	76
8	6	4	2	3	2	2	1	3	2	3	1	6	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	38	31	76	62
9	5	2	1	2	2	1	1	2	3	2	1	6	1	1	2	3	1	2	2	2	3	2	2	1	33	27	66	54
10	7	4	2	5	2	2	1	3	2	2	0	6	2	1	2	2	1	2	1	2	3	2	3	1	45	28	90	56
11	6	3	3	3	3	1	2	3	2	3	2	6	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	39	39	78	78
12	5	3	2	3	2	1	1	3	2	2	1	6	2	1	2	2	1	2	1	2	2	2	1	1	34	26	68	52
13	5	3	3	3	3	1	2	3	2	3	0	6	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	34	39	68	78
14	6	3	4	2	4	2	2	3	2	3	1	6	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	3	3	38	45	76	90
15	6	3	3	3	3	1	2	3	2	3	1	6	1	2	1	2	1	2	1	2	3	3	2	1	33	36	66	72
16	4	2	3	2	3	1	2	2	3	2	0	6	1	2	1	2	1	2	1	2	2	3	2	0	25	38	50	76
17	6	3	2	3	2	1	1	3	3	2	2	6	2	2	2	2	1	2	1	2	3	2	2	1	39	28	78	56
18	5	3	4	3	4	1	2	3	2	3	0	6	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	1	3	32	44	64	88
19	6	3	3	3	3	2	2	3	3	2	2	6	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	40	38	80	76
20	6	3	3	3	3	1	2	3	3	3	2	6	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	39	39	78	78

ตาราง ก แสดงคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการใช้แบบฝึกหัดตามใบงานจำนวนนักเรียนรายบุคคล รอบที่ 1(ต่อ)

คนที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1																				ร้อยละของ \bar{X}									
	ใบงาน 1		ใบงาน 2				ใบงาน 3				ใบงาน 4				ใบงาน 5				รวม (50)	ร้อยละของ \bar{X}										
	สังเกต (10)		สังเกต (5)		ความเห็น (5)		สังเกต (2)		จำนวน (3)		การวัด (3)		สังเกต (6)		ความเห็น (2)		พยากรณ์ (2)					จำนวน (4)		การวัด (3)		จำนวน (3)				
	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C		E	C	E	C	E	C			
21	7	6	3	3	3	3	1	2	2	3	2	3	6	6	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	1	2	34	37	68	74
22	8	4	5	2	5	3	2	1	3	2	3	2	6	5	1	2	1	2	1	1	4	2	3	1	3	1	48	25	96	50
23	6	5	3	2	3	3	1	1	3	3	2	2	6	6	1	2	2	2	2	2	2	2	3	2	1	1	34	31	68	62
24	7	5	5	2	5	2	2	1	3	3	3	2	6	6	2	2	2	2	2	2	4	2	3	2	3	1	47	30	94	60
25	5	6	3	4	4	4	1	2	3	3	3	3	6	6	2	2	2	2	2	2	3	4	3	3	3	3	40	44	80	88
26	6	5	3	3	5	4	1	2	3	3	3	3	6	6	2	2	2	2	2	2	4	3	3	3	3	3	43	40	86	80
27	5	4	3	2	3	2	1	1	3	3	2	2	6	6	1	1	2	1	1	2	2	2	3	2	2	2	34	28	68	56
28	6	5	4	3	4	2	2	1	3	3	3	2	6	6	2	2	2	2	2	1	3	2	3	2	2	1	42	30	84	60
29	6	7	3	5	3	4	2	2	3	3	2	3	6	6	2	2	2	2	2	2	2	4	3	3	2	3	37	46	74	92
30	5	5	3	2	3	3	1	1	2	3	2	3	6	6	1	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	1	33	32	66	64
313	6	5	3	2	4	3	2	1	3	3	3	2	6	6	2	2	2	2	2	2	4	2	3	2	3	2	43	34	86	68
2	6	6	5	4	5	4	2	2	3	3	3	2	6	6	2	2	2	2	2	2	4	4	3	3	3	3	46	44	92	88
33	6	6	3	3	3	3	2	2	3	3	3	2	6	6	2	2	2	2	2	2	4	3	3	3	3	3	42	41	84	82
34	4	5	3	2	3	2	1	1	2	2	3	2	6	6	2	1	2	1	2	1	2	2	3	2	3	1	33	28	66	56
35	5	-	3	-	3	-	2	-	3	-	3	-	6	-	2	-	2	-	2	-	3	-	3	-	2	-	39	-	78	-
\bar{X}	5.7	5.4	3.2	2.6	3.3	2.7	1.4	1.5	2.8	2.9	2.5	2.6	6.0	5.9	1.6	1.6	1.9	1.6	1.6	1.6	2.8	2.9	2.9	2.4	2.0	1.8	-	-	74.9	88.89

