

การศึกษามลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

พฤศจิกายน 2554

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

พฤษภาคม 2554

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

เกศสุดา แพรวงกลาง. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT. ปริญญาโท กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: รองศาสตราจารย์ ดร. ชูติมา วัฒนาศรี, อาจารย์ ดร. ราชนันท์ บุญธิมา.

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 90 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 2 ห้องเรียนๆ ละ 30 คน ได้จำนวน 60 คน ใช้เวลาทดลองกลุ่มละ 16 คาบๆ ละ 50 นาที แล้วสุ่มอย่างง่ายอีกครั้งหนึ่ง โดยวิธีการจับสลากเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และกลุ่มทดลองที่ 2 การสอนแบบเทคนิค 4 MAT แบบแผนการทดลองแบบ Randomized Control Group Pretest-Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีทางสถิติ t-test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score และใช้วิธีทางสถิติ t-test for Dependent

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
5. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
6. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A STUDY ON SCIENCE LEARNING ACHIEVEMENT AND ANALYTICAL THINKING
OF MATTHAYOMSUKSA I STUDENTS BY USING
PROBLEM-BASED LEARNING AND 4 MAT



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education Degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University

November 2011

Kedsuda Praewklang. (2011). *A Study on Science Learning Achievement and Analytical Thinking of Mathayomsuksa I Students by Using Problem-based Learning and 4 MAT*. Master Thesis, M.Ed. (Secondary School). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Assoc. Prof. Dr. Chutima Vatanakhiri, Dr. Rachun Boontima.

The purpose of this research was to study on the achievement in science and analytical thinking students by using using problem-based learning and 4 MAT.

The samples used in this research were 90 Matthayomsuksa I students in the first semester of the 2011 academic year. They were divided into 2 group; the experimental group and control group with 30 students each. The experimental group was taught through problem-based learning; whereas the control group was taught 4 MAT. The instruments used in this study were science achievement test and the analytical thinking test. The Randomized Control Group Pretest-Posttest Design was used in this research. The data were analyzed by t-test for independent Difference Score and t-test for Dependent

The results of this study indicated that :

1. The science learning achievement between the students taught through Problem-based learning and 4 MAT was not significantly difference at the .01 level.
2. Pretest and posttest science learning achievement score of experimental group 1 that using Problem-based learning was significantly difference at the .01 level.
3. Pretest and posttest science learning achievement score of experimental group 2 that using 4 MAT was significantly difference at the .01 level.
4. The analytical thinking learning between the students taught through Problem-based learning and 4 MAT was not significantly difference at the .01 level.
5. Pretest and posttest science learning analytical thinking score of experimental group 1 that using Problem-based learning was significantly difference at the .01 level.
6. Pretest and posttest science learning analytical thinking score of experimental group 2 that using 4 MAT was significantly difference at the .01 level.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษามลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT

ของ

เกศสุดา แพรวงกลาง

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย สันติวัฒนกุล)

วันที่ เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2554

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร. ชูติมา วัฒนະคีรี)

(รองศาสตราจารย์ ตรูเนตร อังชสวัสดี)

..... กรรมการ

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. ราชนันท์ บุญธิมา)

(รองศาสตราจารย์ ดร. ชูติมา วัฒนະคีรี)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. ราชนันท์ บุญธิมา)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. สอนง ทองปาน)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญาบัตรฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาและการให้คำปรึกษาแนะแนวทางในการทำวิจัย จาก รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนศิริ ประธานกรรมการควบคุมปริญญาบัตร และอาจารย์ ดร. ราชนันท์ บุญธิมา กรรมการควบคุมปริญญาบัตร ที่ให้คำปรึกษาในการศึกษาค้นคว้าตลอดจนให้คำแนะนำ แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ อย่างดียิ่ง และขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สนธยา ศรีบางพลี และ อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน ที่ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมอันเป็นประโยชน์ต่อการทำปริญญาบัตรฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณทุกท่านด้วยความเคารพอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สนธยา ศรีบางพลี อาจารย์สิริพร มูลพราย อาจารย์ธีระภัทร ดงยางวัน และอาจารย์เอื้อมพร วอนยิน ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนให้คำแนะนำและแก้ไขเครื่องมือในการวิจัยจนสามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยได้ตามเวลาที่กำหนด

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครูอาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของโรงเรียนมัธยมภุมลวาสวิทยาลัย ทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือ และสนับสนุนให้ผู้วิจัยทำการศึกษา ค้นคว้าจนสำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อมา แพรวกลาง คุณแม่สมใจ แพรวกลาง และสมาชิกทุกคนในครอบครัวที่ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจในการทำวิจัย และขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่ให้ปรึกษาและให้กำลังใจในการทำวิจัยครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่พึงมีจากปริญญาบัตรฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณ บิดา มารดา ครู-อาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

เกศสุดา แพรวกลาง

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	3
	ความสำคัญของการวิจัย	3
	ขอบเขตของการวิจัย	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ	5
	กรอบแนวคิดในการวิจัย	7
	สมมติฐานของการวิจัย	8
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	10
	ประวัติและความเป็นมาของการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	10
	ความหมายของการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	11
	แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	13
	ลักษณะของการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	14
	กลไกพื้นฐานของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	16
	ขั้นตอนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	17
	การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	18
	ข้อดีและข้อเสียของการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	20
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	21
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT	24
	ประวัติและความเป็นมาของการสอนแบบเทคนิค 4 MAT	24
	ความหมายของการสอนแบบเทคนิค 4 MAT	26
	แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT	26
	ขั้นตอนการสอนแบบเทคนิค 4 MAT	31
	ข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบเทคนิค 4 MAT	37
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT	38

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2(ต่อ)	
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	39
เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์	39
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	40
การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	41
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	42
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	47
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์	48
ความหมายของการคิดวิเคราะห์	48
ความสำคัญของการคิดวิเคราะห์	50
แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์	52
การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์	60
งานวิจัยที่เกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์	62
3 วิธีการดำเนินการวิจัย	64
การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	64
แบบแผนการทดลอง	65
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	65
การดำเนินการทดลอง	75
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	76
สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ	76
สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน	78
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	80
การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	80
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	81

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5	86
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	86
ความมุ่งหมายของการวิจัย	86
ความสำคัญของการวิจัย	86
สมมติฐานของการวิจัย	87
ขอบเขตของการวิจัย	87
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	88
การดำเนินการทดลอง	88
สรุปผลการวิจัย	89
อภิปรายผล	89
ข้อเสนอแนะ	96
บรรณานุกรม	98
ภาคผนวก	103
ภาคผนวก ก.	104
ภาคผนวก ข.	106
ภาคผนวก ค.	110
ภาคผนวก ง.	115
ภาคผนวก จ.	120
ภาคผนวก ฉ.	135
ประวัติย่อผู้วิจัย	165

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 รูปแบบและตัวอย่างคำถามที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลผู้เรียนทำโดยผู้สอน	19
2 กรอบแนวคิดการคิดวิเคราะห์	58
3 แบบแผนการทดลอง	65
4 เปรียบเทียบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT	68
5 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2	81
6 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 ก่อนเรียนและหลังเรียน	82
7 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียน	83
8 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2	83
9 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 ก่อนเรียนและหลังเรียน	84
10 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 2 ก่อนเรียน และ หลังเรียน	85
11 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สาระที่ 3 : สาร และสมบัติของสาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารและการจำแนกสาร	107
12 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบเทคนิค 4 MAT สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารและการจำแนกสาร	107
13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารและการจำแนกสาร	108
14 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์	109
15 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารและการจำแนกสาร จำนวน 30 ข้อ	111

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
16 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ จำนวน 30 ข้อ	113
17 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารและการจำแนกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยการใช้ปัญหาเป็นฐาน	116
18 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารและการจำแนกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT	117
19 คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยการใช้ปัญหาเป็นฐาน	118
20 คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT	119
21 วิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารและการจำแนกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยการใช้ปัญหาเป็นฐานโดยใช้ t-test for Dependent Sample	121
22 วิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารและการจำแนกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT โดยใช้ t-test for Dependent Sample	123
23 วิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยการใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้ t-test for Dependent Sample	125
24 วิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT โดยใช้ t-test for Dependent Sample	127

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
25 วิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สาร และการจำแนกสาร ของนักเรียนระหว่างกลุ่มกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ตามสมมติฐานข้อที่ 1 และ 4 โดยใช้ t-test for Independent Sample ในรูป Difference Score	129
26 วิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารและการจำแนกสาร ของนักเรียนระหว่างกลุ่มกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ตามสมมติฐานข้อที่ 1 และ 4 โดยใช้ t-test for Independent Sample ในรูป Difference Score	132



บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	7
2 แสดงความสัมพันธ์ของกลไกการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	16
3 รูปแบบการเรียนรู้ของเดวิด คอลบ	25
4 แผนภูมิแสดงรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT	28
5 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการสอนแบบเทคนิค 4 MAT ตามแบบการเรียนรู้และเทคนิคการพัฒนา สมองซีกซ้ายและซีกขวา	29
6 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 8 ขั้นตอน	30
7 ขั้นที่ 1 การสร้างประสบการณ์ (พัฒนาสมองซีกขวา)	32
8 ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ประสบการณ์ (พัฒนาสมองซีกซ้าย)	32
9 ขั้นที่ 3 การสร้างประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด (พัฒนาสมองซีกขวา)	33
10 ขั้นที่ 4 การพัฒนาความคิดรวบยอด (พัฒนาสมองซีกซ้าย)	34
11 ขั้นที่ 5 การลงมือปฏิบัติจากกรอบความคิดที่กำหนด (พัฒนาสมองซีกซ้าย)	35
12 ขั้นที่ 6 การสร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตนเอง (พัฒนาสมองซีกขวา)	35
13 ขั้นที่ 7 ขั้นวิเคราะห์คุณค่าและประยุกต์ใช้ (สมองซีกซ้าย)	36
14 ขั้นที่ 8 ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้กับผู้อื่น (สมองซีกขวา)	37

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคตวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่ง เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิถีคิด ทั้งความคิด เป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัยค้นคว้า มีความสามารถ ในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย และมีประจักษ์พยานที่ ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ เป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ ดังนั้น ทุกคนจึง จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติ และเทคโนโลยีที่ มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กรมวิชาการ. 2551: 5 – 6)

การพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มีจุดเริ่มต้นตั้งแต่ การจัดการศึกษา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในสถานศึกษา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546: 1) การจัดการศึกษาจึงมีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงไปมาก รูปแบบการจัดการเรียนการสอน จึงต้องมีการพัฒนา ปรับเปลี่ยน เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพของพฤติกรรมและการเรียนของนักเรียน อีกทั้งต้องส่งเสริมให้นักเรียน รู้จักการแสวงหาความรู้ใหม่ๆ อยู่เสมอ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว เกิดความรู้ใหม่ๆ ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมอยู่เสมอ ทั้งความรู้ด้านทฤษฎีและหลักการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ ก็มีใช้ความจริงที่ตายตัว แต่มีการเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา ด้วยเหตุนี้การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่มุ่ง จะถ่ายทอดความรู้ต่างๆ ให้นักเรียนได้จดจำแต่เพียงอย่างเดียวย่อมเป็นไปได้ยาก ทั้งยังไม่สอดคล้องกับ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นการค้นหาความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติ โดยอาศัย กระบวนการแสวงหา ความรู้ ดังนั้น การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ดี จึงควรให้นักเรียนได้รับทั้งตัวความรู้และกระบวนการ แสวงหาความรู้ไปด้วยในเวลาเดียวกัน (นิตดา สะเพียรชัย. 2521: 7 – 8) การศึกษาเป็นเครื่องมือในการ พัฒนาทรัพยากรมนุษย์ เป็นพื้นฐานอันสำคัญของการพัฒนาและเป็นเครื่องชี้นำสังคม ผู้ที่ได้รับการศึกษา จึงเป็นบุคลากรที่มีคุณภาพ และเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ (กรมวิชาการ. 2542: บทนำ) ดังนั้น การที่จะพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้มีคุณภาพนั้น ควรจัดการศึกษาให้เหมาะสมและสอดคล้องกับ ความสามารถ ความต้องการของมนุษย์ รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงของสังคม และเพื่อให้เป็นไปตามรัฐธรรมนูญ แห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2540 และพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ถือ

ได้ว่า เป็นแม่บทในการจัดการศึกษาของประเทศที่มุ่งเน้นให้มีการปฏิรูปการจัดการศึกษานั้น ในส่วนของหมวด 4 ว่าด้วยแนวทางการจัดการศึกษาในมาตรา 24 การจัดกระบวนการเรียนรู้ต้องจัดเนื้อหาสาระ และกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของนักเรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ การประยุกต์ความรู้มาป้องกัน และแก้ไขปัญหา จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ผู้สอนจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียนและมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ การสอนให้เกิดขึ้นตลอดเวลา ทุกสถานที่ที่มีการประสานร่วมมือทุกๆ ฝ่าย เพื่อร่วมกันพัฒนานักเรียนตามศักยภาพ (สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. 2544: 21 – 26)

การจัดการศึกษาทุกระดับมุ่งฝึกให้นักเรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ รู้จักตัดสินใจอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยหลักฐานที่มีความเที่ยงตรงและเชื่อถือได้ การพัฒนาการคิดวิเคราะห์จะต้องฝึกฝนให้นักเรียนมีทักษะในการอภิปรายโต้แย้ง ฝึกกระบวนการคิด ฝึกการใช้เหตุผล และทบทวนการใช้เหตุผล เพื่อช่วยตัดสินใจว่าควรเชื่อหรือไม่เชื่อ ทั้งนี้เนื่องจาก โลกยุคปัจจุบันเป็นยุคข้อมูลข่าวสาร ทั้งสื่อ สิ่งพิมพ์และสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ดังนั้น จำเป็นที่จะต้องให้นักเรียน รู้จักเรียนรู้วิถีคิดวิเคราะห์ กล่าวคือ รู้จักแยกแยะวิเคราะห์ ประเมิน และสรุปข้อมูล เพื่อให้สามารถเลือก และใช้ข้อมูลข่าวสารที่จับใจได้อย่างถูกต้อง อย่างไรก็ตาม ทักษะการคิดวิเคราะห์ ยังไม่พบเห็นมากนักในตัวนักเรียน จากการศึกษาผลการประเมินมาตรฐานสถานศึกษาพบว่า มาตรฐานที่โรงเรียนส่วนใหญ่ควรได้รับการปรับปรุงคือ มาตรฐานที่เกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ การมีวิจรรย์ญาณ และการคิดสร้างสรรค์ ครูจึงมีความจำเป็นจะต้องให้ความสนใจในการฝึกฝนให้นักเรียน รู้จักคิดวิเคราะห์ (เสงี่ยม ไตรรัตน์. 2546: 26) การศึกษา จึงเป็นกลไกสำคัญในการเตรียมเยาวชน ให้คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตในสังคมได้อย่างมีความสุข สูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ได้กำหนดสมรรถของนักเรียนที่กล่าวถึงการคิดไว้ ในข้อ 2 ดังนี้ ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม (กรมวิชาการ. 2551: 5 – 6)

การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นทั้งวิธีการพัฒนาหลักสูตรและวิธีการสอน ในด้านการพัฒนาหลักสูตร เป็นวิธีการจัดหลักสูตรให้มีกิจกรรมการเรียนรู้ โดยอาศัยปัญหาที่เป็นจริงในการปฏิบัติของวิชาชีพ นั้นเป็นตัวแกน ส่วนวิธีการสอนเป็นการใช้ปัญหาเป็นสถานการณ์ที่นำไปสู่การแสวงหาความรู้และทักษะด้วยตนเอง โดยผ่านขั้นตอนการแก้ปัญหาที่จัดไว้ให้ โดยอาศัยทรัพยากรการเรียนรู้และการอำนวยความสะดวกจากผู้สอน เป็นการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนฝึกกระบวนการคิด ช่วยสร้างศักยภาพให้แก่เด็กที่สนใจใฝ่รู้อย่างดี เป็นอย่างดี ทำให้นักเรียนเข้าใจเรื่องของตนเองศึกษาอย่างถ่องแท้ ลึกซึ้ง และจดจำได้นาน

การสอนแบบเทคนิค 4 MAT เป็นวิธีการสอนที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลในการเรียนรู้ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 4 แบบ ครูและนักเรียนจะดำเนินกิจกรรมร่วมกันจนครบ 8 ขั้นตอนของกิจกรรม โดยคำนึงถึงความคิดเกี่ยวกับการทำงานของการใช้สมองทั้งสองซีกอย่างสมดุล มีการจัดกิจกรรมอย่างหลากหลายและยืดหยุ่นเหมาะสมกับนักเรียนทุกแบบ ทำให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีความสุข โดยได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริงมีการคิดวิเคราะห์ ได้ลงมือปฏิบัติจริง ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง และประยุกต์เป็นแนวคิดที่สัมพันธ์เชื่อมโยงกับชีวิตจริง นำไปสู่ทักษะทางสังคมอันดีงามในตัวนักเรียน

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนแตกต่างกันหรือไม่

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยผู้วิจัยได้ตั้งจุดมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT ก่อนเรียนและหลังเรียน
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT
5. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน
6. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT ก่อนเรียนและหลังเรียน

ความสำคัญของการวิจัย

1. ผลการวิจัยครั้งนี้ ทำให้ทราบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการสอนแบบเทคนิค 4 MAT

2. ผลการวิจัยครั้งนี้ครูผู้สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์สามารถนำวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการสอนแบบเทคนิค 4 MAT ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในหน่วยการเรียนรู้อื่นๆ ได้ และสามารถประยุกต์ใช้กับสาระการเรียนรู้อื่นๆ ได้

3. ผลการวิจัยครั้งนี้ครูผู้สอนสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมกมลवासวิทยาลัย เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 3 ห้องเรียน โดยแต่ละห้องมีการจัดนักเรียนแบบคละกัน รวม 90 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมกมลवासวิทยาลัย เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 60 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) แล้วสุ่มอย่างง่ายอีกครั้งโดยจับฉลากเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มละ 30 คน ดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จำนวน 30 คน

กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT จำนวน 30 คน

ระยะเวลาในการทดลอง

ระยะเวลาในดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 ใช้เวลาทดลองกลุ่มละ 16 คาบๆ ละ 50 นาที โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเองทั้งสองกลุ่ม

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสารหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องสารและการจำแนกสาร

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ ได้แก่

1. การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
2. การสอนแบบเทคนิค 4 MAT

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ปัญหาหรือการจำลองสถานการณ์เป็นเครื่องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา และทักษะกระบวนการคิดอย่างหลากหลายและเป็นแบบแผน ขั้นตอนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายละเอียดแต่ละขั้นตอนมี ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ครูจัดสถานการณ์ต่างๆ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่อยากรู้หรืออยากเรียนได้และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหา ที่ต้องการเรียนรู้ นักเรียนจะต้องสามารถอธิบายสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า นักเรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียน ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีการหลากหลาย

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันอภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเอง และประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย นักเรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน

2. การสอนแบบเทคนิค 4 MAT เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เชื่อว่ามนุษย์ทุกคนสามารถเรียนและพัฒนาตนเองได้ โดยการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมต้องพยายามให้นักเรียนได้รับการพัฒนาสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาของตนเอง ให้เต็มศักยภาพขั้นตอนการสอนแบ่งเป็นวงล้อกระบวนการเรียนรู้ ออกเป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้ (ศักดิ์ชัย นิรัญทวิ. 2542: 11 – 16)

2.1 ขั้นสร้างประสบการณ์ของสิ่งที่เรียน (สมองซีกขวา)

ผู้สอนเริ่มต้นจากการจัดประสบการณ์ให้นักเรียนเห็นคุณค่าของเรื่องที่เรียนด้วยตนเอง ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ว่าทำไมตนเองต้องจึงต้องเรียนเรื่องนี้

2.2 ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์ หรือสะท้อนความคิดจากประสบการณ์ (สมองซีกซ้าย)

ผู้สอนช่วยให้นักเรียนตระหนักรู้ และยอมรับความสำคัญของเรื่องที่เรียน

2.3 ขั้นการพัฒนาประสบการณ์เป็นความคิดเป็นความคิดรวบยอด (สมองซีกขวา)

ผู้สอนควรเน้นนักเรียนเห็นคุณค่าของเรื่องที่เรียนแล้ว ผู้สอน จึงจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดขึ้นด้วยตนเอง

2.4 ขั้นพัฒนาความคิดรวบยอด (สมองซีกซ้าย)

เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์และเกิดความคิดรวบยอดหรือแนวคิดพอสมควรแล้ว ผู้สอนจึงกระตุ้นให้นักเรียนพัฒนาความรู้ความคิดของตนเองให้กว้างขวางและลึกซึ้งขึ้น โดยการให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย การเรียนรู้ขั้นที่ 3 และ 4 นี้ คือการตอบคำถามว่า สิ่งที่เราเรียนรู้ คือ อะไร

2.5 ขั้นการปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้เรียนรู้ (สมองซีกซ้าย)

ผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ ความคิดที่ได้จากการเรียนรู้ในขั้นที่ 3 และ 4 มาทดลองปฏิบัติจริง และศึกษาผลที่เกิดขึ้น

2.6 ขั้นสร้างชิ้นงานของตนเอง (สมองซีกขวา)

จากการปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้เรียนรู้ในขั้นที่ 5 นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ถึงจุดเด่นจุดด้อยของแนวคิด ความเข้าใจแนวคิดนั้นจะกระจ่างขึ้น ในขั้นนี้ครูผู้สอนควรกระตุ้นให้นักเรียนพัฒนาความสามารถของตนเอง โดยการนำความรู้ความเข้าใจนั้นไปใช้และปรับประยุกต์ สร้างชิ้นงานที่เป็นความคิดสร้างสรรค์ของตนเอง ดังนั้นคำถามหลักที่ใช้ในขั้นที่ 5 – 6 ก็คือจะทำอย่างไร

2.7 ขั้นวิเคราะห์ผลงานของตนเองและแนวทางการนำไปประยุกต์ใช้ (สมองซีกซ้าย)

เมื่อนักเรียนได้สร้างสรรค์ชิ้นงานของตนเองตามความถนัดแล้ว ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงผลงานของตน ซึ่งชมกับความสำเร็จ และเรียนรู้ที่จะวิพากษ์วิจารณ์อย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งรับฟังข้อวิพากษ์วิจารณ์ เพื่อปรับปรุงผลงานของตนเองให้ดีขึ้น และการนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป

2.8 ขั้นการแลกเปลี่ยนความรู้ความคิด (สมองซีกขวา)

ขั้นนี้เป็นขั้นขยายขอบข่ายของความรู้โดยการแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดแก่กันและกัน และร่วมกันอภิปรายเพื่อการนำการเรียนรู้ไปเชื่อมโยงกับชีวิตจริงและอนาคต คำถามหลักในการอภิปรายก็คือ ถ้า...? อาจนำไปสู่การเปิดประเด็นใหม่สำหรับนักเรียนในการเริ่มต้น วัฏจักรของการเรียนรู้ในเรื่องใหม่ต่อไป

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องสารและการจำแนกสารโดยพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถวัดความสามารถได้ 4 ด้าน ดังนี้

3.1 ความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนมาเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎและทฤษฎี

3.2 ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏการณ์อยู่ในรูปแบบใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังสัญลักษณ์หนึ่ง

3.3 การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือจากที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาโดยเฉพาะอย่างยิ่งในชีวิตประจำวัน

3.4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการสังเกต การจำแนกประเภท การคำนวณ การจัดกระทำสื่อความหมายข้อมูล และการทดลอง

4. **ความสามารถในการคิดวิเคราะห์** หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณาอย่างรอบคอบ สมเหตุสมผลเกี่ยวกับการจำแนก แยกแยะองค์ประกอบต่างๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งอาจจะเป็นวัตถุ สิ่งของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์ และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้นเพื่อการตัดสินใจ หรือสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยวัดจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยครอบคลุมความสามารถการคิดวิเคราะห์เป็น 5 (Marzano, 2001: 60) ด้านดังนี้

4.1 การจำแนก เป็นความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยต่างๆ ทั้งเหตุการณ์ เรื่องราว สิ่งของออกเป็นส่วนย่อยๆ ให้เข้าใจง่ายอย่างมีหลักเกณฑ์ สามารถบอกรายละเอียดของสิ่งต่างๆ ได้

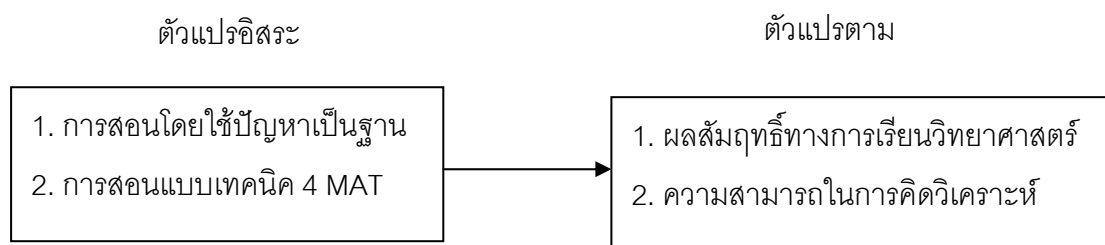
4.2 การจัดหมวดหมู่ เป็นความสามารถในการจัดประเภท ลำดับและกลุ่มของสิ่งที่มีลักษณะคล้ายคลึงเข้าด้วยกัน โดยยึดโครงสร้างลักษณะหรือคุณสมบัติที่เป็นประเภทเดียวกัน

4.3 การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการสรุปเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลเก่า และข้อมูลใหม่สู่การสรุปอย่างมีเหตุผลเป็นประเด็นต่างๆ

4.4 การสรุปความ หมายถึงความสามารถในการจับประเด็นและสรุปผลจากสิ่งที่กำหนดให้ได้

4.5 การประยุกต์ เป็นความสามารถในการนำความรู้ หลักการ ทฤษฎี มาใช้ในสถานการณ์ต่างๆ สามารถคาดการณ์ กะประมาณ พยากรณ์ ขยายความ คาดเดา สิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคตได้

