

504.12

๑ 217 11

5.2

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้
โดยใช้กิจกรรมการทดลอง

สารนิพนธ์

ของ

อนันต์ โพธิ์สุทัศน์



6 04 2549

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญาามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
กันยายน 2549

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

๖๘๙๔๖๗

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้
โดยใช้กิจกรรมการทดลอง

บทคัดย่อ
ของ
อนุรี โพธิสุทัศน์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
กันยายน 2549

อนุรี โพธิสุทัศน์. (2549) การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมี
วิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้
โดยใช้กิจกรรมการทดลอง. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ : รองศาสตราจารย์ ดร. ชุตินา
วัฒน์ศิริ

การศึกษานี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิด
อย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้
โดยใช้กิจกรรมการทดลอง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา
2549 โรงเรียนนันทบุณยเปโตร อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม จำนวน 55 คน ใช้เวลาในการทดลอง
12 ชั่วโมง ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง แบบแผนการทดลองเป็นแบบ
One Group Pretest – Posttest Design และการวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการทางสถิติแบบ t – test
Dependent Samples

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง
แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการ
จัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

THE STUDY ON THE ACHIEVEMENT AND ABILITY IN CRITICAL THINKING IN
SCIENCE OF MATHAYOM SUKSA 1 STUDENT BY TEACHING
EXPERIMENTAL ACTIVITIES

AN ABSTRACT
BY
ANUREE POSUTUS

Present in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University
September 2006

Anuree potisutus. (2006). *The study on the achievement and ability in critical thinking in science of Mathayom Suksa 1 students by teaching experimental activities*
Master's Project, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok: Graduate School,
Srinakarinwirot University. Advisor Committee: Assoc. Prof. Dr. Chutima
Wattanakeeree.

The purpose of this study was to find the achievement and ability in critical thinking in science of Mathayom Suksa 1 students taught with teaching experimental activities.

The subjects of study were 55 Mathayom Suksa 1 students of St. Peter school, Sampran Nakhon Pathom during the first semester of 2006 academic year. It took 12 hours to finish this experiment. The research design was One Group Pretest – Posttest Design. The data was analyzed by t – test of dependent samples.

The results of the study indicated that:

1. The achievement in science learning of the students taught with teaching experimental activities was significantly different at the .01 level.
2. The critical thinking in science ability of the students taught with teaching experimental activities was significantly different at the .01 level.

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร และคณะกรรมการสอบ
ได้พิจารณาสารนิพนธ์เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมี
วิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้
กิจกรรมการทดลอง ของ อนันท์ โพธิ์สุทัศน์ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

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

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร

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

คณะกรรมการสอบ

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

..... กรรมการสอบสารนิพนธ์
(อาจารย์ ดร. ราชันย์ บุญธิมา)

..... กรรมการสอบสารนิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สันธยา ศรีบางพลี)

อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย ชูชาติ)

วันที่.....เดือน กันยายน พ.ศ. 2549

ประกาศคุณูปการ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี จากความกรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยอย่างยิ่ง ของรองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนาศิริ ประธานควบคุมสารนิพนธ์ รองศาสตราจารย์สมจิต สวธนไพบูลย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สนทยา ศรีบางพลี อาจารย์ ดร.ราชันย์ บุญธิมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้ง และขอกราบขอบพระคุณด้วยความเคารพอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนาศิริ รองศาสตราจารย์ สมจิต สวธนไพบูลย์ และคณาจารย์ภาควิชาหลักสูตรและการสอนทุกท่าน ที่ประสาทวิชาให้กับผู้วิจัย

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญในด้านต่างๆ ที่กรุณาให้คำแนะนำ คำปรึกษาแก้ไขเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนาศิริ อาจารย์อลงค์ลักษณ์ มณีศิริ อาจารย์ประภาพรรณ พลสวัสดิ์ อาจารย์มยุรี เผ่าพงษ์

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ คณะครู และนักเรียนโรงเรียนนักบุญเปโตร ที่ให้ความร่วมมือ และมีส่วนช่วยเหลือในงานวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณคุณพ่อเฉลิม และคุณแม่เพียว โพธิสุทัศน์ ที่คอยให้กำลังใจ สนับสนุนช่วยเหลือผู้วิจัยด้วยความรักและห่วงใยตลอดมา

คุณค่าประโยชน์ใดๆ ที่พึงได้จากสารนิพนธ์ครั้งนี้ ผู้วิจัยขอกราบบูชาพระคุณบิดา - มารดา ครูอาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

อนันต์ โพธิสุทัศน์

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ.....	1
	ภูมิหลัง.....	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
	ความสำคัญของการวิจัย.....	3
	ขอบเขตของการวิจัย.....	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
	กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	6
	สมมติฐานการวิจัย.....	7
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
	เอกสารเกี่ยวกับสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์.....	8
	ธรรมชาติและลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์.....	8
	เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์.....	9
	วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	9
	คุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์เมื่อจบช่วงชั้นที่ 3.....	10
	สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ในหลักสูตรขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544.....	11
	เอกสารเกี่ยวกับกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์.....	13
	ความหมายของกิจกรรมการทดลอง.....	13
	ความสำคัญของกิจกรรมการทดลอง.....	13
	ประเภทของกิจกรรมการทดลอง.....	14
	จิตวิทยาที่นำมาใช้ในการทดลอง.....	16
	ขั้นตอนในการทดลอง.....	16
	ประโยชน์ของกิจกรรมการทดลอง.....	17
	หลักในการสร้างกิจกรรมการทดลอง.....	18
	การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	19
	เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	23
	ประเภทของความรู้ทางวิทยาศาสตร์.....	23
	กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์.....	25
	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	25
	เอกสารเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	31
	ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	31

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
2(ต่อ) ทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	33
กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	34
ลักษณะของผู้มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	38
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	42
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการทดลอง.....	42
งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	43
งานวิจัยเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	45
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	47
การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	47
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย.....	47
ระยะเวลาในการวิจัย.....	47
แบบแผนการวิจัย.....	48
การสร้างเครื่องมือในการวิจัย.....	48
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	51
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	52
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	55
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	55
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	55
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	57
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	57
สมมติฐานในการวิจัย.....	57
วิธีดำเนินการวิจัย.....	57
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	58
สรุปผลการวิจัย.....	58
อภิปรายผล.....	58
ข้อเสนอแนะ.....	62
บรรณานุกรม.....	64

สารบัญ(ต่อ)

บทที่

หน้า

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.....71

ภาคผนวก ข.....76

ภาคผนวก ค.....82

ภาคผนวก ง.....89

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์.....134

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แบบแผนการวิจัย	48
2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการทดลอง	55
3 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนกับ หลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง	56
4. ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	77
5 ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์	78
6 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	79
7 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัด ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์.....	80
8 การจำแนกรายละเอียดของพฤติกรรมที่วัดในแต่ละข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน	81
9 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนเรียนและ หลังเรียนด้วยกิจกรรมการทดลอง	83
10 คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการทดลอง	86

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 รูปแบบการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	19
2 โครงสร้างของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	21
3 ความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	24
4 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	30
5 แสดงการพัฒนาทางสติปัญญาของมนุษย์ตามวิธีการของเพียเจต์.....	34
6 ลักษณะกระบวนการคิดวิจารณ์.....	36
7 การใช้กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณในชีวิตประจำวัน	37

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา รูปแบบการเรียนรู้และการศึกษาจึงจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยน หรือปฏิรูปการเรียนรู้ เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น โดยมุ่งความสำคัญไปที่ผู้เรียน ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 9 (พ.ศ. 2545-2549) ได้เน้นความสำคัญของการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ โดยเฉพาะการพัฒนาเยาวชนของชาติให้มีคุณภาพ ทั้งในด้านความรู้ ความสามารถในการด้านวิชาการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ในการอยู่ร่วมกับผู้อื่นในโลก การศึกษาจึงเป็นกลไกสำคัญในการพัฒนามนุษย์ให้เป็นทรัพยากรบุคคลที่มีคุณภาพ (สำนักงานคณะกรรมการการวางแผนเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.2544: 103)

การศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ เนื่องจากสังคมไทยเปลี่ยนเข้าสู่ยุคการปฏิรูปการศึกษาโดยมุ่งปฏิรูปการเรียนรู้ จะเห็นได้จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 ได้กล่าวถึงการจัดการศึกษาต้องยึดผู้เรียนเป็นหลัก ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ โดยถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ กระบวนการเรียนรู้ต้องจัดเนื้อหา กิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจ ความถนัด และความแตกต่างของผู้เรียน ฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดสถานการณ์ และการประยุกต์ให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติ ให้คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยการจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียนอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ จึงสรุปได้ว่าพระราชบัญญัติการจัดการศึกษาได้ให้ความสำคัญกับวิชาวิทยาศาสตร์เป็นอย่างมาก เนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานของความรู้ ความเข้าใจ และทักษะกระบวนการคิด การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน (พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ. พ.ศ. 2542)

จากการศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา พบว่า นักเรียนไม่ให้ความสำคัญกับวิชาวิทยาศาสตร์ โดยมีสาเหตุจากการจัดกระบวนการเรียนการสอนที่เน้น การท่องจำมากกว่าความรู้ความเข้าใจ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2544: 22) และจากการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของกรมวิชาการ ปีการศึกษา 2540 พบว่า ค่าเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์เท่ากับ 44.30 แสดงว่าคุณภาพของวิชาวิทยาศาสตร์ควรมีการ ปรับปรุง และจากการสรุปผลการศึกษาศักยภาพของเด็กไทย (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2540: 5) พบว่านักเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา มีศักยภาพต่ำสุดในทักษะที่จำเป็นต่อการเรียนในอนาคต โดยเฉพาะทักษะการคิด ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษา

(การศึกษาไทยในยุคโลกาภิวัตน์.2538: 8) พบว่า ความสามารถของเด็กไทยในวิชาพื้นฐาน คือ คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มีแนวโน้มต่ำลงและสิ่งที่จำเป็นต้องรีบแก้ไข คือพื้นฐานการเรียนรู้ในปัจจุบันและอนาคต กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กระบวนการคิดแก้ปัญหา

ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีความสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิต และการเรียนรู้อย่างมาก เนื่องจากการที่บุคคลจะอยู่รอดในสังคมปัจจุบันได้ จะต้องเป็นผู้มีความคิด รู้จักคิด รู้จักปัญหา รู้จักวิธีการแก้ปัญหา⁵ จากการรวบรวมผลการสำรวจ (กระทรวงศึกษาธิการ.2544: 31) (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา.2548) พบว่ามาตรฐานที่ 4 ด้าน ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรอง มีวิสัยทัศน์ อยู่ในระดับพอใช้และดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ต้องได้รับการแก้ไข เพราะผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้ ซึ่งต่อไปการประเมินจะต้องมีคุณภาพ ระดับดีขึ้นไปจึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินได้ สาเหตุมาจากผู้สอนยังใช้วิธีการสอนแบบเดิม โดยยึดครูเป็นศูนย์กลางในการบรรยายเป็นส่วนใหญ่ และเป็นผู้สรุปผลการทดลอง เพื่อให้ตรงกับ ผลการทดลองในคู่มือครู ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษา แห่งชาติ (2529) พบว่าครูยังมีพฤติกรรมที่ขาดการพัฒนาด้านเทคนิคการสอน ยังใช้รูปแบบการสอน เดิม คือ เน้นเนื้อหาจากหนังสือคู่มือครู โดยเน้นความรู้ ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริงและ หลักการ มากกว่าผู้เรียน จึงทำให้ผู้เรียนขาดโอกาสในการฝึกฝนการพัฒนาทักษะการคิดและแก้ปัญหา (วรรณทิพา รอดแรงคำและพิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์. 2542 : คำนำ) ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ยังไม่บรรลุเป้าหมายเท่าที่ควร ผู้เรียนจึงขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่เป็นกระบวนการ ในการแสวงหาความรู้

เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์บรรลุตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร ต้องมีการปรับเปลี่ยนบทบาทของครูจากผู้พูด มาเป็นผู้สนับสนุนให้นักเรียนมีบทบาทสำคัญในการใช้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อหาคำตอบของปัญหา ให้คำแนะนำผู้เรียนในการใช้วิธีการ ที่เหมาะสมกับบทเรียน โดยใช้วิธีการที่หลากหลาย การใช้กิจกรรมการทดลองในการเรียนการสอน เป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียน เรียนรู้ด้วยตนเองตามความสามารถของแต่ละบุคคล เปิดโอกาส ให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ ความสามารถตามความถนัดของตนเอง และฝึกทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการฝึกการคิด การตัดสินใจ ฝึกการค้นคว้าหาความรู้ใหม่ๆ ส่งเสริมความ รับผิดชอบของผู้เรียน มีอิสระในการคิดอย่างเต็มที่ โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งตรง กับแนวคิดการจัดการเรียนการสอนของบลูม ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ปฏิบัติตามที่ ตนต้องการ ย่อมกระทำกิจกรรมนั้นด้วยความกระตือรือร้น ทำให้เกิดความมั่นใจ เกิดการเรียนรู้ได้ เร็วและประสบความสำเร็จสูง ทำให้เกิดความพึงพอใจในตนเองได้มากที่สุด (Bloom. 1976: 72-74)

จากการศึกษาสภาพปัญหาการเรียนการสอนดังที่กล่าวมา ผู้วิจัยมีความเห็นว่า ควรมีการ เตรียมตัวผู้เรียน โดยพัฒนาและส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อมุ่งให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และเรียนรู้ อย่างมีความสุข เพิ่มทักษะในภาคปฏิบัติหรือเพิ่มการทดลอง ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ

พ.ศ. 2542 และสามารถหาคำตอบหรือแก้ปัญหาได้ โดยให้นักเรียนฝึกคิดพิจารณาอย่างรอบคอบ คิดวิเคราะห์และมีวิจารณญาณ ในการหาเหตุผล คิดและสรุป จึงเลือกการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนที่ใช้กิจกรรมการทดลอง ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการพัฒนาความคิดอย่างเป็นระบบควบคู่ไปกับการเรียนรู้วิชาการ ซึ่งจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณสูงขึ้นได้ในระดับหนึ่ง

ดังนั้นผู้วิจัยจึงศึกษาวิจัยในเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง โดยกลุ่มเป้าหมาย เป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 (มัธยมศึกษาปีที่ 1) โรงเรียนนักบุญเปโตร อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม

✓ ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีความสำคัญดังต่อไปนี้

1. ได้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง เพื่อจะนำไปใช้พัฒนาการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์
2. ได้แนวทางกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง
3. ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ ทำให้คิดเป็น แก้ปัญหาเป็น
4. เป็นแนวทางให้ครูผู้จัดการกิจกรรมการทดลอง เพื่อพัฒนา ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

✓ ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนักบุญเปโตร อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 220 คน

✓ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนักบุญเปโตร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 ซึ่งได้รับการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) โดยวิธีจับฉลากนักเรียน ที่มีทั้งหมด 4 ห้องเรียน มา 1 ห้องเรียน ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 55 คน

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โดยใช้ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ 4 คาบต่อสัปดาห์ จำนวน 12 คาบ คาบละ 50 นาที

เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแบบเรียนวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จัดทำโดยฝ่ายการศึกษาอัครสังฆมณฑลกรุงเทพฯ เรื่อง สมบัติของสารและการจำแนก

✓ ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.2 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง หมายถึง การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นกระบวนการให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง และได้คิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่และเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์เดิมได้อย่างเหมาะสม เป็นการเสริมความรู้ ความสนใจแก่นักเรียน และส่งเสริมกระบวนการคิด การลงมือกระทำหรือการปฏิบัติการทดลอง ซึ่งในการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้

1.1 การสร้างความสนใจ (Engage) หมายถึง การนำเข้าสู่บทเรียน หรือเรื่องที่สนใจจะศึกษาค้นคว้า โดยการซักถาม เล่าประสบการณ์ อภิปราย เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น หรือข้อโต้แย้ง เกิดปัญหา ทำให้ผู้เรียนต้องการศึกษาค้นคว้า ทดลองหรือแก้ปัญหา

1.2 การสำรวจ และค้นคว้า (Explore) หมายถึง การสำรวจตรวจสอบค้นคว้าหาความรู้ของนักเรียนที่เกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนอยากรู้อยากเห็น โดยการแบ่งกลุ่มกลุ่มละ 7 คน แต่ละกลุ่มมีการวางแผน และลงมือทดลองตามขั้นตอนในแต่ละกิจกรรมการทดลอง

1.3 การอธิบายและลงข้อสรุป (Explain) หมายถึง การให้นักเรียนร่วมกันบันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง โดยการอธิบายถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง โดยตอบคำถามเพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์และสรุปผล ด้วยการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างมีเหตุผล เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ การค้นพบองค์ความรู้นี้อาจสอดคล้องสนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างองค์ความรู้ และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

1.4 การขยายความรู้ (Elaborate) หมายถึง การให้นักเรียนได้ขยายหรือเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในองค์ความรู้ที่ได้ให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น โดยยกตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ

1.5 การประเมินผล (Evaluate) หมายถึง การให้นักเรียนได้ประเมินความรู้ ความเข้าใจและความสามารถของตนเอง ทั้งด้านกระบวนการและองค์ความรู้ที่ได้ โดยการวิเคราะห์จากผลของกิจกรรมการทดลอง เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการทบทวนความรู้ที่ได้ และถ่ายโยงความรู้และทักษะไปสู่เนื้อหาใหม่ต่อไป

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สมบัติของสารและการจำแนก โดยพิจารณาคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นดังนี้

2.1 ด้านความรู้-ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกสิ่งที่เรียนมาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ หรือความสามารถทางด้านสมอง

2.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายเกี่ยวกับข้อเท็จจริงจากข้อมูล กฎ หลักการ ทฤษฎี เช่น นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจหลักการจำแนกสาร

2.3 ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา ตามสถานการณ์ต่าง ๆ

2.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการปฏิบัติ การฝึกฝนอย่างมีระเบียบโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์จนเกิดความคล่องแคล่ว และสามารถเลือกใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ในการวิจัยครั้งนี้ มีทักษะกระบวนการที่สอดคล้องกับเนื้อหาของบทเรียน คือ ทักษะขั้นพื้นฐาน 4 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการจัดกระทำและ สื่อความหมายข้อมูล และทักษะขั้นบูรณาการ 3 ทักษะ คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป

3. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาอย่างไตร่ตรองรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลที่เป็นปัญหา ข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยหาหลักฐานที่มีเหตุผลหรือข้อมูลที่เชื่อถือได้มาสนับสนุน ยืนยันประกอบการ

ตัดสินใจตามเรื่องราวหรือสถานการณ์นั้น เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปที่ถูกต้องสมเหตุ สมผล ครอบคลุม กระบวนการคิด 5 ขั้นตอน คือ การนิยามปัญหา การตั้งสมมติฐาน การรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล และการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

3.1 การนิยามปัญหา หมายถึง การกำหนดปัญหา ข้อโต้แย้ง หรือข้อมูลที่คลุมเครือ ให้ชัดเจนได้ในข้อความหรือแนวคิดของเรื่องนั้น

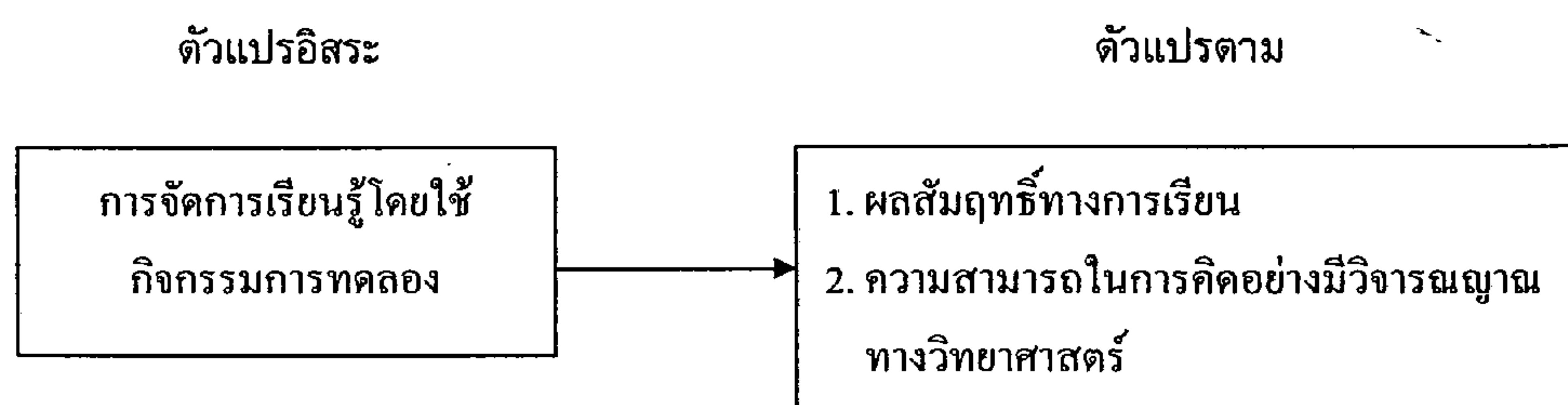
3.2 การตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการคาดคะเนว่า ผลของการวิจัยจะออกมา ในรูปของการเดา การทายเหตุของปัญหา และผลที่จะได้โดยคิดถึงความสัมพันธ์เชิงเหตุผล และเลือกสมมติฐานที่เป็นไปได้มากที่สุด

3.3 การรวบรวมข้อมูล หมายถึง การรวบรวมข้อมูลโดยสังเกตปรากฏการณ์ต่างๆ เลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือ แสวงหาข้อมูลที่ต้องการและชัดเจน มากขึ้น

3.4 การจัดระบบข้อมูล หมายถึง การจัดระบบข้อมูลโดยการแสวงหาแหล่งที่มาของข้อมูล วิจัยนัยความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล เช่น การจำแนกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงกับความ คิดเห็น

3.5 การลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณาข้อความ ที่เป็นเหตุเป็นผลกัน โดยจำแนกข้อมูลที่มีเหตุผลหนักแน่นและน่าเชื่อถือมีความเกี่ยวข้องกับประเด็น ปัญหา เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจสรุป ถ้าการสรุปไม่มีเหตุผลเพียงพอจะต้องมีการหาเหตุผลเพิ่มเติม มาพิจารณาตัดสินใจสรุปใหม่ แล้วจึงนำข้อสรุปและหลักการไปประยุกต์ใช้

กรอบแนวคิดในการวิจัย



สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. สารและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. เอกสารเกี่ยวกับกิจกรรมการทดลอง
3. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
4. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. สารและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.1 ธรรมชาติและลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์

กรมวิชาการ (2544) ได้กล่าวถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาด้วยความพยายามของมนุษย์ที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process) ในการสืบเสาะหาความรู้ (Scientific inquiry) การแก้ปัญหาโดยผ่านการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ (Investigation) การศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบและการสืบค้นข้อมูล ทำให้เกิดองค์ความรู้เพิ่มพูนอยู่ตลอดเวลา ความรู้และกระบวนการดังกล่าวมีการถ่ายทอดต่อเนื่องกันเป็นเวลายาวนาน

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ เพื่อนำมาใช้ในการอ้างอิงทั้งในการสนับสนุน หรือโต้แย้งเมื่อมีการค้นพบข้อมูลหรือหลักฐานใหม่ หรือแม้แต่ข้อมูลเดิมเดียวกันก็อาจเกิดความขัดแย้งขึ้นได้ ถ้านักวิทยาศาสตร์แปลความหมายด้วยวิธีการ หรือแนวคิดที่แตกต่างกัน ความรู้วิทยาศาสตร์จึงอาจเปลี่ยนแปลงได้

วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วมได้ไม่ว่าจะอยู่ในส่วนใดของโลกวิทยาศาสตร์จึงเป็นผลจากการสร้างเสริมความรู้ของบุคคล การสื่อสารเผยแพร่ข้อมูลเพื่อให้เกิดความคิดในเชิงวิเคราะห์ วิวิจารณ์ มีผลให้ความรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้งและส่งผลกระทบต่อคนในสังคมและสิ่งแวดล้อม การศึกษาค้นคว้าและการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงต้องอยู่ในขอบเขต คุณธรรม จริยธรรม เป็นที่ยอมรับของสังคมและเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

1.2 เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

กรมวิชาการ (2544) กล่าวได้ว่าการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษามีเป้าหมายสำคัญดังนี้

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจขอบเขตธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อความหมาย และความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อให้ความรู้ ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

1.3 วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กรมวิชาการ (2544) ได้กำหนดวิสัยทัศน์เป็นมุมมองภาพในอนาคต ที่มุ่งหวังว่าจะมีการพัฒนาอะไร อย่างไรซึ่งจะสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสังคม วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์กำหนดไว้เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้บริหารสถานศึกษา ผู้สอน บุคลากรทางการศึกษา ผู้เรียนและชุมชนร่วมกันพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ และปฏิบัติร่วมกันจนเกิดความสำเร็จ

ในการกำหนดวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ใช้กรอบแนวคิดในเรื่องของการพัฒนาการศึกษา เพื่อเตรียมคนในสังคมแห่งการเรียนรู้ และสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ดังนี้

1. หลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จะเชื่อมโยงเนื้อหาแนวคิดหลักการ และกระบวนการที่เป็นสากล แต่มีความสอดคล้องกับชีวิตจริงทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ มีความยืดหยุ่นหลากหลาย
2. หลักสูตรการเรียนการสอนต้องตอบสนองผู้เรียนที่มีความถนัดและความสนใจแตกต่างกันในการใช้วิทยาศาสตร์ สำหรับการศึกษาต่อและการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
3. ผู้เรียนทุกคนจะได้รับการส่งเสริมให้พัฒนากระบวนการคิด ความสามารถในการเรียนรู้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา และการคิดค้นสร้างสรรค์องค์ความรู้

4. ใช้แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น โดยถือว่ามีความสำคัญควบคู่กับการเรียน
ในสถานศึกษา

5. ใช้ยุทธศาสตร์การเรียนการสอนหลากหลาย เพื่อตอบสนองความต้องการ
ความสนใจ และวิธีเรียนที่แตกต่างของผู้เรียน

6. การเรียนรู้เป็นกระบวนการสำคัญที่สุดที่ทุกคนต้องได้รับการพัฒนา เพื่อให้
สามารถเรียนรู้ตลอดชีวิต จึงจะประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิต

7. การเรียนการสอนต้องส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้มีเจตคติ คุณธรรม จริยธรรม
ค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

1.4 คุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์เมื่อจบช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3)

กรมวิชาการ (2544) ได้กล่าวว่าผู้เรียนที่จบช่วงชั้นที่3 ควรมีความรู้ ความคิด ทักษะ
กระบวนการและจิตวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่าง
การทำงานของระบบต่างๆ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม วิวัฒนาการและความหลากหลาย
ของสิ่งมีชีวิต พฤติกรรมและการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

2. เข้าใจสมบัติและองค์ประกอบของสารละลาย สารบริสุทธิ์ การเปลี่ยนแปลง
ของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3. เข้าใจแรงเสียดทาน โมเมนต์ของแรง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ในชีวิตประจำวัน
กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน การสะท้อนการหักเห
และความเข้มของแสง

4. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทางไฟฟ้า หลักการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน
พลังงานไฟฟ้า และหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

5. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก แหล่งทรัพยากรธรณี ปัจจัย
ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงบรรยากาศ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลที่มีต่อสิ่งต่างๆ บนโลก
ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

6. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการพัฒนา และผลของ
การพัฒนาเทคโนโลยีต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม

7. ตั้งคำถามที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง
วางแผนและลงมือสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูล
และสร้างองค์ความรู้

8. สื่อความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง
หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

9. ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต
การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

10. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ใน การสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

11. ตระหนักในคุณค่าของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน และการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น

12. แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า มีส่วนร่วมในการพิทักษ์ ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น

13. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

1.5 สารและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 : เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 : เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 : เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 : เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่นประเทศและโลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 : เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 : เข้าใจหลักการและหลักธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 : เข้าใจธรรมชาติและแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้อง และมีคุณภาพ

มาตรฐาน ว 4.2 : เข้าใจลักษณะของการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 : พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 : เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 : เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7: ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 : เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และ จิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 : เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้มาใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 : ธรรมชาติวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1: ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ตามธรรมชาติที่เกิดขึ้น ส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่อยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

2. เอกสารเกี่ยวกับกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายของกิจกรรมการทดลอง

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการทดลองไว้ดังนี้

สมจิต สวชนไพบุลย์. (2526: 115) ได้ให้ความหมายของกิจกรรมการทดลองว่า เป็นการกำหนดให้ผู้เรียนได้ทำงาน และการปฏิบัติการทดลองจริง โดยใช้อุปกรณ์การทดลองประกอบ อาจจะทดลองในห้องเรียน ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หรือนอกห้องเรียนก็ได้ โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าหรือเสาะแสวงหาความรู้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือเป็นการพิสูจน์ยืนยันว่าความรู้ที่นั้นๆ เป็นจริงที่สามารถพิสูจน์ทดลองได้

ลัดดาวัลย์ กัณหสุวรรณ. (2535: 13) ได้ให้ความหมายของกิจกรรมการทดลองว่า เป็นความสามารถในการจัดกระบวนการทำการทดลอง ซึ่งประกอบด้วยการออกแบบการทดลอง รวมถึงการกำหนดตัวแปรต่างๆ การควบคุมตัวแปร และการลงมือทดลอง รวมไปถึงการบันทึกผล การทดลองด้วย

สมคิด สร้อยน้ำ (2540: 293) ได้ให้ความหมายของกิจกรรมการทดลองว่า เป็นกระบวนการ พิสูจน์หรือสำรวจค้นหา เพื่อยืนยันความจริงในสิ่งที่สงสัย ในสิ่งที่อยู่ยงอุญยากเห็นหรือสิ่งที่เราไม่รู้มาก่อน วิธีค้นหานี้ อาจมีการตั้งสมมติฐานหรือไม่มีก็ได้ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วรรณทิพา รอดแรงคำและพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2542: 5) ได้ให้ความหมายของกิจกรรมการทดลองว่า เป็นกระบวนการปฏิบัติการ เพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง

บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2542: 91) ได้ให้ความหมายของกิจกรรมการทดลองว่า เป็นการส่งเสริมหลักสูตรด้านการปฏิบัติ ฝึกประสบการณ์ ให้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และประสบการณ์ของแต่ละหน่วยการเรียนรู้

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า กิจกรรมการทดลอง เป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตร ที่ให้ประสบการณ์ตรงแก่นักเรียนในกิจกรรมที่จัดขึ้น เพื่อให้ให้นักเรียนได้ศึกษาเพิ่มเติมเนื้อหาที่กำลังศึกษาเรียนรู้ และช่วยพัฒนานักเรียนในด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการต่างๆ และเจตคติที่ดี โดยมีผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะให้คำปรึกษาตลอดเวลาการทดลอง

2.2 ความสำคัญของกิจกรรมการทดลอง

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความสำคัญของกิจกรรมการทดลองไว้ดังนี้

มังกร ทองสุขดี (2522: 5) ได้กล่าวว่า กิจกรรมการทดลอง คือหัวใจสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525: 6) ได้กล่าวถึงความสำคัญของกิจกรรมการทดลองว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ควรจะเน้นให้นักเรียนได้ทำการทดลอง การทดลองเป็นกิจกรรมที่สำคัญจะขาดไม่ได้ และถ้านักเรียนได้ลงมือทำการทดลองด้วยตนเอง จะเป็นการเรียนรู้ด้วยประสบการณ์ตรงถือว่าเป็นการเรียนรู้ที่ดีที่สุด

สวัณท์ นิยมคำ (2531: 585) ได้กล่าวว่า วิทยาศาสตร์กับการทดลองเป็นของคู่กัน การทดลองจึงเป็นหัวใจของวิทยาศาสตร์ การปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง จะช่วยฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหลายทักษะ โดยเฉพาะทักษะการทดลอง

จากคำกล่าวของนักการศึกษา สรุปได้ว่าความสำคัญของกิจกรรมการทดลองมีความสำคัญเป็นแหล่งของปัญหาต่างๆ ที่จะให้นักเรียนได้แก้ปัญหา เพื่อหาคำตอบของปัญหาที่พบในห้องเรียน และในชีวิตประจำวัน การปฏิบัติกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ และช่วยให้นักเรียนเข้าใจขอบข่ายของวิทยาศาสตร์ เกิดความรู้สึกซาบซึ้งต่อบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสังคมและการค้นคว้าหาความรู้ และช่วยเสริมสร้างให้เกิดทักษะภาคปฏิบัติและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.3 ประเภทของกิจกรรมการทดลอง

เมื่อพิจารณารูปแบบและลักษณะของกิจกรรม ปัญญา อุทัยพัฒน์ และคนอื่นๆ (2526: 338 - 342) สรุปได้ว่ากิจกรรมแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. กิจกรรมการทดลองนอกห้องเรียน เป็นกิจกรรมที่นักเรียนใช้เวลาศึกษาและค้นคว้าทดลอง นอกเหนือชั่วโมงเรียนปกติ เช่น เวลาพักกลางวัน เวลาหลังเลิกเรียน และวันหยุดสุดสัปดาห์ ตัวอย่างกิจกรรมประเภทนี้ ได้แก่

1.1 ชุมนุมวิทยาศาสตร์

1.2 การสำรวจสิ่งแวดล้อม เพื่อบันทึกข้อมูลในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

1.3 การฝึกวิจัยทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

2. กิจกรรมทดลองภายในห้องเรียน เป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นภายในห้องเรียนโดยใช้เวลาสั้นๆ สิ่งที่เกิดขึ้นที่นักเรียนสนใจ และมีความรู้ความเข้าใจ ตัวอย่างกิจกรรมประเภทนี้ ได้แก่

2.1 การจัดมุมวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่จัดเป็นส่วนหนึ่งของห้องเรียน โดยจัดเป็นที่วางหนังสือ อุปกรณ์การทดลอง อ่างเลี้ยงปลา เพื่อให้นักเรียนรับผิดชอบและศึกษา

2.2 การจัดป้ายนิเทศวิทยาศาสตร์

2.3 การจัดกิจกรรมทดลอง เพื่อศึกษาสมบัติของสารและการจำแนก ในห้องปฏิบัติการ

2.4 องค์ประกอบของกิจกรรมการทดลอง

การศึกษาองค์ประกอบของกิจกรรมการทดลองจากเอกสารต่างๆ มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงองค์ประกอบของกิจกรรมการทดลอง ไว้ดังนี้

สมจิต สวชนไพบูลย์. (2537:43) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของกิจกรรมการทดลอง และเทคโนโลยี ไว้ดังนี้

1. ชื่อกิจกรรม หมายถึง ลำดับที่ของกิจกรรมและหัวเรื่อง

2. เวลา หมายถึง กำหนดเวลาเรียน เป็น 60 หรือ 120 นาที ตามหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้ หมายถึง การระบุพฤติกรรมการเรียนรู้ตามหลักสูตร
 4. ประเภทกิจกรรม หมายถึง ลักษณะของกิจกรรมที่กำหนดงานปฏิบัติ
 5. การทดลอง หมายถึง การปฏิบัติกิจกรรมนั้นๆ
 6. การตรวจบทสรุป หมายถึง การตรวจสอบข้อความที่สรุปไว้ว่าถูกต้อง และมีความเข้าใจมากน้อยเพียงใด
 7. การตอบคำถามท้ายกิจกรรม หมายถึง การกำหนดคำถามตามจุดประสงค์เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียน ได้แสดงความสามารถ
 8. แบบประเมินผล หมายถึง แบบทดสอบภาคความรู้แบบอัตนัยและปรนัย
- วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2542: 1-2) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญของการทดลอง ไว้ดังนี้

1. ชื่อกิจกรรม หมายถึง สิ่งที่ยกให้ทราบถึงลักษณะที่ต้องการฝึก
2. คำชี้แจง หมายถึง ส่วนที่อธิบายความมุ่งหมายและความสำคัญของกิจกรรม
3. จุดมุ่งหมาย หมายถึง ส่วนที่ระบุจุดมุ่งหมายที่สำคัญของกิจกรรม

3.1 จุดมุ่งหมายทั่วไป เป็นจุดประสงค์ปลายทาง หรือพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดขึ้นตามกิจกรรมนั้น

3.2 จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เป็นส่วนที่ชี้บ่งให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่กำหนดโดยสังเกตและวัดได้ และเป็นไปตามเกณฑ์ที่คาดหวัง

4. แนวคิด เป็นส่วนที่ระบุเนื้อหา หรือมโนคติของกิจกรรมนั้น
5. สื่อ เป็นส่วนระบุถึงวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นในการดำเนินการทดลอง
6. เวลาที่ใช้ เป็นส่วนที่ระบุจำนวนโดยประมาณว่ากิจกรรมนั้นควรใช้เวลาเพียงใด
7. ขั้นตอนการดำเนินการกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุวิธีการจัดกิจกรรม (ขั้นนำ ขั้นกิจกรรม ขั้นอภิปราย ขั้นสรุป)

8. การประเมินผล เป็นการทดสอบผู้เรียนหลังเรียน จากบทเรียนของแต่ละกิจกรรม
9. ภาคผนวก เป็นส่วนที่ให้ความรู้กับผู้สอน

จากการที่มีนักการศึกษากำหนดองค์ประกอบของกิจกรรมการทดลองไว้หลายรูปแบบ ซึ่งมีความคล้ายคลึงกันโดยมีองค์ประกอบหลัก คือ คู่มือการใช้กิจกรรม เนื้อหาสาระ จุดประสงค์ ลักษณะของกิจกรรมการทดลอง และการประเมินผล ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดองค์ประกอบของกิจกรรมการทดลองไว้ 9 ขั้นตอนดังนี้

1. ชื่อกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุชื่อกิจกรรม
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นส่วนที่ระบุจุดประสงค์ของกิจกรรม
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้(กิจกรรม) เป็นขั้นตอนการปฏิบัติตามแผนการจัดการเรียนรู้
4. สื่อ/อุปกรณ์ เป็นส่วนที่ระบุวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นในการดำเนินกิจกรรม
5. เวลา เป็นส่วนที่ระบุเวลาที่ใช้ในกิจกรรม
6. ใบความรู้ เป็นส่วนที่ระบุเนื้อหาสาระละเอียดต่างๆแต่ละกิจกรรม

7. รายงานผลกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุผลที่ได้จากการทำกิจกรรม
8. คำถามท้ายกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาและกิจกรรมที่ปฏิบัติ
9. สรุปผลกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุสาระสำคัญที่ได้จากการวิเคราะห์ประสบการณ์ในขั้นตอนการทำกิจกรรมการทดลอง

2.5 จิตวิทยาที่นำมาใช้ในกิจกรรมการทดลอง

การจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพประกอบด้วยลักษณะ 4 ประการ คือ

1. การให้แนวทาง คือ การอธิบายของครูที่ทำให้นักเรียนเข้าใจชัดเจน ก่อนการทดลองในเรื่องนั้น ๆ
2. การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงออก
3. การเสริมแรง ทั้งการเสริมแรงภายในและภายนอก
4. การให้ข้อมูลย้อนกลับและการแก้ไขข้อบกพร่อง จะต้องแจ้งผลให้นักเรียนทราบ จะกล่าวได้ว่า การใช้กิจกรรมการทดลองในการเรียนรู้ยึดหลักการดำเนินการตามหลักจิตวิทยาศาสตร์ที่ให้ผู้เรียนเรียนตามความสามารถจากง่ายไปหายากตามลำดับ

2.6 ขั้นตอนในการทดลอง

การจัดกิจกรรมการทดลอง ได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงขั้นตอนในการทดลองไว้ดังนี้ สมจิต สวธนไพบุลย์ (2626: 115 - 116) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการทดลองมี 3 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นเตรียม

1.1 ศึกษาเนื้อหาในบทเรียนอย่างละเอียด จัดแบ่งการทดลองให้นักเรียนทุกคน หรือจะแบ่งนักเรียนก็ได้

1.2 ตั้งจุดมุ่งหมายของการทดลองทุกครั้ง

1.3 อธิบายถึงระเบียบที่ควรปฏิบัติขณะทดลอง

1.4 อธิบายถึงสื่อ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

2. ขั้นทดลอง

2.1 ลงมือปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนต่างๆ

2.2 สังเกตผลปฏิบัติการทดลอง

2.3 บันทึกผลการทดลอง

3. ขั้นสรุปและประเมินผล

3.1 รายงานผลที่ได้จากการปฏิบัติการทดลอง

3.2 สังเกตพฤติกรรมขณะลงมือปฏิบัติการทดลอง

3.3 ตรวจผลงานของการปฏิบัติการทดลอง

สมคิด สร้อยน้ำ (2540: 227 - 229) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการทดลอง มีอยู่ด้วยกัน 4 ขั้นตอน คือ

- ขั้นที่ 1 การเตรียมการปฏิบัติการทดลอง (การเตรียมกิจกรรม)
- ขั้นที่ 2 การนำเข้าสู่การปฏิบัติการทดลอง (การอภิปรายก่อนการทดลอง)
- ขั้นที่ 3 การปฏิบัติการทดลอง (การลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนที่ 2)
- ขั้นที่ 4 การสรุปและประเมินผลการปฏิบัติการทดลอง (การอภิปรายหลัง

การทดลอง)

เทอด แก้วศิริ (2541: 94) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการทดลองแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ

- 1. ขั้นกำหนดปัญหา
- 2. ขั้นตั้งสมมติฐาน
- 3. ขั้นทดลองและสังเกต
- 4. ขั้นสรุปผลการทดลอง

การแบ่งขั้นตอนของการทดลองเป็น 4 ขั้นตอนนี้ เป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ ได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้า โดยอาจเพิ่มขั้นตอนการตั้งสมมติฐาน เพื่อคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ จึงออกแบบการทดลอง เพื่อทดลองสมมติฐานและสรุปผลการทดลองต่อไป

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า ขั้นตอนในการทดลองมี 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นเตรียมการขั้นทดลอง และขั้นสรุปและประเมินผลการทดลอง ซึ่งเป็นการพัฒนาความคิดของนักเรียนได้เป็นอย่างดี ฟังระลึกเสมอว่า สิ่งที่จะทดลองนั้น ควรพยายามให้เกิดจากความต้องการของนักเรียนโดยตรง อันจะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียน ดำเนินการทดลองด้วยความตั้งใจ

2.7 ประโยชน์ของกิจกรรมการทดลอง

ประโยชน์ที่นักเรียนจะได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองมีหลายประการดังนี้

- 1. นักเรียนมีประสบการณ์ตรงจากการทดลอง ซึ่งเป็นการเพิ่มพูนความรู้ และ
ความเข้าใจวิธีการทางวิทยาศาสตร์ยิ่งขึ้น
- 2. ส่งเสริมให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 3. นักเรียนได้เรียนรู้ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้สามารถดำรงอยู่ในสังคมได้อย่างสะดวกและปลอดภัย
- 4. เพื่อฝึกให้นักเรียนได้เข้าร่วมกิจกรรม ซึ่งเป็นกิจกรรมการทดลองที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อันเป็นปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน ทำให้เรียนรู้ของจริง
- 5. เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความสามารถของตนเองในการทดลอง
- 6. เพื่อให้นักเรียนใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์
- 7. เสริมสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้แก่นักเรียน เช่น การทำงานร่วมกัน การเป็นคนมีเหตุผล ยินดีรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ฯลฯ

2.8 หลักในการสร้างกิจกรรมการทดลอง

ในการสร้างกิจกรรมการทดลองให้มีคุณภาพจะต้องศึกษาหลักการในการสร้างกิจกรรมการทดลองซึ่งนักการศึกษาได้เสนอหลักในการสร้างกิจกรรมการทดลองไว้ดังนี้

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2522 : 154-155) ได้กำหนดหลักในการสร้างกิจกรรมการทดลอง ซึ่งมีขั้นตอนสำคัญ 10 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์
2. กำหนดหน่วยการสอบ
3. กำหนดหัวเรื่อง
4. กำหนดหลักการและความคิดรวบยอด
5. กำหนดวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง
6. กำหนดการเรียนรู้การสอนให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
7. กำหนดแบบประเมินผล
8. เลือกและผลิตสื่อการสอน
9. หาประสิทธิภาพของกิจกรรม
10. การใช้กิจกรรมการทดลองต้องมีการปรับปรุงตลอดเวลา

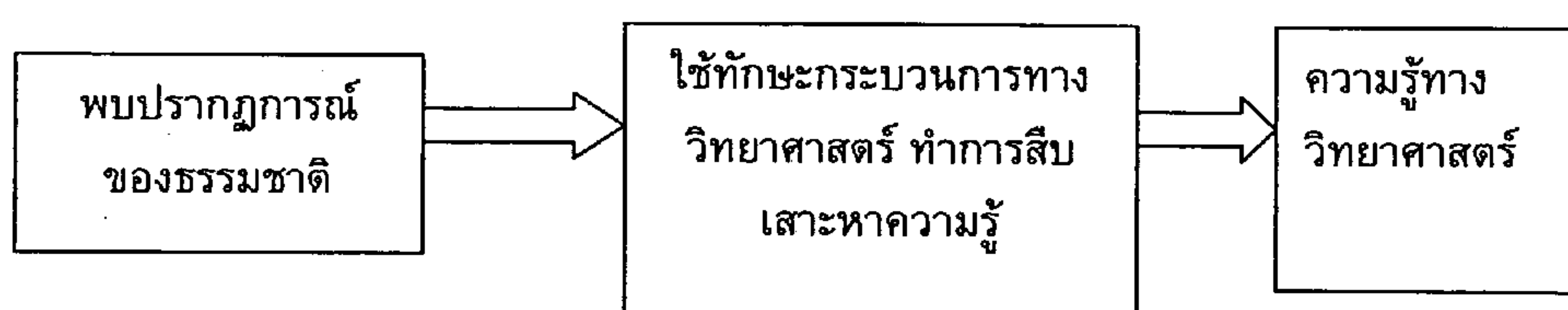
กาญจนา เกียรติประวัติ. (2542 : 176-177) ได้เสนอแนวทางการสร้างกิจกรรมการทดลองไว้ดังนี้

1. เลือกที่มีปัญหาในการสอน
2. พัฒนาเรื่องให้มีปัญหา เพื่อยั่วให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย
3. กำหนดเนื้อหาสาระให้เหมาะสม
4. เขียนหลักการเพื่อเป็นหลักในการจัดกิจกรรมการทดลอง
5. เขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
6. ระบุวิชาที่จะนำมาสัมพันธ์หรือบูรณาการกันได้
7. คำนึงถึงจิตวิทยาและพัฒนาการของผู้เรียน
8. วิเคราะห์งานและจัดเรียงลำดับกิจกรรมการทดลอง
9. เขียนหมายเลขกำกับอุปกรณ์เอกสารที่ใช้
10. การวัดผลตามจุดประสงค์
11. กิจกรรมสำรอง เพื่อปรับพื้นฐานที่จำเป็น
12. คู่มือการใช้กิจกรรมการทดลอง
13. แฟ้มสำหรับบรรจุกิจกรรมการทดลอง

2.9 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการหนึ่งที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ด้วยการสังเกต สงสัย และหาข้อสรุป จนเกิดความคิดรวบยอดในเรื่องที่ศึกษา

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ครูผู้สอนมีหน้าที่เป็นผู้สนับสนุน ชี้แนะ ช่วยเหลือ และแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการเรียนรู้การสอน ซึ่งสมจิต สวรรณไพบูลย์ (2542: 53) ได้เสนอรูปแบบทั่วไปในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้



เกิดปัญหา

ตั้งคำถาม

อะไร.....?

อย่างไร...?

ทำไม.....?

- การสังเกต

- การวัด

- การคำนวณ

- การจำแนกประเภท

- การหาความสัมพันธ์ระหว่าง

สเปกกับสเปส และสเปสกับเวลา

- การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

- การลงความเห็นจากข้อมูล

- การพยากรณ์

- การตั้งสมมติฐาน

- การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

- การควบคุมตัวแปร

- การทดลอง

- การตีความหมายและลงข้อสรุปข้อมูล

ข้อเท็จจริง

มโนคติ

กฎ

ทฤษฎี

ภาพประกอบ 1 รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จากภาพประกอบ 1 จะเห็นว่าการสอนโดยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถของตนเองในการหาความรู้ และยังเป็นการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย

2.9.1 ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนวิทยาศาสตร์มีหลายวิธี ทุกวิธีมุ่งจะสอนให้ได้รับความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) เป็นวิธีหนึ่งที่มุ่งให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด ปฏิบัติและแก้ปัญหา โดยอาศัยกิจกรรมที่สำคัญ คือ การอภิปรายและการทดลอง ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ในลักษณะต่างๆ ดังนี้

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531: 502) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นหา หรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่นักเรียนยังไม่เคยมีความรู้ในเรื่องนั้นมาก่อน โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ เป็นเครื่องมือ

ชุตินา วัฒนศิริ (ม.ป.ป. : 160) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่มีจุดมุ่งหมาย เพื่อให้ผู้เรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อค้นพบความรู้ (คำตอบ) ด้วยตนเอง

จากความหมายที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการสอนหนึ่งที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาหาความรู้ คิด และแก้ปัญหาด้วยตนเองอย่างมีระบบของการคิด ใช้กระบวนการของการค้นคว้าหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วย ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ครูมีหน้าที่จัดบรรยากาศการสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ คิดแก้ปัญหา โดยใช้การทดลอง และอภิปรายซักถามเป็นกิจกรรมหลักในการสอน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างแท้จริง

2.9.2 ขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

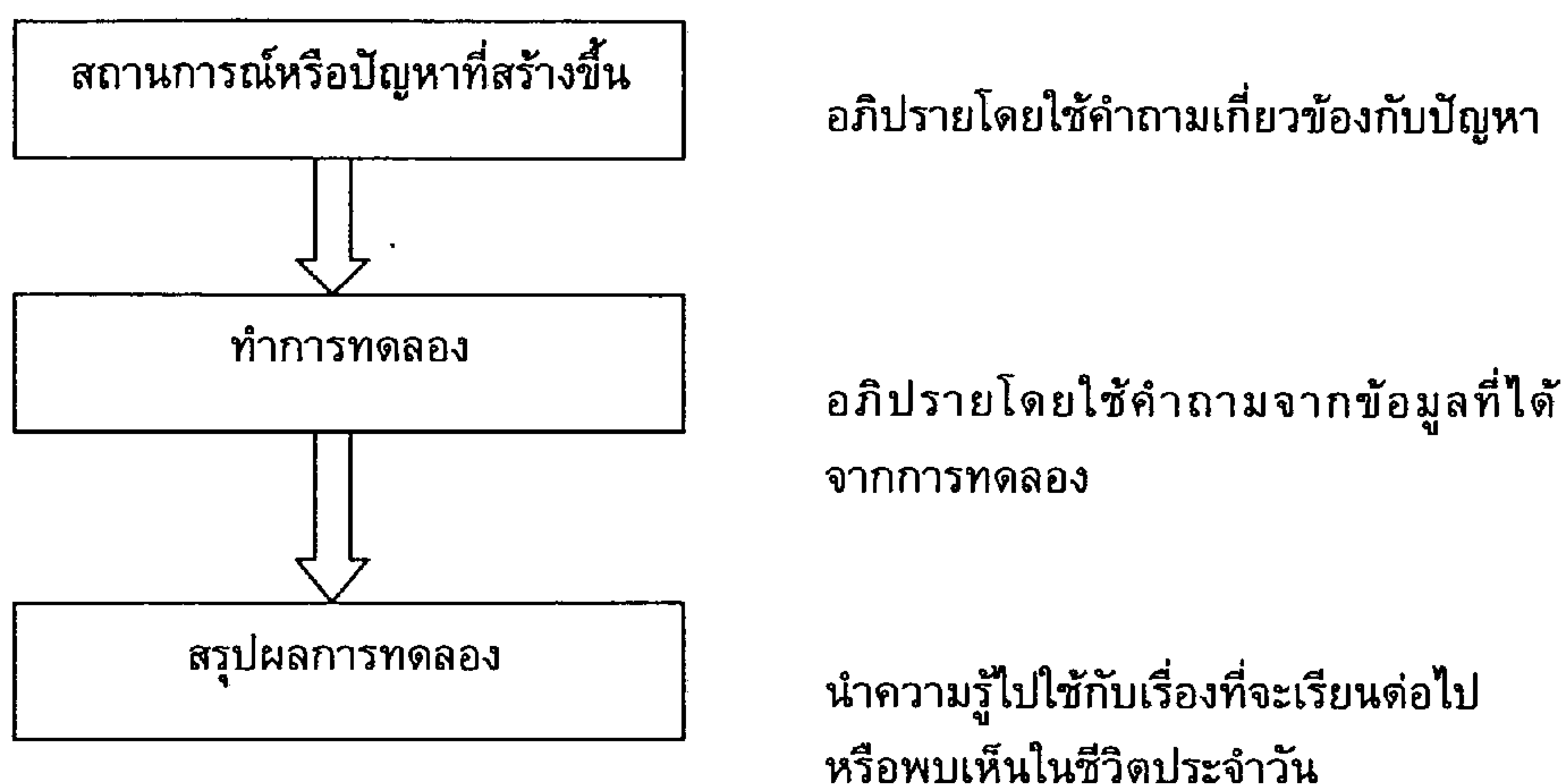
สมจิต สวชนไพบุลย์ (2541: 58) สรุปขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre-lab Discussion) เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเห็นคิดสงสัย หรือเป็นการแนะแนวทางการทดลอง ออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ตอบปัญหา

2. ปฏิบัติการทดลอง (Experiment period) เป็นขั้นที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนคอยควบคุมดูแลให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้น สนับสนุน เป็นที่ปรึกษาอยู่ด้วย

3. อภิปรายหลังการทดลอง (Pos-lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนใช้คำถามเพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถใช้ข้อมูล หรือผลการทดลอง สรุปเป็นความรู้ รวมทั้งการอภิปรายถึง ข้อผิดพลาด (Error) ที่เกิดจากการทดลองด้วย

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในโครงสร้างของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ อาจเขียนเป็นแผนภูมิแสดงได้ดังนี้ (ทบวงมหาวิทยาลัย 2525: 6-12)



ภาพประกอบ 2 โครงสร้างของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

จากภาพประกอบที่ 2 จะเห็นว่า ขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เริ่มจากการนำเข้าสู่ปัญหา อภิปรายปัญหา ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล ตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐาน รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล แล้วสรุปผลการทดลองเป็นความรู้ใหม่ โดยเน้นผู้เรียน เป็นสำคัญ ครูเพียงคอยจัดสถานการณ์กระตุ้น และให้คำปรึกษาเท่านั้น การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นี้จะช่วยปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผล

2.9.3 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยวงจรการเรียนรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ดำเนินการพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยพัฒนากระบวนการเรียนรู้มาโดยลำดับ จนเกิดการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานประกอบด้วย 5 ขั้นตอนคือ

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน หรือเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งจะเกิดขึ้นเองจากเรื่องที่สงสัย หรือเกิดจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจ อาจมาจากสาเหตุที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้อแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้

ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับในประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขต และแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่ศึกษา ให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่างๆ ที่จะช่วยนำไปสู่ความเข้าใจในเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2. ขั้นการสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็น หรือคำถามที่สนใจศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ให้มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารที่อ้างอิง หรือแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นตอนต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอต่อการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ ในรูปต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้เป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนด แต่ผลที่จะได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยเหลือให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ได้ ค้นคว้าเพิ่ม หรือนำแบบจำลอง หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มากแสดงว่าข้อจำกัดมีน้อย ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้ะไรบ้างอย่างไรมากน้อยเพียงใด จากนั้นนำความรู้นั้นไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ

การนำความรู้เรื่องแบบจำลองไปใช้อธิบาย หรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่นๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เกิดประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่ต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่และเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ จึงเรียกว่า Inquiry cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนทั้งเนื้อหา และหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ได้ความรู้ ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

3. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา เพราะการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมของนักวิทยาศาสตร์ทำให้ได้ข้อมูลหลักฐานใหม่ พิสูจน์ได้ชัดเจนกว่าเดิม
ประเภทของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะแตกต่างกันอาจแบ่งออกได้ดังนี้

1. ข้อเท็จจริงวิทยาศาสตร์ (Scientific facts)
2. มโนคติ (Concepts)
3. หลักการ (Principles)
4. กฎ (Laws)
5. ทฤษฎี (Theories)
6. สมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Hypotheses)

3.1 ความหมายของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประเภทต่าง ๆ

1 ข้อเท็จจริงวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ที่ได้จากการสังเกตวัตถุ ปรากฏการณ์ธรรมชาติที่สังเกตได้โดยตรงและโดยอ้อม

2 มโนคติ หรืออาจเรียกได้หลายอย่าง เช่น มโนทัศน์ ความคิดรวบยอด สังกัป ความรู้ที่เกิดจากการใช้ความคิดพิจารณาจัดระบบข้อเท็จจริง และประสบการณ์อย่างรอบคอบ ซึ่งแต่ละบุคคลอาจมีมโนคติที่แตกต่างกันได้ตามวุฒิภาวะและประสบการณ์ของบุคคล มโนคติ อาจแบ่งได้ 3 ประการดังนี้

2.1 มโนคติเกี่ยวกับการจัดแบ่งประเภท (Classification Concepts) เป็นมโนคติที่บ่งถึง คำจำกัดความ คำอธิบาย คำชี้แจง หรือคุณสมบัติของสิ่งต่างๆ

2.2 มโนคติเกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlational Concepts) เป็นมโนคติที่บ่งถึงความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ หรือสิ่งของในเชิงเปรียบเทียบ

2.3 มโนคติเกี่ยวกับสิ่งของที่มองไม่เห็น (Theoretical Concepts) เป็นมโนคติที่เกิดจากการจินตนาการของนักวิทยาศาสตร์

3 หลักการ เป็นความจริงที่สามารถทดสอบ พิสูจน์ได้ และได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้งเกิดจากการอุปมาน

4 กฎ คือ ข้อบังคับที่เป็นข้อความที่มีความสัมพันธ์กันระหว่าง เหตุและผล กฎ อาจถูกยกเลิกได้ เมื่อมีผลการทดลองที่น่าเชื่อถือ มาขัดแย้งและเป็นที่ยอมรับของสังคม

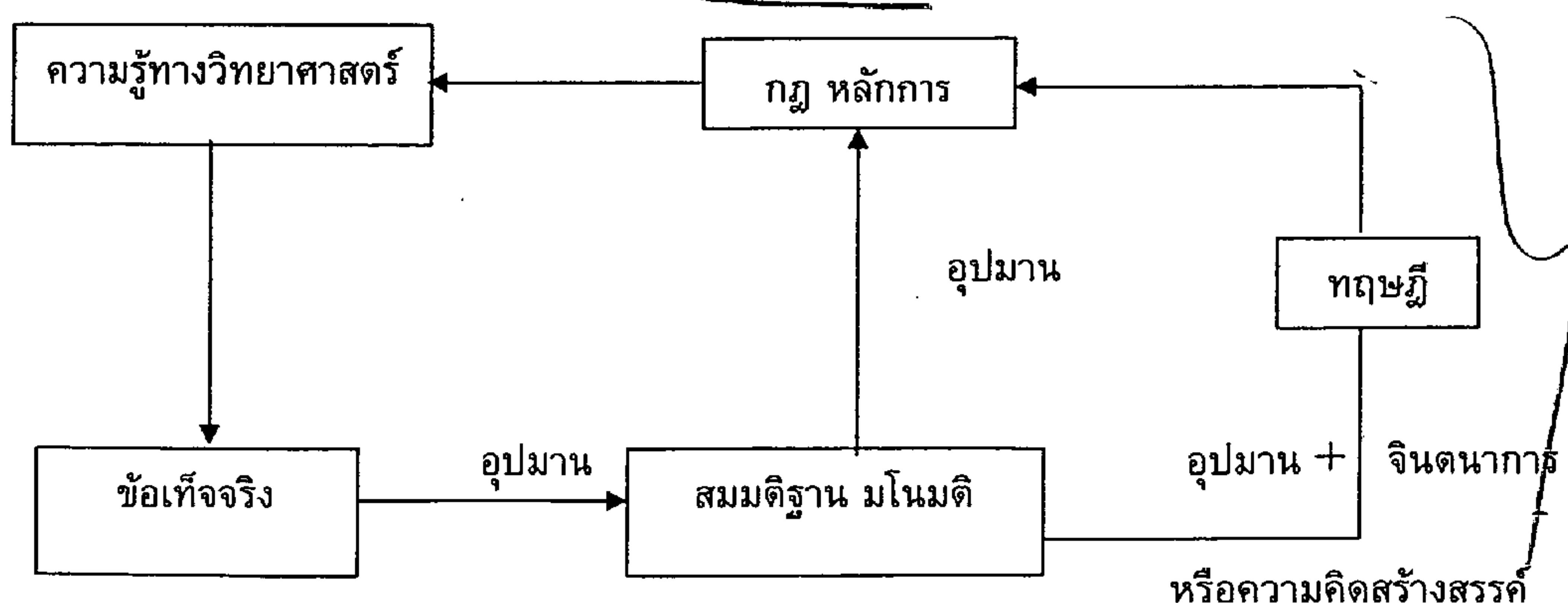
5 ทฤษฎี เป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเอง เพื่อใช้อธิบายกฎ หรือหลักการและนำไปพยากรณ์ปรากฏการณ์ต่างๆที่อยู่ในขอบเขต