ตาราง ก แสดงคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการปฏิบัติกิจกรรมตามใบงานจำแนกเป็นรายบุคคล รอบที่ 2 และ รอบที่ 3

คน ที่	รอบที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ 2										รอบที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ 3																					
	ใบงาน 6					ใบงาน 7					ใบงาน 8					ใบงาน 9					ใบงาน 10					ใบงาน 11						
	สเปค (10)		สื่อความ (10)			สังเกต (3)		ความเห็น (2)		รวม (30)	สเปค (5)		สื่อความ (10)			สังเกต (3)		รวม (30)	จำนวน (5)		พยากรณ์ (5)			ความเห็น (6)		พยากรณ์ (4)			รวม (30)		ร้อยละของ \bar{X}	
	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C
1	10	8	6	5	3	2	2	2	2	20	4	3	22	20	77.33	66.67	5	5	4	3	5	5	4	5	4	3	29	24	96.67	80.00		
2	10	10	6	6	3	3	2	2	2	21	3	4	21	25	70.00	83.33	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	29	29	96.67	96.67		
3	8	10	5	6	2	3	2	2	2	20	3	4	20	25	66.67	83.33	5	5	5	5	4	4	4	4	3	25	30	83.33	100.0			
4	8	8	5	5	2	2	2	2	2	20	3	3	28	20	93.33	66.67	5	4	4	4	3	3	3	3	3	25	22	83.33	73.33			
5	8	8	5	5	2	2	2	2	2	20	3	3	20	20	66.67	66.67	3	5	4	4	3	3	4	4	4	20	23	66.67	76.67			
6	8	8	5	5	2	2	2	2	2	20	4	3	21	20	70.00	66.67	5	5	4	4	3	5	4	5	4	26	23	86.87	76.67			
7	10	9	7	6	3	3	2	2	2	24	4	4	26	24	86.87	80.00	5	5	4	4	5	4	4	5	4	29	26	96.67	90.00			
8	9	8	7	5	3	3	2	2	2	21	3	3	24	21	80.00	70.00	5	5	4	4	4	4	5	5	4	26	26	86.87	86.87			
9	9	8	5	5	2	3	2	2	2	21	3	3	21	21	70.00	70.00	5	5	4	4	3	5	4	4	3	25	25	83.33	83.33			
10	10	8	7	5	3	2	2	2	2	20	5	3	27	20	90.00	66.67	5	4	5	3	5	3	6	4	3	30	21	100.0	70.00			
11	10	9	7	6	3	3	2	2	2	23	4	3	26	23	86.87	76.67	5	5	4	4	4	4	6	4	3	28	25	93.33	83.33			
12	8	8	6	5	2	2	2	2	2	20	4	3	22	20	73.33	66.67	5	5	4	3	5	4	4	4	3	25	23	83.33	76.67			
13	8	10	5	7	2	3	2	2	2	26	4	4	21	26	70.00	36.87	5	5	4	5	3	5	4	5	3	23	29	76.67	96.67			
14	9	10	6	7	3	3	2	2	2	27	3	5	23	27	76.67	90.00	5	5	5	4	5	5	6	6	3	27	30	90.00	100.0			
15	9	10	6	7	2	3	2	2	2	25	2	3	21	25	70.00	83.33	5	5	4	4	4	5	4	4	3	25	25	83.33	83.33			
16	8	10	5	7	2	3	2	2	2	26	3	4	20	26	66.67	86.87	3	5	5	3	5	3	4	5	3	20	29	66.67	96.67			
17	10	8	7	6	3	2	2	2	2	21	3	3	25	21	83.33	70.00	5	4	4	5	3	5	6	4	3	30	24	100.0	80.00			
18	8	10	6	7	2	3	2	2	2	27	3	5	21	27	70.00	90.00	5	5	4	4	5	4	4	4	3	21	30	70.00	100.0			
19	10	10	7	6	3	3	2	2	2	24	3	3	25	24	83.33	80.00	5	5	4	4	4	5	4	4	4	26	27	86.87	90.00			
20	10	10	7	7	3	3	2	2	2	25	3	4	25	26	83.33	86.87	5	5	4	4	4	5	4	5	4	26	28	86.87	93.33			