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกัน
5. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
6. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการสอนแบบเทคนิค 4 MAT ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัย ดังนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.1 ประวัติและความเป็นมาของการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.2 ความหมายของการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.3 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.4 ลักษณะของการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.5 กลไกพื้นฐานของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.6 ขั้นตอนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.7 การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.8 ข้อดีและข้อเสียของการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT
 - 2.1 ประวัติและความเป็นมาของการสอนแบบเทคนิค 4 MAT
 - 2.2 ความหมายของการสอนแบบเทคนิค 4 MAT
 - 2.3 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT
 - 2.4 ขั้นตอนการสอนแบบเทคนิค 4 MAT
 - 2.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบเทคนิค 4 MAT
 - 2.6 งานที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 3.1 เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
 - 3.2 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 3.3 การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 3.4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์
 - 4.1 ความหมายของการคิดวิเคราะห์
 - 4.2 ความสำคัญของการคิดวิเคราะห์
 - 4.3 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์
 - 4.4 การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
 - 4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1. ประวัติและความเป็นมาของการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การจัดการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบหนึ่ง que เริ่มต้นใช้ในครั้งแรก เมื่อ ค.ศ. 1969 ที่โรงเรียนแพทย์ ที่มหาวิทยาลัยแมคมาสเตอร์ (McMaster University Medical School) ประเทศแคนาดา (อานูภาพ เลขะกุล; นภา หลิมรัตน์; วัลลี สัตยาสัย; และ มาโนช โชคแจ่มใส. ม.ป.ป.) โดยคาดหวังให้นักเรียนมีบทบาทที่กระตือรือร้นต่อการเรียน ตลอดจนการบวนการเรียน การสอน ทำให้ลดภาวะเครียดจากการเรียนของนักเรียน (Basanti, Majumdar, และ พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์, 2544: 47) และในช่วงเวลา 25 ปีที่ผ่านมา มหาวิทยาลัยแมคมาสเตอร์ได้เผยแพร่แนวคิดนี้ไปยังนานา ประเทศทั่วโลก จนกระทั่งได้มีการกล่าวถึงอย่างมาก และมีการนำมาใช้มากขึ้นในสถาบันการศึกษาหลายแห่ง ทั้งในสหรัฐอเมริกา แคนาดา ยุโรป และ ออสเตรเลีย และในปัจจุบันมีการนำมาใช้อย่างแพร่หลายทั่วโลก (โครงการปฏิรูปการเรียนรู้. 2545; Basanti, Majumdar, และ พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์. 2544: 42, 48) โดยในต่างประเทศ ได้มีการนำรูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานมาใช้ในระบบการศึกษาเป็น ทั้งใน คณะแพทยศาสตร์ (Donner; & Bickley. 1993; Boudie & Smits. 2002) พยาบาลศาสตร์ (Baker. 2000; Haith-Cooper. 2000; Cooke; & Moyle. 2002) เกษศาสตร์ (Fisher. 1994; Pungente. 2002; Cisneros. 2002) และทันตแพทยศาสตร์ (Doran. 2000) ปัจจุบันวิธีการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเริ่ม แพร่หลายออกไปในหลากหลายสาขาวิชา เช่น วิศวกรรมศาสตร์ กฎหมาย สถาปัตยกรรม งานด้านสังคม ตลอดจนงานบริหารการศึกษา (สมวงษ์ แปลงประสพโชค. 2546; อ้างอิงจาก Boud, Felletti. 1998; Bridges; & Hallinger. 1995; Clarke; et al. 1998;) และในต้นปี 1990 จึงได้เริ่มนำการสอนโดยใช้ ปัญหาเป็นฐานไปใช้ในโรงเรียนประถมศึกษาและมัธยมศึกษา (ทิพาพร ตันขศิริ. ม.ป.ป.) นอกจากนี้ สุปรียา วงษ์ตระหง่าน (พัชรกรภานต์ อินทะนาค. 2546: 20 – 21; อ้างอิงจาก ปรียา วงษ์ตระหง่าน. 2536) ยัง ได้กล่าวว่า เหตุผลที่มีการจัดการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้แก่ 1) เนื่องจากความก้าวหน้าทางวิชาการ มีมากขึ้น เนื้อหาวิชาการที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้มีมากขึ้นในทุกสาขา ทำให้เกิดความขัดข้อง ในการบริหารจัดการเรียนการสอน เพราะระยะเวลาจำกัด จึงต้องมีการเลือกเนื้อหาเฉพาะที่คิดว่า

จำเป็นต่อนักเรียนมากที่สุด 2) เมื่อสำเร็จการศึกษานักเรียนจะต้องเผชิญกับปัญหาที่แท้จริง การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักจะเน้นให้นักเรียนได้ฝึกใช้กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ เพื่อใช้เมื่อเผชิญกับปัญหาจริงได้ และ 3) การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง เลือกสิ่งที่ตนสนใจ อยากรู้ อยากเห็นด้วยตนเอง

2. ความหมายของการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มาจากภาษาอังกฤษว่า Problem-Based Learning (PBL) มีนักการศึกษาเรียกชื่อแตกต่างกันในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้คำว่า การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และนักการศึกษาได้ให้ความหมายดังนี้

สุปรียา วงษ์ตระหง่าน (2545: 1) กล่าวว่าการจัดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นหลักคือ ขบวนการที่แสวงหาความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ และเจตคติ จากสถานการณ์ (ปัญหา) ที่ไม่คุ้นเคยมาก่อน เป็นการรวบรวมข้อมูลการเรียนรู้มาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์นั้นๆ เป็นกระบวนการทางการศึกษาที่ออกแบบอย่างเหมาะสม และกระตุ้นเร้าให้เกิดการเรียนรู้ แต่ควรให้โอกาสนักเรียนในการฝึกหัดประยุกต์ในสิ่งที่ได้เรียนมาและได้รับผลลัพธ์ที่ ทันเวลา ควรจะทำให้เกิดการฝึกวิเคราะห์ให้เหตุผลอย่างต่อเนื่อง และสร้างโครงความคิดของนักเรียนอย่างมีแบบแผน

กุลยา ตันติผลาชีวะ (2548: 77) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้แบบเน้นปัญหาเป็นฐานเป็นการสอนที่เชื่อว่ามโนทัศน์ ความรู้และทักษะได้มาจากการเข้าใจปัญหา และได้แก้ปัญหาของผู้เรียน โดยปัญหานั้นเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการประสมประสานความรู้เดิมกับความรู้ใหม่อย่างเป็นระบบ ซึ่งเป็นทางนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่อย่างเป็นระบบ นำไปสู่การสร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาที่เรียนด้วยตนเอง และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ได้อย่างต่อเนื่อง

รัชนิกร หงส์พนัส (2547: 46) กล่าวว่า การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักเป็นวิธีการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่ง ที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาที่เป็นการบูรณาการ ทั้งนี้เป็นการเรียนการสอนที่เริ่มด้วยปัญหา เพื่อกระตุ้นให้เกิดความอยากรู้ และแสวงหาความรู้เพิ่มเติม และพัฒนาการคิดด้วยทักษะการแก้ปัญหา การเรียนรู้ด้วยตนเองและการทำงานเป็นกลุ่ม

ทิตินา เขมมณี (2548: 137) กล่าวว่า การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดสภาพการณ์ของการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยผู้สอนอาจนำนักเรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง หรือผู้สอนอาจจัดสภาพการณ์ให้นักเรียนเผชิญปัญหา และฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์ปัญหา แก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจน ได้เห็นทางเลือก และวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหานั้น รวมทั้งช่วยให้นักเรียนเกิดความใฝ่รู้ เกิดทักษะกระบวนการคิด และกระบวนการแก้ปัญหาต่างๆ

ทองจันทร์ หงส์ลดารมภ์ (2538: 5) กล่าวว่า การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง วิธีการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหา เป็นเครื่องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความต้องการที่จะใฝ่หาความรู้ เพื่อแก้ปัญหา โดยเน้นให้นักเรียนเป็นผู้ตัดสินใจในการแสวงหา และรู้จักการทำงานร่วมกันเป็นทีมภายในกลุ่มนักเรียน โดยผู้สอนมีส่วนร่วมเกี่ยวข้องน้อยที่สุด

มัทธรา ธรรมบุศย์ (2545: 13) ได้ให้ความหมายว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นรูปแบบ การเรียนรู้ที่เกิดจากแนวคิดตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม โดยให้นักเรียนสร้างความรู้ใหม่ จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้น ในโลกแห่งความเป็นจริง เป็นบริบทของการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะในการ คิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขาวิชาที่ตนศึกษาด้วย การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จึงเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจและการแก้ไขปัญหาเป็นหลัก

แกลเลเกอร์ (Gallagher. 1997: 332 – 362) ได้ให้ความหมายว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก เป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนเรียนรู้จากการเรียน (learn to learn) โดยนักเรียนจะทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเพื่อค้นหาวิธีการแก้ปัญหา โดยจะบูรณาการความรู้ที่ต้องการให้นักเรียนได้รับ กับการแก้ปัญหาเข้าด้วยกัน ปัญหาที่ใช้มีลักษณะเกี่ยวกับชีวิตประจำวัน และมีความสัมพันธ์กับนักเรียน การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก จะมุ่งเน้นพัฒนานักเรียนในด้านทักษะการเรียนรู้มากกว่าความรู้ที่นักเรียนจะได้มา และพัฒนานักเรียนสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้

บาเรลล์ (Barell. 1998: 7) กล่าวว่า การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นกระบวนการของการสำรวจเพื่อจะตอบคำถามสิ่งที่ยากหรือยากเห็น ข้อสงสัยและความมั่นใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ ในชีวิตจริงที่มีความซับซ้อน ปัญหาที่ใช้ในกระบวนการเรียนรู้จะเป็นปัญหาที่ไม่ชัดเจน มีความยากหรือมีข้อสงสัยมาก สามารถหาคำตอบได้หลายคำตอบ

ทอร์พ และ แซก (Torp; & Sage. 1998: 14 – 16) กล่าวว่า การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เน้นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ได้จากการสำรวจ ค้นคว้า และการแก้ปัญหาที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน ซึ่งนักเรียนอาจพบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น เป็นทั้งยุทธวิธีการเรียนการสอนและใช้เป็นแนวทางในการจัดหลักสูตร มีลักษณะดึงดูดนักเรียนให้เข้าไปมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา ครูจะเป็นผู้ที่คอยให้คำแนะนำและออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดและสำรวจ หลักสูตรที่สร้างขึ้นจะมีปัญหาเป็นแกนกลาง มีบทบาทในการเตรียมประสบการณ์จริง ที่ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ สนับสนุนให้สร้างความรู้ด้วยตนเอง และบูรณาการสิ่งต่างๆ ที่เรียนรู้ในโรงเรียนกับชีวิตจริงเข้าด้วยกัน ในขณะที่เรียนรู้ นักเรียนจะถูกทำให้นักแก้ปัญหา และพัฒนาไปสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้ในกระบวนการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้ ครูจะเป็นผู้ร่วมในการแก้ปัญหา ที่มีหน้าที่สร้างความสนใจ สร้างความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน เป็นผู้แนะนำและอำนวยความสะดวก เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างสมบูรณ์

ฟินเคิล และ ทอร์ป (รัชนีกร หงส์พันธ์. 2547: 46; อ้างอิงจาก Finkle; & Torp. 2003: 1) กล่าวว่า การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง การพัฒนาหลักสูตรและวิธีการสอน ทั้งการแก้ปัญหา ความรู้พื้นฐานของกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่างๆ และทักษะการแก้ปัญหาไปพร้อมๆ กัน โดยนักเรียนมีบทบาทในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง

จากความหมายที่นักการศึกษาได้ให้ไว้ดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่า การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ปัญหาหรือการจำลองสถานการณ์ เป็นเครื่องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา และทักษะกระบวนการคิดอย่างหลากหลายและเป็นแบบแผน

3. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

นักการศึกษาให้แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

โนวอลส์ (อาภรณ์ แสงรัศมี. 2543: 17; อ้างอิงจาก Knowles. 1975) มีแนวคิดสนับสนุนว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ (Andragogy) ที่เชื่อว่าการเรียนรู้จะเรียนได้มากที่สุด เมื่อผู้เรียนมีส่วนเกี่ยวข้องในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งทฤษฎี การเรียนรู้ของผู้ใหญ่ ตั้งอยู่บนข้อสมมติฐานการเรียนรู้ 4 ประการ สามารถสรุปได้ ดังนี้

1. อัจฉริยะ เมื่อบุคคลเจริญเติบโตและมีวุฒิภาวะมากขึ้น ความรู้สึกที่รับผิดชอบ ต่อตนเองก็มีมากขึ้นตามลำดับ และถ้าหากบุคคลรู้สึกว่าตนเองเจริญวัยและมีวุฒิภาวะถึงขั้นที่จะควบคุม และนำตนเองได้ บุคคลก็จะเกิดความต้องการทางจิตใจ เพื่อที่จะได้ควบคุมและนำตนเอง

2. ประสบการณ์ บุคคลเมื่อมีอายุมากขึ้นก็ยังมีประสบการณ์เพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ประสบการณ์ต่างๆ ที่แต่ละคนได้รับจะเสมือนแหล่งทรัพยากรมหาศาลของการเรียนรู้ และก็จะสามารถรองรับการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ เพิ่มขึ้นอย่างกว้างขวาง

3. ความพร้อม ผู้ใหญ่พร้อมที่จะเรียนเมื่อเห็นว่าสิ่งที่เรียนไปนั้นมีความหมาย และมีความจำเป็นต่อบทบาทและมีสถานภาพทางสังคม ผู้ใหญ่เป็นผู้ที่มีหน้าที่การงาน มีบทบาทในสังคมและพร้อมที่จะเรียนเสมอ ถ้าหากสิ่งนั้นมีประโยชน์ต่อตนเอง

4. แนวโน้มต่อการเรียนรู้ ผู้ใหญ่เป็นผู้ที่มีบทบาทและสถานภาพทางสังคม การเรียนรู้ของผู้ใหญ่จึงเป็นการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ยึดปัญหาเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้

เดลลีส์ (Delisle. 1997: 1 – 2) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่ามีรากฐานมาจากทฤษฎีทางการศึกษาของจอห์น บี ดิวอี้ (John, B.Dewey) ซึ่งมีชื่อว่า การศึกษาแบบพิพัฒนาการ (Progressive Education) ที่เน้นการเตรียมประสบการณ์เพื่อพัฒนาผู้เรียนในทุกๆ ด้าน โดยคำนึงถึงความสนใจความถนัดและความต้องการทางด้านอารมณ์และสังคมของผู้เรียน เน้นให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของกิจกรรมและประสบการณ์ ผู้เรียนต้องลงมือกระทำด้วยตนเอง ผู้สอนเป็นเพียงผู้ชี้แนะเท่านั้น

มิโลและเอฟเวนเซน (Hmelo; & Evensen. 2000: 4) ได้กล่าวสนับสนุนว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (Constructivism) ซึ่งมีรากฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ของเพียเจท์ (Piaget) และไวทสกี้ (Vygotsky) เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการพัฒนาทางสติปัญญาที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง กระบวนการสร้างความรู้เกิดจากการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และเกิดการซึมซับหรือดูดซึมประสบการณ์ใหม่ และปรับโครงสร้างสติปัญญาให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ นอกจากนั้นยังมีทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการค้นพบของบรูเนอร์ ซึ่งเชื่อว่าการเรียนรู้ที่แท้จริงมาจากการค้นพบของแต่ละบุคคล โดยผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เมื่อผู้เรียนเผชิญกับปัญหาที่ไม่รู้ทำให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาและผลักดันให้ผู้เรียนไปแสวงหาความรู้ และนำความรู้ใหม่มาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่อแก้ปัญหา

จากแนวคิดและทฤษฎีที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีแนวคิดพื้นฐานมาจากกระบวนการสร้างความรู้ และพัฒนาการทางสติปัญญาจากด้วยตนเอง เกิดจากการเรียนบนพื้นฐานของความรู้เดิม การปฏิสัมพันธ์กับกลุ่มผู้เรียนและสิ่งแวดล้อมเกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ร่วมทั้งการลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

4. ลักษณะของการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ลักษณะของการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้มีผู้กล่าวไว้ ดังนี้

บาร์โรว์ (Barrows. 1996: 5 – 6) กล่าวถึงลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ ดังนี้

1. เป็นการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางภายใต้การแนะนำของผู้สอนประจำกลุ่ม ผู้เรียนต้องรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง ระบุสิ่งที่ตนต้องการรู้ เพื่อความเข้าใจที่ดีขึ้น โดยแสวงหาความรู้จากแหล่งที่จะให้ข้อมูลข่าวสารต่างๆ ซึ่งอาจมาจากหนังสือ วารสาร คณาจารย์ ข้อมูลออนไลน์ หรือแหล่งข้อมูลอื่น ๆ
2. จัดกลุ่มผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละประมาณ 5-8 คน พร้อมกับผู้สอนประจำกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนทำงานอย่างมีประสิทธิภาพด้วยความหลากหลายของบุคคลต่างๆ
3. ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือผู้แนะแนวทาง โดยมีบทบาทที่ไม่ใช่ผู้บรรยาย ไม่ใช่ผู้บอกข้อมูล ไม่บอกผู้เรียนว่าคิดถูกหรือผิด แต่มีบทบาทในการกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งคำถามตนเอง เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ดีขึ้นและจัดการแก้ปัญหาด้วยตนเอง
4. รูปแบบของปัญหามุ่งเน้นให้มีการรวบรวมข้อมูลและกระตุ้นการเรียนรู้ ปัญหาที่น่าเสนอเป็นสิ่งที่ท้าทายผู้เรียน ที่จะต้องเผชิญในการปฏิบัติจริง ตรงประเด็นและกระตุ้นการเรียนรู้ให้หาทางแก้ปัญหา เป็นสิ่งที่ทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ และรวบรวมข้อมูลจากศาสตร์วิชาต่าง ๆ

5. ปัญหาเป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคลินิก
6. ความรู้ใหม่ได้มาโดยผ่านการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้
อย่างแท้จริงในระหว่างการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีการทำงานร่วมกันกับบุคคลอื่น พร้อมทั้งได้มีการอภิปราย
เปรียบเทียบ ทบทวน และได้แย้งในสิ่งที่เรียนด้วย

สถาบันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์แห่งอิลลินอยส์ (Illinois Mathematics and Science Academy, 2006: Online) ได้กล่าวถึงลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

1. ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จะนำเสนอปัญหาที่มีแนวทางในการแก้ปัญหา
อย่างหลากหลายเป็นอันดับแรก และเป็นจุดศูนย์กลางของเนื้อหาสาระและบริบทของการเรียนรู้
2. ปัญหาที่เป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้จะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้หลากหลาย
มีความซับซ้อนไม่ตายตัว มีรูปแบบการแก้ปัญหาไม่แน่นอน การหาคำตอบมีได้หลายแนวทางซึ่งอาจไม่ได้
คำตอบที่รวดเร็วทัน
3. ในชั้นเรียนผู้เรียนมีบทบาทเป็นนักแก้ปัญหา ผู้สอนจะมีบทบาทเป็นผู้ให้คำแนะนำ
และช่วยเหลือ
4. ในกระบวนการเรียนการสอนนั้นจะมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลต่างๆ แต่ความรู้ที่
ผู้เรียนจะต้องสร้างขึ้นด้วยตนเอง การคิดต้องชัดเจนและมีความหมาย

ทิสนา แคมมณี (2545: 136 - 137) ได้เสนอตัวบ่งชี้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
ไว้ 10 ประการ

1. ผู้สอนและผู้เรียนมีการร่วมกันเลือกปัญหาที่ตรงกับความสนใจหรือความต้องการ
ของผู้เรียน
2. ผู้สอนและผู้เรียนมีการออกไปเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาจริง หรือผู้สอนมีการจัด
สภาพการณ์ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา
3. ผู้สอนและผู้เรียน มีการร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาและหาสาเหตุของปัญหา
4. ผู้เรียนมีการวางแผน การแก้ปัญหาร่วมกัน
5. ผู้สอนมีการให้คำปรึกษา แนะนำและช่วยอำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียนในการ
แสวงหาแหล่งข้อมูล การศึกษาข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล
6. ผู้เรียนมีการศึกษา ค้นคว้า และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
7. ผู้สอนมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และ
พิจารณาเลือกวิธีที่เหมาะสม
8. ผู้เรียนมีการลงมือแก้ปัญหา รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุป และประเมินผล
9. ผู้สอนมีการติดตามการปฏิบัติงานของผู้เรียนและให้คำปรึกษา

นภา หลิมธรัตน์ (2546) ได้เสนอคุณภาพของการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะขึ้นกับ อยู่ปัจจัยต่างๆ ดังต่อไปนี้

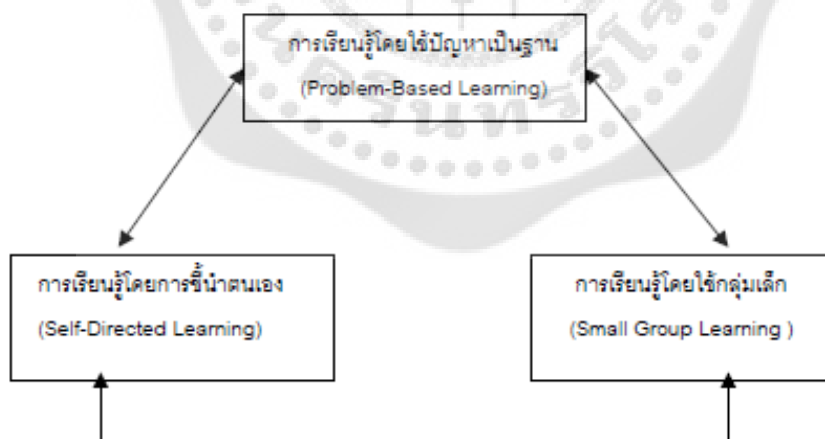
1. คุณภาพของโจทย์ปัญหา ต้องชัดเจน และกระตุ้นความอยากรู้ อยากเห็น ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี
2. การทำงานในกลุ่มย่อย นักเรียนต้องรู้หน้าที่และเป้าหมายในการทำกลุ่มย่อย
3. บทบาทของครูในกลุ่มย่อยครูต้องตระหนักถึงบทบาทหน้าที่ที่เปลี่ยนแปลงไป
4. สื่อ หนังสือ หรือทรัพยากรการเรียนรู้อื่นๆ ให้มีมากพอต่อการค้นคว้าของนักเรียน

5. กลไกพื้นฐานของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากความหมายแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จะพบกลไกพื้นฐานที่สำคัญในการจัดกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งมีองค์ประกอบ 3 ประการต่อไปนี้ (รังสรรค์ ทองสุขนอก. 2547: 15)

1. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)
2. การเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง (Self-Directed Learning)
3. การเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก (Small Group Learning)

กลไกทั้งสามนี้ มีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดและเกิดขึ้นทุกขณะที่ผู้เรียนดำเนินการเรียนรู้ ดัง ภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 แสดงความสัมพันธ์ของกลไกการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ที่มา: รังสรรค์ ทองสุขนอก. 2547: 16; อ้างอิงจาก พิศากร แปลงประสพโชค. ม.ป.ป.

การเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง

เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองของผู้เรียนที่ผู้เรียนมีเสรีภาพ ในการใช้ความสามารถในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งแรงจูงใจเกิดจากความอยากรู้จากภายในตัวผู้เรียนเอง ผู้เรียนจะต้องบริหารเวลา และกำหนดการดำเนินงานด้วยตนเอง พร้อมทั้งคัดเลือกประสบการณ์การเรียนรู้ที่เหมาะสมด้วยตนเอง แสวงหาความรู้จากแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ต่างๆ และทำการประเมินผลด้วยตนเอง ตลอดจนการวิพากษ์วิจารณ์งานของตนเองด้วย ผู้สอน คือ ผู้สนับสนุน ส่งเสริม ช่วยเหลือมากกว่าเป็นผู้นำข้อมูลความรู้มาให้ผู้เรียน และเป็นทรัพยากรการเรียนรู้หนึ่งของผู้เรียน ถึงแม้ว่าผู้สอนจะเป็นผู้ออกแบบการเรียนรู้ก็ตาม แต่ผู้เรียนก็สามารถเลือกแนวทางการเรียนรู้ที่เหมาะสมได้ด้วยตนเอง ตลอดจนสามารถกำหนดแหล่งเรียนรู้ได้เอง เช่น ที่บ้าน ห้องสมุดหรือที่อื่นๆ ตามสะดวกทำให้การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ทุกที่ทุกเวลา (เฉลิม วราวิทย์. 2531: ๗-๘; พวงรัตน์ บุญญา-นุรักษ์; และ Majumdar. 2544: 66 – 70; นิรมล ศตวุฒิ. 2547: 86 – 88) การเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง (Self-Directed Learning) การเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก (Small Group Learning) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)

การเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก

เป็นวิธีการเรียนรู้ที่อาศัยการทำงานเป็นทีมหรือกลุ่ม โดยในแต่ละกลุ่มจะมีสมาชิกประมาณ 3 – 9 คน ขึ้นอยู่กับทรัพยากรการเรียนรู้ ในแต่ละกลุ่มประกอบด้วย ประธาน รองประธาน เลขานุการ และสมาชิกในกลุ่ม คนอื่นก็จะมีกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบอย่างชัดเจน การเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก จะทำให้ผู้เรียนพัฒนาการเรียนรู้ด้วยตนเอง การจัดระบบตนเอง พัฒนาความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ทักษะการให้ และการรับข้อมูลป้อนกลับ ยอมรับความแตกต่างทางด้านความคิด และเรียนรู้ความแตกต่างระหว่างบุคคล อีกทั้งยังพัฒนาทักษะการปฏิบัติงาน และการประเมินผลงานอย่างมีเหตุผล เพื่อให้การเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็กในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีประสิทธิภาพนั้น ผู้สอนจะต้องมีความเข้าใจในกระบวนการเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก และสามารถสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม โดยผู้สอนจะต้องอธิบายเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก ความคิดรวบยอด บทบาทและหน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละบุคคลในกลุ่มให้ผู้เรียนเข้าใจอย่างถูกต้องเสียก่อน (พวงรัตน์ บุญญา-นุรักษ์; และ Majumdar. 2544: 77 – 90)

6. ขั้นตอนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550: 6 – 8) ได้สรุป ขั้นตอนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานสรุปรายละเอียดแต่ละขั้นตอนมี ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ครูจัดสถานการณ์ต่างๆ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่อยากรู้หรืออยากเรียนได้และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ นักเรียนจะต้องสามารถอธิบายสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า นักเรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียน ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีการหลากหลาย

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเอง และประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย นักเรียนทุกกลุ่มรวมทั้ง ผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน

7. การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ในชั้นเรียนที่ใช้การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะมีการประเมินผลเพื่อพัฒนาหรือแก้ปัญหา การเรียนรู้ของผู้เรียน และผู้เรียนจะต้องรับผิดชอบในการประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง และของกลุ่มด้วย ซึ่งแตกต่างจากการเรียนรู้แบบเดิมๆ ที่ทำการประเมินเพียงเพื่อวัดความสามารถ และแบ่งระดับความสามารถของผู้เรียน และผู้สอนจะเป็นผู้ประเมินแต่เพียงผู้เดียว ผู้เรียนเป็นเพียงผู้ถูกประเมินเท่านั้น การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผู้เสนอวิธีในการประเมินไว้ดังนี้

เดลลีส (Delisle. 1997: 37 – 47) ได้กล่าวว่า การประเมินผลจะต้องบูรณาการตั้งแต่ขั้นตอนการสร้างปัญหา ขั้นตอนการเรียนรู้ ความสามารถและผลงานที่ผู้เรียนแสดงออกเข้าด้วยกัน โดยในแต่ละการประเมินผลผู้เรียนจะมีส่วนร่วมด้วย และการประเมินผลจะดำเนินไปตลอดเวลาของการเรียนรู้ คือตั้งแต่สร้างปัญหาจนถึงรายงานการแก้ปัญหานั้น มีรายละเอียด ดังนี้

1. การประเมินผลผู้เรียน การประเมินผลความสามารถผู้เรียน จะเริ่มตั้งแต่วันแรกของการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จนกระทั่งวันสุดท้ายที่ได้เสนอผลงานออกมา ผู้สอนจะใช้ขั้นตอนการเรียนรู้เป็นเครื่องมือในการติดตามความสามารถผู้เรียน ซึ่งพิจารณาทั้งในด้านความรู้ ทักษะและการทำงานกลุ่ม ตัวอย่างรูปแบบ และคำถามที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลผู้เรียน โดยเดลลีส สร้างขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ตาราง 1 รูปแบบและตัวอย่างคำถามที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลผู้เรียนทำโดยผู้สอน