6 สมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ เป็นข้อความที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้น เพื่อคาดคะเน คำตอบของปัญหาไว้ล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง จัดว่าเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่ง ความน่าเชื่อถือจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการศึกษาหลักฐาน และมีเหตุผลสนับสนุน มากน้อยเพียงใด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กำหนดความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้ (มุสดี ตามไท.2531: 55 - 57)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจหลักการ และทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการคิดและจินตนาการความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงอิทธิพล ผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำเนินชีวิต
7. เพื่อให้มนุษย์มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2535: 94 - 101) ได้กล่าวถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่า คือ ส่วนที่เป็นผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้-ดำเนินการค้นคว้าสืบเสาะตรวจสอบจนเป็นที่น่าเชื่อถือได้ ความรู้นั้นจะถูกรวบรวมไว้เป็นหมวดหมู่ ซึ่งสรุปความสัมพันธ์ได้ดังนี้



ภาพประกอบ 3 ความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3.2 กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการคิดและกระทำอย่างมีระบบ ที่นำมาใช้ในการแสวงหาความรู้ นั้น อาจแตกต่างกันบ้างแต่ก็มีลักษณะร่วมกัน ทำให้สามารถจัดเป็น ขั้นตอนได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลำดับขั้นตอนดังนี้ (ภพ เลหาไพบูลย์. 2542: 10)

1. ช้ันตั้งปัญหา
2. ช้ันตั้งสมมติฐาน
3. การรวบรวมข้อมูล โดยการสังเกตหรือการทดลอง
4. ช้ันสรุปผลการสังเกตหรือการทดลอง

ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธี แก่ปัญหาอื่นๆ เพื่อการศึกษาค้นคว้าให้ได้ผลดีนั้นขึ้นอยู่กับการคิด การกระทำที่เป็นอุปนิสัยของ ผู้คนที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการแสวงหาความรู้ เรียกว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์(Scientific attituded) ประกอบด้วยคุณลักษณะดังนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็น
2. ความเพียรพยายาม
3. ความมีเหตุผล
4. ความซื่อสัตย์
5. ความมีระเบียบ รอบคอบ
6. ความมีใจกว้าง

3.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science - AAAS) ได้พัฒนาโปรแกรมวิทยาศาสตร์ และตั้งชื่อโครงการนี้ว่า วิทยาศาสตร์กับการใช้กระบวนการ (Science: A Process Approach) หรือเรียกชื่อย่อว่าโครงการ ซาปา (SAPA) โครงการนี้แล้วเสร็จในปี ค.ศ. 1970 ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไว้ 13 ทักษะ ประกอบด้วยทักษะพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) 8 ทักษะ และทักษะ ช้้นพื้นฐานผสมผสาน (Intergrated Science Process Skills) 5 ทักษะ ดังนี้ (ภพ เลหาไพบูลย์. 2540: 14 - 29)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการวัด
3. ทักษะการคำนวณหรือการใช้ตัวเลข
4. ทักษะการจำแนกประเภท
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

8. ทักษะการพยากรณ์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

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

1. ทักษะการสังเกต (Observation)

การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสวัตถุหรือเหตุการณ์โดยไม่ใช้ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อาจแบ่งออกได้เป็นประเภท คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1.1 ชีบ่งและบรรยายคุณสมบัติของวัตถุได้โดยใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. ทักษะการวัด (Measurment)

การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีการวัดและวิธีการใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนักและอื่นๆ ได้ถูกต้อง

2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. ทักษะการจำแนกประเภท (Classification)

การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวก หรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งของที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยที่เกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้
- 3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้
- 3.3 เกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา (Space / Space Relationship and Space – time Relationship)

สเปสกับวัตถุ หมายถึง ที่ว่างของวัตถุนั้นครองที่ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสกับสเปสของวัตถุ มี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติกับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 4.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติที่กำหนดให้ได้
- 4.2 วาดรูป 2 มิติจากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
- 4.3 บอกชื่อของรูปทรงและรูปทรงเรขาคณิตได้
- 4.4 ความสัมพันธ์ของรูป 2 มิติ เช่น ระบรูป 3 มิติที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุสามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (2 มิติ) เป็นต้นกำเนิดเงา
- 4.5 บอกรูปกรวยรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน
- 4.6 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุได้
- 4.7 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของวัตถุหนึ่ง
- 4.8 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจก และภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้ ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา
- 4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา
- 4.10 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่างๆ

กับเวลาได้

5. ทักษะการคำนวณ (Using Number)

การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนับตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้ มาคิดโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

5.1 การนับ ได้แก่

- 5.1.1 จำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง
- 5.1.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้
- 5.1.3 ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.1.4 ตัดสินว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.2 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

5.2.1 บอกวิธีหาค่าเฉลี่ย

5.2.2 หาค่าเฉลี่ย

5.2.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)

การจัดการกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูล ชัดขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตารางแผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลให้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการนำเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการนำเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กระทั่งจัด
จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสภาพที่ตนสื่อความหมาย
ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Infering)

การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็น
ให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์มาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ (Prediction)

การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์
ที่เกิดขึ้นๆ หลักการ กฎ ทฤษฎี ที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ
การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ กับพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

8.1 การทำนายทั่วไป เช่น ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือ
ทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น

8.2.1 ทำนายผลที่จะเกิดภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.2.2 ทำนายผลที่เกิดภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulation Hypothesis)

การตั้งสมมติฐาน คือ คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มักกล่าวเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น(ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้จะถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายหรือขอบเขตของคำต่างๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and controlling Variables)

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่ต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมสิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่ทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่สามารถควบคุมให้เหมือนกัน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting)

การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ การทดลองประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด

12.1.1 วิธีการทดลอง ซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร

12.1.2 อุปกรณ์ หรือสารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติทดลองจริง

12.3 การบันทึกการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกตการวัดและอื่นๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

12.3.1 การออกแบบการทดลองโดย กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้อง
เหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

12.3.2 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม

12.3.3 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting data and conclusion)

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมาย หรือบรรยายคุณลักษณะ และสมบัติ
ของข้อมูลที่มีอยู่

การตีความหมายในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ ด้วย เช่น
ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

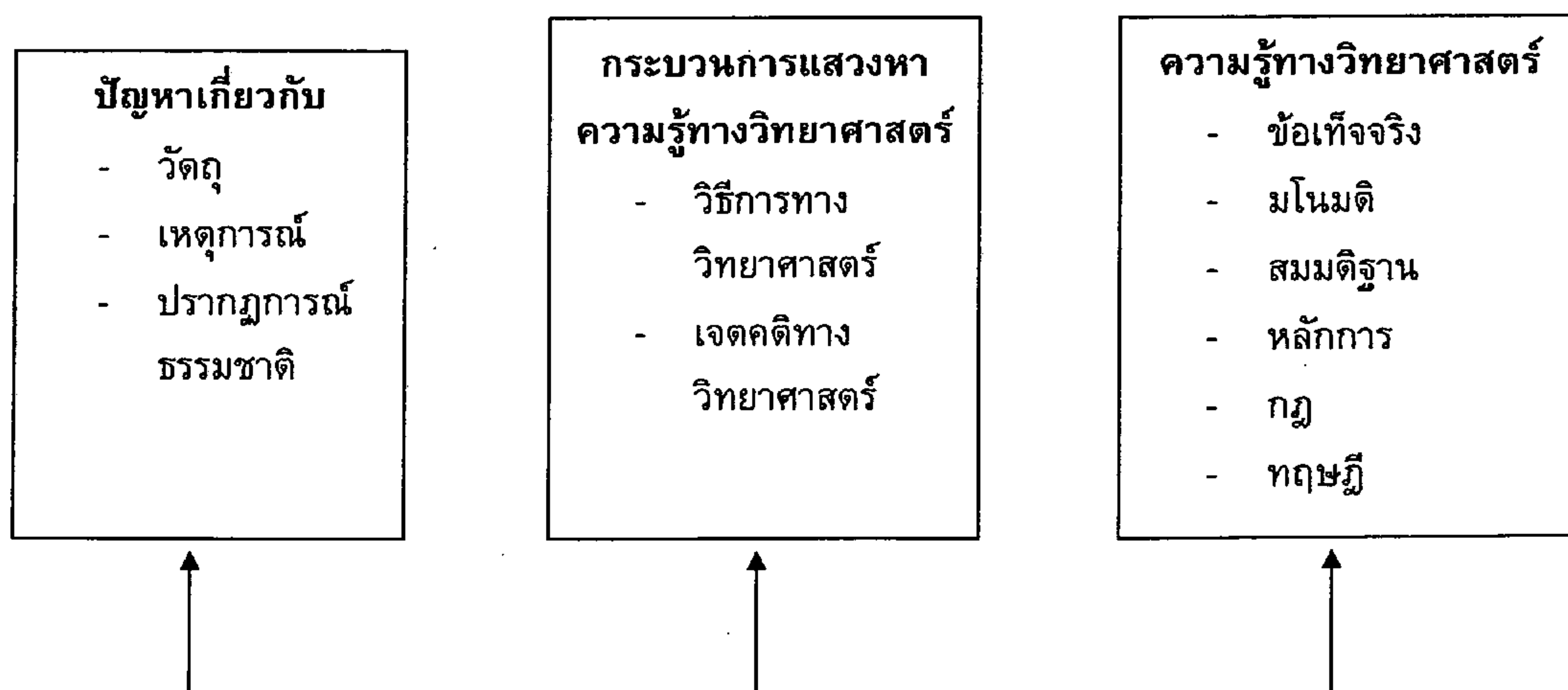
การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว

13.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (การตีความหมาย
ข้อมูลที่ต้องอาศัยทักษะการคำนวณ)

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

ทักษะดังกล่าวเป็นทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในการศึกษา
วิทยาศาสตร์จะต้องให้นักเรียนได้ทั้งความรู้ และมีทักษะในการแสวงหาความรู้ ซึ่งสมจิต สวชน
ไพบุลย์ (2535: 103) ได้สรุปความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้



ภาพประกอบ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้รับเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะต้องวัดผลทั้งสองลักษณะ และเพื่อความสะดวกในการประเมินผล ผู้วิจัยได้นำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ ไปสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับเป็นเกณฑ์วัดผล ว่านักเรียนได้เรียนรู้ไปมากน้อยหรือลึกซึ้งเพียงใด 4 พฤติกรรม ดังนี้ (ประวิตร ชูศิลป์. 2524: 21 -31)

1. ความรู้ - ความจำ หมายถึง ความสามารถระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วเกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ และสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังอีกสัญลักษณ์หนึ่ง

3. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ หรือจากที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้วโดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการสังเกต การวัด การคำนวณ การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายและการลงข้อสรุป

จากเอกสารข้างต้นผู้วิจัยได้นำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน คือ ความรู้ - ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสารและสมบัติของสาร

4. เอกสารเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

"การคิดอย่างมีวิจารณญาณ" มาจากภาษาอังกฤษว่า Critical thinking การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดอย่างมีทิศทาง เป็นการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งมีผู้ให้ชื่อเรียกที่แตกต่างกัน ได้แก่ ความคิดแบบวิพากษ์วิจารณ์ การคิดเป็นคิดอย่างมีเหตุผล การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ การคิดวิจารณ์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

4.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

อรุณี รัตนวิจิตร (2543: 7) กล่าวว่า การคิดวิจารณ์ หมายถึง การคิดหรือกระบวนการคิดพิจารณา ไตร่ตรองอย่างรอบคอบ และประเมินเกี่ยวกับข้อมูลหรือสภาพการณ์ที่ปรากฏ โดยใช้ความรู้ ความคิดและประสบการณ์ของตนเองในการสำรวจหลักฐานอย่างรอบคอบ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งในการพิจารณากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้น สามารถทำได้โดยอาศัยแนวทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิจารณ์ และส่วนประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

วนิดา ปานโต (2543: 11) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง กระบวนการใช้สติปัญญาในการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบ มีเหตุผล มีการประเมินสถานการณ์ เชื่อมโยงเหตุการณ์ สรุปความ ตีความ โดยอาศัยความรู้ ความคิดและประสบการณ์ของตน ในการสำรวจหลักฐานอย่างละเอียด เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่สมเหตุสมผล ซึ่งกระบวนการต่างๆ ดังกล่าวใช้ทักษะความรู้ความสามารถพื้นฐาน 5 ด้าน คือ การนิยามปัญหา การเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง การตระหนักในข้อตกลงเบื้องต้น การกำหนดและเลือกสมมติฐาน และการลงข้อสรุป อย่างสมเหตุสมผล

สุนันหา สายวงศ์ (2544: 37) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การคิดพิจารณา ไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลหรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหา โดยใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์ของตนเองในการพิจารณาหลักฐานและข้อมูลต่างๆ เพื่อนำไปสู่การสรุปอย่างสมเหตุสมผล

ดำรงค์ จารุโส (2542: 53) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง กระบวนการคิดไตร่ตรองพิจารณาอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลที่เป็นปัญหา ข้อโต้แย้ง หรือข้อมูลที่คลุมเครือ เพื่อตัดสินใจ และนำไปสู่การสรุปข้อยุติอย่างสมเหตุสมผลมาพิจารณาร่วมกัน กระบวนการคิดอย่าง มีวิจารณญาณซึ่งเป็นกระบวนการคิด 5 ขั้นตอน คือ การนิยามปัญหา การรวบรวมข้อมูล การสรุปอ้างอิงโดยใช้หลักตรรกศาสตร์

ดิวอี้ (Dewey.1933: 30) ได้เสนอว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การคิดใคร่ครวญไตร่ตรอง ดิวอี้ อธิบายว่าขอบเขตของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า เป็นการคิดที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ที่มีความยุ่งยากและสิ้นสุดด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน

วัตสันและเกลเซอร์ (Watson and Glaser.1964: 10) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วย ทักษะในการสืบเสาะหาความรู้ในการหาแหล่งข้อมูลอ้างอิง และทักษะในการใช้ความรู้และทักษะ

กู๊ด (Good.1973: 680) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า เป็นการคิดอย่างรอบคอบตามหลักการของการประเมินและมีหลักฐานอ้างอิง เพื่อหาข้อสรุปที่เป็นไปได้ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมด และใช้กระบวนการตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้อง

สรุปได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การคิดพิจารณาสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างละเอียดรอบคอบ ไตร่ตรองอย่างมีเหตุผล เพื่อหาข้อสรุปที่ดีที่สุด และเป็นไปได้มากที่สุด โดยใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ คือ การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน ขันทดลองและสรุปผลการทดลอง

4.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ทฤษฎีพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของเพียเจต์ (Piaget)

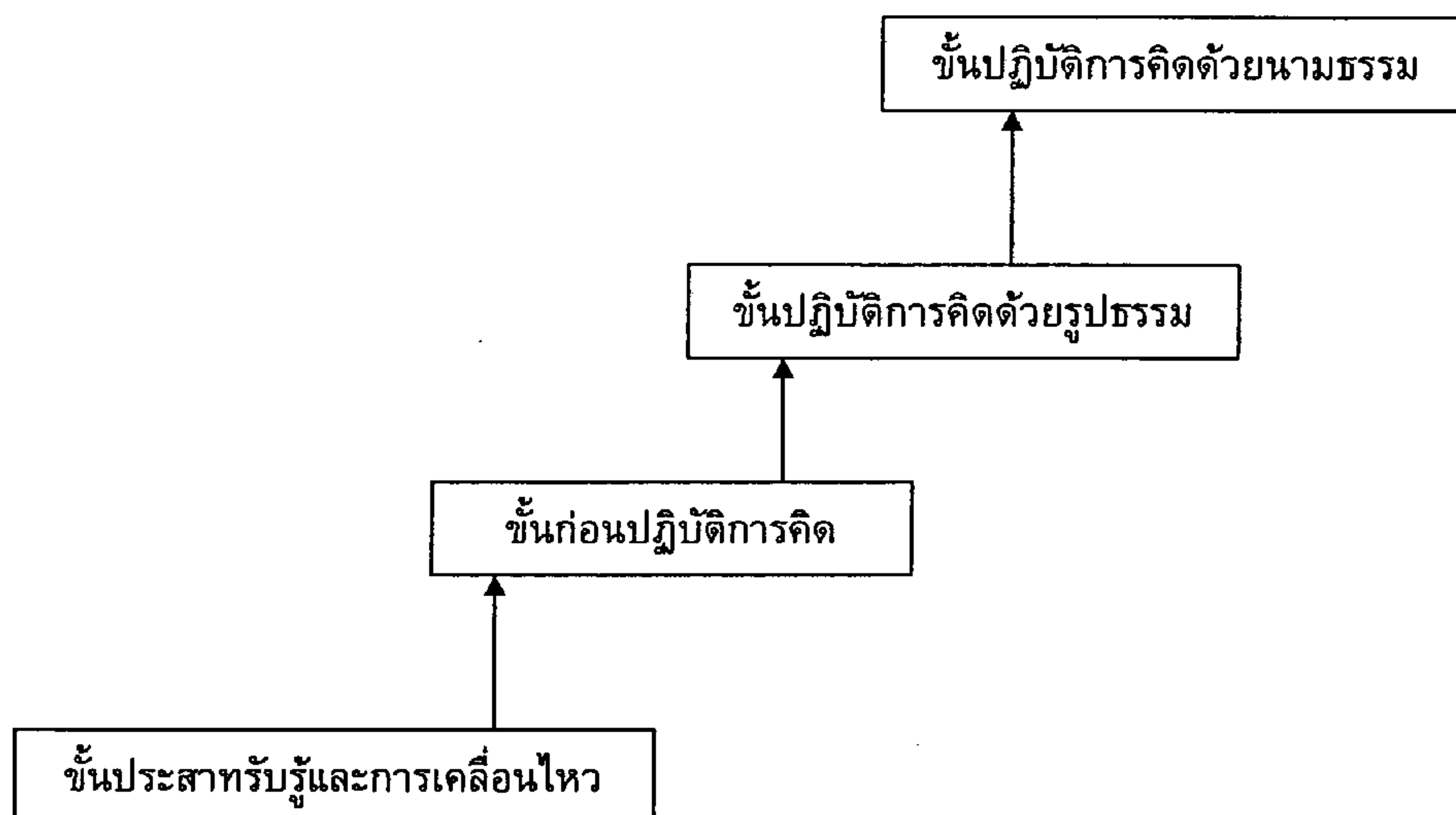
เพียเจต์ศึกษาทฤษฎีพัฒนาการทางเชาว์ปัญญา โดยการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเด็กว่ามีการปรับตัวและแปลความหมายสิ่งของ และเหตุการณ์ในสิ่งแวดล้อมของตนด้วยวิธีการใด เพียเจต์ มีแนวคิดที่ว่า เชาว์ปัญญาเป็นการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ส่วนพัฒนาการทางเชาว์ปัญญา เป็นผลมาจากประสบการณ์ที่เด็กมีปฏิสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องกับสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่เกิดการปฏิสัมพันธ์นี้ทำให้มีการปรับตัวอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้เกิดความสมดุลระหว่างบุคคลและสิ่งแวดล้อมภายนอก รวมทั้งกระบวนการคิดของคน การปรับตัวประกอบด้วย การปรับรับเข้า โครงสร้าง และการการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง

การปรับรับเข้าโครงสร้าง หมายถึง การตีความ หรือการรับเอาข้อมูลจากภายนอกเข้าสู่โครงสร้างทางความคิดโดยอาศัยความรู้หรือวิธีการที่มีอยู่แล้ว

การปรับเปลี่ยนโครงสร้าง หมายถึง การปรับเปลี่ยนโครงสร้างตามคุณสมบัติของวัตถุหรือสิ่งแวดล้อม ดังนั้น การปรับรับเข้าสู่โครงสร้าง จึงเป็นกระบวนการปรับเปลี่ยนสิ่งแวดล้อมให้เข้ากับความคิดของตน และการปรับเปลี่ยนโครงสร้างจึงเป็นการปรับโครงสร้างทางความคิดให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ความคิดที่เกิดจากกระบวนการปรับรับเข้าโครงสร้าง และปรับเปลี่ยนโครงสร้าง เรียกว่า โครงสร้างความคิด โครงสร้างความคิด จะมีการปรับเปลี่ยนอยู่เสมอ เพื่อให้เกิดความ สมดุลทางความคิด ถ้าบุคคลได้พบกับข้อมูล หรือสภาพการณ์ที่ก่อให้เกิดความขัดแย้ง หรือเกิดปัญหาขึ้นก็จะอยู่ในสภาวะที่ไม่สมดุล จำเป็นต้องมีการปรับโครงสร้างความคิดใหม่ เพื่อให้เกิดความสมดุลกระบวนการดังกล่าว ทำให้บุคคลสามารถพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างรอบคอบ สมเหตุสมผล ซึ่งเป็นความสามารถทางสมองที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง เรียกว่า ขั้นพัฒนาการขั้นพัฒนาการ จะเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องตามลำดับขั้น และพัฒนาการในขั้นต้น ก็จะเป็นพื้นฐานของพัฒนาการความสามารถทางสมองของมนุษย์ เริ่มต้นแต่แรกเกิดไปจนถึงสูงสุด ในช่วงอายุประมาณ 15 ปี ซึ่งแบ่งลำดับการพัฒนาการเป็น 4 ระยะดังนี้

1. ขั้นประสาทรับรู้และการเคลื่อนไหว อายุระหว่างแรกเกิดถึง 2 ปี ระยะนี้เด็กจะมีปฏิกิริยาต่อสภาพจริง ๆ รอบตัว เด็กจะรับรู้เฉพาะสิ่งที่ป็นรูปธรรม
2. ขั้นก่อนการปฏิบัติการคิด อายุ 2 - 7 ปี ระยะนี้เด็กจะเริ่มใช้สัญลักษณ์แทนสิ่งของ ความคิดของเด็กจะขึ้นอยู่กับการรับรู้เป็นส่วนใหญ่ ยังไม่สามารถคิดแบบใช้เหตุผลคิดย้อนกลับไปได้ เด็กจะเริ่มใช้ภาษาและแยกสิ่งต่างๆ รอบตัวได้
3. ขั้นการคิดด้วยรูปธรรม อายุระหว่าง 7 - 11 ปี เป็นขั้นที่ความคิดและสติปัญญาก้าวหน้ามาก เด็กสามารถเข้าใจความคงตัวของสิ่งของได้แม้ว่ารูปร่างจะเปลี่ยนไป เด็กสามารถคิดได้อย่างกว้างขวาง สามารถคิดย้อนกลับและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นได้ ความสามารถนี้เป็นรากฐานสำหรับการพัฒนาสติปัญญาและการคิดในขั้นต่อไป

4. ขั้นการคิดด้วยนามธรรม อายุประมาณ 11 ปีขึ้นไป เด็กสามารถเข้าใจสิ่งที่ป็นนามธรรม คิดหาเหตุผล สามารถตั้งสมมติฐานและทดสอบโดยอาศัยเหตุผล พร้อมทั้งเห็นว่าความเป็นจริง ที่เห็นได้ไม่สำคัญเท่ากับการคิดถึงสิ่งที่จะเป็นไปได้ เด็กจะมีการคิดเป็นเหตุเป็นผลไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ สามารถคิดเองได้ โดยไม่ต้องเห็นของจริง (ประสาธ อิศรปริดา. 2523: 122 - 123)



ภาพประกอบ 5 แสดงการพัฒนาทางสติปัญญาของมนุษย์ตามวิธีการของเพียเจต์

ทฤษฎีของเพียเจต์ อธิบายพัฒนาการของการคิดจากขั้นหนึ่งไปสู่ขั้นหนึ่งอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ คือ การเจริญเติบโตของร่างกายและวุฒิภาวะ ประสบการณ์ทางกายภาพของทางสมอง ประสบการณ์ทางสังคม และสภาวะสมดุลซึ่งเป็นกระบวนการที่แต่ละคนใช้ในการปรับตัว ขั้นพัฒนาการคิดจะมีการเปลี่ยนแปลงตามลำดับขั้น ซึ่งพัฒนาการในขั้นต้นจะเป็นพื้นฐานของการพัฒนาการในขั้นสูงและพัฒนาการคิดแต่ละคนมีลักษณะเดียวกัน แต่จะแตกต่างกัน ในด้านอัตราความเร็วในการเกิดของแต่ละระดับของการพัฒนาการ

4.3 กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

เดรสเซลและเมฮิว (Dressel and Mayhew.1957: 179 - 181) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

1. ความสามารถในการนิยามปัญหา เป็นความสามารถในการวิเคราะห์ข้อความหรือสถานการณ์ต่างๆ ที่เป็นปัญหาแล้วสามารถบอกลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้นได้ และการนิยามปัญหานั้นมีความสำคัญมากสำหรับการอ่านและการฟังเรื่องราวต่างๆ
2. ความสามารถในการเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นความสามารถในการพิจารณาและเลือกข้อมูลเพื่อนำมาแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง การพิจารณาความพอเพียงของข้อมูล

การจัดระบบข้อมูล และความสามารถนี้เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับความคิดที่จะใช้ในการ แก้ปัญหาต่างๆ และมีผลกับความสามารถในการมองเห็นว่าอะไรคือปัญหาที่แท้จริง

3. ความสามารถในการตระหนักในข้อตกลงเบื้องต้น เป็นความสามารถในการพิจารณาแยกแยะว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น และข้อความใดไม่ใช่ข้อตกลงเบื้องต้นของข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ความสามารถนี้มีความสำคัญ เพราะว่าทำให้ความแตกต่างของข้อมูลเพื่อลงความเห็นว่าจะยอมรับหรือไม่

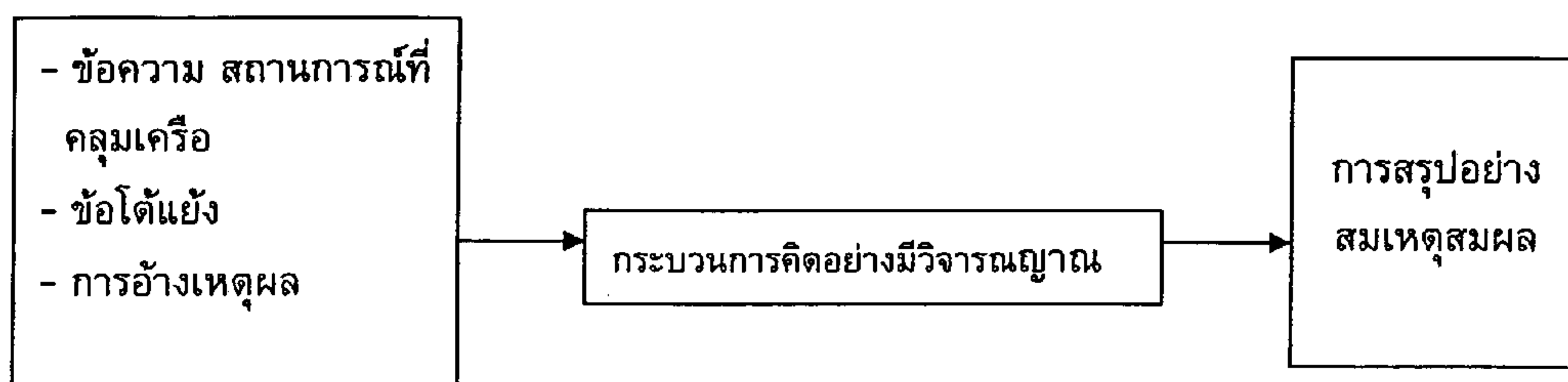
4. ความสามารถในการกำหนดและเลือกสมมติฐาน เป็นความสามารถในการกำหนด หรือเลือกสมมติฐานจากข้อความ หรือสถานการณ์ให้ตรงกับปัญหาในข้อความ หรือสถานการณ์นั้น ความสามารถนี้มีความสำคัญ เพราะทำให้มีความรอบคอบและความพยายามในการคิดถึงความเป็นไปได้ของการแก้ปัญหา หรือความเป็นไปได้ของสมมติฐาน

5. ความสามารถในการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล เป็นความสามารถในการคิดพิจารณาข้อความเกี่ยวกับเหตุและผลโดยคำนึงถึงข้อเท็จจริงที่เป็นสาเหตุ ความสามารถนี้มีความสำคัญ เพราะสามารถทำให้สามารถลงความเห็นตามความจริงจากหลักฐานหรือข้อมูลที่มีอยู่

5/1001 ดีคาโล (Decaroli.1973: 67 - 69) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับ กระบวนการคิดอย่างมี
~~วิจารณ์ญาณ~~ ดังนี้