ตาราง ก แสดงคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการใช้ปฏิบัติกิจกรรมตามใบงานจำนวนเป็นรายบุคคล รอบที่ 2 และ รอบที่ 3 (ต่อ)

คนที่	รอบที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ 2												รอบที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ 3												ร้อยละของ \bar{X}							
	ใบงาน 6			ใบงาน 7			ใบงาน 8			ร้อยละ \bar{X}			ใบงาน 9			ใบงาน 10			ใบงาน 11			รวม (30)										
	สเปค (10)		สื่อความ (10)	สังเกต (3)		ความเห็น (2)	สเปค (5)		รวม (30)	E		C		E		C		E		C		E		C								
	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C		E	C					
21	8	10	6	6	2	3	2	2	3	2	2	3	21	24	70.00	80.00	5	4	4	3	4	4	5	4	5	4	5	3	23	26	76.67	86.87
22	10	8	7	5	3	2	2	2	5	3	3	27	20	90.00	66.67	5	4	5	3	3	5	3	6	4	4	3	30	20	100.0	66.67		
23	8	8	6	6	2	2	2	2	3	3	3	21	21	70.00	70.00	5	5	4	4	3	5	4	4	3	3	25	24	83.33	80.00			
24	10	8	7	6	3	3	2	2	5	3	3	27	22	90.00	73.33	5	5	4	4	4	5	5	6	4	3	30	25	100.0	83.33			
25	10	10	7	7	3	3	2	2	4	5	2	26	27	86.87	90.00	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	29	30	96.67	100.0			
26	10	10	7	7	3	3	2	2	5	4	2	26	26	90.00	86.87	5	5	5	5	5	5	4	6	6	4	30	29	100.0	96.67			
27	8	8	6	6	2	2	2	2	3	3	3	21	21	70.00	70.00	5	5	4	4	3	5	4	4	3	25	24	83.33	80.00				
28	10	8	7	6	3	2	2	2	4	3	3	26	21	86.87	70.00	5	5	4	4	4	5	4	4	4	3	26	25	86.87	83.33			
29	9	10	6	7	2	3	2	2	3	5	2	22	27	73.33	90.00	5	5	4	5	3	5	5	4	6	3	24	30	80.00	100.0			
30	8	9	6	6	2	3	2	2	3	3	3	21	22	70.00	73.33	5	5	4	4	3	4	4	4	4	3	23	26	76.67	86.87			
31	10	10	7	7	3	3	2	2	4	3	3	26	25	86.87	83.33	5	5	5	4	4	5	6	4	4	4	30	26	100.0	86.87			
32	10	10	7	7	3	3	2	2	5	4	2	26	26	90.00	86.87	5	5	5	5	5	5	6	6	4	4	30	30	100.0	100.0			
33	10	10	7	7	3	3	2	2	4	4	2	26	26	86.87	86.87	5	5	4	5	5	5	6	5	5	4	29	29	96.67	96.67			
34	8	8	6	6	2	2	2	2	3	3	3	21	21	70.00	70.00	5	5	4	4	3	4	4	4	3	23	23	76.67	76.67				
35	10	-	6	-	3	-	2	-	3	-	3	24	-	80.00	-	5	-	4	-	4	5	-	-	4	27	-	90.00	-	-			
\bar{X}	8.4	9.0	6.2	6.1	2.7	2.6	2.0	2.0	3.5	3.5	-	-	78.92	77.49	4.9	4.9	4.3	4.2	4.1	4.1	4.1	4.7	4.6	4.6	4.7	3.5	3.5	-	-	89.50	86.99	