การประเมินผลผู้เรียนของผู้สอน	
ขั้นตอนการเรียนรู้	การประเมินผล
การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้	
<ul style="list-style-type: none"> • ปฏิกริยาอะไรที่ผู้เรียนแสดงออกมาให้เห็น • ผู้เรียนตอบสนองต่อเงื่อนไขหรือสิ่งที่จัดให้ได้อย่างไร 	
การเชื่อมโยงปัญหา	
<ul style="list-style-type: none"> • ผู้เรียนสนองตอบต่อปัญหาหรือไม่และสนองตอบต่อปัญหาอย่างไร • ผู้เรียนมีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์หรือไม่ว่างไร • ผู้เรียนได้เชื่อมโยงแหล่งข้อมูลและประสบการณ์เดิมกับปัญหาหรือไม่ อย่างไร • ผู้เรียนได้จัดรวบรวมแนวคิดต่อปัญหาเข้าด้วยกันหรือไม่อย่างไร 	
การกำหนดกรอบปัญหา	
<ul style="list-style-type: none"> • ผู้เรียนมีการจัดองค์กรกลุ่มอย่างไร ผู้เรียนอาสาสมัครเป็นผู้บันทึก ผู้รายงาน หน้าชั้นหรือไม่ หรือว่าแค่นั่งฟังเพื่อนในกลุ่ม 	
การศึกษาปัญหา	
<ul style="list-style-type: none"> • ผู้เรียนมีการเสนอแนวคิดและวิเคราะห์หรือไม่อย่างไร • ผู้เรียนได้พิจารณาข้อเท็จจริงจากปัญหาหรือไม่อย่างไร • ผู้เรียนได้สร้างจุดประสงค์การเรียนรู้จากแนวคิดและข้อเท็จจริงหรือไม่ • ผู้เรียนได้กำหนดแหล่งข้อมูลอย่างหลากหลายหรือไม่อย่างไร 	
การรวบรวมความรู้ ตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา	
<ul style="list-style-type: none"> • ผู้เรียนเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้มาเกี่ยวกับปัญหาหรือไม่อย่างไร • ผู้เรียนได้ทำการตรวจสอบแนวคิดหรือสมมุติฐานที่สร้างขึ้นหรือไม่ อย่างไร • ผู้เรียนได้ประมวลสิ่งที่เรียนรู้มาหรือไม่อย่างไร 	
การสร้างผลงาน หรือปฏิบัติผลงานตามทางเลือก	
<ul style="list-style-type: none"> • ผู้เรียนทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมหรือไม่ • ผู้เรียนใช้ข้อมูลในการตอบปัญหาเหมาะสมหรือไม่ • ผู้เรียนได้แก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่อย่างไร 	
การประเมินผลการเรียนรู้และปัญหา	
<ul style="list-style-type: none"> • ผู้เรียนมีการประเมินผลในกลุ่มและประเมินผลตนเองหรือไม่อย่างไร 	

8. ข้อดีและข้อเสียของการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ข้อดีของการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ข้อดีของการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีหลายประการ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ คือ (นภา หลิมธรัตน์. 2546)

1. สนับสนุนให้มีการเรียนรู้อย่างลุ่มลึกส่งผลให้นักเรียนเรียนอย่างเข้าใจและสามารถจดจำได้นานเกิดเป็นการเรียนรู้ที่แท้จริง
2. สนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง อันเป็นคุณสมบัติจำเป็นที่ทุกคนควรมี เพราะสามารถพัฒนาไปเป็นผู้ที่มีการเรียนรู้ตลอดชีวิต
3. โจทย์ปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้ จะส่งผลให้นักเรียนเห็นความสำคัญของสิ่งที่เรียนกับการปฏิบัติงานในอนาคต ทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้สามารถจดจำได้ดีขึ้น
4. ทั้งครูและนักเรียนสนุกกับการเรียน ในส่วนนักเรียนรู้สึกสนุกกับการเรียนเพราะได้มีบทบาทในการเรียนรู้เอง เช่น การอภิปรายถกเถียงในระหว่างการทำกลุ่มย่อย ฝ่ายครูเห็นพัฒนาการทางด้านความคิดและทักษะต่างๆ ที่เกิดขึ้นในตัวนักเรียน นอกจากนี้ครู ยังได้มีโอกาสเรียนรู้ข้ามสาขาที่ตนชำนาญ เนื่องจากโจทย์เป็นแบบบูรณาการ โดยเรียนรู้ไปกับนักเรียน สามารถเห็นความเชื่อมโยงของศาสตร์ต่างๆ ได้ชัดเจนขึ้น ทำให้เกิดความคิดกว้างไกล
5. ส่งเสริมสนับสนุนการทำงานเป็นทีม ซึ่งมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากกว่าการทำงานเดี่ยว
6. ส่งเสริมสนับสนุนให้มีโอกาสฝึกทักษะการสื่อสาร การแก้ปัญหา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การหาข้อสรุปเมื่อมีความขัดแย้ง เป็นต้น

ข้อเสียของการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ข้อเสียของการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้คือ (นภา หลิมธรัตน์. 2546)

1. นักเรียนอาจไม่มั่นใจในความรู้ที่ตนค้นคว้ามา เพราะไม่สามารถ กำหนดวัตถุประสงค์ อาจมีผลกระทบในทางลบเกี่ยวกับการเรียนได้
2. ต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้นทั้งฝ่าย นักเรียนและผู้สอน ฝ่ายนักเรียน เนื่องจากต้องค้นคว้า และศึกษาด้วยตนเองจึงต้องการเวลามากขึ้นเมื่อเทียบกับการเรียนโดยการฟังบรรยาย ฝ่ายผู้สอนจะต้องใช้เวลาค่อนข้างมากในช่วงเตรียมการ ช่วงทำหน้าที่เป็นครูในกลุ่มย่อย เป็นต้น
3. เนื้อหาในสวนวิทยาศาสตร์พื้นฐานถูกตัดทอนลง ข้อความดังกล่าว เป็นความจริง แต่สิ่งที่ถูกตัดทอนออกไปอาจไม่มีความจำเป็น ในการเรียนการสอนในสาขาวิชาแพทยศาสตร์ หรืออาจ

ไม่จำเป็นในการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรี ดังนั้น เนื้อหาที่คงไว้จะเป็นเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกับวิชาชีพ หรือการเรียนรู้อื่นๆ ในชั้นปีที่สูงขึ้นไป ดังนั้นจึงเป็นการเพิ่ม ซึ่งน่าจะเป็นผลดีต่อนักเรียนมากกว่า

4. การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานนี้อาจไม่เหมาะกับนักเรียนที่ไม่ชอบการอภิปราย ถกเถียง ชอบฟังมากกว่า

5. ในกรณีที่จำนวนนักเรียนมาก ต้องการ การลงทุนมาก ทั้งวัสดุเวลา และยาก ในการบริหารจัดการ แต่สามารถเป็นไปได้ในสิ่งที่เห็นข้อเสีย จะเห็นได้ว่าจะต้องมีการติดตามและเฝ้าระวัง การจัดการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง และทำการปรับเปลี่ยนแก้ไขตามเห็นสมควร เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่นักเรียน นอกจากนี้จะต้องมีการเตรียมนักเรียนให้รับรู้และตระหนักถึงหน้าที่รับผิดชอบในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ให้คำปรึกษาในระยะแรกของการเรียนที่อาจยังปรับตัวไม่ได้ และต้องเตรียมครูให้ตระหนักถึงบทบาทที่เปลี่ยนไป ไม่ว่าจะเป็นการสอนในกลุ่มย่อย การเตรียมบทเรียน การวัดและการประเมินผล เป็นต้น ทั้งนี้หากได้ดำเนินการอย่างครบถ้วนจะสามารถลดทอนปัญหาหรือข้อเสียของการเรียนแบบนี้ลงได้บ้าง

9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

งานวิจัยต่างประเทศ

เอลเซเฟ (Elshafei. 1998: Online) ได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักกับการเรียนแบบปกติในวิชาพีชคณิต 2 โดยได้ทำการวิจัยกึ่งทดลองกับนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในเมืองแอตแลนตา จำนวน 15 ห้องเรียน 342 คน แบ่งเป็นห้องเรียนแบบปกติ 8 ห้อง และเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก 7 ห้อง ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ เป็นผลมาจากการที่นักเรียน เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง มีการรวมกลุ่มกันแก้ปัญหาและสามารถคิดค้น วิธีการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ

ปีเตอร์เซน (Pedersen. 2000) ได้ศึกษาผลของเครื่องมือช่วยหาคำแนะนำ ในการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานพบว่าเครื่องมือช่วยหาคำแนะนำ โดยตัวแบบพุทธิปัญญา มีประสิทธิภาพกว่าแบบอื่นๆ และยังพบว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักสร้างแรงจูงใจในการเรียนมากกว่าการเรียนแบบอื่น

แม็คคาธี (McCarthy. 2001: Online) ได้ทำการทดลองสอนด้วยวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักในวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา เพื่อพัฒนาความคิดรวบยอดเรื่องทศนิยม โดยทำการทดลองกับนักเรียนเกรด 2 กลุ่มเล็กๆ ในเวลา 8 คาบ คาบละ 45 นาที โดยจุดมุ่งหมาย เพื่อสำรวจความรู้ที่มีอยู่ก่อนแล้ว ให้ตัวนักเรียน และมีการวิเคราะห์ว่าการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถพัฒนาความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างไร จากหลักฐานการบันทึกเทปวิดีโอได้ชี้ให้เห็นว่า นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจในคณิตศาสตร์ตลอดเวลาที่ได้พยายามหาวิธีแก้ปัญหา โดยนักเรียนใช้ภาษาพูด

เป็นตัวบ่งชี้ถึงความรู้เกี่ยวกับทศนิยมที่ตัวนักเรียนมีอยู่ก่อนแล้ว และความเข้าใจความคิดรวบยอดใหม่ที่เกิดขึ้นกับทศนิยมอย่างถูกต้อง

ชอร์ และคนอื่นๆ (Shore, M.; Shore, J.; & Boggs. 2004: 183 – 189) ได้ศึกษาปัจจัยภายนอกที่สนับสนุนการพัฒนาการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักในวิชาคณิตศาสตร์ โดยการพัฒนาหนังสือคณิตศาสตร์ จำนวน 450 หน้า เนื้อหาประกอบด้วยปัญหาที่หลากหลายสาขา แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แบบสอบถาม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้หนังสือดังกล่าว มีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่สอนโดยครูคนเดียวอย่างแน่นอน

แคนเตอร์ก และ เบเซอร์ (Canturk; & Baser. 2009a: 134 – 155; 2009b: 45 1 – 4 82) ได้ศึกษาเจตคติของนักเรียน ครู และคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยที่มีต่อการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์นักเรียน 7 ระดับชั้น จำนวน 20 คน ครูสอนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 7 คน และคณาจารย์ 6 คน จาก 2 คณะ ในมหาวิทยาลัยที่ใช้วิธีการนี้ ในปีการศึกษา 2005 – 2006 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียน ครู และคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยมีเจตคติที่ดี และได้ศึกษาผลของการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ที่มีต่อทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ใช้แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest-Posttest Design กลุ่มทดลองได้รับการจัดการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยปัญหาเป็นหลัก มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้จากแบบปกติ

โคติก และ ซูลเจน (Cotic; & Zuljan. 2009: 297 – 31 0) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานและผลของการสอนที่มีต่อความรู้ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนอายุ 9 ปี จำนวน 179 คน ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผลการศึกษาพบว่าผลการสอนของครูที่ยังไม่จบการศึกษาครูฝึกหัด และครู มีค่าเท่ากัน

งานวิจัยในประเทศ

ยุรวัฒน์ คล้ายมงคล (2545: 87 – 89) ได้ทำการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน การดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นแรกเป็นการวิจัยเพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้ เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ขั้นที่สองเป็นการวิจัยทดลองเพื่อทดสอบกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ผลการวิจัยในขั้นแรกสรุปได้ว่า กระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยขั้นตอน 7 ขั้นตอน คือ 1) การเตรียมปัญหา 2) การสร้างความเชื่อมโยงสู่ปัญหา 3) การสร้างกรอบ

การศึกษา 4) ศึกษาค้นคว้าโดยกลุ่มย่อย 5) ตัดสินใจหาทางแก้ปัญหา 6) การสร้างผลงาน 7) ประเมินผล การเรียนรู้ และผลการวิจัยในชั้นที่สองพบว่า คะแนนเฉลี่ยสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ ในส่วนทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงของนักเรียนหลังการเรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รังสรรค์ ทองสุขนอก (2547: 82 – 86) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน ที่ได้จากการอาสาสมัคร ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นโดยใช้ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นหลัก มีผลการเรียนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไป ของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01

สายใจ จาปาหวาย (2549: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่อง ผลการเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและรูปแบบของ สสวท. เรื่องบทประยุกต์ ที่มีต่อผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า แผนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีประสิทธิภาพ 81.41/79.44 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และดัชนีประสิทธิผล 0.7104 หรือมีคะแนนเพิ่มขึ้นคิดเป็น ร้อยละ 71.04 นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากกว่านักเรียนที่เรียนรู้ตามรูปแบบของ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และนักเรียนที่เรียนรู้อตาม

เบญจมาศ เทพบุตรดี (2550: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการวิเคราะห์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) และการสอนแบบปกติ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารทศนิยม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สูงกว่ากลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนไม่แตกต่างกัน

เพ็ญศรี พิลาสันต์ (2551: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวิธีการปกติ ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) และที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้

ตามวิธีปกติมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.99/79.76 และ 80.90/74.66ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด มีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6374 และ 0.5450 ตามลำดับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามวิธีปกติด้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนความคงทนในการเรียนรู้ไม่แตกต่างกัน

บุญนำ อินทนนท์ (2551) การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโยธินบำรุง ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันที่ระดับ .01

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT

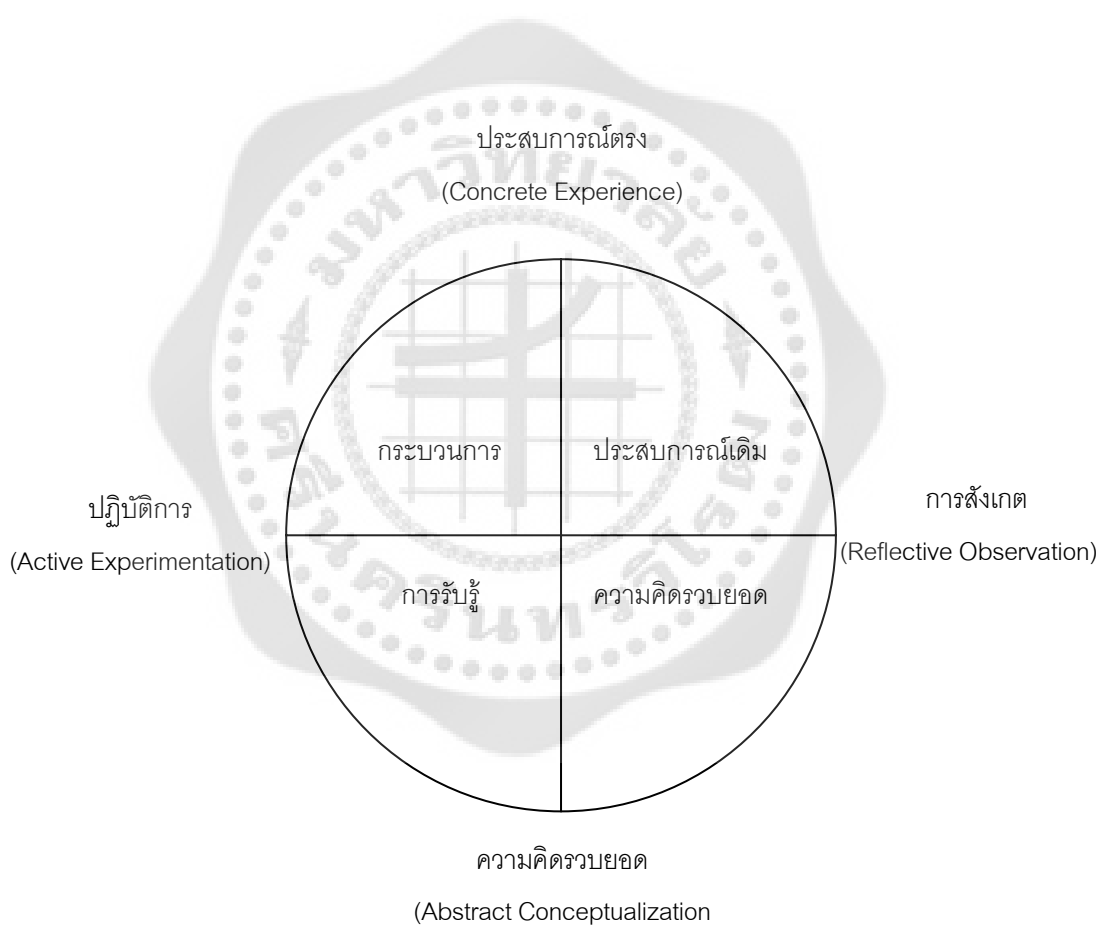
1. ประวัติและความเป็นมาของการสอนแบบเทคนิค 4 MAT

ศักดิ์ชัย นิรัญทวิ (2543: 1 – 2) กล่าวถึง ความเป็นมาของการสอนแบบเทคนิค 4 MAT ว่า ได้พัฒนาค้นคว้าวิจัยของเบอร์นิส แมคคาร์ธี (Bernice, McCarthy) นักศึกษา นักแนะแนวการศึกษา เชื่อในศักยภาพของนักเรียนในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยคำนึงถึงรูปแบบ หรือวิธีการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละประเภท ปี 1979 เบอร์นิส แมคคาร์ธี (Bernice, McCarthy) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้ บทบาทของสมองที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้โดยเขาได้ศึกษา และแลกเปลี่ยนความคิดกับผู้เชี่ยวชาญเรื่องการเรียนรู้ต่างๆ มากมายและหลากหลาย แนวคิดที่มีอิทธิพลกับเขามากที่สุด คือแนวคิดในทฤษฎีการเรียนรู้ของ เดวิด คอลป์ (David, Kolb) เป็นผู้เชี่ยวชาญจากมหาวิทยาลัย Case Western Research University แนวคิด เดวิด คอลป์ (David, Kolb) วัฏจักรเรียนรู้ 4 MAT : 1 – 2 เสนอความคิดเรื่องรูปแบบการเรียนรู้ไว้เมื่อปี ค.ศ. 1970 โดยอธิบายว่าการเรียนรู้เกิดจากความสัมพันธ์ 2 มิติ คือการรับรู้ และการจัดกระบวนการข้อมูล โดยกระบวนการเรียนรู้เป็นผลมาจากวิธีการ หรือช่องทางที่บุคคลรับรู้แล้วจัดกระบวนการสิ่งที่ได้รับรู้นั้น วิธีการที่บุคคลรับรู้มี 2 ประเภท คือ 1) ประสบการณ์ตรง หรือผ่านประสบการณ์รูปธรรม 2) ผ่านความคิดรวบยอด หรือประสบการณ์นามธรรม

แนวความคิดนี้สอดคล้องกับความคิดของ เบแกน (Bagan. 1977) ที่เชื่อว่า ปัญญาของมนุษย์แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ตามซีกของสมอง นักเรียนแต่ละคนจะมีลักษณะของการเรียนรู้แตกต่างกันตามความถนัดของการใช้สมองแต่ละซีก และเด็กจะเกิดความคับข้องใจ ถ้ากิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูจัดให้ไม่เหมาะสมกับความถนัดในการใช้สมองของคน เบแกน (Bagan. 1977) จึงได้แบ่งกิจกรรมทางปัญญาของสมองซีกซ้ายและซีกขวาออกเป็นคู่ๆ แสดงให้เห็นบทบาทของสมองมนุษย์

แนวการจัดกิจกรรมแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT จึงเป็นอีกแนวคิดหนึ่งที่มีหลักการความคิดเชื่อมโยงเกี่ยวข้องกับแนวความคิดของดิวอี้ (John, Dewey) และปรัชญาของกลุ่มก้าวหน้านิยม หรือพัฒนาการนิยมที่ให้ความสำคัญในการเรียนด้วยการกระทำ จึงเป็นแนวคิดที่ให้นักเรียนที่เรียนรู้แตกต่างกันเป็นศูนย์กลางของกระบวนการเรียนรู้แทนการถือว่่านักเรียนเป็นเพียงภาชนะรองรับความรู้จากการสอนของครู

เจียร พานิช (2542: 22 – 23) กล่าวว่า รูปแบบการจัดกิจกรรมแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ที่มาจากเดวิด คอลบ์ (David, Kolb. 1976) เชื่อว่าการเรียนรู้ประกอบด้วย 2 มิติ คือ การรับรู้ และการจัดกระบวนการ โดยเมื่อนำแกนการรับรู้ และแกนกระบวนการตัดกัน จะทำให้เกิดพื้นที่ใหม่ 4 ส่วน ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 รูปแบบการเรียนรู้ของเดวิด คอลบ์

ที่มา : David Kolb: 38.

ต่อมาในปี 1980 เบอริส แมคคาร์ธี (Bernice Mccarthy) ได้ประยุกต์แนวคิดของเดวิด คอลบ์ (David Kolb) โดยกำหนดให้พื้นที่ทั้ง 4 ส่วน ที่เกิดจากการตัดของแกนการรับรู้ กับแกนกระบวนการแทนนักเรียน 4 แบบ มีความสัมพันธ์โดยตรงกับธรรมชาติการเรียนรู้ของมนุษย์และระบบการทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวา

2. ความหมายของการสอนแบบเทคนิค 4 MAT

วิชา เล่าเรียนดี (2547: 87) กล่าวว่า การสอนแบบเทคนิค 4 MATเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ยึดหลักความเชื่อที่ว่า มนุษย์ทุกคนสามารถเรียนรู้ได้ และมนุษย์แต่ละคนมีรูปแบบหรือวิธีการเรียนรู้ (Learning style) ที่แตกต่างกัน การจัดกิจกรรมการสอนแบบเทคนิค 4 MAT เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งให้นักเรียนได้ใช้สมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาอย่างเท่าเทียมกัน

กิตติชัย สุชาติโนบล (2543: 154) ได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4 MAT ในตอนหนึ่งว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่คำนึงถึงรูปแบบการเรียนรู้ของกลุ่มผู้เรียน 4 คุณลักษณะกับพัฒนาการสมองซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามแบบและความต้องการของตนเองอย่างเหมาะสม และสามารถพัฒนาตนเองอย่างเต็มศักยภาพ ซึ่งได้แก่

ผู้เรียนแบบที่ 1 (Why) ผู้เรียนที่มีจินตนาการเด่นเป็นหลัก

ผู้เรียนแบบที่ 2 (What) ผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยการวิเคราะห์และการเก็บรายละเอียดเป็นหลัก

ผู้เรียนแบบที่ 3 (How) ผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยสามัญสำนึกหรือประสาทสัมผัส

ผู้เรียนแบบที่ 4 (If) ผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยการรับรู้จากประสบการณ์รูปธรรมไปสู่การลงมือ

ปฏิบัติ

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบเทคนิค 4 MAT เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เชื่อว่ามนุษย์ทุกคนสามารถเรียนและพัฒนาตนเองได้ โดยการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมต้องพยายามให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาของตนเองให้เต็มศักยภาพ

3. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT

เบอริส แมคคาร์ธี (ศักดิ์ชัย นิรัญทวี และไพเราะ พุ่มมั้น; อ้างอิงจาก Bernice McCarthy.1990) การสอนที่ใช้แนวคิดเรื่องการศึกษาแผนใหม่ เป็นการจัดการศึกษาแบบก้าวหน้า ที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้โดยการกระทำนั้น เป็นแนวคิดที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล สนับสนุนปรัชญากลุ่มพิพัฒนาการนิยมหรือปรัชญากลุ่มก้าวหน้า โดยคำนึงถึงนักเรียนที่มีวิธีการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ถ้าผู้สอนจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละประเภท นักเรียนก็สามารถประสบความสำเร็จในการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4 MAT พัฒนาขึ้นจากการเรียนรู้วิจัยของ เบอริส แมคคาร์ธี (Bernice, McCarthy) นักศึกษา นักแนะแนวการศึกษา เชื่อในศักยภาพของนักเรียนในเรื่องความแตกต่างระหว่าง

บุคคล โดยคำนึงถึงรูปแบบหรือวิธีการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละประเภท

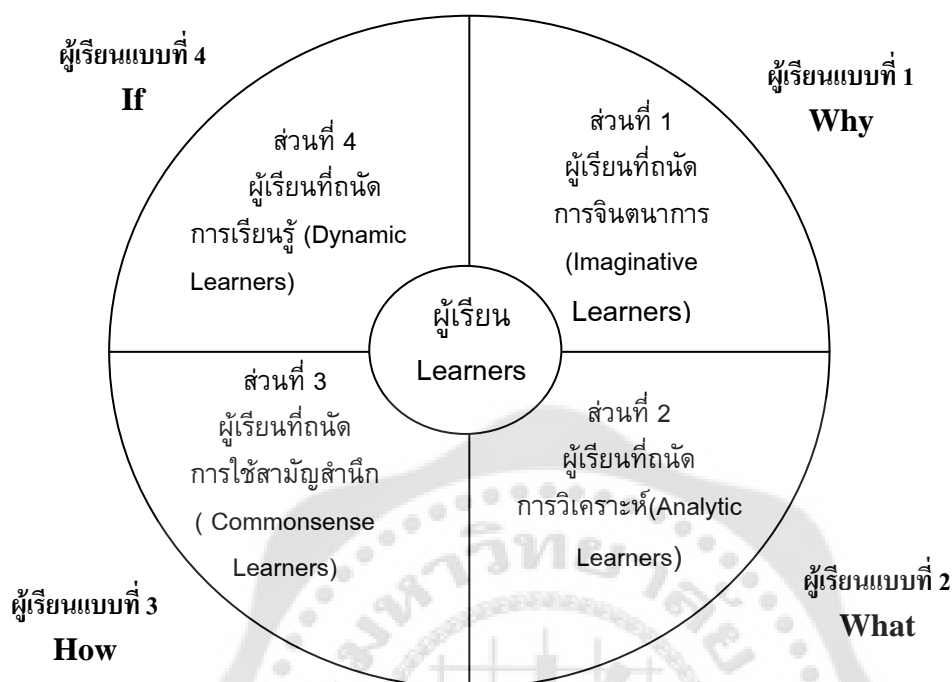
เบอร์นิส แมคคาร์ธี (Bernice, McCarthy) ได้ประยุกต์แนวคิดของ เดวิดคอล์ป (David, Kolb) โดยให้พื้นที่ 4 ส่วนที่เกิดจากการตัดกันของแกนการรับรู้และแกนกระบวนการแทนลักษณะการเรียนรู้ของนักเรียน 4 ประเภท ซึ่งคำนึงถึงความคิดเกี่ยวกับระบบการทำงานของสมองซีกซ้ายและสมองซีกขวากับธรรมชาติของการเรียนรู้ ซึ่งอธิบายโดยใช้แผนภาพและคำอธิบายประกอบได้ ดังภาพประกอบ 2 (ศักดิ์ชัย ทิรัญพิที; และ ไพเราะ พุ่มมัน. 2534: 9)

ทั้งนี้ เพื่อเป็นการเสริมสร้างศักยภาพการเรียนรู้ของนักเรียน กับพัฒนาการทางสมองซีกซ้าย และซีกขวาอย่างเท่าเทียมกัน ให้ผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความถนัดของนักเรียนแต่ละประเภท และในขณะเดียวกันนักเรียนได้มีโอกาสประสบความสำเร็จในการเรียนต่ออย่างมีประสิทธิภาพ และผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญและส่งเสริมให้นักเรียนมีคุณลักษณะดี มีปัญญา และมีความสุขในการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545: 156 - 159) วัฏจักรแห่งการเรียนรู้ 4 MAT สร้างขึ้นโดยใช้วงกลมเป็นสัญลักษณ์แทนการ เคลื่อนไหวของกิจกรรมการเรียนรู้ พื้นฐานของวงกลมถูกแบ่งออกโดยเส้นแห่งการเรียนรู้ และเส้นแห่งกระบวนการจัดข้อมูลรับรู้เป็น 4 ส่วน โดยให้แต่ละส่วนใช้แทนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน 4 ลักษณะ ดังแสดงในภาพประกอบ ดังนี้

แผนภาพแสดงวัฏจักรของการเรียนรู้ 4 MAT



ภาพประกอบ 4 แผนภูมิแสดงรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT

ที่มา: สุคนธ์ สินธพานนท์. (2551). *นวัตกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน*.