1. การนิยาม เป็นการกำหนดปัญหา ทำความตกลงเกี่ยวกับความหมายของคำ ข้อความ และการกำหนดเกณฑ์
2. การแสวงหาสมมติฐาน การคิดถึงความสัมพันธ์เชิงเหตุผล การหาทางเลือก และการพยากรณ์
3. การประมวลผลข่าวสาร เป็นการระบุข้อมูลที่จำเป็น รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องหาหลักฐาน และจัดระบบข้อมูล
4. การตีความหมายข้อเท็จจริงและการสรุปอ้างอิงจากหลักฐาน การระบุข้อคิด
5. การใช้เหตุผล โดยระบุเหตุและผล ความสัมพันธ์เชิงตรรกศาสตร์
6. การประเมินผล โดยอาศัยเกณฑ์ การกำหนดความสมเหตุสมผล

อรุณี รัตนวิจิตร (2543: 11) สรุปเกี่ยวกับความหมายของการคิดวิจารณ์ญาณมาประกอบกับกระบวนการคิดวิจารณ์ญาณจะได้ลักษณะกระบวนการคิดวิจารณ์ญาณดังภาพประกอบ 5

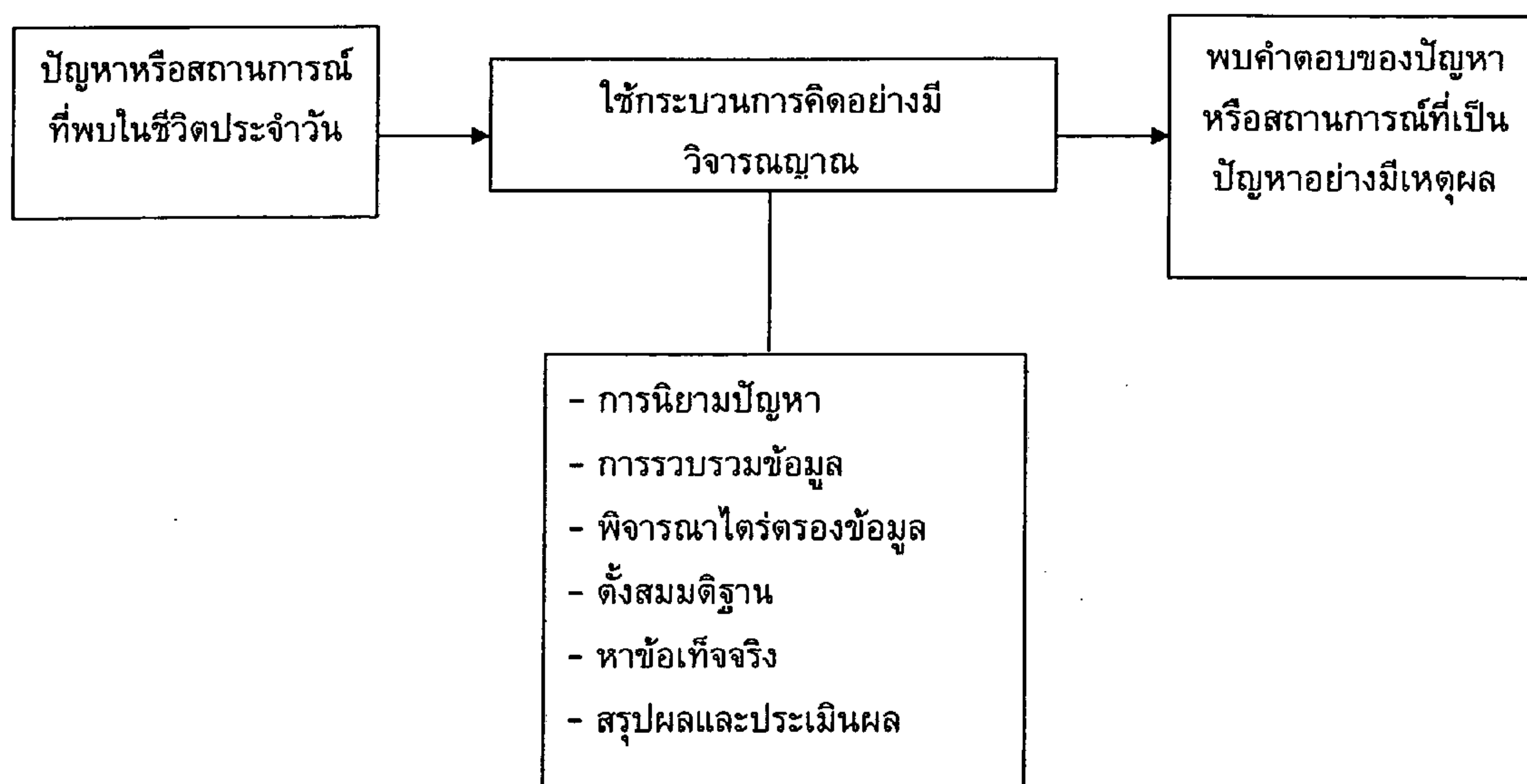


ภาพประกอบ 6 ลักษณะกระบวนการคิดวิจารณ์

จากภาพประกอบ 6 สามารถอธิบายกระบวนการคิดวิจารณ์ได้ว่า ประกอบด้วย กระบวนการต่างๆ ดังนี้

1. การระบุหรือทำความเข้าใจเกี่ยวกับประเด็นปัญหา ข้อคำถาม ข้ออ้าง หรือ ข้อโต้แย้ง ซึ่งจะต้องอาศัยความสามารถในการพิจารณาข้อมูลหรือสถานการณ์ที่ปรากฏเพื่อกำหนดประเด็นปัญหา ข้อสงสัยและประเด็นหลักที่พิจารณา
2. การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่พิจารณาจากแหล่งต่างๆ ที่มีอยู่ ซึ่งจะต้องอาศัยความสามารถในการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ได้แก่ ข้อมูลโดยการสังเกต ทั้งทางตรงและทางอ้อม รวมทั้งการใช้ข้อมูลจากประสบการณ์เดิม
3. การพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูล และการระบุความพอเพียงของข้อมูล โดยอาศัยจากการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล การประเมินความถูกต้องของข้อมูล และการพิจารณาความถูกต้องของข้อมูลในเชิงปริมาณและคุณภาพ ตามประเด็นที่พิจารณา
4. การระบุลักษณะข้อมูล โดยอาศัยความสามารถในการพิจารณาความแตกต่างของข้อมูล การตีความข้อมูล การจัดลำดับความสำคัญข้อมูล การสังเคราะห์ เพื่อให้เป็นแนวทางในการพิจารณาดังสมมติฐาน
5. การตั้งสมมติฐาน เพื่อกำหนดขอบเขต แนวทางของการพิจารณาหาข้อสรุป ที่อาจเป็นไปได้ของคำถาม ประเด็นปัญหา หรือข้อโต้แย้ง
6. การลงข้อสรุป โดยอาศัยความสามารถในการใช้เหตุผลทั้งแบบอุปนัยและนิรนัย
7. การประเมินข้อสรุป เป็นการประเมินความสมเหตุสมผลของข้อสรุป โดยอาศัยความสามารถในการวิเคราะห์และการประเมิน

จากที่มีนักการศึกษาหลายท่านได้ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผู้วิจัยสรุปได้ดังภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 การใช้กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณในชีวิตประจำวัน

จากภาพดังกล่าวอธิบายได้ว่าในชีวิตประจำวันเราอาจพบปัญหาหรือสถานการณ์ต่างๆ ที่เป็นปัญหา เราสามารถหาคำตอบของปัญหาดังกล่าวได้ โดยใช้กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยการนิยามปัญหา รวบรวมข้อมูลต่างๆ พิจารณาไตร่ตรองข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ตั้งสมมติฐาน คาดคะเนคำตอบของปัญหาไว้ล่วงหน้า ค้นหาความจริงหรือข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้น จากนั้นลงข้อสรุปให้ได้คำตอบของปัญหา และตรวจสอบดูอีกครั้งว่า คำตอบที่ได้มานั้นถูกต้องหรือ ไกล่เคียงข้อเท็จจริงมากเพียงใดโดยการประเมินผล

ในการศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของเดรสเซลและเมย์ฮิว (Dressel and Mayhew.1957: 179 - 181) โดยการปรับปรุงข้อความ และสถานการณ์ที่ใช้ในการออกแบบทดสอบ ให้มีความเหมาะสมกับเนื้อหาและกลุ่มตัวอย่าง ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามแนวคิดของเดรสเซลและเมย์ฮิว ประกอบด้วยลักษณะการคิด 5 ด้าน ได้แก่ ความสามารถในการนิยามปัญหา ความสามารถในการรวบรวมข้อมูล ความสามารถในการจัดระบบข้อมูล ความสามารถในการตั้งสมมติฐานและความสามารถในการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

4.4 ลักษณะของผู้มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะแล้ว

ไบเออร์ (Beyer.1985) กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่คิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

1. คิดตั้งคำถาม
2. วิเคราะห์ข้อสันนิษฐาน
3. ใช้เหตุผล สามารถหาข้อยุติจากข้อเสนอหรือหลักฐานที่มีอยู่หลากหลาย
4. รู้จักใช้มุมมองต่าง ๆ กันในการตีความ เพื่อให้เข้าใจได้ดีขึ้น
5. ใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เคารพต่อเหตุผล ยอมเปลี่ยนจุดยืนเมื่อมีเหตุผลที่ดี
6. แยกแยะ หาข้อสรุป หรือข้อตัดสินใจที่ตั้งอยู่บนหลักความจริงที่เชื่อถือได้ มีความแม่นยำ สามารถถกเถียงอย่างสร้างสรรค์

เอนนิส (Ennis.1985) แบ่งลักษณะการแสดงออกของผู้มีการคิดวิจารณ์ไว้ 12 ข้อ ดังนี้

1. พุด เขียน หรือสื่อความเข้าใจอย่างมีความหมายชัดเจน
2. กำหนดประเด็นหรือปัญหาได้อย่างชัดเจน
3. พิจารณาสถานการณ์ต่าง ๆ ในภาพรวม
4. พยายามค้นหาเหตุผลและใช้เหตุผล
5. เป็นผู้ที่มีความรู้ทันสมัยอยู่เสมอ
6. พิจารณาทางเลือกหลายๆ ทาง
7. แสวงหาความถูกต้อง แม่นยำให้มากที่สุด
8. ตระหนักถึงความเชื่อพื้นฐานของตนเอง
9. เปิดใจกว้างในการพิจารณาทรรศนะอื่นๆ นอกเหนือจากแนวคิดของตนเอง
10. ไม่ด่วนวินิจฉัย ตัดสินใจในกรณีที่หลักฐานและเหตุผลไม่พอเพียง
11. ยืนยันข้อสรุปหรือเปลี่ยนแปลงเมื่อมีหลักฐานและเหตุผลที่พอเพียง
12. มีการคิดวิเคราะห์ด้วยตนเอง

จากการที่นักการศึกษาหลายท่าน ได้ศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของผู้มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทำให้ผู้วิจัยสรุปลักษณะได้ดังนี้

1. เป็นคนมีเหตุผลไม่เชื่ออะไรง่ายๆ
2. รักการอ่านและรักการค้นคว้าหาความรู้อยู่เสมอ
3. มีความเชื่อมั่นในความคิดของตนเอง
4. มีใจกว้างรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
5. ไม่ด่วนสรุปต้องมีข้อมูลหรือหลักฐานยืนยัน
6. มีความอดทนและเพียรพยายาม

4.5 แนวทางการสอนให้นักเรียนมีความคิดอย่างมีวิจารณญาณ

เบเยอร์ (Beyer. 1985: 279 – 303) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการเรียนการสอน ไว้ดังนี้

1. แนะนำทักษะที่ฝึก
2. ผู้เรียนทบทวนกระบวนการค้น ทักษะ กฎ และความรู้เกี่ยวกับทักษะที่จะฝึก
3. ผู้เรียนใช้ทักษะเพื่อบรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนด
4. ผู้เรียนทบทวนสิ่งที่เกิดขึ้นในสมองขณะที่ทำกิจกรรม

อุษณีย์ โพธิสุข (2537: 99 - 100) ได้เสนอแนวการสอน เพื่อช่วยปรับปรุงความคิดอย่างมีวิจารณญาณของเด็กไว้ ดังนี้

1. ประสบการณ์ตรง การให้เด็กศึกษาเรื่องชุมชนของเรา จากหนังสืออาจไม่ดีเท่าให้เด็กไปสถานที่ที่เป็นชุมชนของตนเอง เช่น โรงพยาบาล โรงพัก ตลาด บ้านผู้ใหญบ้าน และกิจกรรมที่เขาทำอยู่ว่ามีอะไรบ้าง มีประโยชน์อย่างไร การจัดให้เด็กไปทัศนศึกษาหรือ เปิดโอกาสให้เด็กทดลองปฏิบัติสิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง จะเป็นการให้โอกาสที่สำคัญ

2. การทำวิจัย หรือการศึกษาหาความรู้ ความจริงด้วยตนเอง เป็นทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง และให้เด็กได้มีขั้นตอนในการศึกษาอย่างถูกต้อง เช่น การทำรายงานเรื่อง “ไดโนเสาร์” เป็นต้น

3. การใช้กิจกรรมเป็นสื่อกระตุ้นความคิด เช่น การพาไปดูการไต่เวที จัดให้ไต่เวที การอภิปรายหัวข้อต่างๆ การจัดมุมหรือชมรมนักคิด ฯลฯ

4. การใช้สถานการณ์สมมติ เป็นกิจกรรม และวิธีสอนที่จะทำให้เด็กเกิดความรู้ความเข้าใจกระจ่างขึ้น และมองเห็นปัญหาที่เกิดขึ้น รวมทั้งการพยายามคิดค้นการแก้ปัญหา

5. ให้นักเรียนได้มีโอกาสเสนอผลงานสิ่งที่ตนเองศึกษามา ให้ผู้อื่นฟังอาจเป็นเพื่อนระดับเดียวกัน หรือเพื่อนต่างระดับ หรือให้คนอื่นฟัง

6. กิจกรรมกลุ่ม การระดมพลังสมอง การระดมความคิด การไตร่ตรองความคิดของกลุ่ม รวมถึงการวิจารณ์อย่างมีเหตุผล การวิจารณ์ในทางสร้างสรรค์ ล้วนเป็นทักษะระดับสูงทางสติปัญญาและทางสังคมทั้งสิ้น สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้เด็กได้มีข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับความคิดของตนเองและผู้อื่น รวมทั้งกลยุทธ์ทางความคิดของผู้อื่นได้เป็นอย่างดี

หนึ่งนุช กาพภักดี (2543: 80) ได้สรุปแนวการสอนเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ ดังนี้

1. เสนอสถานการณ์ที่กระตุ้นให้คิด
2. คิดอย่างเป็นระบบโดยใช้เหตุผล
3. นำข้อมูลต่างๆ มาใช้ในกระบวนการคิดบนพื้นฐานของความจริง ความดีงาม ความถูกต้อง
4. คิดและตัดสินใจ ลงมือปฏิบัติ
5. ตรวจสอบ วัด และประเมินผลการปฏิบัติรวมทั้งการประเมินผลของตนเอง

ดังนั้นผู้วิจัย จึงสรุปแนวการสอนเพื่อพัฒนาความคิดอย่างมีวิจารณญาณมีดังนี้

1. สร้างสถานการณ์ที่ทำให้นักเรียนได้คิด
2. ใช้นวัตกรรมการสอนที่หลากหลายและแปลกใหม่เพื่อให้ผู้เรียนเกิด ความสนใจ
3. กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการค้นคว้าหาคำถามหาความรู้อยู่เสมอ
4. ใช้กิจกรรมกลุ่ม การทำงานร่วมกัน
5. ฝึกให้รู้จักคิด รู้จักวิเคราะห์และประเมินตนเองและผู้อื่น

4.6 การประเมินผลการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

Cornell Critical Thinking Test พัฒนาโดย Ennis และ Millman(1985) พัฒนาขึ้นมาโดยยึดหลักทฤษฎีของ Ennis ทฤษฎีนี้ได้กำหนดว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ

1.1 การนิยามปัญหา/ สิ่งที่เกี่ยวข้องและการทำให้กระจ่าง (Define and clarity) ซึ่งประกอบด้วยความสามารถต่างๆ ดังนี้

1.1.1 ระบุประเด็นปัญหาต่างๆ ที่สำคัญ (Identify Problems) ระบุข้อสรุป (Identify Conclusion)

1.1.2 ระบุเหตุผลที่ปรากฏและไม่ปรากฏ (Identify Reasons)

1.1.3 ตั้งคำถามให้เหมาะสมในแต่ละสถานการณ์ (Identify appropriate questions to ask)

1.1.4 ระบุข้อตกลงเบื้องต้น (Identify assumptions)

1.2 การพิจารณาตัดสินข้อมูล (Judge information) ซึ่งประกอบด้วยความสามารถต่างๆ ดังนี้

1.2.1 ตัดสินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต (Determine credibility of source and observation)

1.2.2 การตัดสินความเกี่ยวข้องของข้อมูลกับปัญหา (Determine relevance)

1.2.3 ตระหนักในความคงเส้นคงวาของข้อมูล (Recognize consistency)

1.3 การอ้างอิงเพื่อการแก้ปัญหาและการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล (Inference solving problem and draw reasonable conclusion) ซึ่งประกอบด้วยความสามารถต่างๆ ดังนี้

1.3.1 ตัดสินสรุปแบบอุปนัยและอ้างอิง (Infer and judge inductive conclusions)

1.3.2 การนิรนัย (Dedction)

1.3.3 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นตามมา (Predict probable consequence)

คู่มือการใช้แบบทดสอบสอบ ได้ระบุถึงผู้คิดอย่างมีวิจารณญาณว่า จะต้องมีความสามารถในการตัดสินใจว่าสิ่งเหล่านี้ที่เกิดขึ้นหรือไม่ ซึ่งมี 10 ลักษณะ ดังนี้

1. ข้อความที่ใช้สืบเนื่องจากข้อความที่กำหนดให้ (Premises)
2. สิ่งที่กำลังกล่าวถึงเป็นข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption)
3. สิ่งที่กำลังกล่าวถึงได้มีความตรง (Validity)
4. สิ่งที่ถูกกล่าวหาเชื่อถือได้ (Reliable)

5. การสรุปอ้างอิงเบื้องต้นมีความถูกต้อง (Simple generalization)
6. สมมติฐานมีความสมเหตุสมผล (Hypothesis)
7. ทฤษฎีที่ใช้มีความเหมาะสม (Theory)
8. ประเด็นโต้แย้งขึ้นกับประเด็นที่คลุมเครือ (Ambiguity)
9. ข้อความที่ใช้มีความเฉพาะและชัดเจน (Specific)
10. การใช้เหตุผลได้ตรงประเด็น (Relevant)

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544) ได้สรุปพฤติกรรมของบุคคลที่มีการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ ประกอบด้วยลักษณะดังนี้

1. สามารถนิยามปัญหา โดยกำหนดปัญหา ข้อโต้แย้ง หรือข้อมูลที่คลุมเครือให้ชัดเจน และเข้าใจความหมายของคำ ข้อความหรือแนวคิด

2. สามารถในการคิดรวบรวมข้อมูล โดยการสังเกตปรากฏการณ์ต่างๆ ด้วยการเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือ แสวงหาความรู้ที่ทันสมัย

3. สามารถจัดระบบข้อมูล โดยแสวงหาที่มาของข้อมูล วิจัยนัยความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล พิจารณาความเพียงพอของข้อมูล ระบุนิยามเบื้องต้นของข้อความ จัดระบบข้อสนเทศต่างๆ เช่น การจำแนกความแตกต่างระหว่างข้อมูลที่ชัดเจนกับข้อมูลที่คลุมเครือ ข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหา ข้อเท็จจริงหรือความคิดเห็น ความคิดเห็นด้วยอารมณ์ กับความคิดเห็นด้วยเหตุผล พิจารณาข้อมูลที่แสดงถึงความลำเอียง และการใช้การโฆษณาชวนเชื่อ พิจารณาและตัดสินความขัดแย้งของข้อความ และเสนอข้อมูลได้

4. สามารถตั้งสมมติฐาน โดยกำหนดสมมติฐานจากความสัมพันธ์เชิงเหตุผล มองหาทางเลือกหลายๆ ทางในการแก้ปัญหาและเลือกสมมติฐาน

5. สามารถสรุปอ้างอิง โดยพิจารณาและตัดสินว่ามีเหตุผลเพียงพอที่จะสรุปได้หรือไม่ จำแนกข้อสรุปที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ และข้อสรุปโดยใช้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ อธิบายความสัมพันธ์เชิงเหตุผลของปัญหาหรือข้อขัดแย้ง และสรุปเป็นเกณฑ์ได้

6. สามารถสรุปอ้างอิงถึง โดยพิจารณา และตัดสินข้อสรุปว่าสรุปตามข้อมูลหลักฐานหรือไม่ พิจารณาความคลุมเครือของการสรุปเหตุผล บอกเหตุผลที่ไม่เป็นไปตามหลักตรรกศาสตร์ จำแนกข้อสรุปที่มีเหตุผลหนักแน่นและน่าเชื่อถือ เมื่อพิจารณาความเกี่ยวข้องกับข้อมูลและประเด็นความสำคัญ พิจารณาถึงผลที่เกิดจากการตัดสินใจ โดยยืนยันการสรุปเดิม ถ้ามีเหตุผลและหลักฐานเพียงพอ และพิจารณาการสรุปใหม่ ถ้าการสรุปไม่มีเหตุผล ข้อมูล หรือเหตุผลเพิ่มเติมพิจารณา และตัดสินการนำข้อสรุปไปประยุกต์ใช้

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการทดลอง

งานวิจัยภายในประเทศ

วัชร เลียนบรรจง. (2539 : บทคัดย่อ). ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วรกิตติ ผ่องศรี. (2541: บทคัดย่อ). ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านความคิดรวบยอด และความสนใจในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านความคิดรวบยอดของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนความสนใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

ชลสิทธิ์ จันทาสี. (2543: 69). ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เนื่อทอง นายี. (2544: บทคัดย่อ). ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ ความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาค้นคว้า พบว่า ความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุด กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับการสอนโดยครูเป็นผู้สอน แตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสนใจทางวิทยาศาสตร์กับการสอนโดยครูเป็นผู้สอน แตกต่างกันอย่าง ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยต่างประเทศ

บาร์ค. (1975: 597-4).). ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ของนักศึกษาที่ Southern Colorado State College โดยใช้กิจกรรมการทดลองกับการสอน ตามปกติ กลุ่มทดลองสอนโดยใช้กิจกรรมการทดลอง กลุ่มควบคุมสอนตามแบบปกติ ผลการศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มีค (Meek.1972: 4296 - 4296 - A) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีสอนแบบใช้ชุดกิจกรรมกับวิธีสอนแบบธรรมดา ผลการวิจัยพบว่า วิธีสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพมากกว่าการสอนด้วยวิธีสอนธรรมดา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผู้วิจัยได้สำรวจความคิดเห็นของผู้ที่อยู่ในกลุ่มทดลองทุกคน โดยทำการสำรวจทั้งก่อนและหลังการทดลอง ผลการวิเคราะห์ชี้ให้เห็นว่า ทุกคนมีพัฒนาการทางเจตคติที่ดีต่อการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอ็ดเวิร์ดส (Edwards. 1975: 43) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลการเรียนในเรื่อง "ประสบการณ์ในการสอนแบบจุลภาค" โดยใช้ชุดกิจกรรมเรียนด้วยตนเอง และได้รับคำแนะนำจากครูกับ การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนด้วยตนเองโดยไม่ต้องมีผู้แนะนำ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ จำนวน 50 คน แบ่งเป็นกลุ่มๆ ละ 25 คน ผลการวิจัย พบว่าทั้ง 2 กลุ่ม มีผลการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วีवास (Vivas. 1985: 603) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบพัฒนาและประเมินค่าของการรับรู้ทางความคิดของนักเรียนเกรด 1 ในประเทศเวเนซุเอล่า โดยใช้ชุดกิจกรรมจากการศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจการพัฒนาทักษะทั้ง 5 ด้าน คือ ด้านความคิด ด้านความพร้อมในการเรียน ด้านความคิดสร้างสรรค์ ด้านเชาว์ปัญญา และด้านการปรับตัวทางสังคม ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม มีความสามารถเพิ่มขึ้นในด้านความคิด ด้านความพร้อมในการเรียน ด้านความคิดสร้างสรรค์ ด้านเชาว์ปัญญา และด้านการปรับตัวทางสังคมหลังจากได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรม สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

จากการศึกษางานวิจัยทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และพัฒนาความสามารถในด้านความคิด การตัดสินใจ ความสนใจได้ระดับหนึ่ง ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้กิจกรรมการทดลอง เรื่อง สมบัติของสารและการจำแนก

5.2 งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

ศจี อนันตโสภากิจิตร. (2540: 112 - 113) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนด้วยกิจกรรมมุมวิทยาศาสตร์กับการสอนที่ไม่ได้จัดกิจกรรมมุมวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนด้วยกิจกรรมมุมวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนโดยไม่จัดกิจกรรมมุมวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 โดยเฉลี่ยคะแนนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

วิโรจน์ เฉลยสุข. (2541: 75) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง "การหายใจ" ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับ

การสอนแบบปฏิบัติการทดลอง มีคะแนนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

สตติ งามภูพันธ์. (2542: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความตระหนักต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้เกมสิ่งแวดล้อม ประกอบการเรียนกับการสอนตามคู่มือครู โดยกลุ่มทดลองคือการสอนโดยใช้เกมสิ่งแวดล้อมประกอบการเรียน กลุ่มควบคุมคือการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัย พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความตระหนักต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หนึ่งนุช กาพภักดี. (2543: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัย พบว่าการคิดระดับสูง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุมาลี โชติชูม (2544: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และเชาว์อารมณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการสอนโดยชุดการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่ส่งเสริมเชาว์อารมณ์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ ชุดการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมเชาว์อารมณ์กับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเชาว์อารมณ์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

งานวิจัยในต่างประเทศ

วิลเลียม (William. 1981:16505 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ระหว่างการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับการสอน แบบเดิมที่ครูเป็นศูนย์กลาง วิชาประวัติศาสตร์อเมริกา โดยกลุ่มทดลองสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ และกลุ่มควบคุมสอนแบบเดิมที่ครูเป็นศูนย์กลาง จากการศึกษพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

โอดูบันมิ และบาโลกัน (สุมาลี ดำรงชัย. 2537: 67 – 68; อ้างอิงจากOdubunmi and Balogun. 1991: 213 - 214) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของวิธีสอนแบบปฏิบัติการในห้องทดลองและวิธีการสอนแบบบรรยายที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ ความจำในการบูรณาการวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 8 จำนวน 210 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 105 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับบูรณาการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (ATFISS) ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ ความเข้าใจ ในการบูรณาการวิทยาศาสตร์โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการในห้องทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยาย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมิท. (Smith.1994: 2528 - A) ได้ศึกษาผลการสอนที่มีเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาเกรด 7 โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกได้รับการสอนแบบบรรยาย กลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และกลุ่มที่ 3 ได้รับการสอนทั้งแบบบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เครื่องมือที่ใช้เป็นวิธีการทดสอบภาคสนาม ซึ่งเรียกว่า การประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการปฏิบัติกิจกรรมแบบบูรณาการ (IASA) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยาย

จากผลการวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนรูปแบบต่างๆ สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้กิจกรรมการทดลอง เรื่อง สมบัติของสารและการจำแนก

5.3 งานวิจัยเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

งานวิจัยในประเทศ

ชำนานู เอี่ยมสำอางค์. (2539: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการสอนแบบสอบถามเชิงนิติศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ดำรงค์ จารวโส. (2542: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของสามเณรในโรงเรียนพระปริยัติธรรม ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สุนันทา สายวงศ์. (2544: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาด้วยการสอนโดยใช้เทคนิคการคิดแบบหมวกหกใบ และการสอนแบบซินดิเคท ผลการศึกษา พบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บุษกร คำคง. (2542: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาปัจจัยบางประการที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มัธยมศึกษาปีที่ 3 และมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ผลการวิจัยโดยรวมทุกชั้นปี พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความเชื่อภายในตนเอง การอบรมเลี้ยงดูแบบควบคุม และการอบรมเลี้ยงดูแบบใช้เหตุผล ส่งผลต่อความสามารถในการคิดวิจารณ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

✓ กริฟฟิทส์. (Griffitts.1978) ได้ศึกษาผลการสอนด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการทดลองสอนด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติเป็นหลักและแบบเน้นตำรา แล้วนำคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาเปรียบเทียบกัน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างการสอนทั้งสองแบบในการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

แมคคริง. (McCrink. 1999: 3420 - A) ได้ศึกษาผลของวิธีสอนของครูและรูปแบบการเรียนของผู้เรียน ที่ส่งผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในเขตไมอามี ประเทศสหรัฐอเมริกา จำนวน 79 คน เครื่องมือที่ใช้วัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของวัตสันและเกลเซอร์ (The Watson-Glaser critical thinking appraisal) ผลการศึกษาพบว่า วิธีสอนของครูส่งผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ครูที่สอนโดยใช้วัตรกรรมทางการศึกษาประกอบการเรียน จะทำให้ผู้เรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณมากกว่าครูที่สอนตามปกติ

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่กล่าวมาข้างต้น มีความสอดคล้องกันเป็นส่วนใหญ่ จึงสรุปได้ว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ที่มีการฝึกให้นักเรียนได้ใช้ความคิดและลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง โดยการนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาใช้ในการแสวงหาความรู้ จะมีผลทำให้นักเรียนมีความรู้ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงขึ้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้กิจกรรมการทดลอง เรื่องสมบัติของสารและการจำแนก

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย
3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย
4. แบบแผนการวิจัย
5. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
6. การเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนักบุญเปโตร อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของสารและการจำแนก ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 จำนวนนักเรียน 210 คน จากจำนวนห้องเรียนทั้งหมด 4 ห้องเรียน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 จำนวนนักเรียน 55 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มกลุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยสุ่มมา 1 ห้องเรียนจากห้องเรียนทั้งหมด 4 ห้องเรียน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้อยู่ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สมบัติของสารและการจำแนก