ตาราง ก แสดงคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากกากรปฏิบัติกิจกรรมตามใบงานจำแนกเป็นรายบุคคล รอบที่ 4

คนที่	แผนการจัดการเรียนรู้ 4														รวม (30)			ร้อยละ \bar{X}		
	ใบงาน 12				ใบงาน 13				ใบงาน 14											
	สังเกต		ความคิดเห็น		สื่อความ		สื่อความ		สื่อความ		สื่อความ		สื่อความ		สื่อความ		E	C	C	
	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C				
1	5	4	5	4	10	8	9	9	7	7	7	29	23	96.67	76.67					
2	5	5	4	4	10	10	9	9	9	9	9	28	28	93.33	93.33					
3	4	5	4	5	8	9	7	7	8	7	7	23	27	76.67	90.00					
4	4	3	4	3	8	8	7	7	7	7	7	22	21	76.67	70.00					
5	4	3	3	3	8	8	7	7	7	7	7	22	21	73.33	70.00					
6	5	3	5	3	10	10	9	9	9	9	9	29	25	96.67	83.33					
7	5	5	4	5	10	9	9	9	10	9	10	28	29	93.33	96.67					
8	5	4	5	4	10	9	9	9	8	9	8	29	26	96.67	86.87					
9	3	4	4	4	8	8	7	7	7	7	7	22	23	73.33	76.67					
10	5	3	4	3	10	9	10	10	8	9	8	29	23	96.67	76.67					
11	5	5	4	4	10	8	9	9	7	9	7	28	24	93.33	80.00					
12	4	3	4	3	8	10	7	7	9	7	9	23	25	76.67	83.33					
13	4	4	4	4	8	10	7	7	9	7	9	23	27	76.67	90.00					
14	5	5	5	5	10	8	9	9	10	9	10	29	28	96.67	93.33					
15	4	4	4	4	8	10	7	7	9	7	9	23	27	76.67	90.00					
16	3	5	3	4	6	7	6	6	7	6	7	18	23	60.00	76.67					
17	4	3	4	3	10	10	9	9	9	9	9	27	25	90.00	83.33					
18	3	5	3	5	8	8	7	7	10	7	10	21	28	70.00	93.33					
19	5	5	4	4	8	10	7	7	9	7	9	24	28	80.00	93.33					
20	4	5	4	4	8	10	7	7	7	7	7	23	26	76.67	86.87					

ตาราง ก แสดงคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการปฏิบัติกิจกรรมตามใบงานจำนวนที่เป็นรายบุคคล รอบที่ 4(ค่า)