จากภาพประกอบ การรับรู้และกระบวนการเรียนรู้ระบบ 4 MAT ผู้เรียนทั้ง 4 แบบ จะมีการรับรู้และกระบวนการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ดังนี้

ส่วนที่ 1 แทนผู้เรียนแบบที่ 1 นักเรียนที่ถนัดจินตนาการเป็นนักเรียนที่เรียนรู้จากประสบการณ์รูปธรรม ผ่านกระบวนการจัดการข้อมูลด้วยการเฝ้าสังเกตอย่างไตร่ตรอง นักเรียนในกลุ่มนี้จะสงสัยและตั้งคำถามตรงกันว่า “ทำไม” (Why) ทำไมต้องเรียนเรื่องนี้

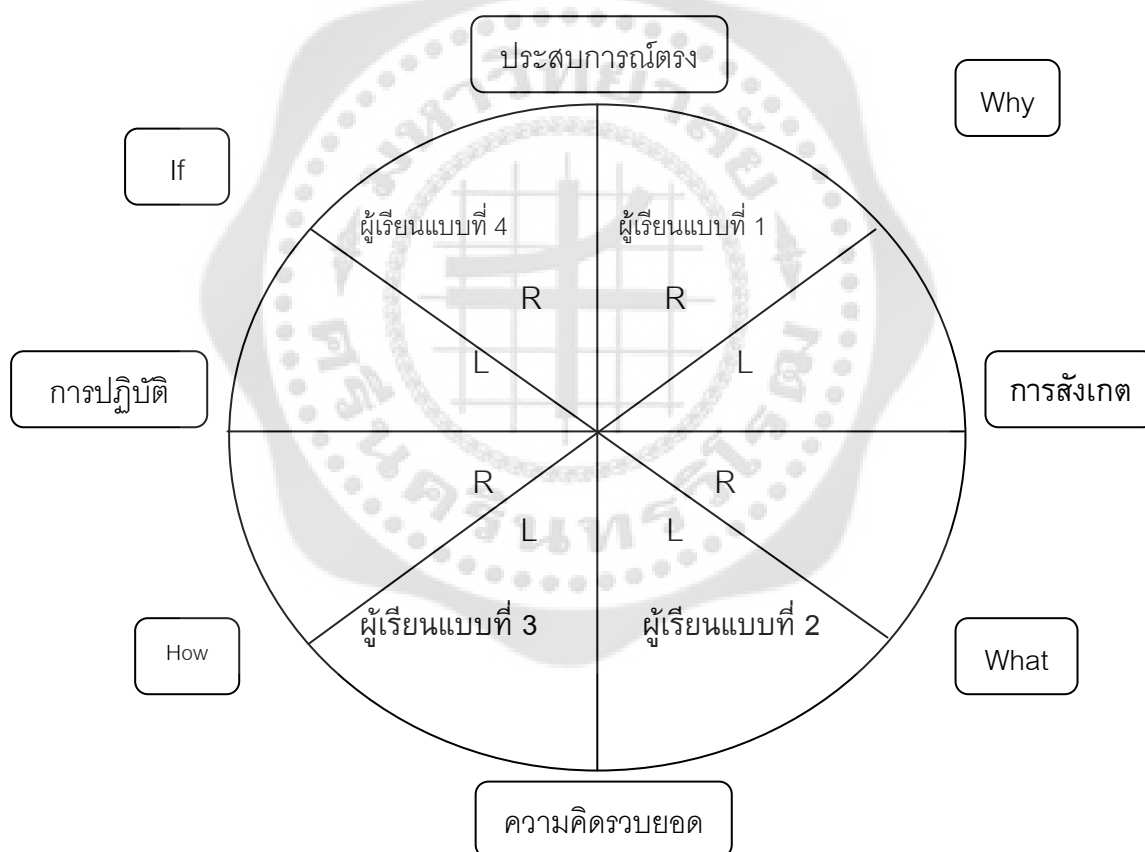
ส่วนที่ 2 แทนผู้เรียนแบบที่ 2 นักเรียนที่ถนัดการวิเคราะห์เป็นนักเรียนที่เรียนรู้ความคิดรวบยอดเป็นนามธรรม เรียนรู้โดยรับรู้จากการสังเกตอย่างไตร่ตรองไปสู่การสร้างประสบการณ์นามธรรมหรือความคิดรวบยอด นักเรียนในกลุ่มนี้จะตั้งคำถามว่า “อะไร” (What) เราจะเรียนอะไรกัน

ส่วนที่ 3 แทนผู้เรียนแบบที่ 3 นักเรียนที่ถนัดใช้สามัญสำนึก เป็นนักเรียนที่ชอบเรียนรู้จากการรับรู้ความคิดรวบยอดไปสู่การลงมือปฏิบัติที่สะท้อนระดับความเข้าใจของตนเอง นักเรียนในกลุ่มนี้จะตั้ง

คำถามว่า “อย่างไร” (How) เราจะเรียนเรื่องนี้ อย่างไร

ส่วนที่ 4 แทนผู้เรียนแบบที่ 4 นักเรียนที่ถนัดการรับรู้จากประสบการณ์รูปธรรมไปสู่การลงมือปฏิบัติ เป็นนักเรียนที่ยอมรับการเปลี่ยนแปลง นักเรียนเรียนรู้และสนุกกับการได้ค้นพบด้วยตนเอง โดยการลงมือปฏิบัติ นักเรียนในกลุ่มนี้จะตั้งคำถามว่า “ถ้า..” (If..) ถ้า.....แล้วจะนำไปใช้อย่างไร

จากพื้นที่ภายใต้วงล้อแห่งการเรียนรู้ ตามเส้นแบ่งของการรับรู้และเส้นแบ่งกระบวนการรับรู้ที่แบ่งผู้เรียนเป็น 4 ประเภทนั้น ได้มีแนวคิดที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อตอบสนองการใช้สมองของนักเรียนตามบทบาทของสมองของซีกซ้ายและซีกขวา เพื่อตอบสนองการพัฒนาศักยภาพทุกด้านของนักเรียน ในลักษณะต่างๆ ที่แตกต่างกัน จึงแบ่งวงล้อแห่งการเรียนรู้เป็น 8 ส่วนย่อยๆ เพื่อสะดวกในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตอบสนองบทบาทและความต้องการของสมองทั้งสองซีกอย่างสมดุลโดยมีลักษณะ ขั้นตอนการเคลื่อนไหวอย่างเป็นลำดับตามศักยภาพทางสมองดังนี้

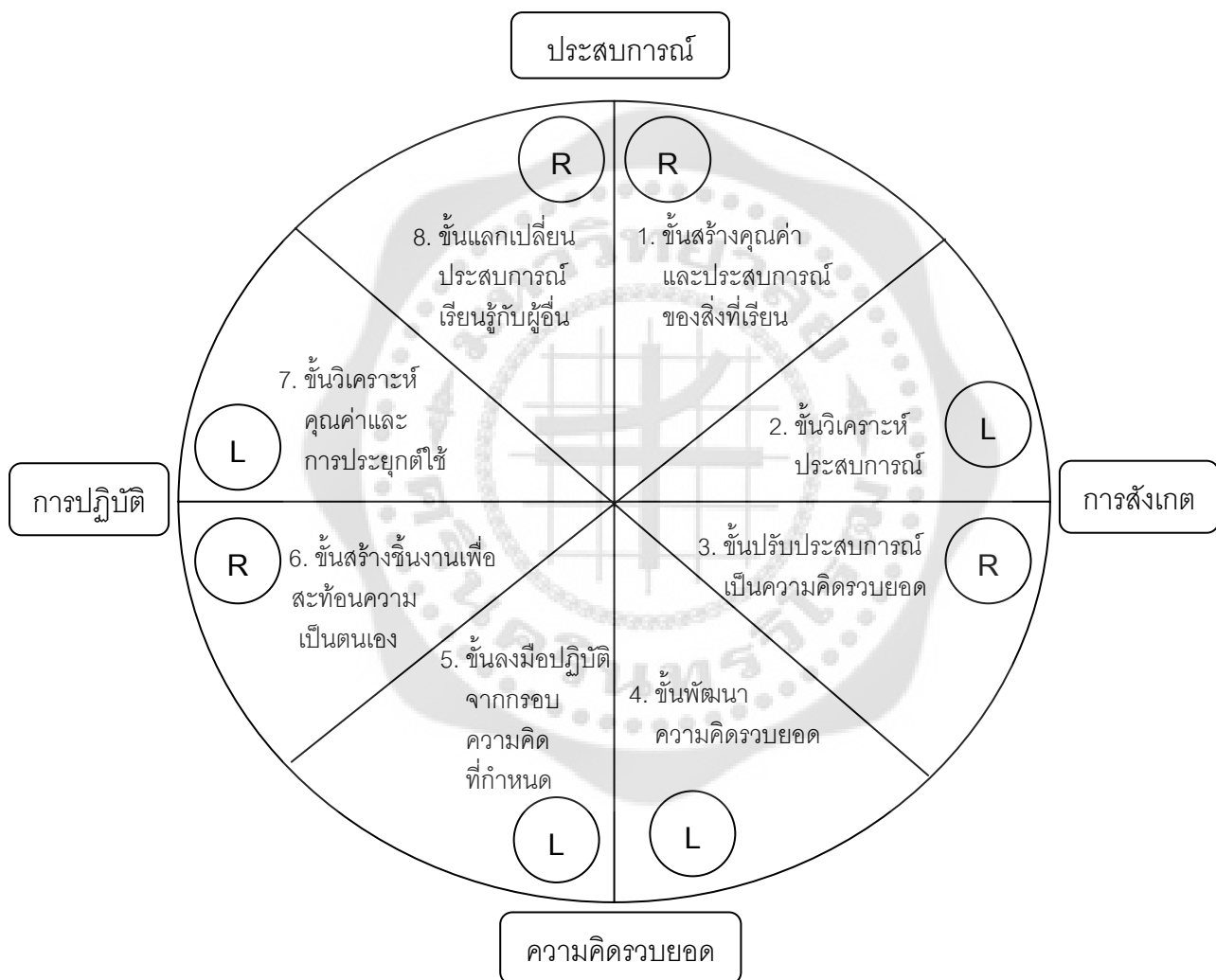


ภาพประกอบ 5 แผนภูมิแสดงขั้นการสอนแบบเทคนิค 4 MAT ตามแบบการเรียนรู้และเทคนิคการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวา

ที่มา: สุวิทย์ คำมูล. 2545:158

หมายเหตุ : R = Right (กิจกรรมที่พัฒนาสมองซีกขวา)
L = Left (กิจกรรมที่พัฒนาสมองซีกซ้าย)

จากการแบ่งวงล้อแห่งการเรียนรู้ 8 ส่วน ตามบทบาทของสมองสองซีก ผู้สอนได้กำหนดขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากพื้นที่ทั้ง 8 ส่วน เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ 8 ขั้นตอน โดยกำหนดขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้



ภาพประกอบ 6 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 8 ขั้นตอน

ที่มา : สุวิทย์ คำมูล .2545:159

หมายเหตุ : R = Right (กิจกรรมที่พัฒนาสมองซีกขวา)

L = Left (กิจกรรมที่พัฒนาสมองซีกซ้าย)

4. ขั้นตอนการสอนแบบเทคนิค 4 MAT

กิตติชัย สุธาสิโนบล (2545: 159 – 163) ได้อธิบายถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

การจัดการเรียนรู้ที่คำนึงถึงรูปแบบการเรียนรู้ของกลุ่มผู้เรียน 4 กลุ่ม กับพัฒนาการสมองซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล ได้แก่ ผู้เรียนแบบที่ 1 (Why) มีจินตนาการเป็นหลัก ผู้เรียนแบบที่ 2 (What) มีการเรียนรู้ด้วยการวิเคราะห์และการเก็บรายละเอียดเป็นหลัก ผู้เรียนแบบที่ 3 (How) มีการเรียนรู้ด้วยสามัญสำนึกหรือ ผู้เรียนแบบที่ 4 (If) มีการเรียนรู้ด้วยการรับรู้จากประสบการณ์รูปธรรมไปสู่การลงมือปฏิบัติ โดยเบอร์นิส แมคคาร์ธี (Bernice McCarthy) ได้กำหนดลำดับขั้นตอนของการเรียนรู้ 4 MAT โดยแบ่งวงล้อกระบวนการเรียนรู้ออกเป็น 8 ขั้นตอน ดังรายละเอียดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผู้เรียนแบบที่ 1 เรียนรู้จากประสบการณ์และการเฝ้าสังเกตอย่างไตร่ตรอง (Imaginative Learners)

เป็นช่วงที่ผู้เรียนรู้จากประสบการณ์และการบวนการเฝ้าสังเกตอย่างไตร่ตรอง มักใช้คำถามว่า “ทำไม” (Why)

บทบาทของผู้สอน: ผู้คอยกระตุ้นให้ผู้ให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์สิ่งที่สังเกตได้อย่างไตร่ตรอง

วิธีการจัดกิจกรรม: ใช้คำถามถามข้อมูลเพื่อให้ผู้เรียนสังเกตการร่วมกันอภิปราย การให้ผู้เรียนได้พบของจริงและให้ผู้เรียนทำกิจกรรม

ในส่วนที่ 1 สามารถแบ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็น 2 ขั้นตอนที่คำนึงถึงการทำงานของสมองซีกขวา และซีกซ้ายของผู้เรียน ได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นสร้างคุณค่า และประสบการณ์ของสิ่งที่เรียน (สมองซีกขวา) ผู้สอนควรกระตุ้นความสนใจ และแรงจูงใจให้ผู้เรียนคิด โดยใช้คำถามที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสังเกต การออกไปปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมของสิ่งที่เรียน เป็นขั้นที่เน้นการจัดกิจกรรมที่พัฒนาสมองซีกขวา

ประสบการณ์ตรง



การสังเกตอย่างไตร่ตรอง

ภาพประกอบ 7 ขั้นที่ 1 การสร้างประสบการณ์ (พัฒนาสมองซีกขวา)

ที่มา: Mc Carthy. 1990: 8.

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์ (สมองซีกซ้าย) จากขั้นตอนที่ 1 ที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้และสนใจในสิ่งที่เรียน ต่อจากนั้นในขั้นที่ 2 นี้ ผู้สอนควรให้ผู้เรียนวิเคราะห์หาเหตุผล ผู้ทำกิจกรรมกลุ่มอย่างหลากหลาย เช่น ผู้เขียน แผนที่มโนคติ (Concept Mapping) ช่วยกันระดมสมองซีกซ้าย

ประสบการณ์ตรง



การสังเกตอย่างไตร่ตรอง

ภาพประกอบ 8 ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ประสบการณ์ (พัฒนาสมองซีกซ้าย)

ที่มา : Mc Carthy.1990: p. 9.

ส่วนที่ 2 ผู้เรียนแบบที่ 2 เรียนจากการสังเกตอย่างไตร่ตรองไปสู่การสร้างความคิดรวบยอด (Analytic Learners) เป็นช่วงที่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการสังเกตอย่างไตร่ตรองไปสู่การสร้างความคิดรวบยอด มักใช้คำถามว่า “อะไร” (What) เช่น เราจะเรียนอะไรกันดี

บทบาทของผู้สอน: เตรียมข้อมูลให้ผู้เรียนรวบรวมและสาธิต

วิธีการจัดกิจกรรม: ให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าเนื้อหาที่จะเรียนจากแหล่งต่างๆ เช่น ใบความรู้ วีดิทัศน์ เกม ผู้สอนเป็นผู้ให้ข้อมูล เกม เป็นต้น

ในส่วนที่ 2 สามารถแบ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็น 2 ขั้นตอน ที่ดำเนินการทำงานของสมองซีกขวา และซีกซ้ายของผู้เรียน ได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด (สมองซีกขวา) ผู้สอนควรเน้นให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์อย่างไตร่ตรอง นำความรู้ที่ได้มาเชื่อมโยงกับข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้า โดยจัดระบบการวิเคราะห์เปรียบเทียบการจัดลำดับความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียน เป็นขั้นที่เน้นการจัดกิจกรรมที่พัฒนาสมองซีกขวา



ภาพประกอบ 9 ขั้นที่ 3 การสร้างประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด (พัฒนาสมองซีกขวา)

ที่มา: Mc Carthy.1990: p. 11.

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นพัฒนาความคิดรวบยอด (สมองซีกซ้าย) ผู้สอนควรให้ทฤษฎี หลักการที่ลึกซึ้ง โดยเฉพาะรายละเอียดของข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจ และพัฒนาความคิดรวบยอดของตนเองในเรื่องที่เรียนกิจกรรม ควรเป็นกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนค้นคว้าจากใบความรู้ แหล่งวิทยาการท้องถิ่น การสาธิต การทดลองการใช้ห้องสมุด วีดิทัศน์ สื่อประสมต่างๆ เป็นขั้นที่เน้นการจัดกิจกรรมที่พัฒนาสมองซีกซ้าย

การสังเกตอย่างไตร่ตรอง



การสร้างความคิดรวบยอด

ภาพประกอบ 10 ขั้นที่ 4 การพัฒนาความคิดรวบยอด (พัฒนาสมองซีกซ้าย)

ที่มา: Mc Carthy.1990: p. 12.

ส่วนที่ 3 ผู้เรียนแบบที่ 3 สร้างความคิดรวบยอดไปสู่การลงมือปฏิบัติและสร้างชิ้นงาน
ในลักษณะเฉพาะตัว (Commonsense Learners) เป็นช่วงที่ผู้เรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอด (มโนคติ)
ไปสู่การลงมือปฏิบัติกิจกรรม การทดลอง ความตามืดของตนเองและสร้างชิ้นงานที่เป็นลักษณะเฉพาะตัว

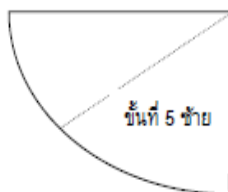
บทบาทของผู้สอน: เป็นผู้คอยแนะนำชี้แนะ (Coach) และผู้อำนวยความสะดวก
(Facilitator) แก่ผู้เรียน

วิธีการจัดกิจกรรม: ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมทดลองสรุปผลการทดลองทำแบบฝึกหัด
ตามความเหมาะสมของเนื้อเรื่องที่เรียน

ในส่วนที่ 3 สามารถแบ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็น 2 ขั้นตอนที่ค้ำึงถึงการ
ทำงานของสมองซีกขวาและซีกซ้ายของผู้เรียน ได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นลงมือปฏิบัติตามกรอบความคิดที่กำหนด (สมองซีกซ้าย) ผู้สอน
ควรให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมการทดลองจากใบงาน การทดลองทำแบบฝึกหัด การสรุปผลการปฏิบัติกิจกรรม
สรุปผลการทดลองที่ถูกต้องชัดเจน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยก่อนปฏิบัติกิจกรรม ฝึกเลือกใช้
อุปกรณ์บันทึกผลการทดลอง โดยผู้สอนจะเป็นพี่เลี้ยงเป็นขั้นที่เน้นการจัดกิจกรรมที่พัฒนาสมองซีกซ้าย

การลงมือปฏิบัติ



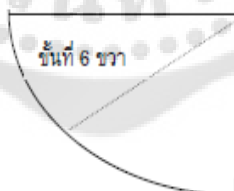
การสร้างความคิดรวบยอด

ภาพประกอบ 11 ชั้นที่ 5 การลงมือปฏิบัติจากกรอบความคิดที่กำหนด (พัฒนาสมองซีกซ้าย)

ที่มา: Mc Carthy. 1990: p. 15.

ขั้นตอนที่ 6 สร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตนเอง (สมองซีกขวา) ผู้สอนต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถของตนเองตามความถนัดความสนใจเพื่อสร้างสรรค์ชิ้นงานตามจินตนาการของตนเองที่แสดงถึงความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เรียน ให้เห็นเป็นรูปธรรมในรูปแบบต่างๆ โดยเลือกวิธีการนำเสนอผลงานในลักษณะเฉพาะตัว ชิ้นงานที่สร้างอาจเป็นภาพวาดนิทานสมุดรวบรวมสิ่งที่เรียน สิ่งประดิษฐ์ แผ่นพับ เป็นต้น เป็นขั้นที่เน้นการจัดกิจกรรมที่พัฒนาสมองซีกขวา

การลงมือปฏิบัติ



การสร้างความคิดรวบยอด

ภาพประกอบ 12 ชั้นที่ 6 การสร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตนเอง (พัฒนาสมองซีกขวา)

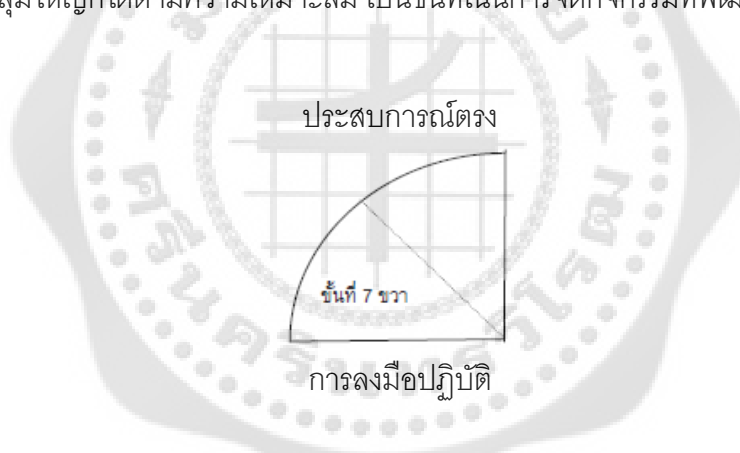
ที่มา: ศุภณี ธรรมปิติ. 2546: 29; อ้างอิงจาก Mc Carthy. 1990.

ส่วนที่ 4 ผู้เรียนแบบที่ 4 เรียนรู้จากประสบการณ์รูปธรรมไปสู่การลงมือปฏิบัติในชีวิตจริง (Dynamic Learners) เป็นช่วงที่ผู้เรียนได้นำเสนอผลงานของตนเอง โดยสอดแทรกการอภิปรายถึงปัญหาปสรรคในการปฏิบัติกิจกรรม วิธีการแก้ไขปัญหา เพื่อปรับปรุงชิ้นงานจนสำเร็จและเป็นประโยชน์ต่อตนเอง ซึ่งสามารถบูรณาการ การประยุกต์ใช้ เชื่อมโยงกับชีวิตจริง/อนาคต

บทบาทของผู้สอน: ให้คำแนะนำ ร่วมประเมินผลงาน แนะนำวิธีการปรับปรุงผลงาน และการรวบรวมผลงาน

วิธีการจัดกิจกรรม: ผู้เรียนนำเสนอชิ้นงานที่ปรับปรุง อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่นและนำผู้อื่น ในส่วนที่ 4 สามารถแบ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็น 2 ขั้นตอนที่คำนึงถึงการทำงานของสมองซีกขวาและซีกซ้ายของผู้เรียน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 7 ขั้นวิเคราะห์คุณค่า และการประยุกต์ใช้ (สมองซีกซ้าย) ผู้สอนควรให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ชิ้นงานของตนเองโดยอธิบายขั้นตอนการทำงาน ปัญหาอุปสรรคในการทำงาน และวิธีการแก้ไข โดยบูรณาการการประยุกต์ใช้เพื่อเชื่อมโยงกับ ชีวิตจริง/อนาคต ซึ่งอาจจะวิเคราะห์ชิ้นงานในกลุ่มย่อยหรือ กลุ่มใหญ่ก็ได้ตามความเหมาะสม เป็นขั้นที่เน้นการจัดกิจกรรมที่พัฒนาสมองซีกซ้าย

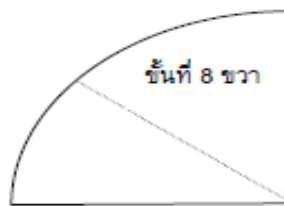


ภาพประกอบ 13 ขั้นที่ 7 ขั้นวิเคราะห์คุณค่าและประยุกต์ใช้ (สมองซีกซ้าย)

ที่มา: Mc Carthy.1990: p. 20

ขั้นตอนที่ 8 ขั้นแรกเปลี่ยนประสบการณ์เรียนรู้กับผู้อื่น (สมองซีกขวา) เป็นขั้นสุดท้าย ซึ่งผู้สอนควรให้ผู้เรียนได้นำเสนอผลงานของตนเองมานำเสนอ หรือจัดแสดงในรูปแบบต่างๆ เช่นการจัดนิทรรศการ ป้ายนิเทศ เพื่อให้เพื่อนๆ ได้ชื่นชมซึ่งถือเป็นการแบ่งปันโอกาสทางด้านความรู้และประสบการณ์ให้ผู้อื่นได้ซาบซึ้ง ในขั้นนี้ ผู้เรียนควรรับฟังการวิพากษ์วิจารณ์อย่างสร้างสรรค์ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เป็นขั้นที่เน้นการจัดกิจกรรมที่พัฒนาสมองซีกขวา

ประสบการณ์ตรง



การลงมือปฏิบัติ

ภาพประกอบ 14 ชั้นที่ 8 ชั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้กับผู้อื่น (สมองซีกขวา)

ที่มา: Mc Carthy. 1990: 21

5. ข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบเทคนิค 4 MAT

ข้อดี

1. นักเรียนทุกคนมีโอกาสประสบความสำเร็จในการเรียนรู้อย่างเท่าเทียมกัน ตามความถนัดของตนเอง
2. ช่วยพัฒนาสมองของนักเรียนทั้งซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล
3. เป็นการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล
4. นักเรียนมีความสุขในการเรียนรู้ จากการค้นพบสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง
5. นักเรียนสามารถนำความรู้ และประสบการณ์ไปใช้ได้จริง
6. ส่งเสริมทักษะทางสังคมอันดีงามในตัวนักเรียน

ข้อจำกัด

1. ต้องใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มากพอสมควร ดังนั้น ผู้สอนยังจัดตารางสอนเป็นรายคาบ ควรวางแผนการสอนให้เหมาะสม
2. ถ้านักเรียนขาดความรับผิดชอบในการเรียนรู้จะไม่สามารถประสบความสำเร็จในการเรียน
3. ผู้สอนควรจัดกิจกรรมที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกวิธีการค้นคว้าหาความรู้ตามความสนใจ
4. ไม่มีรูปแบบการเรียนรู้ใดที่ดีที่สุด เพราะแต่ละรูปแบบการเรียนรู้แตกต่างกัน
5. ถ้าผู้สอนไม่ศึกษาและไม่ทำความเข้าใจเกี่ยวกับความถนัดของนักเรียนที่ตนรับผิดชอบอย่างเพียงพอ อาจทำให้นักเรียนบางคนไม่ประสบความสำเร็จในการเรียน

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT งานวิจัยต่างประเทศ

แมคคาร์ธี (McCarthy. 1997: 46 - 51) ได้ศึกษานักเรียน 4 แบบ กับรูปแบบการสอน 4 MAT มีลักษณะพิเศษ คือ นักเรียนแต่ละคนสามารถนำไปใช้ในห้องเรียน ขณะเดียวกันจะช่วยให้ให้นักเรียนทั้งหมดพัฒนาขึ้นโดยเมื่อเข้าสู่วัฏจักรการเรียนรู้ นักเรียนสามารถเรียนได้อย่างมีความหมายและเป็นไปตามธรรมชาติ จากความรู้สึกไปถึงการคิดไตร่ตรอง และสุดท้ายสู่การกระทำ ครูไม่ต้องการนักเรียนเป็นแบบต่างๆ แต่ช่วยให้พวกเขาทำงานอย่างสมบูรณ์และสมบูรณ์