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการทำวิจัยทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โดยใช้เวลาดทดลอง 12 คาบ คาบละ 50 นาที เป็นเวลา 3 สัปดาห์

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งทำการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest – Posttest Design (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540: 60- 61) มีแบบแผนการวิจัยดังนี้

ตาราง 1 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	การทดลอง	สอบหลัง
E	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

E	แทน	กลุ่มตัวอย่างที่ได้มาโดยการสุ่ม
T ₁	แทน	การทดสอบก่อนเรียน
X	แทน	การทดสอบหลังเรียน
T ₂	แทน	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง

การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

✓ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้กิจกรรมการทดลอง เรื่องสมบัติของสาร และการจำแนก
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นแบบปรนัย ชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เรื่อง สมบัติของสารและการจำแนก
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

ขั้นตอนในการสร้าง แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง

ในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลองดำเนินการสร้างตามลำดับดังนี้

- 1 ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สาระการเรียนรู้ของกลุ่มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สมบัติของสารและการจำแนก
- 2 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง

3 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ ที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้และสื่อการเรียนการสอน รวมทั้งการวัดและประเมินผลโดยพิจารณาให้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ และการเรียนรู้ตามแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง

4 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมการทดลอง แผนละ 3 คาบ รวมแล้ว 12 คาบ รวมทั้งการสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

วิธีการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง มีขั้นตอนดังนี้

1. นำแผนการจัดการเรียนรู้ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาหาความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษาที่ใช้แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ทดลองกับนักเรียนจำนวน 40 คนเพื่อหาข้อบกพร่องในการสื่อความหมายของกิจกรรมการทดลอง ระยะเวลา เพื่อปรับปรุงแก้ไข จนเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์

3. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผล วิธีการสร้างแบบทดสอบ การเขียนข้อสอบกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2 ศึกษาผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อวิเคราะห์ และวัดความสามารถด้านต่างๆ 4 ด้านคือ ด้านความรู้ ด้านความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และทักษะกระบวนการ

3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ แบบเลือกตอบ (Multiple Choice) ชนิด 5 ตัวเลือก เรื่อง สมบัติของสารและการจำแนก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 60 ข้อ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อ คือ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน สร้างแบบทดสอบให้ตรงตามผลการเรียนรู้ และครอบคลุมสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

วิธีการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีขั้นตอนดังนี้

1. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบลักษณะของคำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข คัดเลือกข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข คัดเลือกข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.5 หรือมากกว่า 0.5 ขึ้นไป ซึ่งได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.67 - 1

2. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เรียนเรื่อง สมบัติของสาร และการจำแนกมาแล้ว จำนวน 100 คน

3. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิด หรือตอบเกิน 1 คำตอบให้ 0 คะแนน

4. เมื่อรวมคะแนนเรียบร้อยแล้ว นำมาเรียงค่าคะแนนสูงไปหาค่าต่ำ จัดกลุ่มโดยใช้สัดส่วน 27 % แล้วแยกกระดาษคำตอบเป็น 2 ชุด คือกลุ่มสูง 1 ชุด กลุ่มต่ำ 1 ชุด แล้ววิเคราะห์ข้อสอบดังนี้

4.1 หาความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27 % ของ จุง เตห์ฟาน คัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่ายระหว่าง 0.20 – 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 30 ข้อ พบว่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20 - 0.60

4.2 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกไว้ จำนวน 30 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนที่เรียนเรื่อง สมบัติของสารและการจำแนกแล้ว จำนวน 50 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยคำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 123) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.86

5. นำแบบทดสอบไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจริงต่อไป

ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์

ในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แล้วนำมาเขียนนิยามปฏิบัติการ

2. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยหลักการตามแนวของเดรสเซลและเมย์ฮิว (Dressel and Mayhew) โดยกำหนดจุดมุ่งหมายในการวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการนิยามปัญหา ด้านการรวบรวมข้อมูล ด้านการตั้งสมมติฐาน และด้านการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ในแต่ละข้อจะมีคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว การตรวจให้คะแนน ถ้าตอบถูกในแต่ละข้อให้คะแนนข้อละ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดในแต่ละข้อให้ 0 คะแนน

วิธีการหาคุณภาพแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญทางการวัดผล จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความถูกต้องด้านภาษา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข ด้านความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ คำถามกับตัวเลือก และการใช้ภาษา

2. คัดเลือกข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.5 หรือมากกว่า 0.5 ขึ้นไป ซึ่งได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.67-1

3. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 100 คน

4. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้ว มาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือตอบเกิน 1 คำตอบให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจคะแนนเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำมาวิเคราะห์ดังนี้

4.1 หาค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ ที่สร้างขึ้นเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27 % ของจุง เตห์ ฟาน คัดเลือกข้อที่มีความยากระหว่าง 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 30 ข้อ พบว่า ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.21-0.65

4.2 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยคำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 123) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.87

5. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ ไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจริงต่อไป

✓ การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นกลุ่มทดลอง ดังกล่าวมาแล้วในเรื่องการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

2. แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอน

3. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์

4. ดำเนินการทดลองสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง ระยะเวลาที่ใช้ในการสอน 12 คาบ คาบละ 50 นาที

5. เมื่อเสร็จสิ้นการสอนทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์

6. ตรวจสอบผลสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไป

✓การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้วิธีการทางสถิติ $t - test$ Dependent Sample

2. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้วิธีการทางสถิติ $t - test$ Dependent Sample

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 สถิติพื้นฐาน

3.1.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนน โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศและอังคณาสายยศ.

2543: 306)

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง

3.1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของคะแนน โดยใช้สูตร
(ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2543: 307)

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

เมื่อ	S	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$\sum x^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนกำลังสองของนักเรียนแต่ละคน
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง
	X	แทน	คะแนนของนักเรียนแต่ละคน

3.2. สถิติที่ใช้ทดสอบคุณภาพของเครื่องมือ

3.2.1 หาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้
ดัชนีวัดความสอดคล้อง (IOC) (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ.2539: 248 - 249)

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

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

3.2.2 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัด
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์
โดยวิเคราะห์เป็นรายข้อ โดยแบ่งกลุ่ม 27 % กลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ แล้วเปิดตารางสำเร็จรูปของ จุง เดห์
ฟาน (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ.2543: 334 - 360)

3.2.3 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร KR-20 ของ Kuder - Richardson (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 123)

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

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

N แทน จำนวนของข้อทดสอบของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ

$$= \frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$$

q แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ หรือ $p - 1$

3.3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังทดลอง โดยใช้ t - test แบบ dependent samples (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 165 - 167)

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

เมื่อ t แทน ค่าวิกฤตที่ใช้ในการพิจารณาการแจกแจงค่าของ t

$\sum D$ แทน ผลรวมของความแตกต่างการทดสอบก่อนและหลังการใช้กิจกรรมการทดลอง

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของความแตกต่างการทดสอบก่อนและหลังการใช้กิจกรรมการทดลองยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลอง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

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

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลผลข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอตามลำดับดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง

2. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง เปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติ t- test แบบ Dependent Samples ได้ผลดังตาราง 2

ตาราง 2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง

ทดสอบ	n	$\bar{X}$	SD	t
ก่อนเรียน	55	5.81	2.06	28.00**
หลังเรียน	55	18.30	3.02	

$$t(.01, df=54) = 2.399$$

จากตาราง 2 แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างหลังเรียนกับก่อนเรียนสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลองสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

2. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนกับหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง

ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติ t- test แบบ Dependent Samples ได้ผลดังตาราง 3

ตาราง 3 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง

ทดสอบ	n	$\bar{X}$	SD	t
ก่อนเรียน	55	11.75	3.60	17.00**
หลังเรียน	55	19.93	2.67	

$$t(.01, df=54) = 2.399$$

จากตาราง 3 แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ระหว่างหลังเรียนกับก่อนเรียนสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง สูงขึ้นกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการศึกษาวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนักบุญเปโตร อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 55 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 กิจกรรมการทดลอง ได้แก่

- 2.1.1 การจำแนกสาร
- 2.1.2 การแยกสารเนื้อผสม
- 2.1.3 การแยกสารเนื้อเดียว
- 2.1.4 สารละลาย คอลลอยด์ สารแขวนลอย
- 2.1.5 สมบัติของสารละลายกรด-เบส

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์

3. วิธีดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

- 3.1 สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 55 คน
- 3.2 ทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์
- 3.3 ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง
- 3.4 ทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์
- 3.5 นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์
2. ตรวจสอบสมมติฐานข้อที่ 1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยใช้ t -test แบบ Dependent Samples
3. ตรวจสอบสมมติฐานข้อที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยใช้ t -test แบบ Dependent Samples

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง สรุปผลได้ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลองมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง ผลการศึกษาค้นคว้าอภิปรายได้ดังนี้ 5

จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ซึ่งมีเหตุผลดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง เป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้ในห้องเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ จากการทำการทดลองในกิจกรรม และการทำการทดลองในชั้นขยายความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ และสามารถเชื่อมโยง สิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์ หรือความรู้เดิมได้อย่างเหมาะสม มีเหตุผล ซึ่งจะมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ ปรีกษา อำนวยความสะดวก แนะนำวิธีการใช้สารหรือเครื่องมือบางอย่าง ซึ่งในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง มีการใช้กระบวนการแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน หรือเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งจะเกิดขึ้นเองจากเรื่องที่สงสัยหรือเกิดจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจ อาจมาจากสาเหตุที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นที่ครูกำลังสนใจ เป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับในประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่ศึกษาให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้นอาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิมหรือความรู้จากแหล่งต่างๆ ที่จะช่วยนำไปสู่ความเข้าใจในเรื่อง หรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย ขั้นการสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็น หรือคำถามที่สนใจศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ให้มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อรวบรวมข้อมูล ข้อสังเกต หรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยในการสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารที่อ้างอิง หรือแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นตอนต่อไป ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอต่อการสำรวจ ตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลข้อสังเกตที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้เป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ได้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนด แต่ผลที่จะได้จะอยู่ในรูปใด ก็สามารถสร้างความรู้และ ช่วยเหลือให้เกิดการเรียนรู้ได้ ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ได้ค้นคว้าเพิ่ม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มากแสดงว่าข้อจำกัดมีน้อย ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ ทำให้

เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วย
กระบวนการต่างๆ ว่า นักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใด จากนั้นนำความรู้
นั้นไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ดังกล่าว เป็นการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียน
 ได้รับประสบการณ์ตรง สามารถสร้างองค์ความรู้ และถ่ายโยงความรู้และประสบการณ์เดิม
 เพื่อสร้างความรู้ใหม่ การเรียนการสอนจึงเป็นการเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ครูมีหน้าที่เป็นผู้ให้
 คำแนะนำ หรือปรึกษาเท่านั้น ผู้เรียนจึงเกิดการเรียนรู้ได้ดี มีความสนุกสนานและร่วมมือกัน
 ในการเรียนรู้ เกิดความสนใจ ในการเรียน ชอบทำการทดลอง และมีความคงทนในการเรียนรู้
 ได้ดีขึ้นกว่าเดิม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของเพียเจต์ที่เชื่อว่า สติปัญญาและความคิดของมนุษย์
 เริ่มต้นจากการมีปฏิสัมพันธ์อย่างต่อเนื่อง ซึ่งปฏิสัมพันธ์นี้เป็นกระบวนการปรับตัวให้เข้ากับ
 สิ่งแวดล้อมภายนอกและภายใน ซึ่งเป็นกระบวนการที่มีความต่อเนื่องมีการปรับปรุง
 เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ส่วนความรู้เป็นสิ่งที่ถูกสร้างขึ้นโดยผ่านการกระทำ เด็กสามารถ
 แสวงหาความรู้โดยการกระทำของตนเอง เพื่อพัฒนาสติปัญญา กิจกรรมที่เป็นระบบและมี
 ขั้นตอนตามลำดับ สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง และสามารถเชื่อมโยง
 ความรู้ไปสู่สถานการณ์อื่นๆได้ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชลลัด จันทาสี (2543: 69) ได้ศึกษา
 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจ
 อย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการ
 ตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษา พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 วิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ แตกต่างกันอย่างมี
 นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และจากงานวิจัยของ วรกิตติ ผ่องศรี (2541 :บทคัดย่อ) ได้ศึกษา
 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านความคิดรวบยอดและความสนใจ
 ในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการทดลองกับ
 การสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านความคิ
 รวบยอดของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01
 ส่วนความสนใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน
 จากการเรียนรู้ที่จัดโดยใช้กิจกรรมการทดลอง ซึ่งมีจุดมุ่งหมายในการส่งเสริมการปฏิบัติด้วย
 ตนเอง และส่งเสริมกระบวนการคิด จึงส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น

2. ในกิจกรรมการทดลอง มีกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียน
 ทำการทดลองด้วยตนเอง ทำให้เกิดความสนุกสนาน ความสามัคคี การตรงต่อเวลา เกิดความ
 รักและเห็นคุณค่าในวิชาวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้เกิดความรู้ ได้ฝึกการแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะ
 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการคิดอย่างมีเหตุผล ทำให้เกิดการเรียนรู้และเข้าใจในเนื้อหา
 มากขึ้น สามารถขยายความรู้ เพิ่มเติมความรู้ เชื่อมโยงความรู้เดิมกับองค์ความรู้ที่ได้รับอย่าง
 เป็นระบบสมบูรณ์มากขึ้น สามารถคิดอย่างมีเหตุผลเพื่อใช้ในการตัดสินใจ และนำไปประยุกต์ใช้
 กับเรื่องอื่นๆได้ อีกทั้ง มีการเสริมแรงระหว่างการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่เรียนรู้ หรือ

ตอบคำถามในระหว่างการเรียน ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถ ภูมิใจในความสำเร็จของตนเองและกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพัฒนาไปตามแนวทางที่พึงประสงค์ จึงส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น

ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงเป็นการสนับสนุนว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาวิจัย พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลองมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ซึ่งมีเหตุผลดังนี้

2.1 กิจกรรมการทดลอง เป็นสื่อหรือนวัตกรรมทางการศึกษาที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ ได้แก่ การสร้างความสนใจ การสำรวจและค้นหา การอธิบายและลงข้อสรุป การขยายความรู้ และการประเมินผล โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา และใช้สถานการณ์ในชั้นขยายความรู้ เป็นสิ่งกระตุ้นให้เกิดปัญหา และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาตามที่วางแผนปฏิบัติไว้ เป็นสร้างความสนใจ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิด อย่างมีเหตุผล เกิดความอยากรู้อยากทดลอง กระตือรือร้นที่จะแสวงหาคำตอบของปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการคิด ได้ตรงต่อพิจารณาสิ่งต่าง ๆ อย่างรอบคอบและมีเหตุผล ส่งผลให้เกิดกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ แมคคริง.(McCrink.1999: 3420-A) ได้ศึกษาผลของวิธีสอนของครูและรูปแบบการเรียนของผู้เรียน ที่ส่งผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในเขตไมอามี ประเทศสหรัฐอเมริกา จำนวน 79 คน เครื่องมือที่ใช้วัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของวัตสันและเกลเซอร์ ผลการศึกษาพบว่า วิธีสอนของครูส่งผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ครูที่สอนโดยใช้นวัตกรรมทางการศึกษาประกอบการเรียน จะทำให้ผู้เรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณมากกว่าครูที่สอนตามปกติ ซึ่งตรงกับแนวคิดของ อุษณีย์ โพธิสุข (2537: 90-100) กล่าวว่า แนวการสอนที่ทำให้เด็กเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ได้แก่ การได้รับประสบการณ์ตรง การศึกษาหาความรู้ความจริงด้วยตนเอง การใช้กิจกรรมเป็นสื่อกระตุ้นความคิด การใช้สถานการณ์สมมติ การให้นักเรียนได้เสนอผลงานและการทำกิจกรรมกลุ่มระดมสมอง สิ่งเหล่านี้จะกระตุ้นให้เกิดความคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิไลวรรณ ปิยปกรณ (2535: 84) พบว่าความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการทดลอง เพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น

2.2 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง ได้ฝึกการคิดและการปฏิบัติทดลองด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และได้ฝึกการคิดแก้ปัญหาในชั้น

ผู้สอนเปิด
งาน วิไลวรรณ
ปี 2535
หน้า 84

ขยายความรู้ ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดข้อสงสัย และต้องการค้นหาคำตอบของปัญหา ภาวได้มาของคำตอบของปัญหานั้น นักเรียนในกลุ่มต้องพิจารณาไตร่ตรอง ใช้เหตุผลให้ได้มาซึ่งวิธีแก้ปัญหา หรือคำตอบที่ถูกต้องและดีที่สุด จนทำให้เกิดกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทำให้เกิดความสนุกสนานในการทดลอง มีอิสระในการทำงาน รู้จักช่วยเหลือกัน แบ่งหน้าที่ในการทำงาน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ดีคาโล (Decaroli . 1973: 67-69) กล่าวว่าผู้ที่เกิดกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีความสามารถ ดังนี้ คือ การนิยามปัญหา การแสวงหาสมมติฐาน การประมวลข่าวสาร การตีความหมาย การใช้เหตุผล และการประเมินผล ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ หนึ่งนุช กาพภักดี (2543: 112) พบว่าความสามารถในการคิดระดับสูง ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้และการศึกษาวิจัย ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ควรนำกิจกรรมการทดลองไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเลือกเนื้อหาอื่นๆ ที่เหมาะสมมาจัดทำเป็นกิจกรรมการทดลองใหม่ เพื่อช่วยพัฒนาผู้เรียนทางด้านผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์

1.2 ครูผู้สอนควรมีการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียน เพื่อให้คุ้นเคยกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง เกิดความเข้าใจในการทำกิจกรรมขั้นต่างๆ มีการเตรียมสื่อและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ให้พร้อม

1.3 ครูผู้สอนควรมีการสร้างบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถของตนเองออกมาอย่างอิสระทั้งในด้านความรู้ ความคิด และการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

2.1 ควรมีการวิจัยการจัดทำกิจกรรมการทดลองเป็นชุด ในเนื้อหาอื่นๆ เช่น สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต พลังงาน แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อสะดวกในการจัดการเรียนรู้และเกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.2 ควรศึกษาการใช้กิจกรรมการทดลองกับตัวแปรอื่นๆ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีเหตุผล ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์

2.3 ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบต่างๆ ที่จะก่อให้เกิดความสามารถในการคิดอย่างมี^{วิสัยทัศน์}วิจารณ์ทางวิทยาศาสตร์ เช่น รูปแบบการสอนแบบโครงงาน รูปแบบการสอนแบบบูรณาการ รูปแบบการสอนแบบร่วมมือ รูปแบบการสอนแบบวิจัย

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2544). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ชลสิทธิ์ จันทาสี. (2543). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และ
ความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1ที่ได้รับ
การสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู.
ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชุติมา วัฒนะศิริ. (2535). การศึกษาความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่2 ที่ได้รับการสอน โดยใช้
ชุดฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับแนวการสอนของสสวท. กรุงเทพฯ : ภาควิชา
หลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ชำนาญ เยี่ยมสำอางค์. (2539). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมี
วิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาโดยการสอน
แบบสืบสวนสอบสวนเชิงนิติศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม.
(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ณรงค์ฤทธิ์ ตักดาณรงค์.(2538. มีนาคม). "การศึกษาของไทยกับบทบาทของครูอาจารย์ในยุค
โลกาภิวัตน์" วารสารการศึกษาไทย
- ดำรงค์ จารุโส. (2542). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมี
วิจารณญาณของสามเณรในโรงเรียนพระปริยัติธรรมแผนกสามัญศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการ
สอนแบบพุทธอริยสัจสี่กับที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามคู่มือครู. ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม
(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- ทพวงมหาวิทยาลัย. (2525). ชุดส่งเสริมสำหรับครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : คณะกรรมการการ
พัฒนาการสอนและอุปกรณ์.
- ๑) เทอด แก้วศิริ. (2541). เอกสารประกอบการสอนวิชาหลักสูตรและการสอนเคมี. กรุงเทพฯ:
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน.
- เนื่อทอง นายิ. (2544). ผลการใช้ชุดกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอน
โดยครูเป็นผู้สอนที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยา
ศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1. ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ๑) บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2542). นวัตกรรมการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- บุษกร คำคง. (2542). ปัจจัยบางประการที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดอย่างมี
 วิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่3และชั้นมัธยมศึกษาปีที่6
 ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสงขลา. ปรินญานิพนธ์. กศ.ม. (จิตวิทยาพัฒนาการ). กรุงเทพฯ :
 บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ . ถ่ายเอกสาร.
- ประวัติ ชูศิลป์. (2544). หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์
 กรมการฝึกหัดครู.
- ประสาธ อิศรปรีดา. (2523). จิตวิทยาการเรียนรู้กับการสอน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์กราฟิกอาร์ค
 มุสดี ตามไท. (2531). โฉมใหม่ของหลักสูตรวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น. กรุงเทพฯ :
 จันทรเกษม. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคม. พิมพ์ครั้งที่7. กรุงเทพฯ:
 สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ๒) ภาพ เลหาไพบุลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- มังกร ทองสุตดี. (2522). การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ:
 บัณฑิตวิทยาลัย.
- ๓) ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. (2539). เทคนิควิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น
 _____. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ :
 สุวีริยาสาส์น.
- ลัดดาวัลย์ กัณหสุวรรณ. (2535). ของเล่นและเกมทางวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา.
 พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- วนิดา ปานโต. (2543). การศึกษาเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถ
 ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่มีต่อการตรวจให้คะแนน และจำนวนแบบทดสอบต่างกัน.
 ปรินญานิพนธ์. กศ.ม. (การวัดผลศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
 ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วรรณทิพา รอดแรงคำและพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2542). การพัฒนาการคิดของครูด้วยกิจกรรม
 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์: พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บริษัท เดอะมาสเตอร์
 กรุปแมเนจเม้นท์.
- วิโรจน์ เฉลยสุข. (2541). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทาง
 วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่5 เรื่อง “การหายใจ” ของนักเรียนที่ได้รับการ
 การสอนแบบปฏิบัติการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ. ปรินญานิพนธ์.
 กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
 ถ่ายเอกสาร.

ศจี อนันตโสภากิจิตร. (2540). การศึกษาผลการสอนด้วยการจัดกิจกรรมมุมวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการจัดระบบสารสนเทศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินญานิพนธ์. กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สดุดี งามภูพันธ์. (2542). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความตระหนักต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมตามคู่มือครู. ปรินญานิพนธ์. กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

๕) สมจิต สร้อยน้ำ. (2540). พฤติกรรมการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต 2 (การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา). อดรธานี : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏอุดรธานี.

สมจิต สวชนไพบูลย์. (2526). วิทยาศาสตร์กับครูประถม. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

_____. (2535). ประมวลการพัฒนการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

_____. (2537). การศึกษาความสามารถทางการพึ่งพาตนเองด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. สำนักงานกฤษฎมนตรี. (2542). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542. กรุงเทพฯ. บริษัทพริกหวานกราฟฟิคจำกัด.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2544). รายงานการวิจัยเพื่อพัฒนานโยบายการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย. กรุงเทพฯ. : บริษัทเซเว่น พรินติ้ง กรุป.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2544). แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 9 พ.ศ. 2544-2549. กรุงเทพฯ. สำนักงานฯ.

สุนันทา สายวงศ์. (2544). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาด้วยการสอนโดยใช้เทคนิคแบบหมวก 6 ใบ และการสอนแบบซินติเคท. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุมาลี โชติขุ่ม. (2544). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเชาว์อารมณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมเชาว์อารมณ์กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญานิพนธ์. กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้. กรุงเทพฯ : บริษัท เจเนอรัลบุ๊คส์เซนเตอร์.

หนึ่งนุช กาพภักดี. (2543). *การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับการสอนตามคู่มือครู*. ปริญญาโท กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

อรุณี รัตนวิจิตร. (2543). ผลการศึกษาการคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 โรงเรียนทำนงแนววิทยาคมอำเภอเวียงน้อย จังหวัดขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (การมัธยมศึกษา). ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.

อุษณีย์ โพธิสุข. (2537). *เอกสารประกอบการสอน กพ. 544 วิธีสอนเด็กปัญญาเลิศ*. ภาควิชาการศึกษาพิเศษ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

American Association for the Advancement of science. (1970). *Science a Proces Approach Commentary for teacher*. WashingtonD.C.: AAAS

Beyer, B.K. (1985, April). "Critical Thinking Revisited". *Social Education*. 49 (4) : 269-303

Bloom, Benjamin S. (1976). *Taxonomy of Educational Objective Handbook I: Cognitive Domain*. New York: David McKay Company Inc.k

Decaroli, J. (1973, January). "What Research Say to The Classroom Teacher: Critial Thinking". *Social Education*. 37 (1): 67-68.

Dewey (1933). *How We Think*. New York: D.C. Heath and Company.

Dressel,P.L. and L.B.Mayhew (1975). *GeneralEducation: Explorations*. 2 nd ed. Washington D.c.:American Council on Education

Edwards, Clefford H. (1975, February). "Change Teacher Behaviour Though Self – Based Program", *The Journal of Education Reseach*. 87 (2): 25

Ennis, R.H. (1985,October) "A Logical Basic for Measuring Critical Thinking Skill", *Educational Leadership*.

Good. (1973). C.V. *Dictionary of Education*. 3rd ed. New York: Mc Grow Hill.

✓ Griffitts, D.C. (1978, April), "The Effect of Activity – Oriented Science Instuction on The Development", *Dissertation Abstracts International* ,63(2) :1120-A

Mc Crink. Carmen Lordes Suarez. (1999, March). "The Role of Innovation Teaching Methodolgy and Learning Styles on Critical Thinking". *Dissertation Abstracts International*. 59(9) : 3420.

Meeks. Eija Bruce. (1972 , February). "Learning Package Versus Conventional Method of Instruction", *Dissertation Abstracts International*. 33(2) : 4295-A.

Odubunmi, Olaganju. And T.A. Baiogun. (1991, March) "The Effect of Laboratory And Lecture Teaching Methods on Cognitive Achievement in Integrated Science" *Journal of Reserch in Science Teaching*. 28 (3): 213-224.

Smith, Patty Templeton. (1944, January). "Instructional Method Effect on Student Attitude and Achievemen", *Dissertation Abstract International*. 54 (7) 2528-17.

Vivas, David A. (1985, September). The design and Evolution of A Course in Thinking Oportions for First Grades in Venzuela (Cognitive. Flementary Learning), *Dissertation Abstracts, International*. 46(3): 603-A.