คนที่	แผนการจัดการเรียนรู้												รวม			ร้อยละของ	
	ใบงาน 12				ใบงาน 13				ใบงาน 14				(30)	E	C	E	C
	สังเกต		ความคิดเห็น		สื่อความ		สื่อความ		สื่อความ		สื่อความ						
	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C			
21	3	4	4	4	8	9	7	7	7	7	22	24	73.33	80.00			
22	5	3	5	3	10	7	10	9	9	30	22	100.0	73.33				
23	3	4	4	4	8	8	7	7	7	22	23	73.33	76.67				
24	5	4	5	4	10	8	10	7	7	30	23	100.0	76.67				
25	4	5	4	5	10	10	9	10	10	27	30	90.00	100.0				
26	5	5	5	5	10	10	9	10	10	29	30	96.67	100.0				
27	3	4	4	3	8	8	7	7	7	22	22	73.33	73.33				
28	4	4	5	4	10	8	9	7	7	28	23	93.33	76.67				
29	4	5	4	5	8	10	7	10	7	23	30	76.67	100.0				
30	4	3	4	4	7	8	7	7	7	22	22	73.33	73.33				
31	5	4	5	4	10	8	9	7	7	29	23	96.67	76.67				
32	5	5	5	5	10	10	10	10	10	30	30	100.0	100.0				
33	5	5	5	5	10	10	9	10	9	29	30	96.67	100.0				
34	4	4	4	3	7	7	7	7	7	22	21	73.33	70.00				
35	4	-	4	-	8	-	7	-	-	23	-	76.67	-				
\bar{X}	4.3	4.2	4.2	3.9	8.9	8.8	8.1	8.3	-	-	-	87.09	84.32				

ตาราง ข แสดงคะแนนเฉลี่ย ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ

ทักษะ ใบงาน	การสังเกต		การจำแนก		การวัด		การคำนวณ		สรุป/สรุป		ลงความ คิดเห็น		จัดกระทำ สื่อความ		พยากรณ์		หมายเหตุ
	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	
1	5.7	5.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	คะแนนเต็มแต่ละทักษะ
2	3.2	2.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31 คะแนน
3	1.4	1.5	2.8	2.6	2.5	2.6	1.2	0.9	-	-	-	-	-	-	-	-	12 คะแนน
4	6.0	5.9	-	-	-	-	-	-	-	-	1.6	1.6	-	1.9	1.6	-	6 คะแนน
5	-	-	2.8	2.6	2.9	2.4	2.0	1.8	-	-	-	-	-	-	-	-	10 คะแนน
6	-	-	-	-	-	-	-	-	8.4	9.0	-	-	-	-	-	-	10 คะแนน
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.2	6.1	-	-	-	15 คะแนน
8	2.7	2.6	-	-	-	-	-	-	3.5	3.5	2.0	2.0	-	-	-	-	18 คะแนน
9	-	-	4.9	4.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.3	4.2	-	35 คะแนน
10	-	-	-	-	-	-	4.1	4.1	-	-	-	4.7	4.6	-	-	-	11 คะแนน
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.6	4.7	-	3.5	3.5	-	E แทน กลุ่มทดลอง
12	4.3	4.2	-	-	-	-	-	-	-	-	4.2	3.9	-	-	-	-	C แทน กลุ่มควบคุม
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.9	8.8	-	-	
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.1	8.3	-	-	-	
\bar{X}	23.3	22.2	10.5	10.7	5.4	5.0	7.3	6.8	11.9	12.5	12.4	12.2	27.9	27.8	9.7	9.3	
ร้อยละ	66.45	63.23	87.75	84.17	90.0	83.33	73.00	68.00	79.33	83.33	68.89	67.78	79.71	79.45	88.18	84.55	

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล นางเบญจา เรืองเสมอ
 วันเดือนปีเกิด 12 ธันวาคม 2500
 สถานที่เกิด อำเภอป่าโมก จังหวัดอ่างทอง
 ที่อยู่ปัจจุบัน 135/162 ถ.อาจณรงค์ แขวงคลองเตย
 เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร 10110
 ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน อาจารย์ 2 ระดับ 7
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนศุภวันรมน้ำใจ
 สำนักงานเขตคลองเตย สังกัดกรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2519 ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา(ป.กศ.)
 วิทยาลัยครูสวนดุสิต
 พ.ศ.2528 ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง(ป.กศ.สูง)
 วิชาเอกการประถมศึกษา
 วิทยาลัยครูจันทระเกษม
 พ.ศ.2533 ศึกษาศาสตรบัณฑิต (ศศ.บ.)
 วิชาเอกการประถมศึกษา
 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
 พ.ศ.2549 การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.)
 วิชาเอกการวิจัยและสถิติทางการศึกษา
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