เคลลี (Kelly. 1990: 40 - 41) ได้ศึกษาระบบ 4 MAT ในโรงเรียนกฎหมายศาสตราจารย์แห่งสมาคมกฎหมายได้ระบุถึงการลงรอยกันของศาสตราจารย์ เกี่ยวกับวิธีการการสอนวิเคราะห์ด้วยรูปแบบการประยุกต์ของเขาด้วยการเรียนโดยกระบวนการ 4 MAT เขาเลือกใช้กระบวนการนี้ เพื่อช่วยนักเรียนกฎหมายตั้งประสบการณ์มาสู่การเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิด ด้วยการฝึกใช้ทฤษฎี และด้วยการพัฒนาทฤษฎีใหม่ โดยอาศัยพื้นฐานจากประสบการณ์จริงของตนเอง

โปรสกี (Proske. 1989: 280) ได้ศึกษาผลการประยุกต์ใช้การจัดกิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT ในการศึกษาวิชาชีพแนะแนว ผลวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการสอนแบบเทคนิค 4 MAT สามารถใช้ในการเตรียมความพร้อมแก่นักเรียนในการฝึกฝนเกี่ยวกับการให้คำปรึกษาและตอบปัญหาต่าง ๆ

โบเวอร์ (Bower. 1987: Abstract) ศึกษาผลการใช้ระบบ 4 MAT ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 54 คน จาก 3 โรงเรียนจากรัฐแคลิฟอร์เนีย แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ใช้ระบบ 4 MAT และกลุ่มที่จำกัดให้นักเรียนได้ใช้สมองซีกซ้ายเท่านั้น ทั้งสองกลุ่มได้รับการสอนเรื่องการค้นพบกฎแรงโน้มถ่วงของนิวตัน ใช้เวลา 3 ชั่วโมง จากการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า มีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากการตอบคำถามโดยใช้การคิดวิเคราะห์ มีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทางด้านเจตคติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนความรู้ไม่แตกต่างกัน

งานวิจัยในประเทศ

พรพรรณ ศรีปัญญา (2548: 94) เปรียบเทียบความสามารถในการใช้ภาษาไทย และเจตคติในการเรียนภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอน โดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT กับกิจกรรมการสอนตามหลักสูตรสถานศึกษา ผลการวิจัย พบว่า มีความสามารถในการเรียนภาษาไทย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุตาภรณ์ อรุณดี (2546: 41 - 43) ศึกษาผลของการใช้การเรียนรู้แบบเทคนิค 4 MAT ที่มีผลต่อพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดราชผาติการามเขตดุสิต กรุงเทพมหานคร พบว่า นักเรียนมีพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ดีขึ้น หลังจากได้รับ

การเรียนรู้แบบ 4 MAT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และดีกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อรวรรณ พลายละหาร (2545: 60 - 62) ศึกษาเรื่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสนใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยการจัดการกิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT กับการสอนแบบปกติ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการจัดการกิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และมีความสนใจสูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

เสมอใจ จงเจริญคุณวุฒิ (2545: 66 - 67) ศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยการจัดการกิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT กับการสอนแบบปกติ พบว่า มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และมีความสนใจสูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ดวงหทัย แสงวิริยะ (2543: 74 - 76) ศึกษาเรื่องผลของการใช้แผนการสอนแบบ 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความรับผิดชอบและเจตคติต่อการเรียน ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องประชากร ศึกษา และการทำมาหากิน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน แต่มีคะแนนความรับผิดชอบต่อการเรียน และคะแนนเจตคติ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอน ตามแนวการสอนของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

ศุภณี ธรรมปิติ (2546: บทคัดย่อ) ศึกษาผลของการใช้แผนการสอนแบบ 4 MAT หน่วยการเรียนรู้เรื่องตัวเรา ที่มีต่อพฤติกรรมสุขภาพของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดชนะสงคราม จำนวน 52 คน กลุ่มละ 60 คาบ คาบละ 20 นาที พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้แผนการสอนแบบ 4 MAT มีพฤติกรรมสุขภาพด้านความรู้และการปฏิบัติ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

1. เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐาน สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดไว้ ดังนี้ (สสวท. 2546: 2)

- 1.1 เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
- 1.2 เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และวงจำกัดของวิชาวิทยาศาสตร์
- 1.3 เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.4 เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

1.5 เพื่อให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และอิทธิพลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อมวลมนุษยและสภาพแวดล้อม

1.6 เพื่อให้สามารถนำความรู้ ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไปใช้ประโยชน์ต่อสังคม และพัฒนาคุณภาพชีวิต

1.7 เพื่อเป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

2. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จำนง พรายแถมแซ (2531: 9) กล่าวว่า วิชาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงผลสำเร็จในเชิงวิชาการที่เด็กสามารถจดจำเนื้อหาเรื่องราวต่างๆ ได้มากน้อยเพียงใด นำความรู้ไปใช้ได้ถูกต้องหรือไม่ และรวมถึงสมรรถภาพทางสติปัญญาตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรที่กำหนดไว้

ไพศาล หวังพานิช (2532: 127) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ไว้ว่า หมายถึงคุณลักษณะและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการฝึกอบรม หรือจากการสอน จึงเป็นการตรวจสอบความสามารถหรือความสัมฤทธิ์ผลของบุคคลว่าเรียนรู้แล้วเท่าไร มีความสามารถชนิดใด

เกตุแก้ว ลาวัญยวุฒิ (2534: 46) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ไว้ว่า หมายถึงคุณลักษณะและความสามารถของบุคคลอันเกิดจาก การเรียน การสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม และประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกอบรม หรือจากการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ จึงเป็นการตรวจสอบความสามารถหรือความสัมฤทธิ์ผล ของบุคคลว่าเรียนรู้แล้วเท่าไร มีความสามารถชนิดใด ซึ่งสามารถวัดได้ 2 แบบตามจุดมุ่งหมายและลักษณะวิชาการสอน คือ

1. การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติ หรือลักษณะของนักเรียน โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนได้แสดงความสามารถดังกล่าวในรูปการกระทำจริงให้ออกเป็นผลงาน เช่น วิชาศิลปะศึกษาพลศึกษา การช่าง เป็นต้น การวัดแบบนี้จึงต้องใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติ (Performance Test)

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา ซึ่งเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียน รวมทั้ง พฤติกรรมความสามารถในด้านต่างๆ สามารถวัดได้โดยใช้ “ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์” (Achievement Test)

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2540: 19) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นการตรวจสอบความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพของสมองด้านต่างๆ ของนักเรียนว่าหลังการเรียนรู้เรื่องนั้นๆ แล้วนักเรียนมีความรู้ความสามารถในวิชาที่เรียนมากน้อยเพียงใด มีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมตามความมุ่งหมายของหลักสูตรในวิชานั้นๆ เพียงใด

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542: 295) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้จากที่ไม่เคยกระทำได้อีกหรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนรู้เป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

นภาพร วงศ์เจริญ (2550: 40) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความสามารถในการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนมาแล้ว และวัดได้จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ก๊อด (Good. 1973: 103) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ที่ได้รับ หรือทักษะที่พัฒนามาจากการเรียนในสถานศึกษา โดยปกติวัดจากคะแนนที่ครูเป็นผู้ให้หรือจากแบบทดสอบ หรืออาจรวมทั้งคะแนนที่ครูเป็นผู้ให้และคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ

จากความหมายของนักการศึกษาดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการรับรู้ เข้าใจ และมีทักษะที่สามารถทำสิ่งต่างๆ หลังจากการเรียนรู้ และได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ดำเนินการค้นคว้าสืบเสาะตรวจสอบความรู้ โดยสามารถวัดได้จากพฤติกรรมที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนหลังจากการเรียนรู้ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้รับทั้งเนื้อหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะต้องวัดผลทั้งสองส่วน และเพื่อความสะดวกในการประเมิน ผู้วิจัยจึงได้ทำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลสัมฤทธิ์วิทยาศาสตร์โดยการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สำหรับเป็นเกณฑ์วัดผลว่านักเรียนได้เรียนรู้ไปมากน้อยหรือลึกซึ้งเพียงใด 4 พฤติกรรม ดังนี้ (สสวท. 2546: 11)

1. ความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนมาเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎและทฤษฎี
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏการณ์อยู่ในรูปแบบใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังสัญลักษณ์หนึ่ง
3. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือจากที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาโดยเฉพาะอย่างยิ่งในชีวิตประจำวัน
4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการสังเกต การจำแนกประเภท การคำนวณ การจัดกระทำสื่อความหมายข้อมูล และการทดลอง

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ หรือ AAAS (American Association for the Advancement of Science. 1970: 33 – 176) ได้พัฒนาโปรแกรมวิทยาศาสตร์และตั้งชื่อโครงการนี้ว่า วิทยาศาสตร์กับการใช้กระบวนการ (Science : Process Approach) ได้กำหนดกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ประกอบด้วยทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic science process skills) 8 ทักษะ และทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ (Integrate science process skills) 5 ทักษะ ดังนี้ (ภพ เลหาไพบูลย์. 2542: 14 – 29)

ทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic science process skills)

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการวัด
3. ทักษะการคำนวณ
4. ทักษะการจำแนกประเภท
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา
6. ทักษะการกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
8. ทักษะการพยากรณ์
9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน

ทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ (Integrate science process skills)

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
12. ทักษะการทดลอง
13. ทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป

1. ทักษะการสังเกต

การสังเกต หมายถึง กระบวนการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น หู ตา จมูก ลิ้น หรือผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะหาข้อมูลเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ความสามารถที่จะแสดงว่าเกิดทักษะ คือ

1. ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

2. บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุโดยการกะประมาณ

3. บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. ทักษะการวัด

การวัด หมายถึง ทักษะการเลือกใช้เครื่องมือทำการวัดปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ

ความสามารถที่จะแสดงว่าเกิดทักษะ คือ

1. เลือกเครื่องมือที่เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด
2. บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้
3. บอกวิธีวัดและใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง
4. ทำการวัดปริมาณต่างๆ ได้ถูกต้อง
5. ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. ทักษะการคำนวณ

การคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการบวก ลบ คูณ และ/หรือหาร ดังเลขที่แสดงค่าหรือปริมาณของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองโดยตรง หรือจากแหล่งอีกทอดหนึ่ง ทั้งนี้ตัวเลขที่นำมาบวก ลบ คูณ และ/หรือหาร นั้นจะต้องแสดงค่า ปริมาณในหน่วยเดียวกันตัวเลขใหม่ที่จะได้จากการคำนวณจะช่วยให้สามารถสื่อความหมายข้อมูลได้ตรงตามที่ต้องการและชัดเจนยิ่งขึ้น

ความสามารถที่จะแสดงว่าเกิดทักษะ คือ

1. การนับ คือ นับจำนวนของสิ่งต่างๆ ได้ถูกต้อง ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้
2. การคำนวณ คือ บอกวิธีการคำนวณได้ คิดคำนวณได้ถูกต้อง แสดงวิธีคำนวณได้

4. ทักษะการจำแนกประเภท

การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์ เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่างความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ความสามารถที่จะแสดงว่าเกิดทักษะ คือ

1. เรียงลำดับหรือแบ่งพวกของสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้
2. เรียงลำดับหรือแบ่งพวกของสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ของตนเองได้
3. บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกของสิ่งต่างๆ ได้

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา

สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่อยู่มีรูปร่างลักษณะเดียวกันกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสวัตถุจะมีสามมิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง

การความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา เป็นการหาความสัมพันธ์สเปสกับสเปสของวัตถุนั้น ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสามารถที่จะแสดงว่าเกิดทักษะคือ

1. การหาความสัมพันธ์สเปกกับสเปส และสเปสกับเวลา คือ ซี่บ่งรูป 2 มิติ กับ 3 มิติ
2. บอกชื่อรูปทรง รูปเรขาคณิตได้
3. บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุหนึ่งได้
4. บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง
5. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้
6. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่างๆ กับ

เวลาได้

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการคำนวณความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นได้ดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ แผนผัง วงจร กราฟ สมการ เขียนและบรรยายเป็นต้น

ความสามารถที่จะแสดงว่าเกิดทักษะคือ

1. การหาความสัมพันธ์สเปกกับสเปส และสเปสกับเวลา คือ ซี่บ่งรูป 2 มิติ
2. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่างๆ กับ
3. ออกแบบเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้
4. เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจดีขึ้นได้
5. บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ด้วยข้อความที่เหมาะสมและกะทัดรัด จน

เวลาได้

สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6. บรรยายหรือวาดแผนผังตำแหน่งสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่จะแสดงว่าเกิดทักษะ คือ อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์

การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นๆ หลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นๆ มาช่วยในการสรุป การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับ

ตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

ความสามารถที่จะแสดงว่าเกิดทักษะ คือ

1. การพยากรณ์ทั่วไป ได้แก่ การทำนายผลที่เกิดจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

2. การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ ทำนายผลที่เกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้ ทำนายผลที่เกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน

การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้เป็นสิ่งที่ยังไม่ทราบหรือเป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ จะทราบภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

ความสามารถที่จะแสดงว่าเกิดทักษะ คือ หาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิม

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆ (ที่มีอยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตและวัดได้

ความสามารถที่จะแสดงว่าเกิดทักษะ คือ การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆ ให้สังเกตและวัดได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องการควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่า ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้น หรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนแปลงไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนแปลงไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องการควบคุม คือ สิ่งอื่นๆ ที่นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย

ความสามารถที่จะแสดงว่าเกิดทักษะ คือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องการควบคุมได้

12. ทักษะการทดลอง

การทดลอง หมายถึง กระบวนการเพื่อหาคำตอบ หรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรมหลัก 3 ขั้นตอน

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนด

1.1 วิธีการทดลอง

1.2 อุปกรณ์ หรือ/และสารเคมีที่ต้องการทดลอง

2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริงๆ

3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง อาจเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่นๆ

ความสามารถที่จะแสดงว่าเกิดทักษะ คือ

1. การออกแบบการทดลอง โดย

1.1 กำหนดวิธีการทดลองให้ถูกต้อง และเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องการควบคุม

1.2 ระบุอุปกรณ์ หรือ/และสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองได้

2. ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

3. บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. ทักษะการตีความหมาย ข้อสรุปและลงข้อสรุป

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมาย หรือการบรรยายลักษณะ และ สมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลบางครั้งต้องอาศัยทักษะใช้ทักษะๆ อื่นๆ ด้วย เช่น การสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ความสามารถที่จะแสดงว่าเกิดทักษะ คือ

1. แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้

2. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ งานวิจัยต่างประเทศ

สตรีกแลนด์ (Strickland. 1971: Abstract) ได้ศึกษาผลการใช้บทเรียนสำเร็จรูปที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับการสอนตามปกติ ผลการศึกษา พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอนตามปกติ

เดวิส (Davis. 1979: 4164 – A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยชี้แนะแนวทางในการค้นพบกับการสอนตามคู่มือครูที่ส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ลัมพकिन (Lumpkin. 1991: 3694 – A) ได้ศึกษาผลการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในเนื้อหาวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนระดับ 5 และ 6 ผลการวิจัย พบว่า กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในเนื้อหาวิชาสังคมไม่แตกต่างกัน สำหรับกลุ่มระดับ 6 ที่เป็นกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในเนื้อหาวิชาสังคมสูงกว่ากลุ่มควบคุม

สมิท (Smith. 1994: 2528 – A) ได้ศึกษาผลจากวิธีการสอนที่มีต่อเจตคติ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาเกรด 7 โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกได้รับการสอนแบบบรรยาย กลุ่มที่สองได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และกลุ่มที่สามได้รับการสอนแบบทั้งบรรยาย และให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบทั้งบรรยาย และให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบทั้งบรรยาย และให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยาย

งานวิจัยในประเทศ

มนีรัตน์ เกตุไสว (2540: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการทดลองที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยกิจกรรมการทดลอง ที่นักเรียนออกแบบการทดลอง และปฏิบัติการทดลองตามที่ได้ออกแบบไว้พร้อม ทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูล จากการทดลอง แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมตามคู่มือครูของ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุมาลี โชติชุ่ม (2544: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเชาวน์อารมณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมเชาวน์อารมณ์

กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่ส่งเสริมเชาว์อารมณ์กับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อรอุมา กาญจนี (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง PDCA และแบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง PDCA กับแบบสืบเสาะหาความรู้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬารัตน์ ต่อนิรัญพฤษ (2551) การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการและการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการ และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์

1. ความหมายของการคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์ ตามความหมายของนักการศึกษา และนักจิตวิทยาได้ศึกษาและให้นิยามไว้ดังนี้

สมจิต สวธน์ไพบูลย์ (2541: 94) ได้ให้ความหมาย การคิดวิเคราะห์ว่า เป็นความสามารถในการคิดพิจารณาอย่างรอบคอบ โดยใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ

ชาติ แจ่มนุช (2545: 54) ได้ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์เป็นการคิดที่สามารถแยกสิ่งสำเร็จรูป ได้แก่ วัตถุสิ่งของต่างๆ ที่อยู่รอบตัวหรือบรรดาเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่างๆ ออกเป็นส่วนย่อยๆ ตามหลักการหรือเกณฑ์ที่กำหนดให้ เพื่อค้นหาความจริงหรือความสำคัญที่แฝงอยู่ภายใน

ทีศนา แชนณี (2545: 6) กล่าวว่า ทักษะการคิดวิเคราะห์ หมายถึง การแยกข้อมูลหรือสิ่งใดสิ่งหนึ่งออกเป็นส่วนย่อยๆ แล้วใช้เกณฑ์จัดข้อมูลออกเป็นหมวดหมู่เพื่อให้เข้าใจและเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลในส่วนต่างๆ

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546: 25) ได้กล่าวไว้ว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการสืบค้นข้อเท็จจริง เพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่าง โดยการตีความ การจำแนกแยกแยะและการทำความเข้าใจกับองค์ประกอบของสิ่งนั้น และองค์ประกอบอื่นๆ ที่สัมพันธ์กันรวมทั้งเชื่อมโยงความสัมพันธ์อย่างมีเหตุผล และผลที่ไม่ขัดแย้งกัน

สุวิทย์ มูลคำ (2547: 9) ได้กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการ จำแนกแยกแยะองค์ประกอบต่างๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง อาจจะเป็นวัตถุ สิ่งของ เรื่องราวหรือเหตุการณ์และ หาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสภาพความเป็นจริงหรือสิ่งสำคัญที่ กำหนดให้

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2549: 5) การคิดวิเคราะห์ หมายถึง การระบุเรื่องหรือปัญหา จำแนกแยกแยะเปรียบเทียบข้อมูล เพื่อจัดกลุ่มอย่างเป็นระบบ ระบุเหตุผล หรือ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูล และตรวจสอบข้อมูล หรือหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้เพียงพอในการตัดสินใจ แก้ปัญหา คิดสร้างสรรค์

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551: 48) การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความคิดในการจำแนกแยกแยะ ข้อมูล องค์ประกอบของสิ่งต่างๆ ไม่ว่าจะเป็วัตถุ เรื่องราว เหตุการณ์ต่างๆ ออกเป็นส่วนย่อยๆ เพื่อค้นหา ความจริง ความสำคัญ แก่นแท้ องค์ประกอบหรือหลักการของเรื่องนั้นๆ ซึ่งอาจแฝงหรือซ่อนอยู่ภายใน สิ่งต่างๆ ว่าเกี่ยวพันกันอย่างไร อาศัยหลักการ จนได้ความคิดเพื่อนำไปสู่การสรุปการประยุกต์ใช้ การทำนาย หรือคาดการณ์สิ่งต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553: 69) การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะ เพื่อสืบค้นข้อเท็จจริงของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่างๆ โดยการจำแนกแยกแยะ เปรียบเทียบข้อมูล จัดกลุ่มอย่างเป็นระบบ ตีความ และทำความเข้าใจกับองค์ประกอบของสิ่งนั้น โดยมีหลักฐานอ้างอิง เพื่อหาข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ และใช้กระบวนการตรรกวิทยาในการสรุปตัดสินใจได้อย่างถูกต้องและ สมเหตุสมผล

ดิวิซี่ (ชานาญ เอี่ยมสำอาง. 2539: 51 อ้างอิงจาก Dewey. 1933: 30) ให้ความหมาย การคิดวิเคราะห์ หมายถึง การคิดอย่างใคร่ครวญ ไตร่ตรอง โดยอธิบายขอบเขตการคิดวิเคราะห์ว่า เป็น การคิดที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ที่มีความยุ่งยาก และสิ้นสุดลงด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน

รัชเชลล์ (วิไลวรรณ ปิยปภรณ์. 2535: 20; อ้างอิงจาก Russel. 1956: 281 – 282) ให้ความหมาย การคิดวิเคราะห์เป็นการคิดเพื่อแก้ปัญหาชนิดหนึ่ง โดยผู้คิดจะต้องใช้การพิจารณาตัดสินใจ ในเรื่องราวต่างๆ ว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย การคิดวิเคราะห์จึงเป็นกระบวนการประเมินหรือการจัดหมวดหมู่ โดยอาศัยเกณฑ์ที่เคยยอมรับกันมาแต่ก่อนๆ แล้วสรุปหรือพิจารณาตัดสินใจ

บลูม (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2539: 41 – 44; Bloom. 1956) ให้ความหมาย ของการคิดวิเคราะห์ว่า หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือ เนื้อหาต่างๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผลและที่เป็นอย่างไรนั้น อาศัยหลักการอะไร

วัตสัน และ เกลเซอร์ (1964: 11) ให้ความหมายของ การคิดวิเคราะห์ว่า เป็นสิ่งที่เกิดจากส่วนประกอบของทัศนคติ ความรู้ และทักษะ โดยทัศนคติ เป็นการแสดงออกทางจิตใจต้องการสืบค้นปัญหาที่มีอยู่ ความรู้จะเกี่ยวข้องกับการใช้เหตุผลในการประเมินสถานการณ์ การสรุปความอย่างเที่ยงตรง และการเข้าใจในความเป็นนามธรรม ส่วนทักษะจะประยุกต์รวมอยู่ใน

กู๊ด (Good. 1973: 680) ให้ความหมายของ การคิดวิเคราะห์ว่าหมายถึง เป็นการคิดอย่างรอบคอบตามหลักการประเมินและมีหลักฐานอ้างอิงเพื่อหาข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมด และใช้กระบวนการตรรกวิทยา ได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล

จากความหมายของนักการศึกษาดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปได้ว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณาเรื่องราว เหตุการณ์ หรือสถานการณ์อย่างรอบคอบ สมเหตุสมผลเกี่ยวกับการจำแนก แยกแยะองค์ประกอบต่างๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เพื่อสรุปหาข้อเท็จจริงในการตัดสินใจหรือสรุปอย่างสมเหตุสมผล

2. ความสำคัญของการคิดวิเคราะห์

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 (2547: 13 – 15) หมวด 4 แนวการจัดการศึกษา มาตรา 24 การจัดกระบวนการเรียนรู้ ให้สถานศึกษา และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการที่เน้นการคิด ดังนี้

มาตรา 24 (2) ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา

มาตรา 24 (3) จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริงฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 (กรมวิชาการ. 2545: 4) ได้กำหนดจุดหมายของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ถือเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ให้ต้องเกิดกับนักเรียนมีอยู่ 9 ประการ ได้กล่าวถึงการคิดไว้ ดังนี้

1. เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยในตนเอง ปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมอันพึงประสงค์
2. มีความคิดสร้างสรรค์ ใฝ่รู้ ใฝ่เรียน รักการอ่าน รักการเขียน และรักการค้นคว้า
3. มีความรู้อันเป็นสากลรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงและความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการ
4. มีทักษะ และศักยภาพในการจัดการ การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยี ปรับวิธีคิดวิธีการทำงานได้เหมาะสมกับสถานการณ์
5. มีทักษะและกระบวนการโดยเฉพาะทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ทักษะการคิด การสร้างปัญหา และทักษะในการดำเนินชีวิต

6. รักการออกกำลังกาย ดูแลตนเองให้มีสุขภาพและบุคลิกภาพที่ดี
7. มีประสิทธิภาพในการผลิตและการบริโภค มีค่านิยมเป็นผู้ผลิตมากกว่าเป็นผู้บริโภค
เข้าใจในประวัติศาสตร์ของชาติไทย ภูมิใจในความเป็นไทย เป็นพลเมืองดียึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครอง
ระบอบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
8. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์ภาษาไทย ศิลปะ วัฒนธรรม ประเพณี กีฬา ภูมิปัญญาไทย
ทรัพยากรธรรมชาติและพัฒนาสิ่งแวดล้อม
9. รักประเทศชาติและท้องถิ่น มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามให้สังคม

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (กรมวิชาการ. 2551: 5 – 6) ได้กำหนด
จุดมุ่งหมาย และสมรรถนะของนักเรียนของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานที่ได้กล่าวถึง การคิด
ไว้ ดังนี้

จุดมุ่งหมาย

มุ่งพัฒนานักเรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และ
ประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดมุ่งหมายเพื่อให้เกิดกับนักเรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัย
และปฏิบัติตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนาหรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี
และมีทักษะชีวิต
3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย
4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิต
และการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์ และพัฒนา
สิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์ และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่าง
มีความสุข

สมรรถนะสำคัญของนักเรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้นักเรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ
ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรม
ในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยน
ข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรอง
เพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่างๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผล และความ
ถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่างๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่างๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่างๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้ เทคโนโลยีด้านต่างๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

3. แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์

องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์

เชิดศักดิ์ โฆวสินธุ์ (2530: 45) ได้เสนอแนวทางในการฝึกสมรรถภาพสมองเพื่อพัฒนาคุณภาพในการคิดไว้ว่า การพัฒนาให้คนมีความสามารถในการแก้ปัญหา ทั้งปัญหาเชิงวิชาการ และปัญหาทั่วไป ได้ดีนั้น ต้องฝึกสมรรถภาพสมองตามความสามารถหรือองค์ประกอบการคิด 4 ด้าน ได้แก่

1. องค์ประกอบการคิดด้านการสังเกต เป็นการฝึกทักษะในการรับรู้และสังเกตสิ่งต่างๆ เพื่อหาข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ต้องการเพื่อเป็นประโยชน์ในการคิดค้นปัญหา หรือประกอบการแก้ปัญหา และช่วยส่งเสริมความสามารถด้านความจำอีกด้วย

2. องค์ประกอบการคิดด้านการประยุกต์ เป็นการฝึกฝนทักษะการคิดด้านเหตุผล พื้นฐานในการขยายโครงสร้างความคิด หรือความรู้เดิมที่มีอยู่ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ จะช่วยส่งเสริมความสามารถในการรู้จักนำกฎเกณฑ์ต่างๆ ไปใช้

3. องค์ประกอบการคิดด้านการวิเคราะห์ เป็นการฝึกฝนทักษะการคิดด้านเหตุผลแบบนิรนัย เป็นการส่งเสริมการปรับขยายโครงสร้างการคิดในแง่มุมต่างๆ ที่กว้างไกลกว่าการประยุกต์ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการนำความรู้ทางวิชาการมาใช้ในการแก้ปัญหาชีวิตประจำวันได้

4. องค์ประกอบการคิดด้านการสังเคราะห์ เป็นการฝึกทักษะการคิด ด้านเหตุผลแบบอุปนัย เป็นการส่งเสริมการปรับขยายโครงสร้างการคิดและความรู้จากข้อเท็จจริงหรือข้อมูลต่างๆ ที่สังเกตได้มาบูรณาการเป็นความรู้ใหม่

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546: 26 – 30) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ แบ่งออกเป็น 4 ประการ