William. Jame Milford. (1981, Octoner). " A comparison Study of Tradition Teaching Procedures on Studert Attittude Achievement and Critical thinking Ability in Eleventh Grade Unied States History", *Dissertation Abstract International*, 42 (4): 1605-A.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. อาจารย์อลงค์ลักษณ์ มณีคีรี

สำนักนโยบายและแผน สำนักงานคณะกรรมการขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร

2. อาจารย์ประพาพรรณ พลสวัสดิ์

หมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนราชวินิตบางแก้ว สมุทรปราการ

3. อาจารย์มยุรี เผ่าพงษ์

ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายมาตรฐาน โรงเรียนนักบุญเปโตร นครปฐม

ที่ ศธ 0519.12/4992



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

19 กรกฎาคม 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการสำนักงานนโยบายและแผน

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบ และแผนการจัดการเรียนรู้

เนื่องด้วย นางสาวอนูรี โพธิ์สุทัศน์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง” โดยมี รองศาสตราจารย์ชุตินา วัฒนะศิริ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ในกรณีนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์อรรถกฤษณ์ มณีศิริ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้กิจกรรมการทดลอง เรื่อง สมบัติของสารและการจำแนก

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวอนูรี โพธิ์สุทัศน์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เพ็ญศิริ จีระเดชากุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5731

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ มือถือ 06-169-8518

ที่ ศธ 0519.12/4993



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

19 กรกฎาคม 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนราชวินิจ บางแก้ว

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบ และแผนการจัดการเรียนรู้

เนื่องด้วย นางสาวอนูรี โพธิ์สุทัศน์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง” โดยมี รองศาสตราจารย์ชุตินา วัฒนศิริ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์ประภาพรรณ พลสวัสดิ์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้กิจกรรมการทดลอง เรื่อง สมบัติของสารและการจำแนก

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวอนูรี โพธิ์สุทัศน์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เพ็ญสิริ จีระเชชากุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5731

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ มือถือ 06-169-8518

ที่ ศธ 0519.12/4994



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

19 กรกฎาคม 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนนักบุญเปโตร

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบ และแผนการจัดการเรียนรู้

เนื่องด้วย นางสาวอนุรี โพธิสุทัศน์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำสารนิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง” โดยมี รองศาสตราจารย์ชุตินา วัฒนศิริ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ในกรณีนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์มยุรี เผ่าพงษ์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้กิจกรรมการทดลอง เรื่อง สมบัติของสารและการจำแนก

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวอนุรี โพธิสุทัศน์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เพ็ญศิริ จีระเชชากุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5731

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อนิติ โทรทัศน์ มือถือ 06-169-8518

ภาคผนวก ข

1. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์
2. ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 4 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1.00	31	1	1	1	1.00
2	1	1	1	1.00	32	1	1	1	1.00
3	1	0	1	0.67	33	1	1	1	1.00
4	1	1	1	1.00	34	1	1	1	1.00
5	1	1	1	1.00	35	1	1	1	1.00
6	1	-1	1	1.00	36	1	1	1	1.00
7	1	1	1	1.00	37	1	1	1	1.00
8	1	1	1	1.00	38	1	1	1	1.00
9	1	0	1	0.67	39	1	1	1	1.00
10	0	1	1	0.67	40	1	1	1	1.00
11	1	1	1	1.00	41	1	0	1	0.67
12	0	1	1	0.67	42	1	1	1	1.00
13	1	0	1	0.67	43	1	1	1	1.00
14	0	1	1	0.67	44	1	1	1	1.00
15	0	1	1	0.67	45	1	1	1	1.00
16	1	1	1	1.00	46	1	1	1	1.00
17	1	0	1	0.67	47	1	1	1	1.00
18	1	1	1	1.00	48	1	1	1	1.00
19	1	1	1	1.00	49	1	1	1	1.00
20	1	1	1	1.00	50	1	1	1	1.00
21	1	1	1	1.00	51	1	1	1	1.00
22	1	1	1	1.00	52	1	1	1	1.00
23	1	0	1	0.67	53	1	1	1	1.00
24	1	0	1	0.67	54	1	1	1	1.00
25	1	1	1	1.00	55	1	1	1	1.00
26	1	1	1	1.00	56	0	1	1	0.67
27	1	1	1	1.00	57	1	1	1	1.00
28	1	1	1	1.00	58	1	1	1	1.00
29	1	1	1	1.00	59	1	1	1	1.00
30	1	1	1	1.00	60	1	1	1	1.00

ตาราง 5 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิด
อย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1.00	21	1	1	1	1.00
2	1	1	1	1.00	22	0	1	1	0.67
3	1	1	1	1.00	23	1	1	1	1.00
4	1	1	1	1.00	24	0	1	1	0.67
5	1	1	1	1.00	25	1	1	1	1.00
6	1	1	1	1.00	26	1	1	1	1.00
7	1	1	1	1.00	27	1	1	1	1.00
8	1	1	1	1.00	28	1	1	1	1.00
9	0	1	1	0.67	29	1	1	1	1.00
10	1	1	1	1.00	30	1	1	1	1.00
11	1	1	1	1.00	31	1	1	1	1.00
12	1	1	1	1.00	32	1	1	1	1.00
13	1	1	1	1.00	33	0	1	1	0.67
14	1	1	1	1.00	34	1	1	1	1.00
15	1	1	1	1.00	35	1	1	1	1.00
16	1	1	1	1.00	36	1	1	1	1.00
17	1	1	1	1.00	37	1	1	1	1.00
18	1	1	1	1.00	38	0	1	1	1.00
19	1	1	1	1.00	39	1	1	1	1.00
20	1	1	1	1.00	40	1	1	1	1.00

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	.63	.37	16	.41	.44
2	.69	.26	17	.37	.30
3	.26	.22	18	.22	.22
4	.26	.22	19	.24	.26
5	.22	.22	20	.35	.63
6	.24	.26	21	.50	.56
7	.30	.59	22	.31	.48
8	.37	.30	23	.39	.41
9	.24	.26	24	.44	.52
10	.69	.26	25	.37	.52
11	.24	.26	26	.26	.37
12	.43	.33	27	.37	.59
13	.37	.52	28	.44	.44
14	.31	.33	29	.30	.37
15	.30	.37	30	.41	.30

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.86

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
วัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	.83	.20	16	.48	.52
2	.83	.33	17	.69	.63
3	.43	.20	18	.50	.56
4	.39	.48	19	.43	.33
5	.26	.20	20	.52	.52
6	.74	.52	21	.33	.22
7	.37	.20	22	.57	.63
8	.80	.20	23	.59	.67
9	.52	.52	24	.39	.63
10	.59	.44	25	.43	.26
11	.48	.37	26	.43	.26
12	.26	.37	27	.41	.44
13	.50	.48	28	.52	.59
14	.65	.56	29	.50	.60
15	.26	.37	30	.41	.37

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.87

ตารางที่ 8 การจำแนกรายละเอียดของพฤติกรรมที่วัดในแต่ละข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องสมบัติของสารและการจำแนก

ข้อที่	พฤติกรรมที่วัด	ข้อที่	พฤติกรรมที่วัด
1	ความเข้าใจ	16	การนำไปใช้
2	ความเข้าใจ	17	การนำไปใช้
3	ความเข้าใจ	18	การนำไปใช้
4	ความรู้-ความจำ	19	ทักษะกระบวนการฯ
5	ความเข้าใจ	20	ทักษะกระบวนการฯ
6	ความรู้-ความจำ	21	ทักษะกระบวนการฯ
7	ความรู้-ความจำ	22	ความเข้าใจ
8	ทักษะกระบวนการฯ	23	ความเข้าใจ
9	การนำไปใช้	24	ความเข้าใจ
10	ความเข้าใจ	25	ความรู้-ความจำ
11	ความรู้-ความจำ	26	ความรู้-ความจำ
12	การนำไปใช้	27	การนำไปใช้
13	การนำไปใช้	28	ทักษะกระบวนการฯ
14	ความเข้าใจ	29	ความรู้-ความจำ
15	ทักษะกระบวนการฯ	30	ทักษะกระบวนการฯ

ภาคผนวก ค

1. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการทดลอง
2. คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการทดลอง

ตารางที่ 9 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการทดลอง

คนที่	Pre-test (30 คะแนน)	Post-test (30 คะแนน)	ผลต่าง (D)	D ²
1 ✓	8	20	12	144
2 -	7	24	17	289
3 -	5	16	11	121
4 -	6	16	10	100
5	7	20	13	169
6 -	6	19	13	169
7 -	6	20	14	196
8	6	22	16	256
9 -	6	16	10	100
10 -	6	15	9	81
11	0	15	15	225
12 ✓	5	15	10	100
13 -	6	22	16	256
14 -	6	20	14	196
15 -	6	15	9	81
16 -	3	15	12	144
17 ✓	10	19	9	81
18 -	7	22	15	225
19	4	15	11	121
20	5	6	11	121
21 ✓	8	15	7	49
22	5	20	15	225
23 ✓	5	15	10	100
24 -	3	22	19	361
25	6	19	13	169
26 ✓	5	20	15	225
27 ✓	5	20	15	225

คนที่	Pre-test (30 คะแนน)	Post-test (30 คะแนน)	ผลต่าง (D)	D ²
28	5	24	19	361
29	5	20	15	225
30	7	20	13	169
31	4	15	11	121
32	6	15	9	81
33	7	24	17	289
34	5	24	19	361
35	8	19	11	121
36	3	19	16	256
37	5	16	11	121
38	5	17	12	144
39	9	22	13	169
40	6	23	17	289
41	9	15	6	36
42	7	19	12	144
43	5	15	10	100
44	12	24	12	144
45	1	15	14	196
46	5	20	15	225
47	7	22	15	225
48	3	15	12	144
49	4	23	19	369
50	7	15	8	64
51	6	15	9	81
52	4	18	14	196
53	8	15	7	49
54	9	15	6	36
55	6	20	14	196
รวม	320	1007	697	9441
X	5.81	18.30		

$$t = 28.00$$

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N - 1}}} \\
 &= \frac{698}{\sqrt{\frac{55(9441) - (697)^2}{54}}} \\
 &= \frac{697}{24.90} \\
 &= 28.00
 \end{aligned}$$

ตารางที่ 10 คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการทดลอง

คนที่	Pre-test (30 คะแนน)	Post-test (30 คะแนน)	ผลต่าง (D)	D ²
1	10	20	10	100
2	13	20	7	49
3	13	21	8	64
4	9	20	11	121
5	14	20	6	36
6	16	20	4	16
7	8	20	12	144
8	12	21	9	81
9	8	19	11	121
10	9	22	13	169
11	15	20	5	25
12	5	15	10	100
13	12	20	8	64
14	13	20	7	49
15	8	12	4	16
16	14	20	6	36
17	8	20	12	144
18	16	16	0	0
19	13	20	7	49
20	9	20	11	121
21	10	20	10	100
22	17	22	5	25
23	14	20	6	36
24	10	21	11	121
25	18	24	6	36
26	11	20	9	81
27	11	12	1	1

คนที่	Pre-test (30 คะแนน)	Post-test (30 คะแนน)	ผลต่าง (D)	D ²
28	9	20	11	121
29	13	23	10	100
30	19	22	3	9
31	9	20	11	121
32	9	17	8	64
33	10	24	14	196
34	10	19	9	81
35	10	19	9	81
36	10	20	10	100
37	10	20	10	100
38	9	25	16	256
39	11	18	7	49
40	5	20	15	225
41	21	24	3	9
42	11	15	4	16
43	8	24	16	256
44	9	24	15	225
45	10	17	7	49
46	14	20	6	36
47	14	20	6	36
48	15	22	7	49
49	9	17	8	64
50	10	17	7	49
51	20	24	4	16
52	13	20	7	49
53	10	20	10	100
54	12	21	9	81
55	20	19	-1	1
รวม	646	1096	450	4444
X	11.75	19.93		

$$t = 17.00$$

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

$$= \frac{451}{\sqrt{\frac{55(4444) - (450)^2}{54}}}$$

$$= \frac{451}{27.87}$$

$$= 17.00$$

ภาคผนวก ง

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์
3. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
เรื่อง สมบัติของสารและการจำแนก ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเขียนชื่อ - สกุล ชั้นเรียนและชื่อโรงเรียนลงในกระดาษคำตอบ
2. แบบทดสอบนี้มีทั้งหมด 30 ข้อ 30 คะแนน
3. ให้นักเรียนกากบาท (x) ลงบนตัวเลือก ก ข ค ง และ จ ในกระดาษคำตอบที่ถูกที่สุด
4. กรณีกากบาทผิดให้ทำเครื่องหมาย (#) ทับข้อเดิมเสียก่อน แล้วจึงเลือกข้อใหม่ตามที่ต้องการ
5. ใช้เวลา 60 นาที

1. สารใดเป็นสารเนื้อผสมทั้งหมด (ความเข้าใจ)

- | | |
|------------|-------------|
| ก. แป้งมัน | ผงชูรส |
| ข. น้ำหวาน | น้ำเกลือ |
| ค. ผงถ่าน | น้ำส้มสายชู |
| ง. น้ำพริก | น้ำจิ้มไก่ |
| จ. น้ำคลอง | น้ำตาลทราย |

2. การทำให้น้ำแข็งหลอมเหลว และการเดือดของน้ำ เป็นการเปลี่ยนแปลงของสารเรื่องใด (ความเข้าใจ)

- | |
|---------------------|
| ก. สถานะ |
| ข. เนื้อสาร |
| ค. ทางเคมี |
| ง. ทางกายภาพ |
| จ. ทางเคมีและกายภาพ |

3. ข้อใดกล่าวถึงสารเนื้อผสมได้ถูกต้อง (ความเข้าใจ)

- | |
|--|
| ก. ทุกส่วนมีสมบัติไม่เหมือนกัน |
| ข. เป็นได้ทั้งสารบริสุทธิ์และสารละลาย |
| ค. จุดเดือดและจุดหลอมเหลวเป็นจุดเดียวกัน |
| ง. มีหลายสถานะ ลักษณะใส มีสีหรือไม่มีสีก็ได้ |
| จ. ประกอบด้วยสารเพียงชนิดเดียวหรือหลายอย่างก็ได้ |

4. วิธีใดสามารถแยกสารให้บริสุทธิ์ได้ (ความรู้-ความจำ)
 - ก. การตกผลึก
 - ข. การตกตะกอน
 - ค. การละลายในน้ำ
 - ง. การกลั่นลำดับส่วน
 - จ. การทำโครมาโทกราฟี
5. ข้อใดกล่าวถึงสารเนื้อผสมได้ถูกต้องที่สุด (ความเข้าใจ)
 - ก. ทุกสัดส่วนมีสมบัติเหมือนกัน
 - ข. ทุกสัดส่วนมีสมบัติไม่เหมือนกัน
 - ค. มีหลายสถานะ ลักษณะใส ไม่มีสี
 - ง. เป็นได้ทั้งสารบริสุทธิ์ และสารละลาย
 - จ. ประกอบด้วยสารเพียงชนิดเดียวหรือหลายอย่างก็ได้
6. ข้อใดเป็นวิธีการระบุว่าสารใดเป็นสารเนื้อเดียว (ความรู้-ความจำ)
 - ก. ตั้งไว้ให้ตกผลึก
 - ข. ไม่สามารถละลายน้ำได้
 - ค. ดูที่ฉลากปิดที่ขวดใส่สาร
 - ง. สังเกตว่ามองเห็นเป็นเนื้อเดียว
 - จ. เขย่าดูว่ามีสารที่แขวนลอยหรือไม่
7. สารบริสุทธิ์มีลักษณะอย่างไร (ความรู้-ความจำ)
 - ก. สารที่มีลักษณะใสแวววาว
 - ข. สารที่ไม่มีฝุ่นละอองเจือปน
 - ค. สารที่นำมาต้มจนปราศจากเชื้อโรค
 - ง. สารเนื้อเดียวประกอบด้วยสารเพียงอย่างเดียว
 - จ. สารเนื้อเดียวที่ประกอบด้วยสารหลายอย่างปนกัน
8. การกรองสารแขวนลอยด้วยกระดาษกรองใช้หลักการเดียวกับการกระทำใด (ทักษะกระบวนการ)
 - ก. การทำนาเกลือ
 - ข. การทำน้ำกลั่น
 - ค. การตกตะกอน
 - ง. การทำให้ระเหิด
 - จ. การคั่นน้ำกะทิ

9. การทำน้ำคลองให้สะอาดขึ้น เพื่อนำมาใช้ในการอุปโภค ควรใช้วิธีการใด (การนำไปใช้)

- ก. การกลั่น
- ข. การกรอง
- ค. การระเหย
- ง. การตกตะกอน
- จ. โครมาโทกราฟี

10. ถ้ากวนน้ำคลองด้วยสารส้ม จะเกิดผลอย่างไร (ความเข้าใจ)

- ก. น้ำจะใสสะอาด
- ข. น้ำจะใสไม่มีกลิ่นและรส
- ค. น้ำจะสะอาดใช้บริโภคได้
- ง. น้ำจะใสปราศจากเชื้อโรค
- จ. น้ำจะใสสารแขวนลอยตกตะกอน

11. การวิเคราะห์หาชนิดของสีที่มีในสีผสมอาหาร จะกระทำได้อย่างไร (ความรู้-ความจำ)

- ก. วิธีระเหย
- ข. วิธีระเหิด
- ค. วิธีตกผลึก
- ง. วิธีกลั่นแยกส่วน
- จ. วิธีโครมาโทกราฟี

12. เมื่อกรดเข้มข้นถูกมือควรทำอย่างไร เป็นอันดับแรก (การนำไปใช้)

- ก. ล้างน้ำปูนใสปริมาณมาก
- ข. ล้างด้วยน้ำเกลือปริมาณมาก
- ค. ล้างด้วยน้ำเปล่าปริมาณมาก
- ง. ล้างด้วยสารละลายด่างทับทิมปริมาณมาก
- จ. ล้างด้วยสารละลายกรดซัลฟิวริกปริมาณมาก

13. เพราะเหตุใด จึงไม่ควรเติมน้ำมะนาวลงในครกหินเวลาตำน้ำพริก (การนำไปใช้)

- ก. จะทำให้สีของครกเปลี่ยนไป
- ข. ทำให้วิตามินซีสลายตัวเร็วขึ้น
- ค. จะทำให้อาหารเน่าเสียเร็วขึ้นกว่าปกติ
- ง. จะทำให้รสชาติของน้ำพริกเปลี่ยนไป
- จ. น้ำมะนาวจะละลายเนื้อหินออกมาด้วย

14. ปรากฏการณ์ใดที่เกิดกับสารแล้วจัดว่าเป็นการระเหิด (ความเข้าใจ)

- ก. สาร A เป็นของแข็ง $\rightarrow$ ไอ
- ข. สาร B เป็นของแข็ง $\rightarrow$ ของเหลว
- ค. สาร C เป็นของแข็ง $\rightarrow$ ของเหลว $\rightarrow$ ไอ
- ง. สาร D เป็นของเหลว $\rightarrow$ ไอ $\rightarrow$ ของเหลว
- จ. สาร E เป็นไอ $\rightarrow$ ของเหลว $\rightarrow$ ของแข็ง

15. มดแดงเดินผ่านดอกอัญชัน ปรากฏว่ามีจุดสีแดงเกิดขึ้นบนกลีบของดอก แสดงว่ามดแดงปล่อยสารชนิดใดออกมา (ทักษะกระบวนการฯ)

- ก. สารที่เป็นพิษ
- ข. สารที่เป็นกรด
- ค. สารที่เป็นด่าง
- ง. สารที่เป็นเบส
- จ. สารที่เป็นกลาง

16. ถ้าใส่ช้อนสังกะสีลงในสารใด จะทำให้เกิดการผุกร่อนได้ (การนำไปใช้)

- ก. น้ำสบู่
- ข. น้ำซีเมนต์
- ค. น้ำเกลือ
- ง. น้ำปูนใส
- จ. น้ำส้มสายชู

17. การใช้น้ำส้มสายชูผสมน้ำล้างผัก มีจุดประสงค์อย่างไร (การนำไปใช้)

- ก. ข่าเชื้อโรค
- ข. ล้างยาฆ่าแมลง
- ค. ล้างปุ๋ยที่ติดใบผัก
- ง. ล้างสิ่งสกปรกที่ติดมา
- จ. สะดวกในการรับประทาน

18. ถ้านำสาร A ซึ่งเป็นสารเนื้อเดียว มีสถานะเป็นของเหลว มาระเหยจนแห้ง พบว่าไม่มีสิ่งใดเหลืออยู่เลย จะสรุปได้ว่าอย่างไรจึงจะถูกต้อง (การนำไปใช้)

- ก. สาร A เป็นสารเนื้อเดียว
- ข. สาร A เป็นสารละลาย
- ค. สาร A เป็นสารบริสุทธิ์
- ง. สาร A เป็นสารประกอบ
- จ. ยังสรุปไม่ได้ว่าเป็นสารบริสุทธิ์ หรือสารละลาย

คำชี้แจง พิจารณาตารางแสดงความสามารถในการละลายน้ำของสาร B ที่อุณหภูมิต่างๆ
ใช้ตอบคำถามข้อ 19 – 21

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความสามารถในการละลาย g/100 cm ³
10	35
20	45
30	55
40	65

19. ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ถ้าเติมสาร B ลงไป 50 กรัม จะเกิดผลอย่างไร
(ทักษะกระบวนการฯ)
- สารละลายได้หมด แต่ยังไม่อิ่มตัว
 - สารละลายได้หมด และอิ่มตัวพอดี
 - สารละลายได้หมด ต้องลดอุณหภูมิ
 - สารละลายได้ไม่หมด ต้องลดอุณหภูมิ
 - สารละลายได้ไม่หมด ต้องเพิ่มอุณหภูมิ
20. ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส สาร B จะมีความสามารถในการละลายเป็นเท่าไร
(ทักษะกระบวนการฯ)
- 35 g/100 cm³
 - 45 g/100 cm³
 - 50 g/100 cm³
 - 55 g/100 cm³
 - 60 g/100 cm³
21. ถ้าเพิ่มอุณหภูมิเป็น 50 องศาเซลเซียส ความสามารถในการละลายของสาร B จะเป็นเท่าไร
(ทักษะกระบวนการฯ)
- 65 g/100 cm³
 - 70 g/100 cm³
 - 75 g/100 cm³
 - 80 g/100 cm³
 - 85 g/100 cm³

22. ข้อใดกล่าวถึงตัวถูกละลายได้ถูกต้อง (ความเข้าใจ)

- ก. สารที่มีปริมาณน้อยกว่า
- ข. สารที่มีปริมาณมากกว่า
- ค. สารที่มีสถานะเดียวกับสารละลาย
- ง. สารที่มีสถานะเป็นของเหลวเท่านั้น
- จ. สารที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าสารละลาย

คำชี้แจง ใช้ตารางแสดงปริมาณการละลายของสารในตัวทำละลายต่างๆ ตอบข้อ 23 – 25

ตัวทำละลาย สาร	ปริมาณมากที่สุดของสารที่ละลายได้ในตัวทำละลาย 10 CM ³ (ข้อน)	
	น้ำ	แอลกอฮอล์
L	-	1
M	5	-
N	-	2
O	3	-
P	2	-

23. จากตารางสารใดละลายน้ำ (ความเข้าใจ)

- ก. L, M
- ข. M, N
- ค. N, O
- ง. O, P
- จ. L, N

24. สารใดละลายน้ำได้ดีที่สุด (ความเข้าใจ)

- ก. L
- ข. M
- ค. N
- ง. O
- จ. P

25. ถ้านำสาร 2 ชนิดมาผสมกัน เกิดการละลายกลายเป็นเนื้อเดียวกัน สารที่มีปริมาณมากกว่า เรียกว่าอะไร (ความรู้-ความจำ)

- ก. ตัวทำละลาย
- ข. ตัวถูกละลาย
- ค. ตัวเร่งปฏิกิริยา
- ง. สารละลายอิ่มตัว
- จ. สารละลายไม่อิ่มตัว

26. ผลึกเกิดจากสารในข้อใด (ความรู้-ความจำ)

- ก. สารละลายอิ่มตัว
- ข. สารละลายเข้มข้น
- ค. สารละลายเจือจาง
- ง. สารประกอบอิ่มตัว
- จ. สารละลายเนื้อเดียว

27. ขวดชนิดใดเหมาะที่จะใช้เก็บสารละลายเบสมากที่สุด (การนำไปใช้)

- ก. แก้ว
- ข. ตะกั่ว
- ค. สังกะสี
- ง. อะลูมิเนียม
- จ. พลาสติก

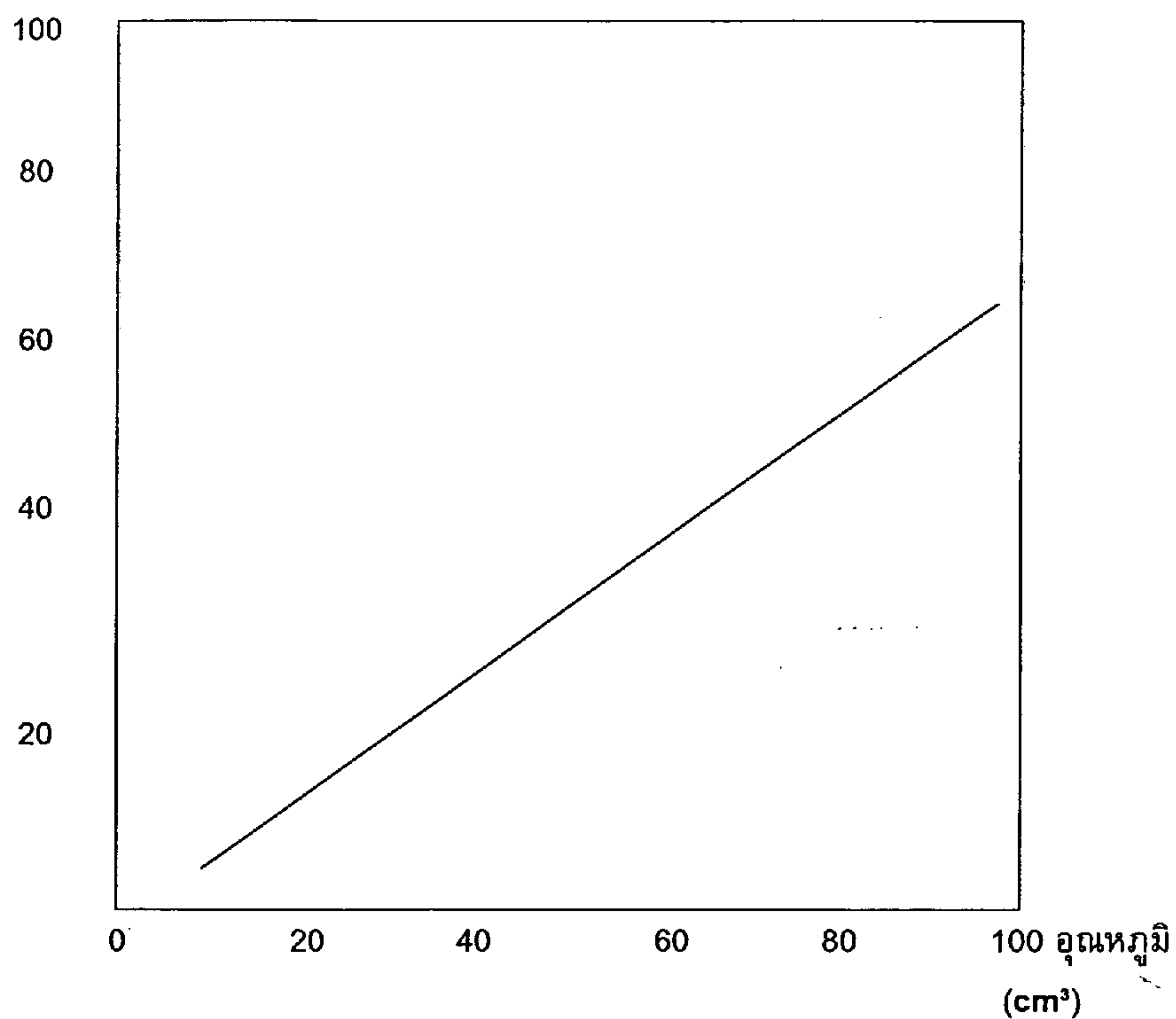
28. จากตารางต่อไปนี้ใช้เกณฑ์ใดในการจำแนก (ทักษะกระบวนการฯ)

สารพวกที่ 1	สารพวกที่ 2
แอมพู ผงซักฟอก สบู่	น้ำส้มสายชู น้ำอัดลม น้ำมะนาว

- ก. สถานะ
 - ข. จุดเดือด
 - ค. การนำไฟฟ้า
 - ง. ลักษณะเนื้อสาร
 - จ. สมบัติความเป็นกรด – เบส
29. ข้อใด ไม่ใช่ สมบัติของสารที่เป็นกรด (ความรู้-ความจำ)
- ก. มีรสชาติเปรี้ยว
 - ข. ไม่ทำปฏิกิริยากับโลหะ
 - ค. กัดกร่อนพลาสติกได้
 - ง. ทำปฏิกิริยากับหินปูนได้
 - ฉ. เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากน้ำเงินเป็นแดง

คำชี้แจง จงพิจารณากราฟแสดงความสามารถในการละลายของสาร B ในน้ำ

ความสามารถในการละลาย ($\text{g}/100 \text{ cm}^3$)



30. ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส สาร B ละลายน้ำได้กี่กรัม (ทักษะกระบวนการ)

- ก. 20 กรัม
- ข. 40 กรัม
- ค. 60 กรัม
- ง. 80 กรัม
- จ. 100 กรัม

**เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
เรื่อง สมบัติของสารและการจำแนก**

- | | |
|-------|-------|
| 1. ง | 16. จ |
| 2. ก | 17. ข |
| 3. ก | 18. จ |
| 4. จ | 19. จ |
| 5. ข | 20. จ |
| 6. ง | 21. ค |
| 7. ง | 22. ก |
| 8. จ | 23. ง |
| 9. ง | 24. ข |
| 10. จ | 25. ก |
| 11. จ | 26. ก |
| 12. ค | 27. ก |
| 13. จ | 28. จ |
| 14. ก | 29. ข |
| 15. ข | 30. ก |

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 **ภาคเรียนที่ 1** **ปีการศึกษา 2549**

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ
2. ให้นักเรียนเขียน ชื่อ - นามสกุล ชั้น ห้อง และโรงเรียนลงในกระดาษคำตอบ
3. ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์แล้วใช้ข้อมูลในสถานการณ์นั้นตอบคำถามโดยเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบ
4. ห้ามนักเรียนทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบนี้
5. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที

อาหารสด ได้แก่ อาหารทะเล ผักสด เนื้อสัตว์ต่างๆ มีสารฟอร์มาลีนปนเปื้อน ซึ่งทำให้เก็บได้นานกว่าการแช่น้ำแข็ง ผู้ขายจึงใช้ฟอร์มาลีนชุบอาหารสดเหล่านั้น

ฟอร์มาลีนเป็นของเหลวใส ไม่มีสี มีกลิ่นฉุนเฉพาะตัวเรียกว่า น้ำยาดองศพ ซึ่งใช้ในการผลิตเคมีภัณฑ์ พลาสติก สิ่งทอ เมื่อนำฟอร์มาลีนมาผสมในอาหารจะคงความสดไม่เน่าเสียง่าย เก็บรักษาได้นานขึ้น อันตรายต่อผู้บริโภค จะมีพิษเฉียบพลัน คือปวดท้องรุนแรง อาเจียน อูจจาระร่วง หดสติ ตายในที่สุด

ดังนั้นถ้ามีการตรวจหาสารพิษที่เจือปนในอาหารอย่างเหมาะสม จะช่วยลดปริมาณการใช้สารฟอร์มาลีนในอาหารให้น้อยลงได้

1. จากสถานการณ์ดังกล่าวเกิดปัญหาใด
 - ก. อาหารสดมีพิษ
 - ข. อาหารสดเสื่อมคุณภาพ
 - ค. อาหารสดมีปริมาณลดลง
 - ง. อาหารสดเก็บได้ไม่นาน
2. จากปัญหาดังกล่าวทำให้เกิดสิ่งใด
 - ก. อันตรายต่อผู้บริโภค
 - ข. อาหารสดเก็บได้นานขึ้น
 - ค. การบริโภคอาหารสดลดลง
 - ง. สารเคมีที่ใช้ผลิตสิ่งทอมีปริมาณลดลง

3. ข้อใดกล่าวถึงข้อคิดเห็น

- ก. การใช้ฟอร์มาลีนเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค
- ข. สารฟอร์มาลีนใช้ในการผลิตเคมีภัณฑ์พลาสติก
- ค. ผู้ขายใช้ฟอร์มาลีนชุบในอาหารสด เช่น อาหารทะเลและเนื้อสัตว์
- ง. การตรวจอาหารสดจะช่วยลดปริมาณการใช้สารฟอร์มาลีนให้น้อยลง

4. สมมติฐานของปัญหานี้คืออะไร

- ก. อาหารสดที่เก็บได้นานน่าจะชุบด้วยฟอร์มาลีน
- ข. ฟอร์มาลีนมีอันตรายต่อการทำงานของตับ หัวใจ
- ค. สารฟอร์มาลีนใช้ในการผลิตเคมีภัณฑ์พลาสติก
- ง. สารฟอร์มาลีนใช้ชุบอาหารทะเล และเนื้อสัตว์ให้สดนานขึ้น

5. จากปัญหาดังกล่าวสรุปได้ว่าอย่างไร

- ก. สารฟอร์มาลีนเป็นน้ำยาใช้ดองศพ
- ข. ฟอร์มาลีนใช้ชุบอาหารสดให้เก็บได้นานขึ้น
- ค. ฟอร์มาลีนเป็นอันตรายทำให้ผู้บริโภคเสียชีวิต
- ง. การตรวจหาสารฟอร์มาลีนทำได้ยากเนื่องจากเป็นของเหลวไม่มีสี

เปลือกมังคุด คุณค่ามหาศาล ซึ่งปัจจุบันในวงการแพทย์และบริษัทเอกชน ที่ผลิตเวชสำอาง มีการศึกษาและนำมาใช้ประโยชน์กันอย่างมากมาย โดยใช้ในรูป เปลือกมังคุดแห้ง

จากการวิจัยของหน่วยงานภาครัฐและเอกชน พบว่าทุกส่วนของต้นมังคุดมีรสฝาดโดยเฉพาะผลและยาง ใช้เป็นยาถ่ายอย่างรุนแรง น้ำต้มที่ได้จากเปลือกต้นและใบ ใช้เป็นยาฝาดอมก๊วลูกคอแก้แผลในปาก ลดไข้ เนื้อในผลรสชาติดีให้ความเย็นแก่ร่างกาย เปลือกผลใช้แก้ท้องเสีย ทางเดินปัสสาวะอักเสบ ลดไข้ มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งทำให้เกิดหนอง และช่วยต้านเชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคผิวหนัง และลดอาการอักเสบได้

6. จากสถานการณ์ดังกล่าวควรตั้งชื่อว่าอะไร

- ก. คุณค่าจากเปลือกมังคุด
- ข. มังคุดเป็นผลไม้ที่มีรสชาติดี
- ค. เครื่องสำอางจากเปลือกมังคุด
- ง. การรักษาโรคด้วยเปลือกมังคุด

7. จากบทความ วงการแพทย์ใช้เปลือกมังคุดทำประโยชน์ในด้านใดมากที่สุด
 - ก. แก่ท้องเสีย
 - ข. ชำเชื้อแบคทีเรีย
 - ค. รักษาโรคผิวหนัง
 - ง. ผลิตเครื่องสำอาง
8. ข้อใดกล่าวถึงข้อคิดเห็น
 - ก. ยางมังคุดใช้เป็นยาถ่ายรุนแรง
 - ข. เนื้อมังคุดให้ความเย็นแก่ร่างกาย
 - ค. เปลือกมังคุดมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย
 - ง. ทุกส่วนของมังคุดมีคุณค่าควรนำมาใช้ประโยชน์ให้มากขึ้น
9. สมมติฐานของบทความนี้คืออะไร
 - ก. เปลือกมังคุดแห้งใช้ผลิตเวชสำอางได้
 - ข. เนื้อมังคุดมีรสดีให้ความเย็นแก่ร่างกาย
 - ค. เปลือกมังคุดแห้งมีคุณค่าถ้ามีการค้นคว้าวิจัยให้มากขึ้น
 - ง. เปลือกมังคุดมีฤทธิ์ต้านเชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคผิวหนัง
10. จากบทความดังกล่าวสรุปได้ว่าอย่างไร
 - ก. ทุกส่วนของต้นมังคุดมีรสฝาด
 - ข. ยางมังคุดใช้เป็นยาถ่ายอย่างรุนแรง
 - ค. เปลือกและใบใช้อมแก้แผลในปากและลดไข้ได้
 - ง. เปลือกมังคุดมีประโยชน์ใช้ทำเครื่องสำอาง มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย

มนุษย์ทำให้เกิดฝนกรดโดยก่อให้เกิดมลพิษในอากาศ ในแต่ละวันรถยนต์และโรงงานต่าง ๆ จะปล่อยสารพิษทั้งหลายออกมาทางท่อออกสู่อากาศ สารพิษเหล่านี้จะกลายเป็นส่วนหนึ่งของไอน้ำในก้อนเมฆ และก่อให้เกิดเป็นฝนกรด และเมื่อตกลงมา ฝนกรดจะลงสู่ดิน ทะเลสาบ แม่น้ำและมหาสมุทร ทำให้รบกวน สัตว์ป่า อาคารที่ทำด้วยปูนและหินปูน จะทำปฏิกิริยากับฝนกรด เกิดการสึกกร่อน หลายปีผ่านไปจะเกิดเป็นรอยเปราะบาง และถูกทำลายในที่สุด

เมื่อฝนกรดซึมลงใต้พื้นดินจะกัดกร่อนแร่ธาตุที่มีประโยชน์ในดิน ทำให้พืชโตช้า เปลี่ยนแปลงสภาพน้ำ ทำลายอาหารต่างๆของปลา ทำให้ปลาไม่สามารถวางไข่ได้ ถ้ายังปล่อยให้เป็นแบบนี้ต่อไปในเมืองใหญ่จะเกิดอะไรขึ้น.....