1. ความสามารถในการตีความ เราไม่สามารถวิเคราะห์สิ่งต่างๆ ได้หากไม่เริ่มต้นด้วยการทำความเข้าใจข้อมูลที่ปรากฏเริ่มแรกเราจึงต้องพิจารณาข้อมูลที่ได้รับว่าอะไรเป็นอะไรด้วยการตีความ หมายถึง การพยายามทำความเข้าใจและเหตุผลแก่สิ่งที่เราต้องการจะวิเคราะห์ เพื่อแปรความหมายที่ปรากฏโดยตรงของสิ่งนั้น เป็นการสร้างความเข้าใจต่อสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ โดยสิ่งนั้นไม่ได้ปรากฏโดยตรง คือ ตัวข้อมูลไม่ได้บอกโดยตรงแต่เป็นการสร้างความเข้าใจที่เกินกว่าสิ่งที่ปรากฏอันเป็นการสร้างความเข้าใจบนพื้นฐานของสิ่งที่ปรากฏและข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ เกณฑ์ที่แต่ละคนใช้เป็นมาตรฐานในการตัดสินใจ หรือเป็นไม้เมตรที่แต่ละคนสร้างขึ้นในการตีความนั้น ย่อมแตกต่างกันไปตามความรู้ ประสบการณ์ และค่านิยมของแต่ละบุคคล เช่น การตีความจากความรู้ การตีความจากประสบการณ์ การตีความที่แต่ละคนสร้างขึ้นในการตีความนั้น ย่อมแตกต่างกันไปตามความรู้ ประสบการณ์ และค่านิยมของแต่ละบุคคล เช่น การตีความจากความรู้ การตีความจากประสบการณ์ การตีความจากข้อเขียน

2. ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์ เราจะคิดวิเคราะห์ได้ดีนั้นจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องนั้น เพราะความรู้จะช่วยในการกำหนดขอบเขตของการคิดวิเคราะห์ แจกแจง และจำแนกได้ว่าเรื่องนั้นเกี่ยวข้องกับอะไร มีองค์ประกอบย่อยๆ อะไรบ้างมีกี่หมวดหมู่ จัดลำดับความสำคัญอย่างไร และรู้ว่าอะไรเป็นสาเหตุก่อให้เกิดอะไร การวิเคราะห์ของเรา ในเรื่องนั้นจะไม่สมเหตุผลเลย หากเราไม่มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องนั้น เราจำเป็นต้องใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้องเข้ามาเป็นองค์ประกอบในการคิด หากเราขาดความรู้ เราอาจไม่สามารถวิเคราะห์หาเหตุผลได้ว่าเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

3. ความช่างสังเกต ช่างสงสัย และช่างถาม นักคิดเชิงวิเคราะห์จะต้องมีองค์ประกอบทั้งสามนี้ร่วมด้วย คือ ต้องเป็นคนที่ช่างสังเกต สามารถค้นพบความผิดปกติท่ามกลางสิ่งๆ ที่ดูอย่างผิวเผินแล้วเหมือนไม่มีอะไรเกิดขึ้น ต้องเป็นคนที่ช่างสงสัย เมื่อเห็นความปกติไม่ละเลยไปจะหยุดพิจารณาขบคิดไตร่ตรอง และต้องเป็นคนที่ช่างถาม ชอบตั้งคำถามกับตัวเองและคนรอบๆ ข้างเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้น เพื่อนำไปสู่การคิดต่อเกี่ยวกับเรื่องนั้น การตั้งคำถามจะนำไปสู่การสืบค้นความจริง และเกิดความชัดเจน ในประเด็นที่ต้องการวิเคราะห์ขอบเขตคำถามที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ จะยึดหลักการตั้งคำถาม โดยใช้หลัก 5W 1H คือ ใคร (Who) ทำอะไร (What) ที่ไหน(Where) เมื่อไร (When) ทำไม (Why) อย่างไร (how) คำถามเหล่านี้อาจไม่จำเป็นต้องใช้ทุกข้อ เพราะการตั้งคำถาม มีจุดมุ่งหมาย เพื่อให้เกิดความชัดเจนครอบคลุมและตรงประเด็นที่เราต้องการสืบค้น

4. ความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล นักคิดเชิงวิเคราะห์ จะต้องมีความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล สามารถค้นหาคำตอบได้ว่า อะไรเป็นสาเหตุให้เกิดสิ่งนี้ เรื่องนั้นเชื่อมโยงกับเรื่องนี้ได้อย่างไร เรื่องนี้มีใครเกี่ยวข้องบ้าง เกี่ยวข้องกันอย่างไร เมื่อเกิดเรื่องนี้ จะส่งผลกระทบต่ออย่างไรบ้าง สาเหตุที่ก่อให้เกิดเหตุการณ์นี้ องค์ประกอบใดบ้างที่นำไปสู่สิ่งนั้น วิธีการ ขั้นตอนการทำให้เกิดสิ่งนั้น สิ่งนี้ประกอบด้วยอะไรบ้าง แนวทางแก้ปัญหาอะไรบ้าง ถ้าทำเช่นนี้ จะเกิดอะไรขึ้นในอนาคต และคำถามอื่นๆ ที่มุ่งหมายการออกแรงทางสมองให้ต้องขบคิดอย่างมีเหตุผลเชื่อมโยงกับเรื่องที่เกิดขึ้น นักคิดวิเคราะห์ จึงต้องเป็นผู้ที่มีความสามารถในการใช้เหตุผล จำแนกแยกแยะได้ว่า สิ่งใดเป็นความจริง สิ่งใดเป็นความเท็จ สิ่งใดมีองค์ประกอบ ในรายละเอียดเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นเหมือนที่ใส่แว่นเพื่อดูภาพยนตร์ 3 มิติ ขณะที่คนทั่วไปไม่ได้ใส่แว่นจะดูไม่รู้เรื่องเพราะจะเห็นเพียง 2 มิติ ที่เป็นภาพระนาบ แต่เมื่อใส่แว่นแล้วเราจะเห็นภาพในแนวลึก มองเห็นความซับซ้อนที่อยู่ภายใน รู้ว่าแต่ละสิ่งจัดเรียงลำดับก่อนอย่างไร รู้เหตุผลที่อยู่เบื้องหลังการกระทำ รู้อารมณ์ ความรู้สึกที่ซ่อนอยู่เบื้องหลังสีหน้าและการแสดงออก

สุวิทย์ คำมูล (2548: 17) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบสำคัญของการคิดวิเคราะห์ไว้ 3 ดังนี้

1. สิ่งที่กำหนดให้ เป็นสิ่งสำเร็จรูปที่กำหนดให้วิเคราะห์ เช่น วัตถุ สิ่งของ เรื่องราว เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ต่างๆ เป็นต้น
2. หลักการหรือกฎเกณฑ์ เป็นข้อกำหนดสำหรับใช้แยกส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ เช่น เกณฑ์การจำแนกสิ่งที่มีความเหมือนกันหรือแตกต่างกัน หลักเกณฑ์ในการหาลักษณะความสัมพันธ์เชิงเหตุผลอาจเป็นลักษณะความสัมพันธ์ที่มีความคล้ายคลึงกันหรือขัดแย้งกัน
3. การค้นหาความจริงหรือความสำคัญ เป็นการพิจารณาส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ตามหลักการหรือกฎเกณฑ์ แล้วทำการรวบรวมประเด็นที่สำคัญเพื่อหาข้อสรุป

สคริเวนและพอล (เสงี่ยม ไตรรัตน์. 2546: 28; อ้างอิงจาก Scriven; & Paul. 2003) ได้อธิบายว่าการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 2 องค์ประกอบ คือ

1. ทักษะในการจัดระบบข้อมูล ความเชื่อถือได้ของข้อมูล
2. การใช้ทักษะเหล่านั้นอย่างมีปัญญาเพื่อการชี้นำพฤติกรรม

วัตสัน และ เกลเซอร์ (Watson; & Glaser. 1964: 10) กล่าวถึง องค์ประกอบของการคิดแบบวิเคราะห์ว่า ประกอบด้วยทัศนคติ ความรู้และทักษะในเรื่องต่างๆ ดังนี้

1. ทัศนคติในการสืบเสาะ ประกอบด้วย ความสามารถในการเห็นปัญหา และความต้องการที่จะสืบเสาะ ค้นหาข้อมูล หลักฐานมาพิสูจน์เพื่อหาข้อเท็จจริง
2. ความรู้ในการหาแหล่งข้อมูลอ้างอิงและการใช้ข้อมูลอ้างอิงอย่างมีเหตุผล
3. ทักษะในการใช้ความรู้และทัศนคติดังกล่าวมาข้างต้น

ลักษณะของการคิดวิเคราะห์

บุญชม ศรีสะอาด (2537) กล่าวว่า ลักษณะของการคิดวิเคราะห์แบ่งเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นความสามารถในการหาส่วนประกอบที่สำคัญของเรื่องราว เนื้อหา หรือปรากฏการณ์ต่างๆ เรียกได้ว่า เป็นการแยกแยะหาหัวใจของเรื่อง
2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของส่วนต่างๆ
3. การวิเคราะห์หลักการเป็นความสามารถในการหาหลักการของความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญในเรื่องราวหรือปรากฏการณ์นั้นๆ ว่า สัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด

ทีศนา เขมมณี และคนอื่นๆ (2544) กล่าวว่า ลักษณะของการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วยลักษณะ 3 ลักษณะ ดังนี้

1. การวิเคราะห์หลักการ คือ ความสามารถในการกำหนดเกณฑ์ในการจำแนกข้อมูล
2. การวิเคราะห์เนื้อหา คือ ความสามารถในการแยกข้อมูล เนื้อเรื่องได้ตามหลัก เกณฑ์
3. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ระหว่างองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของข้อมูลในแต่ละองค์ประกอบ

สุวิทย์ มูลคำ (2548: 23 – 24) กล่าวว่า ลักษณะการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วย ลักษณะ 3 ลักษณะ คือ

1. การวิเคราะห์องค์ประกอบ เป็นความสามารถในการหาส่วนประกอบที่สำคัญของสิ่งของ หรือเรื่องราวต่างๆ
2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญต่างๆ โดยระบุความสัมพันธ์ระหว่างความคิด ความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผลหรือความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง ซึ่งในที่นี้หมายถึงการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล 14 ประเภท คือ ความคล้ายคลึง ความขัดแย้งหรือตรงกันข้าม การทำนาย การเป็นลำดับย่อย การเป็นสมาชิกของประเภทเดียวกัน การเป็นลำดับที่สูงกว่า การเติมให้สมบูรณ์ ส่วนย่อย ส่วนรวม ส่วนย่อย ความเท่าเทียมกัน การปฏิเสธ การใช้คำ ด้านคุณสมบัติ แบบสรุปความ

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถ ในการหาหลักความสัมพันธ์ ส่วนสำคัญในเรื่องนั้นๆ ว่า สัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด เช่น การให้นักเรียนค้นหาหลักการของเรื่อง การระบุจุดประสงค์ของนักเรียน ประเด็นสำคัญของเรื่อง เป็นต้น

บลูม (Bloom, 1956: 201 – 207) ได้แบ่งลักษณะของการคิดวิเคราะห์เป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. การคิดวิเคราะห์ความสำคัญหรือเนื้อหาข้อมูลต่างๆ (Analysis of Element) เป็นความสามารถในการแยกแยะได้ว่า สิ่งใดจำเป็น สิ่งใดสำคัญ หรือมีบทบาทมากที่สุด สิ่งไหนเป็นเหตุ สิ่งไหนเป็นผล ประกอบด้วย

1.1 วิเคราะห์ชนิด เป็นการให้นักเรียนวินิจฉัยว่า สิ่งนั้น เหตุการณ์นั้นๆ จัดเป็น ชนิดใด ลักษณะใด เพราะเหตุใด เช่น ข้อความนี้ (ทำดีได้ดี ทำชั่วได้ชั่ว) เป็นข้อความชนิดใด ผักชี เป็นพืชชนิดใด

1.2 วิเคราะห์สิ่งสำคัญ เป็นการวินิจฉัยว่าสิ่งใดสำคัญสิ่งใดไม่สำคัญ เป็นการค้นหาสาระสำคัญ ข้อความหลัก ข้อสรุป จุดเด่น จุดด้อย ของสิ่งต่างๆ เช่น

1.2.1 สาระสำคัญของเรื่องคืออะไร

1.2.2 ควรตั้งชื่อเรื่องว่าอะไร

1.2.3 การปฏิบัติเช่นนั้น เพื่ออะไร

1.2.4 สิ่งใดสำคัญที่สุด สิ่งใดมีบทบาทมากที่สุดจากสถานการณ์นี้

1.3 วิเคราะห์เลศนัย เป็นการมุ่งค้นหาสิ่งที่แอบแฝงซ่อนเร้นหรืออยู่เบื้องหลัง จากสิ่งที่เห็น มิได้บ่งบอกตรงๆ แต่มีร่องรอยของความจริงซ่อนเร้นอยู่ เช่น

1.3.1 ภาพนี้หมายถึงใคร

1.3.2 ข้อความนี้หมายถึงใครหรือสถานการณ์ใด

1.3.3 เรื่องนี้ควรยกย่องหรือตำหนิใคร

1.3.4 เรื่องนี้ให้ข้อคิดอะไร ผู้เขียนมีความเชื่ออย่างไร

2. การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationship) เป็นการค้นหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ว่า มีอะไรสัมพันธ์กัน สัมพันธ์กันอย่างไร สัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด สอดคล้องหรือขัดแย้งกัน ได้แก่

2.1 วิเคราะห์ชนิดของความสัมพันธ์

2.1.1 มุ่งให้คิดว่า เป็นความสัมพันธ์แบบใด มีสิ่งใดสอดคล้องกัน หรือไม่ สอดคล้องกัน มีสิ่งใดเกี่ยวข้องกับเรื่องนี้ และมีสิ่งใดไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องนี้

2.1.2 มีข้อความใด มีสิ่งใดไม่สมเหตุสมผล เพราะอะไร

2.1.3 คำกล่าวใดสรุปผิด การตัดสินใจการกระทำอะไรไม่ถูกต้อง

2.1.4 สองสิ่งนี้เหมือนกันอย่างไร หรือแตกต่างกันอย่างไร

2.2 วิเคราะห์ขนาดของความสัมพันธ์

2.2.1 สิ่งใดเกี่ยวข้องมากที่สุด สิ่งใดเกี่ยวข้องน้อยที่สุด

2.2.2 สิ่งใดสัมพันธ์กับสถานการณ์ หรือเรื่องราวมากที่สุด

2.2.3 การเรียงลำดับ มากน้อยของสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น เรียงลำดับ

ความรุนแรง

2.3 วิเคราะห์ขั้นตอนของความสัมพันธ์

2.3.1 เมื่อเกิดสิ่งนี้แล้ว เกิดผลลัพธ์อะไรตามมาบ้างตามลำดับ

2.3.2 การเรียงลำดับขั้นตอนเหตุการณ์ วงจรของสิ่งของต่างๆ สิ่งที่จะเกิดขึ้น

ตามมาตามลำดับขั้นตอน

2.4 วิเคราะห์จุดประสงค์และวิธีการ

2.4.1 การกระทำแบบนี้เพื่ออะไร

2.4.2 เมื่อทำอย่างนี้แล้วจะเกิดสัมฤทธิ์ผลอะไร

2.4.3 ทำอย่างนี้มีเป้าหมายอะไร มีจุดมุ่งหมายอะไร

2.5 วิเคราะห์สาเหตุและผล

2.5.1 สิ่งใดเป็นสาเหตุของเรื่องนี้

2.5.2 หากไม่ทำอย่างนี้ ผลจะเป็นอย่างไร

2.5.3 หากทำอย่างนี้ ผลจะเป็นอย่างไร

2.5.4 ข้อความใดเป็นเหตุผลแก่กัน หรือขัดแย้งกัน

2.6 วิเคราะห์แบบความสัมพันธ์ในรูปอุปมาอุปมัย

2.6.1 บินเร็วเหมือนนก

2.6.2 ระบบประชาธิปไตยเหมือนการทำงานของอวัยวะในร่างกาย

3. การวิเคราะห์หลักการ (Analysis of Organizational Principles) คือ การค้นหาโครงสร้างหรือระบบของวัตถุ สิ่งของ เรื่องราวและการกระทำต่างๆ ว่าสิ่งเหล่านั้นรวมกันจนดำรงสภาพนั้นได้เนื่องจากอะไร โดยยึดอะไรเป็นหลักเป็นแกนกลางผลจากการวิเคราะห์จะทำให้สามารถสรุปเป็นหลักการได้ประกอบด้วย

3.1 วิเคราะห์โครงสร้าง เป็นการค้นหาโครงสร้างของสิ่งต่างๆ เช่น

3.1.1 การทำวิจัยมีกระบวนการทำงานอย่างไร

3.1.2 สิ่งนี้บ่งบอกความคิดหรือเจตนาอะไร

3.1.3 คำกล่าวนี้มีลักษณะอย่างไร (เชิญชวน โฆษณาชวนเชื่อ)

3.1.4 โครงสร้างของสังคมไทยเป็นอย่างไร

3.2 วิเคราะห์หลักการ เป็นการแยกแยะเพื่อค้นหาความจริงของสิ่งต่างๆ แล้วสรุปเป็นคำตอบหลักได้

3.2.1 หลักการของเรื่องนี้มีอะไรบ้าง

3.2.2 เหตุใดความรุนแรงใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้จึงไม่มีท่าทีจะยุติลงได้

3.2.3 หลักการในการสอนของครูควรเป็นอย่างไร

ลักษณะของสิ่งต่างๆ ที่น่าจะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ เช่น วิเคราะห์วัตถุประสงค์ วิเคราะห์สถานการณ์ วิเคราะห์บุคคล วิเคราะห์ข้อความ วิเคราะห์ข่าว วิเคราะห์สารเคมี เป็นต้น

มาร์ซาโน (Marzano. 2001: 60) ได้แบ่งความสามารถการคิดวิเคราะห์เป็น 5 ด้าน ดังนี้

1. การจำแนก เป็นความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยต่างๆ ทั้งเหตุการณ์ เรื่องราว สิ่งของออกเป็นส่วนย่อยๆ ให้เข้าใจง่ายอย่างมีหลักเกณฑ์ สามารถบอกรายละเอียดของสิ่งต่างๆ ได้
2. การจัดหมวดหมู่ เป็นความสามารถในการจัดประเภท ลำดับและกลุ่มของสิ่งที่มีลักษณะคล้ายคลึงเข้าด้วยกัน โดยยึดโครงสร้างลักษณะหรือคุณสมบัติที่เป็นประเภทเดียวกัน
3. การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการสรุปเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลเก่า และข้อมูลใหม่สู่การสรุปอย่างมีเหตุผลเป็นประเด็นต่างๆ
4. การสรุปความ หมายถึง ความสามารถในการจับประเด็นและสรุปผลจากสิ่งที่กำหนดให้ได้
5. การประยุกต์ เป็นความสามารถในการนำความรู้ หลักการ ทฤษฎี มาใช้ในสถานการณ์ต่างๆ สามารถคาดการณ์ กะประมาณ พยากรณ์ ขยายความ คาดเดา สิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคตได้

จากประมวลประสบการณ์แนวคิดของบลูมและมาร์ซาโน จะเห็นได้ว่า ทั้งสองแนวคิด มีความคล้ายคลึงกัน สรุปเป็นตารางได้ ดังนี้

ตาราง 2 กรอบแนวคิดการคิดวิเคราะห์

แนวคิดการคิดวิเคราะห์	
แนวคิดของบลูม (Bloom's Taxonomy)	แนวคิดของมาร์ซาโน(Marzano's Taxonomy)
1. การวิเคราะห์เนื้อหา	1. การจำแนก
2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์	2. การจัดหมวดหมู่
3. การวิเคราะห์หลักการ	3. การเชื่อมโยง
	4. การสรุปความ
	5. การประยุกต์

กระบวนการคิดวิเคราะห์

สุวิทย์ คำมูล (2548: 17) กล่าวว่า กระบวนการคิดวิเคราะห์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์

เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์ต่างๆ ขึ้นมา เพื่อเป็นต้นเรื่องที่จะใช้วิเคราะห์ เช่น พืช สัตว์ หิน ดิน รูปร่าง บทความ เรื่องราว เหตุการณ์หรือสถานการณ์จากข่าวของจริงเทคโนโลยีต่างๆ เป็นต้น

ขั้นที่ 2 กำหนดปัญหาหรือวัตถุประสงค์

เป็นการกำหนดประเด็น ข้อสงสัยจากปัญหาของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์อาจจะกำหนดเป็นคำถาม หรือเป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ เพื่อค้นหาความจริง สาเหตุ หรือความสำคัญ เช่น ภาพนี้ บทความนี้ ต้องการสื่อหรือบอกอะไรที่สำคัญที่สุด

ขั้นที่ 3 กำหนดหลักการหรือกฎเกณฑ์

เป็นการกำหนดข้อกำหนดสำหรับใช้แยกส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ เช่น เกณฑ์การจำแนกสิ่งที่มีความเหมือนหรือแตกต่างกัน หลักเกณฑ์ในการหาลักษณะความสัมพันธ์เชิงเหตุผล อาจเป็นลักษณะความสัมพันธ์ที่มีความคล้ายคลึงกันหรือขัดแย้งกัน

ขั้นที่ 4 พิจารณาแยกแยะ

เป็นการพินิจ พิจารณาการแยกแยะ กระจายสิ่งที่กำหนดให้ออกเป็นส่วนย่อยๆ โดยอาจใช้เทคนิคคำถาม 5 W 1 H ประกอบด้วย What (อะไร) Where (ที่ไหน) When (เมื่อไร) Why (ทำไม) Who (ใคร) How (อย่างไร)

ขั้นที่ 5 สรุปคำตอบ

เป็นการรวบรวมประเด็นที่สำคัญเพื่อหาข้อสรุปเป็นคำตอบหรือตอบปัญหาของสิ่งที่กำหนด

ประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์

สุวิทย์ คำมูล (2548: 17) กล่าวถึงประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์ไว้ดังต่อไปนี้

1. ช่วยให้เรา รู้จักข้อเท็จจริง รู้เหตุผลเบื้องหลังของสิ่งที่เกิดขึ้น เข้าใจความเป็นมา เป็นไปของเหตุการณ์ต่างๆ รู้ว่าเรื่องนั้นมีองค์ประกอบอะไรบ้างทำให้เราได้ข้อเท็จจริงที่เป็นฐานความรู้ในการนำไปใช้ในการตัดสินใจเรื่องต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง
2. ช่วยให้เราสำรวจความสมเหตุสมผลของข้อมูลที่ปรากฏ และไม่ด่วนสรุปตามอารมณ์ ความรู้สึกหรืออคติ แต่สืบค้นตามหลักเหตุผลและข้อมูลที่เป็นจริง

3. ช่วยให้เราไม่ด่วนสรุปสิ่งใดง่าย ๆ แต่สื่อสารตามความเป็นจริง ขณะเดียวกัน จะช่วยให้เราไม่หลงเชื่อข้ออ้างที่เกิดจากตัวอย่างเพียงอย่างเดียว แต่พิจารณาเหตุผลและปัจจัยเฉพาะในแต่ละกรณีได้

4. ช่วยในการพิจารณาสาระสำคัญอื่นๆ ที่บิดเบือนไปจากความประทับใจในครั้งแรก ทำให้เรามองอย่างครบถ้วนในแง่มุมอื่นๆ ที่มีอยู่

5. ช่วยพัฒนาความเป็นคนช่างสังเกต การหาความแตกต่างของสิ่งปรากฏพิจารณาตามความสมเหตุสมผลของสิ่งที่เกิดขึ้นก่อนที่จะตัดสินใจสรุปสิ่งใดลงไป

6. ช่วยหาเหตุผลที่สมเหตุสมผลให้กับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ณ เวลานั้น โดยไม่ฟังฟัง อคติ ที่ก่อตัวอยู่ในความทรงจำ ทำให้เราประเมินสิ่งต่างๆ ได้สมจริง

7. ช่วยประมาณความน่าจะเป็น โดยสามารถใช้มูลพื้นฐานที่เรามีร่วมกับปัจจัยอื่นๆ ของสถานการณ์ ณ เวลานั้น อันจะช่วยเราคาดการณ์ความน่าจะเป็นได้สมเหตุสมผลมากกว่า

4. การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ลัวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2543: 149 – 154) กล่าวว่า การวัดความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ เป็นคำถามที่สามารถแยกแยะส่วนย่อยๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่างๆ ว่าประกอบด้วยสิ่งใดบ้าง มีจุดมุ่งหมายหรือประสงค์สิ่งใด นอกจากนั้น ก็ยังมีส่วนย่อยๆ ที่สำคัญในแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวกันพันกันอย่างไรบ้าง และเกี่ยวพันกันโดยหลักการใด จะเห็นว่าสมรรถภาพด้านการคิดวิเคราะห์จะเต็มไปด้วยการหาเหตุและผลมาเกี่ยวข้องกันเสมอ การคิดวิเคราะห์ จึงต้องอาศัยพฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจ และด้านการนำไปใช้มาประกอบการพิจารณาการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์แบ่งแยกย่อยออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นการวิเคราะห์ว่าสิ่งที่มีอยู่นั้น อะไรสำคัญ หรือจำเป็น หรือมีบทบาทที่สุด ตัวไหนเป็นเหตุ ตัวไหนเป็นผล เหตุผลใดถูกต้องและเหมาะสมที่สุด ตัวอย่างคำถาม เช่น ศิลปินข้อข้อใดสำคัญที่สุด

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นการหาความสัมพันธ์ หรือความเกี่ยวข้องของส่วนย่อยในปรากฏการณ์หรือเนื้อหานั้น เพื่อนำมาอุปมาอุปไมย หรือค้นหาว่าแต่ละเหตุการณ์นั้น มีความสำคัญอะไรที่ไปเกี่ยวพันกัน ตัวอย่างคำถาม เช่น เหตุใด แสงสว่างจึงเร็วกว่าแสง

3. วิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถที่จะจับเค้าเงื่อนของเรื่องราว นั้น ว่ายึดหลักการใด มีเทคนิคหรือยึดหลักปรัชญาใด อาศัยหลักการใด เป็นสื่อสารสัมพันธ์เพื่อให้เกิดความเข้าใจตัวอย่างคำถาม เช่น รถยนต์วิ่งได้โดยอาศัยหลักการใด

วัตสัน และ เกลเซอร์ (Watson; & Glaser. 1964: 11) กล่าวว่า การวัดความสามารถ ในการคิดวิเคราะห์ คือ การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ โดยมีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

มาเป็นเหตุผล ในการพิจารณา ในการตัดสินใจเรื่องราวต่างๆ หรือสถานการณ์ต่างๆ นอกจากนั้น ที่สำคัญ ในเหตุการณ์หรือสถานการณ์ก็จะมี ความเกี่ยวข้อง เป็นเหตุเป็นผลกันจะเห็นว่า การคิดวิเคราะห์จะต้อง มีการหาสาเหตุและผลมาเพื่อพิจารณาอยู่เสมอ การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์จึงมี 5 ขั้นตอน คือ

1. การระบุปัญหา จะเป็นการระบุปัญหา และทำความเข้าใจกับปัญหา พิจารณาข้อมูล หรือกำหนดปัญหา ข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือ รวมทั้งนิยามความหมายของคำและข้อความการระบุ ปัญหาเป็นกระบวนการเริ่มต้นของการคิดวิเคราะห์ หรือการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการกระตุ้นให้ บุคคลเริ่มต้นคิด เมื่อตระหนักว่า มีปัญหาหรือข้อโต้แย้ง หรือได้รับข้อมูลข่าวสารที่คลุมเครือ จะพยายาม หาคำตอบที่สมเหตุสมผล เพื่อทำความเข้าใจกับปัญหานั้น ปัญหาจึงเป็นสิ่งเ้าเป็นจุดเริ่มต้นของการคิด วิเคราะห์ หรือคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2. การตั้งสมมติฐาน เป็นการพิจารณาแนวทาง การสรุปอ้างอิงของปัญหาข้อโต้แย้ง หรือข้อมูลที่คลุมเครือ โดยนำข้อมูลที่มีการจัดระบบแล้ว มาพิจารณาเชื่อมโยงหาความสัมพันธ์ เพื่อกำหนด แนวทางการสรุปที่น่าเป็นไปได้ว่า จากข้อมูลที่ปรากฏสามารถเป็นไปได้ในทิศทางใดบ้าง เพื่อที่จะได้พิจารณา เลือกลงแนวทางที่เป็นไปได้มากที่สุด หรือการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลในการสรุปอ้างอิงต่อไป

3. การตรวจสอบสมมติฐาน เป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาข้อโต้แย้งหรือ ข้อมูลที่คลุมเครือจากแหล่งต่างๆ รวมทั้งการตั้งข้อมูลหรือความรู้จากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่มาใช้เพื่อ ออกแบบการทดลอง หรือวิธีการแก้ปัญหา เป็นการตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการ ตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล ในการสรุปอ้างอิงต่อไป

4. การสรุปอ้างอิงโดยใช้หลักตรรกศาสตร์ เป็นการพิจารณาเลือกแนวทางที่สมเหตุสมผล ที่สุด จากข้อมูลหรือหลักฐานที่มีอยู่ หลังจากกำหนดแนวทางเลือกที่อาจเป็นไปได้ ก็พยายามเลือกวิธีการ หรือแนวทางที่เป็นไปได้มากที่สุด ที่จะนำไปสู่การสรุปที่สมเหตุสมผล การใช้เหตุผลหรือทักษะการคิดที่ จำเป็นต่อการสรุปปัญหา และเป็นทักษะการคิดที่สำคัญของการคิดวิเคราะห์ หรือคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพราะการคิดที่ดีนั้น ขึ้นอยู่กับการใช้เหตุผลที่ดีและข้อสรุปที่ดีที่สุดจะต้องได้รับการสนับสนุนจากเหตุผล ที่ดีที่สุดด้วย นอริส และ เอนนิส (Noris; & Ennis. 1985) ดังนั้น การคิดวิเคราะห์ หรือการคิดอย่างมี วิจารณญาณ จึงจำเป็นต้องใช้เหตุผลที่ดี เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล และคุณลักษณะการคิด วิเคราะห์ หรือการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีความสัมพันธ์กับการใช้เหตุผลแบบตรรกศาสตร์ หรือใช้เหตุผล แบบอุปมานและอนุมาน เพราะฉะนั้นกระบวนการที่สำคัญที่จะช่วยให้การสรุปอ้างอิงเป็นไปอย่างสมเหตุ สมผล คือ การใช้เหตุผลแบบอุปมาน และอนุมาน หรือการสรุปอ้างอิงโดยใช้หลักตรรกศาสตร์

5. งานวิจัยที่เกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์

งานวิจัยต่างประเทศ

ฮอร์ตตัน (Horton. 2002: Abstract) ได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ ในหลักสูตรนักเรียนพยาบาล เป็นการนำทักษะการคิดวิเคราะห์มาปรับใช้กับหลักสูตรของพยาบาล โดยนำไปทดสอบกับโรงเรียน 3 แห่ง ผลคือ มีความสัมพันธ์กันในหลักสูตรดังกล่าวโดย มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

วิลสัน (Wilson. 1989: 416) ได้ทำเรื่องการวิจัยเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ ผลการใช้ชุดกิจกรรมการสอนของครู เพื่อแก้ปัญหาในการเรียนของเด็กเรียนซ้ำด้านคณิตศาสตร์ ด้านการบวก การลบ ผลการวิจัย พบว่า ครูผู้สอนยอมรับว่าการใช้ชุดการสอนมีผลดีมากกว่าการสอนปกติ ซึ่งจะช่วยให้ครูแก้ปัญหาการสอนได้

บาสมาเจียน (Bassmajian. 1978: 210 – A) ศึกษาความสัมพันธ์ของระดับวุฒิภาวะตามทฤษฎีของเพียเจท์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในรัฐแคลิฟอร์เนียกับความสามารถในการเรียนรู้วิชาชีววิทยา และพัฒนาการคิดแบบวิเคราะห์หรือวิจารณ์กับกลุ่มนักศึกษา 83 คน ที่เรียนวิชา Biology 1 โดยใช้แบบทดสอบวัดการคิดเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของเบอร์นี (Berne) ปรากฏว่า นักศึกษาระดับที่คิดด้วยนามธรรม มีผลสัมฤทธิ์วิชาชีววิทยาสูงกว่าพวกที่ยังไม่ถึงระดับการคิดนามธรรม

งานวิจัยในประเทศ

นิภาภรณ์ แสงดี (2538: 56) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการสอนแบบอริยสัจกับการสอนตามคู่มือการสอนของหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่เรียนวิชาสังคมศึกษา โดยการสอนแบบอริยสัจกับนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่คะแนนของกลุ่มทดลองมีแนวโน้มของคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุม

มนมณัส สุดสิน (2543: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หรือวิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติกับการสอนตามคู่มือครูมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หรือวิจารณ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ณาดยา อุทัยรัตน์ (2549) พัฒนาการความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการเรียนต่างกัน ผลการวิจัย พบว่า พัฒนาการความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนเพิ่มขึ้นจากชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สู่อันดับประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 ตามลำดับ และยังพบว่านักเรียนชายและนักเรียนหญิงต่างก็มีพัฒนาการเพิ่มขึ้นตามลำดับ

ชั้นที่สูงขึ้น เช่นเดียวกับที่ พบว่า นักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทั้งระดับปานกลาง และระดับสูงจะมีพัฒนาการความสามารถในการคิดวิเคราะห์เพิ่มสูงขึ้นตามลำดับชั้นที่สูงขึ้นด้วย

รัชชานนท์ เทพอาจ (2552: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม พัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัย พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาค้นคว้านี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การดำเนินการทดลอง
4. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมทวีสรรพกิจวิทยาลั ย เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 3 ห้องเรียน โดยแต่ละห้องมีการจัดนักเรียนแบบคละกัน รวม 90 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมทวีสรรพกิจวิทยาลั ย เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 60 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) แล้วสุ่มอย่างง่ายอีกครั้งโดยจับฉลาก เป็นกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มละ 30 คน ดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จำนวน 30 คน

กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT จำนวน 30 คน

ระยะเวลาในการทดลอง

ระยะเวลาในการดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 ใช้เวลาทดลองกลุ่มละ 16 คาบๆ ละ 60 นาที โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเองทั้งสองกลุ่ม

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องสารและการจำแนกสาร

แบบแผนการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ดำเนินการทดลอง โดยใช้แบบแผนการทดลอง แบบ Randomized Control Group Pretest- Posttest Design (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2550: 377) โดยมีรูปแบบการวิจัย ดังนี้

ตาราง 3 แบบแผนการทดลอง

การกำหนดเข้ากลุ่ม	สอบก่อน	ตัวแปรอิสระ	สอบหลัง
(R) E	T_{1E}	X	T_{2E}
(R) C	T_{1C}	-	T_{2C}

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

(R) E	แทน	กลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
(R) C	แทน	กลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT
T_{1E}	แทน	การสอบก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1
T_{1C}	แทน	การสอบก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 2
T_{2E}	แทน	การสอบหลังการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1
T_{2C}	แทน	การสอบหลังการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 2
X	แทน	การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
-	แทน	การสอนแบบเทคนิค 4 MAT

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง สารและการจำแนกสาร
2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบเทคนิค 4 MAT เรื่อง สารและการจำแนกสาร
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ขั้นตอนในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 และตัวชี้วัด สำหรับสาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร
3. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการ และวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ และเอกสารประกอบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
4. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสารหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องสารและการจำแนก สารตามหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนมัธยมศึกษาลาวาสวิทยาลัย เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย กรุงเทพมหานคร เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้
5. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ และเอกสารประกอบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประกอบด้วย
 - 5.1 มาตรฐาน/ตัวชี้วัด
 - 5.2 สาระสำคัญ
 - 5.3 จุดประสงค์การเรียนรู้
 - 5.4 สาระการเรียนรู้
 - 5.5 กระบวนการจัดการเรียนรู้ ตามขั้นตอนการสอนโดยปัญหาเป็นฐาน
 - 5.6 สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้
 - 5.7 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

วิธีการหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และเอกสารประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบเกี่ยวกับความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษาและกิจกรรมต่างๆ ในเอกสารประกอบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ กับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา และขั้นตอนการทำกิจกรรม โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่มีค่าตั้งแต่ .50 ขึ้นไป พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.66 – 1.00
2. การนำแผนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจ และปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ตามเกณฑ์ที่คาดหวัง $E_1/E_2 = 80/80$ พบว่า ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีค่า 80.39/82.53

3. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

ขั้นตอนในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบเทคนิค 4 MAT

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 และตัวชี้วัด สำหรับสาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

3. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการ และวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบเทคนิค 4 MAT เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ และเอกสารประกอบการสอนแบบเทคนิค 4 MAT

4. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสารหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องสารและการจำแนกสารตามหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนมัธยมวิทยาลัยเขตป้อมปราบศัตรูพ่าย กรุงเทพมหานคร เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้

5. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ และเอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบเทคนิค 4 MAT ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยแผนการจัดการเรียนรู้แบบเทคนิค 4 MAT ประกอบด้วย

5.1 มาตรฐาน/ตัวชี้วัด

5.2 สาระสำคัญ

5.3 จุดประสงค์การเรียนรู้

5.4 สาระการเรียนรู้

5.5 กระบวนการจัดการเรียนรู้ ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเทคนิค 4 MAT

5.6 สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้

5.7 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

วิธีการหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบเทคนิค 4 MAT

1. นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเทคนิค 4 MAT และเอกสารประกอบการเรียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบเกี่ยวกับความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษาและกิจกรรมต่างๆ ในเอกสารประกอบการสอนแบบเทคนิค 4 MAT เพื่อวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา และขั้นตอนการทำกิจกรรม โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่มีค่าตั้งแต่ .50 ขึ้นไป พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.66 – 1.00

2. การนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบเทคนิค 4 MAT ที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อทดสอบ

ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ตามเกณฑ์ที่คาดหวัง $E_1/E_2 = 80/80$ พบว่า ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบเทคนิค 4 MAT มีค่า 81.12/83.89

3. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

ตาราง 4 เปรียบเทียบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT

การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	การสอนแบบเทคนิค 4 MAT
<p>1. ขั้นกำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ครูจัดสถานการณ์ต่างๆ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหาสามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่อยากรู้ อยากเรียนได้และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ</p> <p>2. ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาที่ต้องการเรียนรู้นักเรียนจะต้องสามารถอธิบายสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้</p> <p>3. ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า นักเรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีการหลากหลาย</p> <p>4. ขั้นสังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันอภิปรายผล และสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด</p> <p>5. ขั้น สรุปและประเมินค่าของคำตอบ นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเอง และประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง</p> <p>6. ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน นักเรียนนำข้อมูลที่ได้นำมาจัดระบบองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงาน</p>	<p>1. ขั้นสร้างคุณค่าและประสบการณ์ของสิ่งที่เรียน (สมองซีกขวา) ผู้สอนควรกระตุ้นความสนใจและแรงจูงใจให้นักเรียนคิดโดยใช้คำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนสังเกตการออกปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมของสิ่งที่เรียน</p> <p>2. ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์ (สมองซีกซ้าย) ผู้สอนควรให้นักเรียนวิเคราะห์หาเหตุผล ผูกทำกิจกรรมกลุ่มอย่างหลากหลาย เช่นฝึกเขียนแผนผังโน้ตส์ช่วยระดมสมองอธิบายร่วมกัน</p> <p>3. ขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดเป็นความคิดรวบยอด (สมองซีกขวา) ผู้สอนควรเน้นนักเรียนวิเคราะห์อย่างไตร่ตรองนำความรู้มาเชื่อมโยงกับข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้า โดยจัดระบบการวิเคราะห์เปรียบเทียบการจัดลำดับความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียน</p> <p>4. ขั้นพัฒนาความคิดรวบยอด (สมองซีกซ้าย) ผู้สอนควรให้ทฤษฎี หลักการที่ลึกซึ้ง โดยเฉพาะรายละเอียดของข้อมูลต่างๆ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจและพัฒนาความคิดรวบยอดของตนเองในเรื่องที่เรียน กิจกรรมควรเป็นกิจกรรมที่นักเรียนค้นคว้าจากไปความรู้ แหล่งวิทยาการท้องถิ่น การสาธิต การทดลอง การใช้ห้องสมุด วิทยุทัศน์ สื่อประสมต่างๆ</p> <p>5. ขั้นลงมือปฏิบัติจากกรอบความคิดที่กำหนด</p>

ตาราง 4 (ต่อ)

การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	การสอนแบบเทคนิค 4 MAT
<p>ในรูปแบบที่หลากหลาย นักเรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน</p>	<p>(สมองซีกซ้าย) ผู้สอนควรให้นักเรียนปฏิบัติจากกิจกรรมการทดลองจากใบงานการทดลองทำแบบฝึกหัด สรุปผลจากการทำกิจกรรมสรุปผลการทดลองที่ถูกต้องชัดเจน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยก่อนปฏิบัติกิจกรรมฝึกให้เลือกใช้อุปกรณ์บันทึกผลการทดลองโดยผู้สอนเป็นผู้เลี้ยงในขั้น</p> <p>6. ขั้นสร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตนเอง (สมองซีกขวา) ผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความสามารถของตนเองตามความถนัด ความสนใจเพื่อสร้างสรรค์ชิ้นงานตามจินตนาการของตนเองที่แสดงถึงความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เรียนให้เห็นเป็นรูปธรรมในรูปแบบต่างๆ โดยเลือกวิธีการนำวิธีการเสนอผลงานในลักษณะเฉพาะตัวชิ้นงานที่สร้างอาจเป็นภาพวาดนิทาน สมุดรวบรวมสิ่งที่เรียนสิ่งประดิษฐ์ แผ่นพับ เป็นต้น</p> <p>7. ขั้นวิเคราะห์คุณค่าและประยุกต์ใช้ (สมองซีกซ้าย) ผู้สอนให้นักเรียนวิเคราะห์ชิ้นงานด้วยตนเอง โดยอธิบายขั้นตอนการทำงานปัญหาอุปสรรคในการทำงานและวิธีแก้ไข โดยบูรณาการ การประยุกต์ใช้เพื่อเชื่อมโยงกับชีวิตจริง/อนาคตอาจวิเคราะห์ชิ้นงานในเชิงกลุ่มย่อยหรือกลุ่มใหญ่ก็ได้ตามความเหมาะสม</p> <p>8. ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้กับผู้อื่น (สมองซีกขวา) เป็นขั้นสุดท้ายผู้สอนควรให้นักเรียนได้นำผลงานของตนเองมานำเสนอหรือ</p>

ตาราง 4 (ต่อ)

การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	การสอนแบบเทคนิค 4 MAT
	<p>จัดแสดงในรูปแบบต่างๆ เช่น การจัดนิทรรศการ ป้ายนิเทศ เพื่อให้เพื่อนๆ ได้ชื่นชมถือเป็นการ แบ่งปันโอกาสทางด้านความรู้และประสบการณ์ ให้ผู้อื่นได้ซาบซึ้งในขั้นนี้นักเรียนควรได้รับการ วิพากษ์วิจารณ์อย่างสร้างสรรค์ ยอมรับฟัง ความคิดเห็นของผู้อื่น</p>

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

1. ศึกษาเกี่ยวกับเอกสารวัดประเมินผล วิธีการสร้างแบบทดสอบ และการเขียนข้อสอบวิทยาศาสตร์
2. ศึกษามาตรฐาน/ตัวชี้วัดและเนื้อหาวิทยาศาสตร์ จากคู่มือกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และหนังสือเรียน หรือเอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้
3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องสารและการจำแนกสาร แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ โดยสร้างข้อสอบให้ครอบคลุมมาตรฐาน/ตัวชี้วัด

วิธีการหาคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

1. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมชัดเจนของคำถาม แล้วหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.66 – 1.00
2. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่ได้ปรับปรุงแล้วเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาบัตรตรวจพิจารณาอีกครั้ง แล้วนำมาปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะให้เรียบร้อย
3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 60 คน เพื่อหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบรายข้อ
4. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน แล้ววิเคราะห์หาความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก โดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ ใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตห์ ฟาน โดยพิจารณา

ความยากง่าย (p) มีค่าระหว่าง $.20 - .80$ และค่าอำนาจจำแนก (r) ที่มีค่า $.20$ ขึ้นไป จำนวน 30 ข้อ พบว่า ค่าความยากง่าย เท่ากับ $.43 - .60$ และค่าอำนาจจำแนก เท่ากับ $.26 - .56$

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่คัดเลือกไว้ ไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 60 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยคำนวณจากสูตร KR - 20 ของคูเดอริชาร์ดสัน พบว่า ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.73

6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง สำหรับการวิจัยต่อไป

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

0. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการจำแนกสารโดยใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ (ความรู้-ความจำ)

- ก. ธาตุเป็นสารบริสุทธิ์
- ข. สารละลายเป็นสารเนื้อเดียว
- ค. สารประกอบเป็นสารบริสุทธิ์
- ง. สารเนื้อเดียวเป็นสารบริสุทธิ์

00. ข้อใดใช้พิจารณาตัวทำละลายในสารละลาย (ความเข้าใจ)

- ก. สารที่มีปริมาณมากและมีสถานะเดียวกับสารละลาย
- ข. สารที่มีปริมาณมากและมีสถานะต่างจากสารละลาย
- ค. สารที่มีปริมาณน้อย และมีสถานะเดียวกับสารละลาย
- ง. สารที่มีปริมาณน้อย และมีสถานะต่างจากสารละลาย

000. กิจกรรมการทดลองหนึ่ง ต้องเตรียมสารละลาย A มีความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาตร โดยนำสาร A มา 50 ลูกบาศก์เซนติเมตรผสมกับน้ำ นักเรียนต้องใช้น้ำกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร (การนำไปใช้)

- ก. 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ข. 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ค. 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ง. 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร

0000. สารใดจัดเป็นสารเนื้อเดียว (ทักษะกระบวนการ)

- ก. น้ำกะทิ น้ำแข็ง
- ข. นาก พริกป่น
- ค. ทองคำ น้ำเชื่อม
- ง. คอนกรีต ทราช

ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

1. ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์
2. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ประกอบด้วย สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และสถานที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน จำนวน 60 ข้อ โดยแต่ละสถานการณ์จะตั้งคำถาม แบบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยครอบคลุม ความสามารถของนักเรียน 5 ด้าน ดังนี้

- 2.1 การจำแนก
- 2.2 การจัดหมวดหมู่
- 2.3 การเชื่อมโยง
- 2.4 การสรุปความ
- 2.5 การประยุกต์

วิธีการหาคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

1. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ และการวัดผล จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ภาษาที่ใช้ และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม (IOC) โดยพิจารณา $IOC \geq 0.50$ แล้วนำข้อเสนอนี้มาปรับปรุงแก้ไข
2. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ได้มาปรับปรุงแล้วเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาบัณฑิตตรวจสอบพิจารณาอีกครั้ง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะให้เรียบร้อย
3. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 60 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ
4. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนนแล้ววิเคราะห์หา ความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก โดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ ใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตห์ ฟาน โดยความยากง่ายมีค่าระหว่าง .20 – .80 และค่าอำนาจจำแนกมีค่า .20 ขึ้นไป จำนวน 30 ข้อ พบว่า ค่าความยากง่ายเท่ากับ .35 – .58 และค่าอำนาจจำแนก เท่ากับ .27 – .67

5. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่คัดเลือกไว้ไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 60 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยคำนวณ จากสูตร KR - 20 ของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (ลัวิน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 197 – 198) พบว่า ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.76

6. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง สำหรับการวิจัยต่อไป

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ครูสมเอกนำสารหลายชนิดมาให้นักเรียนสังเกต ประกอบด้วย สังกะสี แท่งไม้ ผ้าขนหนู ทองเหลือง พลาสติก ไฮโดรเจน อะลูมิเนียม เหล็ก น้ำปูนใส แก้ว ซึ่งนักเรียนช่วยกันจัดกลุ่มสารออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย สังกะสี เหล็ก แก้ว ทองเหลือง อะลูมิเนียม เหล็ก น้ำปูนใส

กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย แท่งไม้ พลาสติก แก้ว น้ำเชื่อม ไฮโดรเจน

การจำแนก

นักเรียนคิดว่าครูสมเอกใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ข้อใด

- ก. ทักษะการสังเกต
- ข. ทักษะการจำแนกประเภท
- ค. ทักษะการกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
- ง. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

เอกชัยเป็นพ่อค้าขายขนมปังทาแยม ทุกวันจะนำแยมทาลงไปบนขนมปัง เขาสังเกตเห็นว่า เนื้อแยมมีลักษณะเหนียวหนืด ยืดหยุ่นได้ เขาจำได้ว่า แยมมีสมบัติเป็นคอลลอยด์ชนิดหนึ่ง เนื่องจากอนุภาคเชื่อมด้วยพันธะที่มีลักษณะคล้ายตาข่าย

การสรุปความ

จากข้อมูลเอกชัยเป็นคนที่มีความสนใจอย่างไร

- ก. อยากรู้ อยากเห็น
- ข. มีความสนใจ
- ค. มีเหตุผล
- ง. ใฝ่เรียนรู้

การเชื่อมโยง

ข้อใดเป็นปัญหาของสถานการณ์นี้

- ก. สถานะของสาร
- ข. ขนาดของสาร
- ค. ลักษณะเนื้อสาร
- ง. การละลายน้ำ

การจำแนก

จากข้อมูลจัดเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามข้อใด

- ก. ทักษะการสังเกต และทักษะการพยากรณ์
- ข. ทักษะการสังเกต และทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
- ค. ทักษะการทดลอง และทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
- ง. ทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

การจัดหมวดหมู่

นักเรียนคิดว่าสารชนิดใดมีลักษณะเดียวกับแยม

- ก. สีทาบ้าน
- ข. แป้งเปียก
- ค. น้ำกะทิ
- ง. ควันไฟ

การดำเนินการทดลอง

วิธีการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมกรมหลวงราชมงคลวิทยาลัย เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย กรุงเทพมหานคร 2 ห้องเรียน จากนักเรียน 3 ห้องเรียน และจับฉลากเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2
2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
3. ดำเนินการสอน โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทั้งสองกลุ่มในเนื้อหาเดียวกัน ใช้เวลาสอนเท่ากัน กลุ่มละ 16 คาบๆ ละ 50 นาที ดังนี้
 - 3.1 กลุ่มทดลองที่ 1 การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 3.2 กลุ่มทดลองที่ 2 การสอนแบบเทคนิค 4 MAT
4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ชุดเดิม
5. นำผลคะแนนจากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ได้นำมาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT โดยใช้ t-test for Independent Sample ในรูป Difference Score
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ t-test for Dependent Sample
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ t-test for Dependent Sample
4. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT โดยใช้ t-test for Independent Sample ในรูป Difference Score
5. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ t-test for Dependent Sample

6. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ t-test for Dependent Sample

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 73)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าคะแนนเฉลี่ย
 $\sum X$ แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมด
 n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของคะแนน คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 79)

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

เมื่อ $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
 n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 ค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยใช้สูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 117)

$$IOC = \frac{\sum R}{n}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
 n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ ใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตห์ ฟาน (Fan. 1952: 6 – 32)

2.3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยใช้สูตร KR - 20 (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 197 - 198)

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

เมื่อ r'' แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 n แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
 P แทน สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่งๆ นั่นคือ $= \frac{\text{จำนวนคนทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$
 q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่งๆ หรือคือ $1 - P$
 S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือฉบับนั้น

2.4 ค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (สูตรรวม สอนเถื่อน. 2548: 13)

$$E1 = \frac{\sum X}{\frac{n}{A} \times 100}$$

เมื่อ $E1$ แทน ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ
 $\sum X$ แทน คะแนนของแบบฝึกหัดหรืองาน
 A แทน คะแนนของแบบฝึกหัดหรืองานทุกชิ้นรวมกัน
 n แทน จำนวนนักเรียน

$$E2 = \frac{\sum X}{\frac{n}{B} \times 100}$$

เมื่อ $E2$ แทน ค่าประสิทธิภาพของผลลัพ์
 $\sum X$ แทน คะแนนรวมของผลลัพ์หลังเรียน
 B แทน คะแนนเต็มของการสอบหลังเรียน
 n แทน จำนวนนักเรียน

3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

3.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิเทศศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ตามสมมติฐานข้อที่ 1 และ 4 โดยใช้ t-test for Independent Sample ในรูป Difference Score (Scott, 1967: 264)

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

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

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

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณาการแจกแจงแบบที (t-distribution)
 MD_1 แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1
 MD_2 แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2
 D_1 แทน ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1

D_2	แทน	ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2
S_D^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนและก่อนเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2
n_1	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ 1
n_2	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ 2
$S^{MD_1 - MD_2}$	แทน	ค่าความคาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

3.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียน คำนวณจากสูตร ตามสมมติฐานข้อที่ 2, 3, 5 และ 6 โดยใช้ t-test for Dependent Sample (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2536: 87)

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาแจกแจงแบบ t
	D	แทน	ผลต่างของคะแนนในแต่ละคู่
	n	แทน	จำนวนคู่ของคะแนน
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างจากการเปรียบเทียบกันเป็นรายบุคคลระหว่างคะแนนที่ได้รับจากการทดสอบก่อนเรียนกับทดสอบหลังเรียน
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมกำลังสองของความแตกต่างจากการเปรียบเทียบกันเป็นรายบุคคลระหว่างคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนกับทดสอบหลังเรียน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการทดลอง และแปลผลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้เข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ ดังต่อไปนี้

\bar{X}_1	แทน	ค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน
\bar{X}_2	แทน	ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน
S	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
n	แทน	จำนวนนักเรียน
MD	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียน
$S_{MD_1-MD_2}$	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2
$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างจากการเปรียบเทียบกันเป็นรายบุคคลระหว่างคะแนนที่ได้รับจากการทดสอบก่อนเรียนกับทดสอบหลังเรียน
$\sum D^2$	แทน	ผลรวมกำลังสองของความแตกต่างจากการเปรียบเทียบกันเป็นรายบุคคลระหว่างคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนกับทดสอบหลังเรียน
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบ t – distribution
*	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
**	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอ ดังตารางต่อไปนี้

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการการสอนแบบเทคนิค 4 MAT โดยใช้สถิติ t-test for Independent Sample ในรูป Difference Score
2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ t-test for dependent Sample

3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ t-test for dependent Sample

4. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT โดยใช้สถิติ t-test for Independent Sample ในรูป Difference Score

5. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ t-test for dependent Sample

6. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ t-test for dependent Sample

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT โดยใช้สถิติ t-test for Independent Sample ในรูป Difference Score ดังแสดงใน ตาราง 5

ตาราง 5 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

กลุ่มตัวอย่าง	N	\bar{X}_1	S_1	\bar{X}_2	S_2	MD	$S_{MD_1-MD_2}$	t
กลุ่มทดลองที่ 1	30	10.83	2.79	19.00	3.89	8.17	0.69	.09
กลุ่มทดลองที่ 2	30	11.30	3.68	19.53	4.21	8.23		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 5 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 10.83 และ 19.00 ตามลำดับ และความเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 2.79 และ 3.89 ตามลำดับ ส่วนนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 2 คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT มีค่าเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน

เท่ากับ 11.30 และ 19.53 ตามลำดับ และความเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 3.68 และ 4.21 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 2 คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

2. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Sample ดังแสดงใน ตาราง 6

ตาราง 6 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 ก่อนเรียนและหลังเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	N	\bar{X}_1	S ₁	\bar{X}_2	S ₂	MD	$\sum D$	$\sum D^2$	t
กลุ่มทดลองที่ 1	30	10.83	2.79	19.00	3.89	8.17	245	2169	18.58**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 6 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 10.83 และ 19.00 ตามลำดับ และความเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 2.79 และ 3.89 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

3. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนเทคนิค 4 MAT ก่อนเรียนและหลังการเรียน โดยใช้ t-test for Dependent Sample ดังแสดงใน ตาราง 7