11. จากสถานการณ์ดังกล่าวเกิดปัญหาใด
 - ก. ฝนกรดเกิดจากมนุษย์
 - ข. ฝนกรดทำลายสภาพแหล่งน้ำ
 - ค. อาคารต่างๆเกิดการผุกร่อน
 - ง. ฝนกรดทำปฏิกิริยากับสารพิษในอากาศ
12. ปัญหาดังกล่าวส่งผลให้เกิดสิ่งใดมากที่สุด
 - ก. อากาศเป็นพิษ
 - ข. แร่ธาตุในดินถูกทำลายไป
 - ค. อาหารต่างๆของปลาถูกทำลาย
 - ง. สิ่งก่อสร้างที่ทำด้วยปูนถูกกัดกร่อน
13. ข้อใดกล่าวถึงข้อคิดเห็น
 - ก. โรงงานต่างๆปล่อยสารพิษ
 - ข. ฝนกรดทำให้พืชโตช้า
 - ค. อาคารที่เป็นปูนถูกกัดกร่อน
 - ง. ต่อไปเมืองใหญ่จะเกิดอะไรขึ้น
14. สมมติฐานของปัญหานี้คืออะไร
 - ก. ฝนกรดจะไม่เกิดถ้าไม่มีโรงงาน
 - ข. ดินจะไม่เสื่อมสภาพถ้ามีฝนกรดตกสู่พื้น
 - ค. อาคารจะไม่ผุกร่อนถ้าสร้างด้วยโลหะและกระจก
 - ง. การช่วยกันลดมลพิษในอากาศจะช่วยลดปัญหาฝนกรด
15. จากปัญหาดังกล่าวสรุปได้ว่าอย่างไร
 - ก. มีการปล่อยสารพิษออกสู่อากาศต่อไป
 - ข. มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับมลพิษในอากาศ
 - ค. มีการตระหนักถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
 - ง. มีความพยายามลดมลพิษในอากาศให้น้อยลง

เมื่อพิจารณาถึงปัญหาและอุปสรรคของดินเปรี้ยวจัด พบว่าความเป็นกรดอย่างรุนแรงของดิน เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้การเจริญเติบโตของพืชและผลผลิตของพืชตกต่ำ และมีผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในดินที่มี ประโยชน์ต่อพืชมีปริมาณลดลง

ดังนั้นจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น ที่จะต้องหาเส้นทางที่เหมาะสม ในการแก้ปัญหาดินเปรี้ยวจัดเพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตให้สูงขึ้น ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาทางเศรษฐกิจและสังคม รวมทั้งเป็นการแก้ปัญหา การใช้ทรัพยากรดินให้เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่า และยังยืน

16. จากบทความดังกล่าวเกิดปัญหาใด

- ก. การใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่า
- ข. การเพิ่มปริมาณผลผลิต
- ค. ดินมีความเป็นกรดรุนแรง
- ง. จุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในดินมีจำนวนลดลง

17. ปัญหาดังกล่าวทำให้เกิดสิ่งใดมากที่สุด

- ก. ปริมาณน้ำในดินลดลง
- ข. ดินมีการเปลี่ยนสีไปจากเดิม
- ค. การเจริญเติบโตของพืชต่ำลง
- ง. ปริมาณของดินในธรรมชาติลดลง

18. ข้อใดกล่าวถึงข้อคิดเห็น

- ก. ดินมีความเป็นกรดรุนแรง
- ข. จุลินทรีย์ในดินมีปริมาณลดลง
- ค. ดินเปรี้ยวทำให้ผลผลิตของพืชตกต่ำ
- ง. ต้องหาวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาดินเปรี้ยว

19. สมมติฐานของปัญหานี้คืออะไร

- ก. ดินเปรี้ยวจะไม่เกิดขึ้นถ้าไม่ใช้ปุ๋ยเคมี
- ข. ดินเปรี้ยวจะไม่เกิดขึ้นถ้าไม่ใช้ทรัพยากรดิน
- ค. ดินเปรี้ยวจะทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ในดินลดลง
- ง. การแก้ปัญหาดินเปรี้ยวจะทำให้พืชมีผลผลิตสูงขึ้น

20. จากปัญหาดังกล่าวสรุปได้ว่าอย่างไร

- ก. รัฐบาลกำลังแก้ไขปัญหาทางเศรษฐกิจและสังคม
- ข. จุลินทรีย์ในดินมีประโยชน์ต่อพืชที่มีปริมาณลดลง
- ค. ดินเปรี้ยวทำให้พืชเจริญเติบโตช้าและมีผลผลิตตกต่ำ

ทุกวันนี้อันตรายจากการบริโภคมีมาก โดยเฉพาะ ยาฆ่าแมลง ที่ยังตรวจพบการปนเปื้อนในผักและผลไม้อยู่เสมอ ผักผลไม้ที่ซื้อมาบริโภคจะปลอดภัยจากสารพิษตกค้าง ถ้าเกษตรกรไม่ใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในปริมาณมาก ทำให้มีสารตกค้างซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายได้

สารกำจัดศัตรูพืชที่เป็นอันตรายต่อระบบประสาทส่วนกลาง ได้แก่ ดีดีที เอ็นตริน ฯลฯ เราสามารถลดสารตกค้างได้โดยการนำผักและผลไม้ที่ซื้อมาใส่ตะแกรงโปร่ง เปิดน้ำไหลจากก๊อกแรงพอประมาณให้น้ำไหลผ่าน 2 นาที หรือแช่น้ำสะอาด 10-15 นาที หรือใช้ผลฟู่ 1 ช้อนโต๊ะผสมน้ำอุ่นแช่ผัก 15 นาที หรือใช้น้ำส้มสายชู 5% 1 ช้อนผสมน้ำแช่ผัก 10-15 นาที

21. จากบทความดังกล่าวควรตั้งชื่อว่าอะไร

- ก. ผักและผลไม้เป็นพิษ
- ข. การล้างผักให้หมดจดช่วยลดยาฆ่าแมลง
- ค. ยาฆ่าแมลงเป็นอันตรายต่อระบบประสาทส่วนกลาง
- ง. น้ำส้มสายชู 5 % ช่วยลดสารพิษตกค้างในผักผลไม้

22. จากปัญหาดังกล่าวส่งผลทำให้เกิดสิ่งใด

- ก. ผักผลไม้มีราคาแพง
- ข. ยาฆ่าแมลงขาดตลาด
- ค. เกษตรกรลดการใช้ยาฆ่าแมลง
- ง. อันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค

23. ข้อใดกล่าวถึงข้อคิดเห็น

- ก. ดีดีที่มีอันตรายต่อระบบประสาทส่วนกลางของมนุษย์
- ข. ล้างผักและผลไม้ต้องเปิดน้ำให้ไหลผ่านประมาณ 2 นาที
- ค. ผงฟูผสมน้ำอุ่นแช่ผักผลไม้ 15 นาที ช่วยลดสารพิษ
- ง. ถ้าไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในปริมาณมากจะปลอดภัยจากสารพิษตกค้างในผัก

24. สมมติฐานของปัญหานี้คืออะไร

- ก. การล้างผักด้วยน้ำต้องใช้เวลาอย่างน้อย 15 นาที
- ข. ใช้ น้ำส้มสายชูผสมน้ำล้างผักลดสารพิษตกค้างได้
- ค. สารพิษตกค้างในผักผลไม้มีผลต่อระบบประสาท
- ง. อันตรายจากสารพิษตกค้างป้องกันได้ด้วยการใช้สารเคมี

25. จากปัญหาดังกล่าวสรุปได้ว่าอย่างไร

- ก. การบริโภคผักผลไม้เป็นสิ่งที่ดี
- ข. ดีดีที่เป็นสารพิษที่พบในผักผลไม้
- ค. ผักผลไม้จะปลอดภัยถ้าเลือกใช้สารเคมี
- ง. การนำความรู้เรื่องการล้างผักมาใช้ช่วยลดสารพิษตกค้างในผักผลไม้ได้

ในสภาวะที่ประเทศชาติกำลังเผชิญกับปัญหาหลายอย่าง อย่างหนึ่งที่เป็นปัญหาที่สำคัญมากที่สุดคือ พลังงานขาดแคลน ทำให้น้ำมันมีราคาแพง เราต้องนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงปิโตรเลียมหลายแสนบาท

วิธีการแก้ไขมีหลายวิธี วิธีหนึ่งคือการประหยัดพลังงาน อีกวิธีคือการหาแหล่งพลังงานทดแทน เช่น ลม แสงแดด พืช พืชที่นำมาใช้มี 2 กลุ่ม คือแบ่งน้ำตาล นำมาทำเป็นแอลกอฮอล์ผสมกับน้ำมันเบนซิน 91 เรียกว่า แก๊สโซฮอล์ อีกพวกหนึ่งคือพืชน้ำมัน นำมาสกัดน้ำมันใส่รถยนต์ เรียกว่า ไบโอดีเซล ได้แก่ ถั่วเหลือง สบู่ดำ ปาล์มน้ำมัน

26.จากบทความดังกล่าวเกิดปัญหาใด

- ก. การหาวิธีประหยัดพลังงาน
- ข. น้ำมันเชื้อเพลิงมีราคาแพง
- ค. การใช้น้ำมันทดแทนกับเครื่องยนต์
- ง. พลังงานในประเทศกำลังขาดแคลน

27. จากปัญหาดังกล่าวส่งผลทำให้เกิดสิ่งใดมากที่สุด

- ก. การนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิง
- ข. การหาวิธีประหยัดพลังงานแบบต่างๆ
- ค. การออกแบบเครื่องยนต์ประหยัดพลังงาน
- ง. การส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกพืชน้ำมันมากขึ้น

28. ข้อใดกล่าวถึงข้อเท็จจริง

- ก. จะทำอย่างไรที่จะทำให้ทุกคนช่วยกันประหยัดพลังงาน
- ข. ถ้าน้ำมันยังแพงต่อไปอย่างนี้อีกจะเกิดอะไรขึ้นในอนาคต
- ค. การประหยัดพลังงานคือการหาแหล่งพลังงานทดแทน
- ง. ประเทศไทยน่าจะมีการใช้พลังงานแสงแดดให้มากขึ้น

29. สมมติฐานของปัญหานี้คืออะไร

- ก. น้ำมันเชื้อเพลิงราคาแพงขึ้นทุกคนต้องใช้อย่างประหยัด
- ข. พลังงานจะขาดแคลนมากขึ้นถ้าทุกคนไม่ให้ความสำคัญ
- ค. ประเทศไทยยังมีการใช้ประโยชน์จากพลังงานทดแทนน้อยมาก
- ง. ถ้าทุกคนร่วมกันประหยัดพลังงานจะแก้ปัญหาพลังงานขาดแคลนได้

30. จากบทความดังกล่าวสรุปได้ว่าอย่างไร

- ก. ประชาชนยังไม่ให้ความสำคัญในการใช้พลังงานทดแทน
- ข. จะต้องทำอย่างไรให้ประชาชนช่วยกันประหยัดพลังงาน
- ค. การใช้พลังงานทดแทนช่วยแก้ปัญหาพลังงานขาดแคลนได้
- ง. ควรมีการให้ความรู้เรื่องก๊าซโซฮอลล์และไบโอดีเซลแก่ประชาชนให้มากขึ้น

**เฉลยแบบทดสอบวัดความสามารถในการ
คิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์**

- | | |
|------|-------|
| 1. ก | 16. ค |
| 2. ก | 17. ค |
| 3. ง | 18. ง |
| 4. ก | 19. ง |
| 5. ข | 20. ค |
| 6. ก | 21. ข |
| 7. ง | 22. ง |
| 8. ง | 23. ง |
| 9. ค | 24. ง |
| 10.ง | 25. ง |
| 11.ก | 26. ง |
| 12.ง | 27. ข |
| 13.ง | 28. ค |
| 14.ง | 29. ง |
| 15.ก | 30. ค |

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง

โรงเรียนนักบุญเปโตร

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ช่วงชั้นที่ 3 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 : สมบัติของสารและการจำแนก

หน่วยย่อยเรื่อง : การจำแนกสาร

ใช้เวลา 2 ชั่วโมง

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสารความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

แนวความคิดหลัก

การจำแนกประเภทเป็นการจัดแบ่ง หรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในเหตุการณ์และปรากฏการณ์เป็นพวกๆ โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่งโดยอาจใช้ความเหมือนความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

สารแต่ละชนิดมีสมบัติต่างกัน สามารถเปลี่ยนแปลงที่สถานะได้ จึงใช้เกณฑ์ในการจำแนกได้หลายอย่าง เกณฑ์ในการจำแนกสารที่รู้จักและใช้อยู่เสมอ คือ สถานะของสาร ได้แก่ ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ หากพิจารณาโดยใช้ลักษณะเนื้อสารเป็นเกณฑ์ จะแบ่งสารได้เป็น 2 ประเภท คือ สารเนื้อเดียวกับสารเนื้อผสม

สารเนื้อเดียว เป็นสารที่มองเห็นเป็นเนื้อเดียว มีสีเดียว อาจประกอบด้วยสารเพียงอย่างเดียวหรือหลายอย่างก็ได้

สารเนื้อผสม เป็นสารที่มองเห็นไม่เป็นเนื้อเดียวหรือมีหลายสีปนกันประกอบด้วยสารมากกว่าหนึ่งสาร

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

สืบค้นข้อมูล ตรวจสอบ และอธิบายการจำแนกสารโดยใช้เกณฑ์ต่างๆ ได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. อธิบายความหมายของการจำแนกสารได้
2. จำแนกประเภทโดยใช้ลักษณะเนื้อสารเป็นเกณฑ์ในการจำแนกได้
3. บอกเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกสารได้

ด้านทักษะกระบวนการ

1. การแก้ปัญหา
2. การให้เหตุผล
3. การสื่อสารและการนำเสนอ
4. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ความรับผิดชอบ
2. การทำงานอย่างมีระบบ
3. ความมีระเบียบวินัย

กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

- 1.1 แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 7 คน ในแต่ละกลุ่มจัดแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ
- 1.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาสถานการณ์เกี่ยวกับการจำแนกสาร
- 1.3 ครูใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การคิด เรื่องการจำแนกสารว่า “ถ้ามีสารต่างๆ 10 ชนิด นักเรียนจะจำแนกสารต่างๆ เหล่านั้นได้อย่างไรบ้าง”

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

- 2.1 นักเรียนศึกษาใบความรู้เรื่อง การจำแนกสาร
- 2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผน โดยตั้งปัญหา สมมติฐาน และกำหนดตัวแปร
- 2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองจำแนกสาร พร้อมทั้งบันทึกผล และจัดทำข้อมูลเพื่อรายงานผล

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

- 3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสำรวจค้นหาในเรื่อง “การจำแนกสาร” ตามประเด็นปัญหาสำคัญต่อไปนี้
 - ปัญหา
 - สมมติฐาน
 - ผลการทดลอง
- 3.2 นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองและสรุปผลการสำรวจค้นหา ซึ่งมีแนวในการสรุปดังนี้

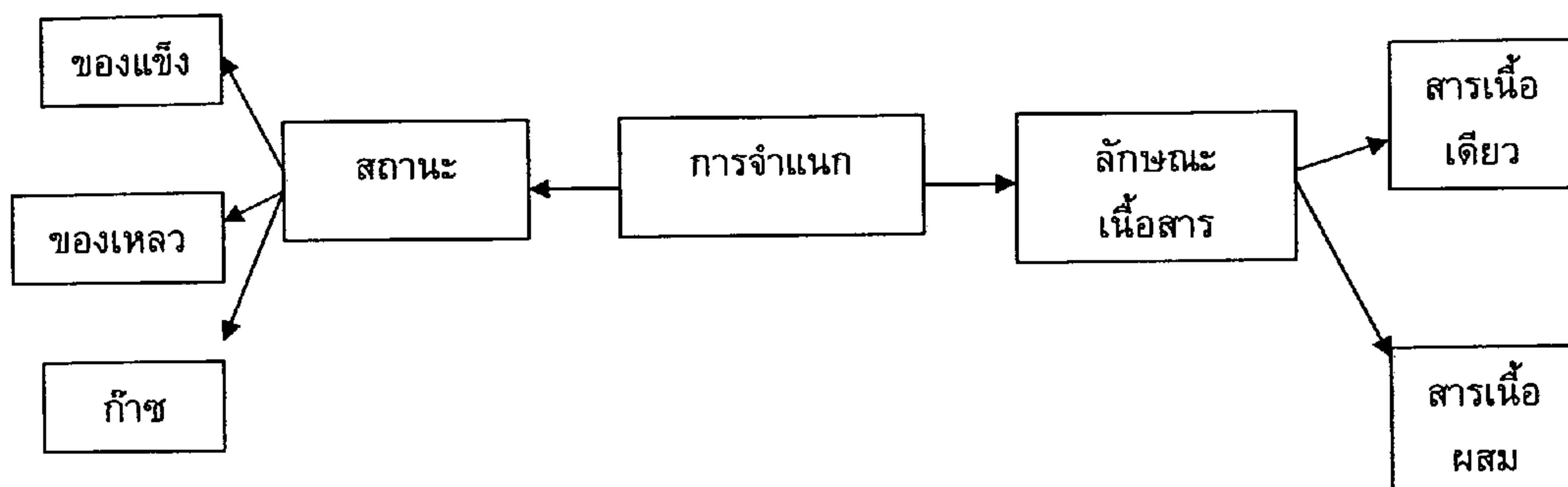
สาร หมายถึง เนื้อของสสาร หรือสิ่งที่มีตัวตน มีมวลหรือน้ำหนัก สามารถสัมผัสได้ เช่น พืช สัตว์ ดิน น้ำ อากาศ ทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่รอบๆตัวเรา จัดเป็นสารทั้งสิ้น สารแต่ละชนิดมีสมบัติต่างกัน เราสามารถใช้สมบัติของสารมาจำแนกชนิดของสารได้ 2 ลักษณะ คือ สมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางเคมี

การจำแนกประเภทของสาร เป็นการจัดแบ่งหรือเรียงวัตถุที่อยู่ในเหตุการณ์ต่างๆ ได้แก่

- ใช้สถานะเป็นเกณฑ์ จำแนกได้เป็น ของแข็ง ของเหลว ก๊าซ
- ใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ จำแนกได้เป็น สารเนื้อเดียว กับสารเนื้อผสม

4. ขั้ขยายความรู้

4.1 ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับการจำแนกสาร แล้วให้นักเรียนร่วมกันเขียนแผนภาพการจำแนกสารบนกระดานดำดังนี้



4.2 ครูซักถามเรื่อง “การจำแนกสารโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 เป็นคุณสมบัติของสารในลักษณะใด”

4.3 ครูซักถามเรื่อง “การเผากระดาษ หรือการต้มกุ่มแล้วกลายเป็นสีส้ม เป็นคุณสมบัติของสารในลักษณะใด”

4.4 นักเรียนทำแบบฝึกหัดชวนคิด และแลกเปลี่ยนกันตรวจคำตอบ

4.5 ครูแนะนำให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติมจากสื่ออื่นๆ

5. ชั้นประเมินผล

5.1 ประเมินผลจากการตอบคำถามของนักเรียน

5.2 ประเมินผลจากการทำกิจกรรมกลุ่มของนักเรียน

วัสดุอุปกรณ์ สื่อ และแหล่งการเรียนรู้

วัสดุอุปกรณ์

1. สารตัวอย่าง
2. ประสาทสัมผัส
3. สมุดและปากกา
4. นาฬิกาจับเวลา

สื่อ และแหล่งการเรียนรู้

1. ใบสถานการณ์ เรื่องการจำแนกสาร
2. ใบความรู้เรื่อง การจำแนกสาร
3. แบบบันทึกกิจกรรมการทดลอง
4. แบบฝึกหัดชวนคิด

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตความร่วมมือในการทำกิจกรรมการทดลอง การแก้ปัญหา การให้เหตุผลในการตอบคำถาม การอภิปรายแสดงความคิดเห็น
2. ความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่ม และผลจากการทำกิจกรรม
3. คุณธรรม และจริยธรรมที่นักเรียนแสดงออกในขณะที่ทำการทดลอง

กิจกรรมที่ 1 เรื่องการจำแนกสาร

สถานการณ์เกี่ยวกับการจำแนกสาร

แพรวกับเอิร์น เป็นเพื่อนที่สนิทกัน เอิร์นชอบใช้เวลาว่างในการเข้าห้องสมุด ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม ทำให้ได้ความรู้เพิ่มขึ้น เช่น เรื่องสมบัติของสาร ทำให้รู้ว่าสารมีสมบัติต่างกัน ซึ่งสามารถจำแนกสมบัติของสารได้ 2 อย่าง คือทางกายภาพ และทางเคมี

นอกจากนั้น ยังได้รู้ว่า ถ้าจำแนกสารตามความเหมือนหรือความแตกต่างจะจำแนกได้โดยใช้เกณฑ์ต่างๆ ได้อีก เช่น สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว ก๊าซ ถ้าจำแนกโดยใช้ลักษณะเนื้อสารจะจำแนกได้เป็นสารเนื้อเดียวกับสารเนื้อผสม

วันหนึ่งคุณแม่ของแพรวกลับมาจากตลาด ได้ซื้อของใส่ตะกร้ามากมาย ได้แก่ ข้าวสาร แป้งมัน เกลือแกง น้ำตาลทราย น้ำหวาน น้ำส้มสายชู น้ำพริก น้ำจิ้มไก่ กะปิ น้ำปลา เพื่อนำมาใช้ในการครัว เอิร์นจึงชวนแพรวให้ลองช่วยกันจำแนกของเหล่านี้เป็นพวกๆ ตามที่ได้ศึกษามา

เอิร์น : โอโฮ! มีของมากมายในตะกร้า เราน่าจะมาทดลองจำแนกสารออกเป็นพวกๆ

ดู เธอสนใจไหม

แพรว : สนใจสิ แล้วเราจะจำแนกของพวกนี้ได้อย่างไร

เอิร์น : ออไม่ยากเลย เราสามารถใช้สถานะเป็นเกณฑ์ในการจำแนก หรือใช้การสังเกตเนื้อสารด้วยตา ก็ได้

แพรว : สังเกตด้วยตาแล้วจำแนกเป็นอะไรบ้าง

เอิร์น : ถ้าอยากรู้ต้องไปอ่านไปความรู้ก่อนแล้วถึงจะลงมือจำแนกได้

แพรว : เราอยากทดลองจำแนกแล้ว เรามาลองมือกันเลยดีไหม

เอิร์น : ดีสิ เอละเริ่มทีละสารแล้วกัน แต่อย่าลืมตั้งสมมติฐานในการจำแนกสารด้วยนะ

แบบบันทึกกิจกรรม

เรื่อง การจำแนกสาร

สมาชิกกลุ่ม

- | | |
|---------|---------|
| 1. | 5. |
| 2. | 6. |
| 3. | 7. |
| 4. | 8. |

ปัญหา

จุดประสงค์การทดลอง

.....

.....

สมมติฐานการทดลอง

.....

.....

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ

.....

ตัวแปรตาม

.....

ตัวแปรควบคุม.....

.....

อุปกรณ์และสารเคมี

1. สารตัวอย่าง 10 ชนิด
2. กระจกสัณผัสในร่างกาย
3. นาฬิกาจับเวลา
4. ปากกาและสมุด

วิธีการทดลอง

1. นำสารตัวอย่างที่จะทำการสังเกตมาทีละ 1 ชนิด
2. ทำการสังเกตสารโดยใช้กระจกสัณผัสทั้ง 5
3. บันทึกผลการทดลองในตารางบันทึกผล

บันทึกผลการทดลอง

สาร	สถานะ	ลักษณะเนื้อสาร	
		สารเนื้อเดียว	สารเนื้อผสม
ข้าวสาร			
แป้งมัน			
เกลือแกง			
น้ำตาลทราย			
น้ำหวาน			
น้ำส้มสายชู			
น้ำพริก			
น้ำจิ้มไก่			
กะปิ			
น้ำปลา			

คำถาม เพื่อการวิเคราะห์และสรุปผลอย่างมีวิจารณญาณ

1. สารที่ใช้ในการทดลอง มีกี่สถานะ อะไรบ้าง

.....

.....

2. สารใดบ้างมีทั้งส่วนที่เป็นของแข็งและของเหลวปนกัน

.....

.....

3. สารที่มองเห็นส่วนที่เป็นของแข็งและของเหลวปนกัน จะมีเนื้อสารเป็นแบบใด

.....

.....

4. สารอะไรที่เป็นสารเนื้อเดียวที่มีสถานะเป็นของแข็ง

.....

.....

5. สารอะไรบ้างที่เป็นสารเนื้อผสม

.....

.....

6. ให้นักเรียนยกตัวอย่างสารอื่นๆ ในชีวิตประจำวันที่เป็นสารเนื้อเดียว และสารเนื้อผสม

อย่างละ 3 ชนิด

สารเนื้อเดียว

.....

สารเนื้อผสม

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ชั้นขยายความรู้

แบบฝึกหัดชวนคิด

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. อาหารต่อไปนี้ประกอบด้วยสาร สถานะใดบ้าง

ส้มตำ.....

พริกกับเกลือ.....

ลอดช่องน้ำกะทิ

2. ในการทำกั๋งเผา สีของกั๋งจะเปลี่ยนไปจากเดิม การเปลี่ยนแปลงนี้ เป็นคุณสมบัติของสารทางใด เพราะเหตุใด

3. ถ้าในข้าวสารมีเศษตะปูปนมาด้วย เราจะแยกสารนี้ออกจากกัน ด้วยวิธีใดจะเหมาะสมที่สุด

เพราะเหตุใด

4. ในชีวิตประจำวันเราใช้สารต่างๆ มากมาย ให้นักเรียนยกตัวอย่างสาร และบอกประโยชน์

สารเนื้อผสม ได้แก่

ประโยชน์

สารเนื้อเดียว ได้แก่

ประโยชน์

สารที่มีสถานะเป็นของแข็งปนกับของแข็ง

ประโยชน์

สารที่มีสถานะเป็นของแข็งปนกับของเหลว

ประโยชน์

สารที่มีสถานะเป็นของเหลวปนกับก๊าซ

ประโยชน์

5. ถ้าต้องการแยกทรายละเอียดออกจากก้อนกรวดและหิน นักเรียนจะเลือกใช้วิธีการใด

เพราะเหตุใด

ใบความรู้

การจำแนกสาร

ในชีวิตประจำวัน เราต้องใช้สารหลายชนิดทั้งของกินและของใช้ สารรอบตัวเรามีลักษณะที่แตกต่างกัน มีทั้งประโยชน์และโทษ เราจึงควรศึกษาสมบัติของสารในชีวิตประจำวันให้รู้จริง

สาร หมายถึง เนื้อของสาร หรือสิ่งที่มีตัวตน มีมวลหรือน้ำหนัก ต้องการที่อยู่ สามารถสัมผัสได้ เช่น พืช สัตว์ ดิน น้ำ อากาศ ทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา จัดเป็นสารทั้งสิ้น สารแต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกัน เปลี่ยนแปลงสถานะได้

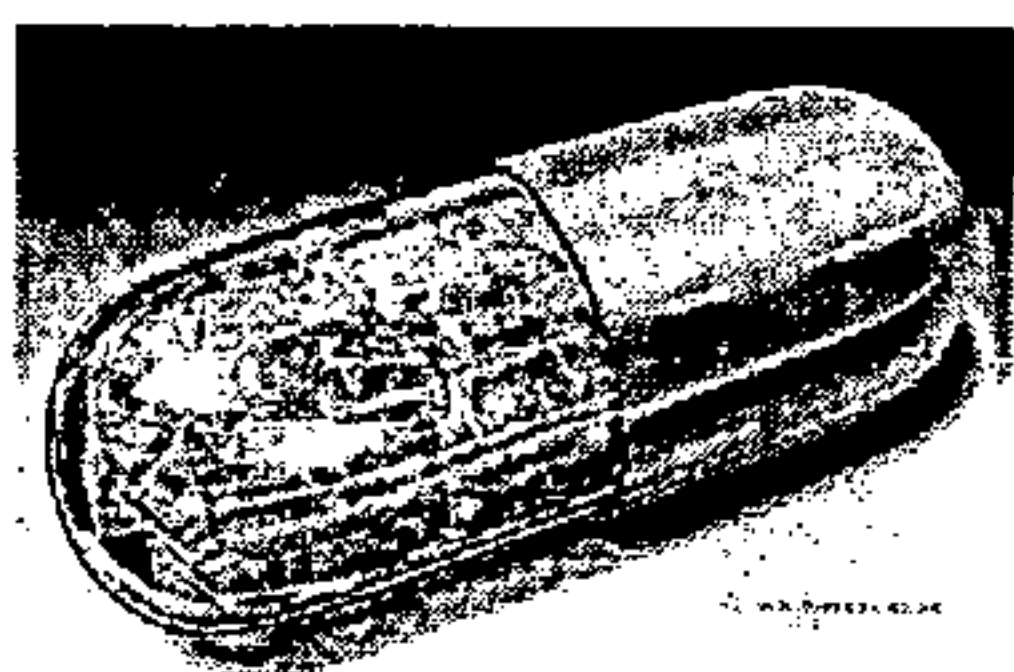
สมบัติของสาร หมายถึง ลักษณะเฉพาะของสาร ซึ่งสารแต่ละชนิดจะมีสมบัติที่แตกต่างกัน เราสามารถใช้สมบัติของสารมาจำแนกชนิดของสารได้ สมบัติของสาร มี 2 ลักษณะ คือ สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมี

สมบัติทางกายภาพ (Physical Property) เป็นสมบัติที่เราสามารถสังเกตได้ด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 ทาง ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง หรือตรวจวัดได้ด้วยเครื่องมือ เช่น ความแข็ง ความยืดหยุ่น การนำไฟฟ้า เป็นต้น

สมบัติทางเคมี (Chemical Property) เป็นสมบัติที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงทางเคมี หรือมีการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารซึ่งได้แก่ ความเป็นกรด-เบส การเป็นสนิม การทนความร้อน การติดไฟ เป็นต้น

เนื่องจากสารมีอยู่มากมาย มีสมบัติต่างกัน การจำแนกประเภท เป็นการจัดแบ่ง หรือเรียงวัตถุที่มีอยู่ในเหตุการณ์เป็นพวก ๆ โดยมีเกณฑ์ในการแบ่ง ได้แก่การใช้ความเหมือน ความแตกต่าง ความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนั้นจึงมีการใช้เกณฑ์ในการจำแนกสารออกเป็นหมวดหมู่ต่างๆ ได้ดังนี้

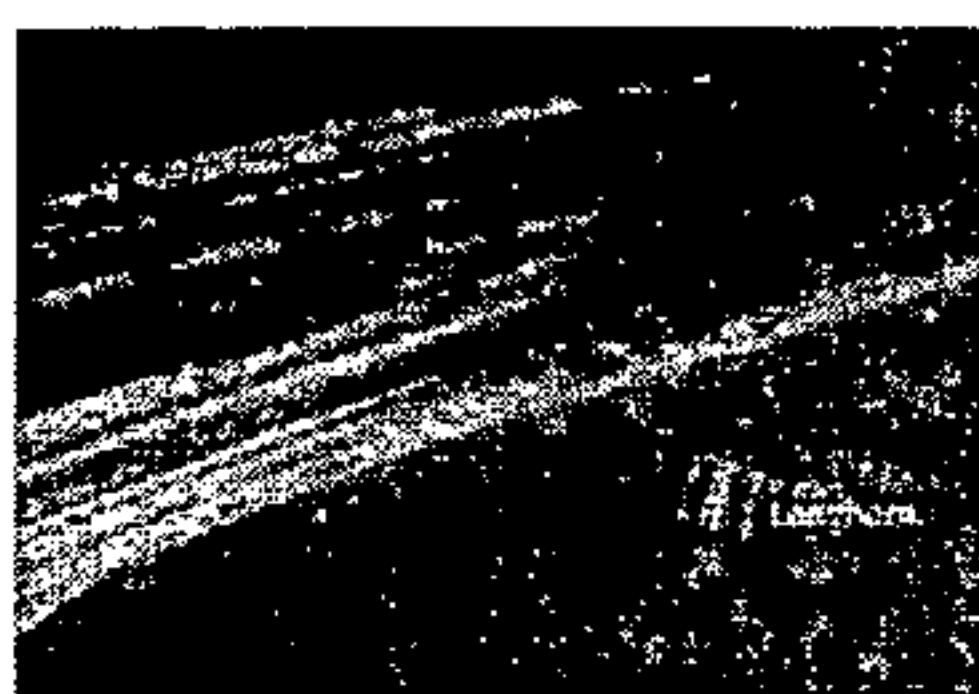
1.ใช้สถานะเป็นเกณฑ์



1.1 ของแข็ง หมายถึง สารที่มีรูปร่างและปริมาตรคงที่ โมเลกุลของสารจะอยู่ติดกันแน่น เพราะมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลมากที่สุด เช่น หิน เหล็ก เกลือ น้ำตาลทราย ถ่าน เป็นต้น



1.2 ของเหลว หมายถึง สารที่มีรูปร่างไม่คงที่เปลี่ยนไปตามภาชนะที่บรรจุ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลน้อยกว่าของแข็ง โมเลกุลของสารจะอยู่ห่างกันมากกว่าของแข็ง เช่น น้ำ น้ำเชื่อม น้ำอัดลม เป็นต้น



1.3 ก๊าซ หมายถึง สารที่มีรูปร่างไม่คงที่ ปริมาตรไม่คงที่ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลน้อยกว่าของเหลว เช่น อากาศ ก๊าซหุงต้ม ไออน้ำ เป็นต้น

2. ใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ แบ่งได้ 2 พวก คือ

2.1 สารเนื้อเดียว หมายถึง สารที่มองเห็นเป็นสีเดียว มีเนื้อเดียว หรือองค์ประกอบอย่างเดียว เช่น น้ำตาลทราย เกลือ ผงถ่าน ฯลฯ

2.2 สารเนื้อผสม หมายถึง สารที่มองเห็นมีหลายสี หรือมีองค์ประกอบหลายอย่างปนกัน เช่น พริกกับเกลือ น้ำพริก ดิน น้ำโคลน ฯลฯ

โรงเรียนนักบุญเปโตร

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ช่วงชั้นที่ 3 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ภาคเรียนที่ 1

ปีการศึกษา 2549

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 : สมบัติของสารและการจำแนก

หน่วยย่อยเรื่อง : การแยกสารเนื้อผสม

ใช้เวลา 3 ชั่วโมง

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสารความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

แนวความคิดหลัก

สารเนื้อผสม เป็นสารที่มองเห็นไม่เป็นเนื้อเดียวหรือมีหลายสีปนกันประกอบด้วยสารมากกว่าหนึ่งสาร การแยกสารเนื้อผสม ทำได้หลายวิธี ได้แก่

การกรองและการเผา เป็นวิธีการแยกสารเนื้อผสมที่มีสมบัติ เป็นสารตัวหนึ่งละลายน้ำได้ปนอยู่กับสารที่ไม่ละลายน้ำออกจากกัน

การใช้แม่เหล็ก เป็นวิธีการแยกสารเนื้อผสมที่มีสมบัติ เป็นสารตัวหนึ่งแม่เหล็กดูดได้ออกจากสารที่แม่เหล็กดูดไม่ได้ออกจากกัน

การระเหิด เป็นวิธีการแยกสารเนื้อผสมที่มีสมบัติ เป็นสารตัวหนึ่งระเหิดได้ปนกับสารที่ไม่ระเหิดออกจากกัน

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

สืบค้นข้อมูล ตรวจสอบ และอธิบายการแยกสารเนื้อผสมโดยใช้วิธีการต่างๆ ได้
จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. อธิบายความหมายของสารเนื้อผสมได้
2. สามารถแยกสารเนื้อผสมออกจากกันโดยใช้วิธีการต่างๆ ได้

ด้านทักษะกระบวนการ

1. การแก้ปัญหา
2. การให้เหตุผล
3. การสื่อสารและการนำเสนอ
4. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ความรับผิดชอบ
2. การทำงานอย่างมีระบบ
3. ความมีระเบียบวินัย

กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

- 1.1 แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 7 คน ในแต่ละกลุ่มจัดแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ
- 1.2 ครูนำสารสีดำและสีขาวอย่างละ 1 ปีกเกอร์ ให้นักเรียนสังเกต และตรวจสอบว่าเป็นสารอะไร มีสถานะใด
- 1.3 ครูนำสารทั้ง 2 ปีกเกอร์ผสมกัน ให้นักเรียนสังเกตลักษณะเนื้อหาของสารที่ผสมกันว่าเป็นสารเนื้ออะไร
- 1.4 ครูซักถามนักเรียนเพื่อนำไปสู่การคิดและทดลองว่า “ถ้าต้องการแยกสารสีดำออกจากสารสีขาว จะมีวิธีการใดในการแยกสารออกจากกันได้”

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

- 2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนทำการทดลอง โดยตั้งปัญหา จุดประสงค์ สมมติฐาน กำหนดตัวแปร
- 2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองแยกสารเนื้อผสม 3 ชนิด ออกจากกันโดยวิธีการที่เหมาะสม
- 2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกผลและจัดกระทำข้อมูล เพื่อรายงานผล กระทำข้อมูลเพื่อรายงานผล

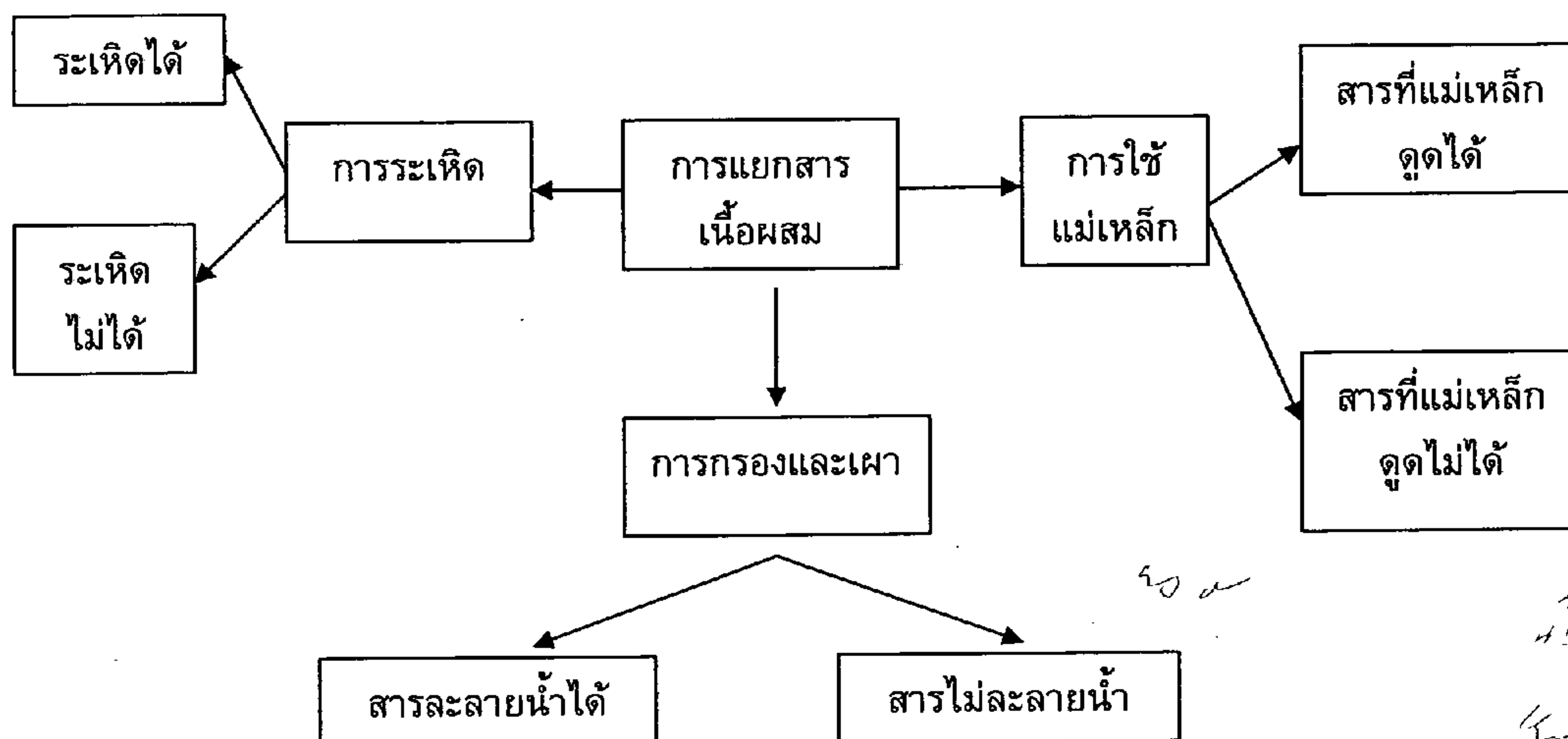
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

- 3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสำรวจค้นหาในเรื่อง “การแยกสารเนื้อผสม ออกจากกันโดยใช้วิธีการต่างๆ” ตามประเด็นปัญหาสำคัญต่อไปนี้
 - ปัญหา
 - สมมติฐาน
 - ผลการทดลอง
- 3.2 นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองและสรุปผลการสำรวจค้นหา ซึ่งมีแนวในการสรุปดังนี้
 - การแยกสารเนื้อผสม ที่มีสมบัติเป็นสารตัวหนึ่งละลายน้ำได้ออกจากสารที่ไม่ละลายน้ำ ทำได้โดยใช้วิธีการกรองและเผา

- ✕ - การแยกสารเนื้อผสม ที่มีสมบัติเป็นสารตัวหนึ่งแม่เหล็กดูดได้ออกจากสารที่แม่เหล็กดูดไม่ได้ ทำได้โดยใช้แม่เหล็กดูด
- ✕ - การแยกสารเนื้อผสม ที่มีสมบัติเป็นสารตัวหนึ่งระเหิดได้ออกจากสารที่ระเหิดไม่ได้ ทำได้โดยใช้วิธีการระเหิด

4. ขั้วขยายความรู้

4.1 ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับการแยกสารเนื้อผสมด้วยวิธีการต่างๆที่เหมาะสม แล้วให้นักเรียนร่วมกันเขียนแผนภาพ การแยกสารบนกระดานดำดังนี้



4.2 ครูซักถามเรื่อง “ถ้ามีสารผสมกันมากกว่า 2 อย่าง เช่น เกลือแกง ผงถ่าน การบูร นักเรียนจะมีวิธีการแยกสารที่ผสมกันออกจากกันได้อย่างไร”

4.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนกำหนดสมมติฐาน ออกแบบวิธีการทดลอง ทำการทดลอง และบันทึกผลการทดลอง เพื่อแยกสารเนื้อผสมทั้ง 3 อย่างออกจากกัน

4.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองแยกสาร และร่วมกันอภิปรายสรุปผลการทดลองที่ได้

5. ชั้นประเมินผล

5.1 ประเมินผลจากการตอบคำถามของนักเรียน

5.2 ประเมินผลจากการทำกิจกรรมกลุ่มของนักเรียน

วัสดุอุปกรณ์ สื่อ และแหล่งการเรียนรู้

วัสดุอุปกรณ์

1. สาร 6 อย่าง ได้แก่ เกลือแกง ผงถ่าน ผงตะไบเหล็ก กำมะถัน การบูร
2. ตะเกียงแอลกอฮอล์ กระจกกรอง กรวย จานหลุมโลหะ แท่งแก้ว บีกเกอร์
3. กระจกสีขาว 2 แผ่น แม่เหล็ก
4. กระจก ถ้วยกระเบื้อง

สื่อ และแหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้เรื่อง การแยกสารเนื้อผสม
3. แบบบันทึกกิจกรรมการทดลอง
4. แบบฝึกหัดชวนคิด

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตความร่วมมือในการทำกิจกรรมการทดลอง การแก้ปัญหา การให้เหตุผลในการตอบคำถาม การอภิปรายแสดงความคิดเห็น
2. ความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่ม และผลจากการทำกิจกรรม
3. คุณธรรม และจริยธรรมที่นักเรียนแสดงออกในขณะที่ทำการทดลอง

แบบบันทึกกิจกรรมการทดลอง ตอนที่ 1

เรื่อง การแยกสารเนื้อผสมหมายเลข 1

สมาชิกกลุ่ม

- | | |
|---------|---------|
| 1. | 5. |
| 2. | 6. |
| 3. | 7. |
| 4. | 8. |

ปัญหา

จุดประสงค์การทดลอง

.....

สมมติฐานการทดลอง

.....

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ

.....

ตัวแปรตาม

.....

ตัวแปรควบคุม

.....

อุปกรณ์และสารเคมี

1. ผงถ่าน เกลือ

2. ข้อนตักสาร

3. ตะเกียงแอลกอฮอล์

4. กระดาษกรอง

5. แท่งแก้ว

6. กรวย

7. บีเกอร์

8. จานหลุมโลหะ

วิธีการทดลอง

1. สังเกตลักษณะเนื้อสารหมายเลข 1 ที่มีสีขาวปนดำ
2. ตักสารหมายเลข 1 จำนวน 3 ช้อนเบอร์ 2 ใส่ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง ซึ่งมีน้ำบรรจุอยู่ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่าหลอดนานประมาณ 3 นาที สังเกต และบันทึกผล
3. นำสารที่ได้ไปกรองโดยใช้กระดาษกรอง สังเกตสิ่งที่ติดอยู่บนกระดาษกรอง
4. เทของเหลวที่ได้ทั้งหมดจากการกรองลงในบีกเกอร์
5. เทของเหลวบางส่วนลงในจานหลุมโลหะ 2-3 หลุม เฝ้านแห้ง สังเกตและบันทึกผล

บันทึกผลการทดลอง

สิ่งที่สังเกต	ผลการสังเกต
1. ลักษณะเนื้อสารหมายเลข 1	
2. สารหมายเลข 1 ผสมน้ำ	
3. สิ่งติดบนกระดาษกรอง	
4. สิ่งที่เหลืออยู่ในจานหลุมโลหะ	

คำถาม เพื่อการวิเคราะห์และสรุปผลอย่างมีวิจารณ์ญาณ

1. สารหมายเลข 1 มีลักษณะเนื้อสารอย่างไร

.....

.....

2. ส่วนประกอบแต่ละอย่างของสารหมายเลข 1 มีสมบัติเหมือนหรือต่างกันอย่างไร ทราบได้อย่างไร

.....

.....

3. นักเรียนคิดว่า เราสามารถนำวิธีการนี้ไปใช้ในการแยกสารเนื้อผสมอื่นได้หรือไม่ ให้ยกตัวอย่าง

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

แบบบันทึกกิจกรรมการทดลอง ตอนที่ 2
เรื่อง การแยกสารเนื้อผสมหมายเลข 2

สมาชิกกลุ่ม

- | | |
|---------|---------|
| 1. | 5. |
| 2. | 6. |
| 3. | 7. |
| 4. | 8. |

ปัญหา

จุดประสงค์การทดลอง

.....

.....

สมมติฐานการทดลอง

.....

.....

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ

.....

ตัวแปรตาม

.....

ตัวแปรควบคุม

.....

อุปกรณ์และสารเคมี

1. ผงตะไบเหล็ก
2. ผงกำมะถัน
3. กระดาษสีขาว 2 แผ่น
4. แม่เหล็ก
5. ช้อนตักสาร

วิธีการทดลอง

1. สังเกตลักษณะเนื้อสารหมายเลข 2 ที่มีสีเหลืองปนดำ บันทึกผล
2. ตักสารหมายเลข 2 จำนวน 3 ช้อนเบอร์ 2 ลงบนกระดาษสีขาว แล้ววางกระดาษขาวอีกแผ่นหนึ่งทับ ใช้แท่งแม่เหล็กถูไปมาเบา ๆ บนกระดาษแผ่นบน แล้ววางแม่เหล็กบนกระดาษนั้น
3. ยกกระดาษแผ่นบนพร้อมแม่เหล็กไปวางบนกระดาษอีกแผ่น ยกแม่เหล็กออก สังเกตและบันทึกผล

บันทึกผลการทดลอง

การทดลอง	ผลการสังเกต
1. ลักษณะเนื้อสารหมายเลข 2	
2. ถูบนกระดาษด้วยแท่งแม่เหล็ก	
3. สิ่งติดบนกระดาษแผ่นบน	
4. สิ่งที่เหลืออยู่ในกระดาษแผ่นล่าง	

คำถาม เพื่อการวิเคราะห์และสรุปผลอย่างมีวิจารณ์ญาณ

1. สารหมายเลข 2 มีลักษณะเนื้อสารอย่างไร

.....

.....

2. ส่วนประกอบแต่ละอย่างของสารหมายเลข 2 มีสมบัติเหมือนหรือต่างกันอย่างไร ทราบได้อย่างไร

.....

.....

3. นักเรียนคิดว่า สารเนื้อผสมหมายเลข 2 มีอะไรเป็นส่วนประกอบบ้าง

.....

.....

4. นอกจากวิธีการดังกล่าวแล้ว นักเรียนคิดว่ายังมีวิธีใดอีกบ้างที่ใช้แยกสารเนื้อผสมนี้ได้

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

แบบบันทึกกิจกรรมการทดลอง ตอนที่ 3

เรื่อง การแยกสารเนื้อผสมหมายเลข 2

สมาชิกกลุ่ม

1. 5.

2. 6.

3. 7.

4. 8.

ปัญหา

จุดประสงค์การทดลอง

.....

สมมติฐานการทดลอง

.....

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ

.....

ตัวแปรตาม

.....

ตัวแปรควบคุม

.....

อุปกรณ์และสารเคมี

1. การบูร

2. เกลือแกง

3. ปีกเกอร์

4. กระจก

5. ช้อนตักสาร

6. ตะเกียงแอลกอฮอล์

วิธีการทดลอง

1. ตักของผสมการบูรและเกลือแกง จำนวน 2 ช้อนเบอร์ 2 ใส่ลงในบีกเกอร์ สังเกตลักษณะเนื้อสาร
2. นำของผสมในบีกเกอร์วางบนตะเกียงแอลกอฮอล์ ปิดบนปากบีกเกอร์ด้วยแผ่นกระจก
3. ทำการเผาของผสมในบีกเกอร์นานประมาณ 2 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนแผ่นกระจก และทดสอบสารที่เหลือในบีกเกอร์กับที่ติดบนแผ่นกระจก บันทึกผล

บันทึกผลการทดลอง

การทดลอง	ผลการสังเกต
1. ลักษณะเนื้อสารหมายเลข 3	.
2. สิ่งที่ติดบนกระจก	.
3. สิ่งที่เหลืออยู่ในบีกเกอร์	.

คำถาม เพื่อการวิเคราะห์และสรุปผลอย่างมีวิจารณญาณ

1. สารหมายเลข 3 ก่อนเผาในบีกเกอร์มีสารอะไรบ้าง มีลักษณะเนื้อสารอย่างไร

.....

.....

2. หลังเผาของผสม มีการเปลี่ยนแปลงอะไรเกิดขึ้นที่กระจกและในบีกเกอร์

.....

.....

3. สารที่ติดบนกระจกคืออะไร นักเรียนทราบได้อย่างไร

.....

.....

4. หลังเผาของผสม มีสารเหลืออยู่ในบีกเกอร์หรือไม่ ถ้ามีสารนั้นคืออะไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น และจะมีวิธีการทดสอบอย่างไร

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

ชั้นขยายความรู้

สถานการณ์ จันทน์ทำได้หรือไม่

ถ้านักเรียนมีสารเนื้อผสม 3 ชนิดปนกัน ได้แก่ ผงถ่าน เกลือ การบูร นักเรียนจะเลือกใช้วิธีการใดในการแยกสารทั้ง 3 ชนิดออกจากกันได้อย่างเหมาะสม โดยให้แต่ละกลุ่มช่วยกันออกแบบการทดลอง และทำการบันทึกการทดลองในแบบบันทึกกิจกรรม

แบบบันทึกกิจกรรม จันทน์ทำได้หรือไม่

สมาชิกกลุ่ม

- | | |
|---------|---------|
| 1. | 5. |
| 2. | 6. |
| 3. | 7. |
| 4. | 8. |

ปัญหา

จุดประสงค์การทดลอง

.....

.....

สมมติฐานการทดลอง

.....

.....

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ

.....

ตัวแปรตาม

.....

ตัวแปรควบคุม

.....

.....

อุปกรณ์และสารเคมี

.....

.....

.....

.....

วิธีการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบความรู้เรื่อง การแยกสารเนื้อผสม

สารเนื้อผสมเป็นสารไม่บริสุทธิ์เกิดจากสารตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมาผสมกันแล้วไม่รวมตัวเป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งอาจเกิดจาก ของแข็งผสมกับของแข็ง เช่น พริกกับเกลือ ของเหลวผสมกับของเหลว เช่น น้ำผสมน้ำมัน

การแยกสารเนื้อผสมสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การกรอง ตกตะกอน ระเหิด การใช้อำนาจแม่เหล็ก การสกัดด้วยตัวทำละลาย การเขี่ยออก และหยิบออก ซึ่งวิธีการเหล่านี้เป็น การแยกโดยวิธีทางกายภาพ การเลือกวิธีการที่เหมาะสมเพื่อแยกสารเนื้อผสมจะต้องพิจารณาสมบัติของสารดังนี้

1. การเขี่ยออกหรือหยิบออก ใช้แยกสารที่มีขนาดต่างกันมากๆ หรือมีสีต่างกันมากๆ เช่น การแยกแกลบกับข้าวสาร
2. การใช้อำนาจแม่เหล็ก ใช้แยกสารเนื้อผสมที่มีสมบัติแม่เหล็กดูดได้ออกจากสารที่แม่เหล็กดูดไม่ได้ เช่น ผงเหล็กกับทราย
3. การระเหิด ใช้แยกสารเนื้อผสมที่มีสถานะเป็นของแข็งระเหิดได้ปนกับของแข็งที่ระเหิดไม่ได้ เช่น ผงทรายกับลูกเหม็น
4. การกรอง ใช้แยกสารเนื้อผสมที่เกิดจากของแข็งผสมกับของเหลว โดยไม่เกิดการละลาย แต่จะให้น้ำขุ่น เพื่อให้ใสจึงต้องกรองของแข็งออกจากของเหลว เช่น กรองฝุ่นผงออกจากน้ำเชื่อม
5. การตกตะกอน เป็นการแยกสารเนื้อผสมที่เกิดจากของแข็งผสมกับของเหลวโดยไม่เกิดการละลาย จะทำให้ของเหลวขุ่น จึงต้องแยกของแข็งออกจากของเหลว โดยใช้สารส้มแกว่งในสารเนื้อผสม เพื่อจะทำให้ตะกอนจับตัวกันมีขนาดใหญ่ขึ้น แล้งตกลงสู่ก้นภาชนะได้เร็วขึ้น
6. การระเหยจนแห้ง เป็นการแยกสารเนื้อผสมที่มีสถานะเป็นของแข็งปนกับของเหลว โดยใช้ความร้อนเป็นตัวช่วยให้เกิดการระเหยเร็วขึ้น เช่น เกลือละลายในน้ำ เป็นต้น

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ชื่อ	นางสาวอนุรี โพธิสุทัศน์
วันเดือนปีเกิด	15 เมษายน 2506
สถานที่เกิด	จังหวัดนครปฐม
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	73 หมู่ 2 ตำบลท่าข้าม อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม 73110
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	อาจารย์วิทยาศาสตร์
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนนักบุญเปโตร 20 หมู่ 3 ตำบลท่าข้าม อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2523	มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนักบุญเปโตร อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม
พ.ศ. 2525	มัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย อำเภอมือง จังหวัดนครปฐม
พ.ศ. 2529	ครุศาสตร์บัณฑิต วิทยาศาสตร์ทั่วไป วิทยาลัยครูนครปฐม นครปฐม
พ.ศ. 2549	การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