ตาราง 7 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 2 ก่อนเรียน และหลังเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	N	\bar{x}_1	S_1	\bar{x}_2	S_2	MD	$\sum D$	$\sum D^2$	t
กลุ่มทดลองที่ 2	30	11.30	3.68	19.53	4.21	8.23	247	2275	15.89**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 7 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT มีค่าเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 11.30 และ 19.53 ตามลำดับ และความเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 3.68 และ 4.21 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT พบว่า มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

4. ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT โดยใช้สถิติ t-test for Independent Sample ในรูป Difference Score ดังแสดงใน ตาราง 8

ตาราง 8 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

กลุ่มตัวอย่าง	N	\bar{x}_1	S_1	\bar{x}_2	S_2	MD	$S_{MD_1-MD_2}$	t
กลุ่มทดลองที่ 1	30	10.67	3.01	18.57	3.51	7.90	0.52	.129
กลุ่มทดลองที่ 2	30	11.30	2.88	19.13	3.96	7.83		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 8 พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 10.67 และ 18.57 ตามลำดับ และความเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 3.01 และ 3.51 ตามลำดับ ส่วนนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 2 คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT มีค่าเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 11.30 และ 19.13 ตามลำดับ และความเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 2.88 และ 3.96 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 2 คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4

5. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ t-test for Dependent Sample ดังแสดงใน ตาราง 9

ตาราง 9 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 ก่อนเรียนและหลังเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	N	\bar{x}_1	S ₁	\bar{x}_2	S ₂	MD	$\sum D$	$\sum D^2$	t
กลุ่มทดลองที่ 1	30	10.67	3.01	18.57	3.51	7.90	237	1969	23.69 **

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 9 พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของกลุ่มทดลองที่ 1 คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 10.67 และ 18.57 ตามลำดับ และความเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 3.01 และ 3.51 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 5

6. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ t-test for Dependent Sample ดังแสดงใน ตาราง 10

ตาราง 10 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 2 ก่อนเรียน และ หลังเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	N	\bar{x}_1	S ₁	\bar{x}_2	S ₂	MD	$\sum D$	$\sum D^2$	t
กลุ่มทดลองที่ 2	30	11.30	2.88	19.13	3.96	7.83	235	1975	19.95**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 10 พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์กลุ่มทดลองที่ 2 คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT มีค่าเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 11.30 และ 19.13 ตามลำดับ และความเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 2.88 และ 3.96 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการสอนเทคนิค 4 MAT พบว่า มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 6

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการการสอนแบบเทคนิค 4 MAT เป็นการศึกษาเชิงทดลองโดยมีขั้นตอนการศึกษาและสรุปผล ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยผู้วิจัยได้ตั้งจุดมุ่งหมายไว้ ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการการสอนแบบเทคนิค 4 MAT
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT ก่อนเรียนและหลังเรียน
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการการสอนแบบเทคนิค 4 MAT
5. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน
6. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT ก่อนเรียนและหลังเรียน

ความสำคัญของการวิจัย

1. ผลการวิจัยครั้งนี้ทำให้ทราบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการสอนแบบเทคนิค 4 MAT
2. ผลการวิจัยครั้งนี้ครูผู้สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์สามารถนำวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการสอนแบบเทคนิค 4 MAT ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในหน่วยการเรียนรู้อื่นๆได้ และสามารถประยุกต์ใช้กับสาระการเรียนรู้อื่นๆได้
3. ผลการวิจัยครั้งนี้ ครูผู้สอนสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกัน
5. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
6. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมลาวาสวิทยาลัย เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 3 ห้องเรียน โดยแต่ละห้องมีการจัดนักเรียนแบบคละกัน รวม 90 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมลาวาสวิทยาลัย เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 60 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) แล้วสุ่มอย่างง่ายอีกครั้งโดยจับฉลากเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มละ 30 คน ดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จำนวน 30 คน

กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT จำนวน 30 คน

ระยะเวลาในการทดลอง

ระยะเวลาในดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 ใช้เวลาทดลองกลุ่มละ 16 คาบๆ ละ 50 นาที โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเองทั้งสองกลุ่ม

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง สารและการจำแนกสาร
2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบเทคนิค 4 MAT เรื่อง สารและการจำแนกสาร
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

การดำเนินการทดลอง

วิธีการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมงกุฎมลาวาสวิทยาลัย เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย กรุงเทพมหานคร 2 ห้องเรียน จากนักเรียน 3 ห้องเรียน และจับฉลากเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 และ กลุ่มทดลองที่ 2
2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
3. ดำเนินการสอน โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทั้งสองกลุ่มในเนื้อหาเดียวกัน ใช้เวลาสอนเท่ากัน กลุ่มละ 16 คาบๆ ละ 50 นาที ดังนี้
 - 3.1 กลุ่มทดลองที่ 1 การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 3.2 กลุ่มทดลองที่ 2 การสอนแบบเทคนิค 4 MAT
4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียน ทั้งสองกลุ่มโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ชุดเดิม
5. นำผลคะแนนจากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ได้นำมาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT โดยใช้ t-test for Independent Sample ในรูป Difference Score
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ t-test for Dependent Sample

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ t-test for Dependent Sample

4. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT โดยใช้ t-test for Independent Sample ในรูป Difference Score

5. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ t-test for Dependent Sample

6. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ t-test for Dependent Sample

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

5. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT

จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้ การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ปัญหาหรือการจำลองสถานการณ์เป็นเครื่องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา และทักษะกระบวนการคิดอย่างหลากหลายและเป็นแบบแผน โดยใช้กระบวนการทำงานเป็นทีม ดังที่กาลเลเกอร์ (Gallagher. 1997: 332 – 362) ได้ให้ความหมายว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องเรียนรู้จากการเรียน (Learn to Learn) โดยนักเรียนจะทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อค้นหาวิธีการแก้ปัญหา โดยการบูรณาการความรู้ที่ต้องให้นักเรียนได้รับกับการแก้ปัญหาเข้าด้วยกัน ปัญหาที่ใช้มีลักษณะเกี่ยวกับชีวิตประจำวัน และมีความสัมพันธ์กับนักเรียน การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มุ่งเน้นพัฒนานักเรียนในด้านทักษะการเรียนรู้ มากกว่าการเรียนรู้ที่นักเรียนจะได้รับมาและพัฒนานักเรียนสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้ สอดคล้องกับแนวคิดหลักของ กุลยา ตันติผลาชีว (2548: 77) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้แบบเน้นปัญหาเป็นฐานเป็นการสอนที่เชื่อว่ามโนทัศน์ ความรู้และทักษะได้มาจากการเข้าใจปัญหา และได้แก้ปัญหาของผู้เรียน โดยปัญหาที่เรียนรู้ นั้นเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการประสมประสานความรู้เดิมกับความรู้ใหม่อย่างเป็นระบบซึ่งเป็นทางนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่อย่างเป็นระบบ นำไปสู่การสร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาที่เรียนด้วยตนเอง และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ได้อย่างต่อเนื่อง ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ วิธีการแก้ปัญหาได้รับความรู้ใหม่จากการศึกษาค้นคว้า และแก้ปัญหาจากสิ่งที่เรียนรู้จากการตัดสินใจ การลงความคิดเห็น การพัฒนาความคิดใหม่ ๆ และมีความกระตือรือร้นต่อการเรียน เกิดการเรียนรู้อย่างบูรณาการ นอกจากนี้ยังเน้นการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมจากกลุ่ม การใช้พลังของกลุ่มทำให้ได้พัฒนาบุคลิกภาพที่มีความเป็นตัวเอง มีความคิดริเริ่ม คิดเป็น ความมั่นใจ กล้าเผชิญปัญหา และใช้หลักการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล ส่วนการสอนแบบเทคนิค 4 MAT เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อว่ามนุษย์ทุกคนสามารถเรียนและพัฒนาตนเองได้ โดยการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสม อดพยายามให้นักเรียนได้รับการพัฒนาสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาของตนเองให้เต็มศักยภาพ ดังที่ เบอร์นิส แมคคาร์ธี ได้แบ่งลักษณะการเรียนรู้ของนักเรียนออกเป็น 4 ประเภท โดยคำนึงถึงความคิดเกี่ยวกับระบบการทำงานของสมองซีกซ้ายและสมองซีกขวากับธรรมชาติของการเรียนรู้ เพื่อเป็นการเสริมสร้างศักยภาพการเรียนรู้ของนักเรียน กับพัฒนาการทางสมองซีกซ้ายและซีกขวาอย่างเท่าเทียมกัน ครูผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความถนัดของนักเรียนแต่ละประเภท และในขณะเดียวกันนักเรียนได้มีโอกาสประสบความสำเร็จในการเรียนต่ออย่างมีประสิทธิภาพ และครูผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ละส่งเสริมให้นักเรียนมีคุณลักษณะดี มีปัญญาและมีความสุขในการเรียนรู้ สอดคล้องแนวคิดของ กิตติคม คาวีรัตน์ (2543: 31 – 34) ได้กล่าวว่า การสอนแบบเทคนิค 4 MAT เป็นการจัดการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางที่ให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนที่มีลักษณะที่แตกต่างกัน เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างรวดเร็วกับครูผู้สอน

สามารถแลกเปลี่ยนความรู้สึกซึ่งกันและกัน มีการจัดกิจกรรมที่หลากหลาย เกิดการเรียนรู้และมีการประเมินผลตามสภาพจริง เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้ คือ นักเรียนมีคุณลักษณะเก่ง ดี และมีความสุข

จากเหตุผลดังกล่าวสนับสนุนได้ว่าการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการสอนแบบเทคนิค 4 MAT มีรูปแบบการสอนที่แตกต่างกัน แต่การสอนเน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนด้วยตนเอง โดยการแสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ และวิธีการที่หลากหลายแล้วนำมาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและประสบการณ์ต่างๆ นำไปสู่การพัฒนาการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ ส่งผลให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการสอนแบบเทคนิค 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT ก่อนเรียนและหลังเรียน

จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้ การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นวิธีการเรียนการสอนวิธีหนึ่งที่มีจุดมุ่งหมายที่จะสอนนักเรียนให้ฝึกกระบวนการคิดแก้ปัญหา และฝึกทำงานเป็นกลุ่ม โดยที่นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้และใช้ปัญหา หรือสถานการณ์ในการเรียนรู้ และค้นคว้าด้วยตนเอง การเรียนจะอยู่ในรูปของกลุ่มย่อย นักเรียนจะเป็นผู้กระทำด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะและให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะที่จำเป็นให้นักเรียน ซึ่งได้แก่ การเรียนรู้ด้วยตนเอง การแก้ปัญหา การชี้แนะตนเองในการเรียนรู้ และการทำงานเป็นทีม การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานมี 6 ขั้นตอน ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ครูจัดสถานการณ์ต่างๆ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่อยากรู้อยากเรียนได้และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ นักเรียนจะต้องสามารถอธิบายสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้ ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า นักเรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียน ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีการหลากหลาย ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผล และสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเอง และประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย นักเรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน (นภา หลิมธรัตน์. 2546)

เป็นการสนับสนุนให้มีการเรียนรู้อย่างลุ่มลึกส่งผลให้นักเรียนเรียนอย่างเข้าใจและสามารถจดจำได้นาน เกิดเป็นการเรียนรู้ที่แท้จริง เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง อันเป็นคุณสมบัติจำเป็นที่ทุกคนควรมี เพราะสามารถพัฒนาไปเป็นผู้ที่มีการเรียนรู้ตลอดชีวิต มีโจทย์ปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้ จะส่งผลให้นักเรียนเห็นความสำคัญของสิ่งที่เรียนกับการปฏิบัติงานในอนาคต ทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้สามารถจดจำได้ดีขึ้น ทั้งครูและนักเรียนสนุกกับการเรียน ในส่วนนักเรียนรู้สึกสนุกกับการเรียน เพราะได้มีบทบาทในการเรียนรู้เอง เช่น การอภิปรายถกเถียงในระหว่างการทำกลุ่มย่อย ฝ่ายครูเห็นพัฒนาการทางด้านความคิดและทักษะต่างๆ ที่เกิดขึ้นในตัวนักเรียน นอกจากนี้ครู ยังได้มีโอกาสเรียนรู้ข้ามสาขาที่ตนชำนาญ เนื่องจากโจทย์เป็นแบบบูรณาการ โดยเรียนรู้ไปกับนักเรียน สามารถเห็นความเชื่อมโยงของศาสตร์ต่างๆ ได้ชัดเจนขึ้น ทำให้เกิดความคิดกว้างไกลส่งเสริมสนับสนุนการทำงานเป็นทีม มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากกว่าการทำงานเดี่ยว ส่งเสริมสนับสนุนให้มีโอกาสฝึกทักษะการสื่อสาร การแก้ปัญหาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การหาข้อสรุป เมื่อมีความขัดแย้งเป็นต้น และสอดคล้องกับการศึกษาค้นคว้าของ เอลเซเฟฟ (Elshafei. 1998: Online) ได้ทำการศึกษา เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยวิธี การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักกับการเรียนแบบปกติในวิชาฟิสิกส์ 2 โดยได้ทำการวิจัยถึงทดลองกับนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ในเมืองแอตแลนตา จำนวน 15 ห้องเรียน 342 คน แบ่งเป็นห้องเรียนแบบปกติ 8 ห้อง และเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก 7 ห้อง ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ เป็นผลมาจากการที่นักเรียนเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง มีการรวมกลุ่มกันแก้ปัญหา และสามารถคิดค้นวิธีการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ สอดคล้องกับวิจัยของ เบญจมาศ เทพบุตรดี (2550: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการวิเคราะห์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) และการสอนแบบปกติ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารทศนิยม ผลการวิจัย พบว่านักเรียนกลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สูงกว่ากลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนไม่แตกต่างกัน

จากเหตุผลดังกล่าว สนับสนุนได้ว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT ก่อนเรียนและหลังเรียน

จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค

4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้ การสอนแบบ 4 MAT เป็นวิธีการสอนที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลในการเรียนรู้ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 4 แบบ ครูและนักเรียนจะดำเนินกิจกรรมร่วมกันจนครบ 8 ขั้นตอนของขั้นสร้างประสบการณ์ของสิ่งที่เรียน (สมองซีกขวา) ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์ หรือสะท้อนความคิดจากประสบการณ์ (สมองซีกซ้าย) ผู้สอนช่วยให้ผู้เรียนตระหนักรู้ และยอมรับความสำคัญของเรื่องที่เรียน ขั้นการพัฒนาประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด (สมองซีกขวา) ผู้สอนควรเน้นนักเรียนให้เห็นคุณค่าของเรื่องที่เรียน แล้วผู้สอน จึงจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดขึ้นด้วยตนเอง ขั้นพัฒนาความคิดรวบยอด (สมองซีกซ้าย) ขั้นการปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้เรียนรู้ (สมองซีกซ้าย) ขั้นสร้างชิ้นงานของตนเอง (สมองซีกขวา) ขั้นวิเคราะห์ผลงานของตนเอง และแนวทางการนำไปประยุกต์ใช้ (สมองซีกซ้าย) เป็นกิจกรรมที่เน้นการใช้สมองทั้งสองซีกอย่างสมดุล มีการจัดกิจกรรมอย่างหลากหลายและยืดหยุ่นเหมาะสมกับนักเรียนทุกแบบ ทำให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีความสุข โดยได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง มีการคิดวิเคราะห์ ได้ลงมือปฏิบัติจริง ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง และประยุกต์เป็นแนวคิดที่สัมพันธ์เชื่อมโยงกับชีวิตจริง นำไปสู่ทักษะทางสังคมอันดีงามในตัวนักเรียน และสอดคล้องกับการศึกษาค้นคว้าของโบเวอร์ (Bower. 1987: Abstract) ศึกษาผลการใช้ระบบ 4 MAT ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 54 คน จาก 3 โรงเรียน จากรัฐแคลิฟอร์เนีย แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ใช้ระบบ 4 MAT และกลุ่มที่จำกัดให้นักเรียนได้ใช้สมองซีกซ้ายเท่านั้น ทั้งสองกลุ่มได้รับการสอนเรื่องการค้นพบกฎแรงโน้มถ่วงของนิวตัน ใช้เวลา 3 ชั่วโมง จากการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า มีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากการตอบคำถามโดยใช้การคิดวิเคราะห์ มีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทางด้านเจตคติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติส่วนความรู้ไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับวิจัยของอรรธรณ พลายนะหาร (2545: 60 – 62) ศึกษาเรื่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสนใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT กับการสอนแบบปกติ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และมีความสนใจสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากเหตุผลดังกล่าวสนับสนุนได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT

จากการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4 เนื่องจากการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นวิธีการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความรู้ที่อยากเรียนรู้ และต้องการแสวงหาความรู้มาแก้ปัญหา โดยนักเรียนจะมีการฝึกทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม มีการคิดวิเคราะห์ปัญหา หาเหตุผลมาเชื่อมโยงความคิด เพื่อหาข้อมูลมาพิสูจน์สมมติฐานเพื่อแก้ปัญหา ดังที่ ทิศนา เขมมณี (2548: 137) ได้กล่าวไว้ว่าการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยครูผู้สอนนำนักเรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง และฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์ปัญหา แก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจน ได้เห็นทางเลือก และวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา นั้น รวมทั้งช่วยให้นักเรียนเกิดความใฝ่รู้ เกิดทักษะกระบวนการคิด และกระบวนการแก้ปัญหาต่างๆ กับแนวความคิดหลักของ นมสรวง วิฑูรเมธา (2544: 67) ได้กล่าวถึงข้อดีของการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้ 1) นักเรียนได้เรียนรู้การแก้ปัญหาโดยตรง 2) พัฒนาทักษะการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง 3) พัฒนาทักษะการเรียนรู้ การติดต่อสื่อสารและการทำงานกับผู้อื่น 4) พัฒนาทักษะในการคิดวิเคราะห์และการสังเคราะห์ ส่วนการสอนแบบเทคนิค 4 MAT เป็นการสอนที่ช่วยพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวา เน้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ จากการสังเกตอย่างไต่ร่องนำไปสู่ความคิดรวบยอด สอดคล้องงานวิจัยของ ตรุเนตร อังชสวัสดิ์ (ม.ป.ป.: 66 – 72) ที่กล่าวว่า การสอนแบบเทคนิค 4 MAT มีลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เป็นรูปแบบที่ตอบสนองความแตกต่างในการเรียนรู้ของนักเรียน ในเรื่องรูปแบบการเรียนรู้ การจัดสถานการณ์ที่ทำให้นักเรียนสามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น โดยมีการคิดไตร่ตรองอย่างรอบคอบ รู้จักวิเคราะห์ โดยอาศัยข้อมูล หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น เพื่อใช้ในการตัดสินใจได้อย่างชาญฉลาด สามารถมองเห็นทิศทางที่จะเลือกปฏิบัติได้อย่างเหมาะสม โดยรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT นั้น จึงเป็นรูปแบบที่ตอบสนองความแตกต่างในการเรียนรู้ของนักเรียนให้รู้จักการคิดอย่างมีเหตุผลใช้เทคนิคการพัฒนาสมองซีกซ้ายและสมองซีกขวาได้อย่างสมดุล ด้วยการจัดลำดับขั้นการเรียนการสอนที่พัฒนาสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาอย่างต่อเนื่อง ทำให้รู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง รู้จักคิดไตร่ตรอง แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น ตัดสินใจที่จะกระทำหรือไม่กระทำในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างมีเหตุผล

จากเหตุผลดังกล่าวสนับสนุนได้ว่าการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการสอนแบบเทคนิค 4 MAT มีรูปแบบการสอนที่แตกต่างกัน แต่การสอนเน้นให้นักเรียนเป็นสำคัญ คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ส่งผลให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการสอน

แบบเทคนิค 4 MAT มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

5. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน

จากการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 5 อภิปรายผลได้ดังนี้ การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการสอนที่ช่วยพัฒนาทักษะการคิดของนักเรียน สอดคล้อง กับแนวคิดของ มัดมทรา ธรรมบุศย์ (2545: 13) ได้ให้ความหมายว่า การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นรูปแบบการเรียนรู้ นักเรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขาวิชาที่ตนศึกษาด้วย การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จึงเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจ และการแก้ไขปัญหาเป็นหลัก และมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของเบญจมาศ เทพบุตรดี (2550: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการวิเคราะห์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) และการสอนแบบปกติ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารทศนิยม ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนกลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สูงกว่ากลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รวมทั้งแนวคิดของ กุลยา ตันติผลาชีวะ (2548: 79 – 80) กล่าวว่า การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหา ได้รับความรู้ใหม่ จากการศึกษาด้วยการวิเคราะห์ และแก้ปัญหาที่เรียนรู้จักตัดสินใจ การให้ความเห็น การพัฒนาความคิดใหม่ๆ และความกระตือรือร้นต่อการเรียน และที่สำคัญยังเน้นให้นักเรียนได้พัฒนาบุคลิกภาพที่มีความเป็นตัวเอง มีความคิดริเริ่ม คิดเป็น มีความมั่นใจ กล้าที่จะเผชิญปัญหา และใช้หลักการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล

จากเหตุผลดังกล่าว สนับสนุนได้ว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT ก่อนเรียนและหลังเรียน

จากการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT ก่อนเรียนและหลังเรียน มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 6 สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้ การสอนแบบเทคนิค 4 MAT เป็นวิธีการสอนที่เน้นการใช้สมองทั้งสองซีกอย่างสมดุล โดยได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ดังที่ เบอร์นิส แมคคาร์ธี ได้แบ่งวงกลมออกเป็น 4 ส่วน แทนลักษณะของนักเรียน 4 แบบ ดังนี้ ส่วนที่ 1 แทนนักเรียนแบบที่ 1 นักเรียนที่ถนัดจินตนาการเป็นนักเรียนที่เรียนรู้จากประสบการณ์รูปธรรม ผ่านกระบวนการจัดการข้อมูลด้วยการเฝ้าสังเกตอย่างไตร่ตรอง ส่วนที่ 2 แทนนักเรียนแบบที่ 2 นักเรียนที่ถนัดการวิเคราะห์เป็นนักเรียนที่เรียนรู้ความคิดรวบยอด เป็นนามธรรม เรียนรู้โดยรับรู้จากการสังเกตอย่างไตร่ตรองไปสู่การสร้างประสบการณ์นามธรรม หรือความคิดรวบยอด ส่วนที่ 3 แทนนักเรียนแบบที่ 3 นักเรียนที่ถนัดใช้สามัญสำนึก เป็นนักเรียนที่ชอบเรียนรู้จากการรับรู้ ความคิดรวบยอดไปสู่การลงมือปฏิบัติที่สะท้อนระดับความเข้าใจของตนเอง ส่วนที่ 4 แทนนักเรียนแบบที่ 4 นักเรียนที่ถนัดการรับรู้จากประสบการณ์รูปธรรมไปสู่การลงมือปฏิบัติ เป็นนักเรียนที่ยอมรับการเปลี่ยนแปลง นักเรียนเรียนรู้และสนุกกับการได้ค้นพบด้วยตนเอง โดยการลงมือปฏิบัติ มีความสอดคล้องกับแนวความคิดหลักของ เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546: 26-30) ที่ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ว่า นักคิดเชิงวิเคราะห์ต้องมีองค์ประกอบ 3 อย่าง คือ ช่างสังเกต ช่างสงสัย และช่างถาม คนที่ช่างสังเกต สามารถค้นพบความผิดปกติท่ามกลางสิ่งที่อยู่ข้างผิวเผิน แล้วเหมือนไม่มีอะไรเกิดขึ้น ต้องเป็นคนที่ช่างสงสัย เมื่อเห็นความปกติไม่ละเอียดไปจะหยุดพิจารณาขบคิดไตร่ตรอง และต้องเป็นคนที่ช่างถาม ชอบตั้งคำถาม การตั้งคำถามจะนำไปสู่การสืบค้นความจริง และเกิดความชัดเจน ในประเด็นที่ต้องการวิเคราะห์ขอบเขตคำถามที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์

จากเหตุผลดังกล่าวสนับสนุนได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ 4 MAT มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ผู้สอนควรแนะนำให้นักเรียนรู้จักวิธีการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการสอนเทคนิค 4 MAT ก่อนเริ่มทำกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนทราบและเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับความถนัดของตนเอง

1.2 ผู้สอนต้องสอนให้นักเรียนยอมรับซึ่งกันและกัน เกี่ยวกับความถนัดของนักเรียนแต่ละคน ให้นักเรียนรู้จักยกย่องในคุณงามความดีและผลงานของผู้อื่น

1.3 ในการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการสอนแบบเทคนิค 4 MAT ต้องใช้เวลามากพอสมควรผู้สอนต้องวางแผนในการสอนให้เหมาะสม และจัดสรรเวลาให้สอดคล้องกับกิจกรรม

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาผลการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการสอนแบบเทคนิค 4 MAT กับวิชาอื่นๆ เช่น สังคมศึกษา ภาษาไทย

2.2 ควรมีการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ กับรูปแบบการสอนแบบต่างๆ เช่น การสอนแบบพหุปัญญา การสอนแบบการเขียนผังมโนมิติ

2.3 ควรมีการศึกษาผลการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการสอนเทคนิค 4 MAT กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมอื่นต่อไป





บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2546). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545. กรุงเทพฯ: อักษรไทย.
- . (2546). แนวทางการประเมินผลด้วยทางเลือกใหม่. กรุงเทพฯ: สำนักงานการทดสอบการศึกษา.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: หลักสูตรภาควิชา.
- . (2551). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: องค์การการค้าและส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- เกตุแก้ว ลาวินญุฒิ. (2534). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความสนใจในการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนข่าวและเหตุการณ์ด้วยวิธีสอนปกติ กับวิธีสอนที่มีการเสริมแรงบวกโดยการวางเงื่อนไขเป็นกลุ่ม. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จำนง พรายแย้มแซ. (2531). เทคนิคการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. (2551). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชาติ แจ่มนุช. (2545). สอนอย่างไรให้คิดเป็น. กรุงเทพฯ: เลี้ยวซ้าย.
- ชำนาญ เขียมสำอาง. (2539). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาโดยการสอนแบบสืบสวนสอบสวนทางนิติศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เชิดศักดิ์ โขวาสินธุ์. (2530). การฝึกสมรรถภาพทางสมองเพื่อพัฒนาความคิด. ปรินญานิพนธ์ กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ณตยา อุทยานรัตน์. (2549). พัฒนาการความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการเรียนต่างกันในโรงเรียนกลุ่มรัตนโกสินทร์ กรุงเทพมหานคร. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ทิตินา แชมมณี. (2534). *คู่มือครูรูปแบบการฝึกทักษะการทำงานกลุ่มสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- . (2552). *ศาสตร์การสอน*. กรุงเทพฯ: ด้านสุทธาการพิมพ์.
- ทิตินา แชมมณี; และคนอื่นๆ. (2544). *วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.
- เกียรติ พานิช. (2542). *4 MAT การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติของนักเรียน*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิ สดศรี สุขศึกษาศาสตร์.
- นภาพร วงศ์เจริญ. (2550). *การศึกษาค้นคว้าสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบพหุปัญญา*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นิภาภรณ์ แสงดี. (2538). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการสอนแบบอริยสังกับการสอนคู่มือครูการสอนของหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญนำ อินทนนท์. (2551). *การศึกษาค้นคว้าสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโยธินบำรุงที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2551). *การพัฒนาการคิด*. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพรินต์.
- ปานวี ینگยุทธวิชัย. (2548). *การอ่าน เขียน คิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการพัฒนาและการอ่านการเขียนแห่งประเทศไทย (สพท.).
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *การวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ไพศาล หวังพานิช. (2532, พฤษภาคม – สิงหาคม). *การออกข้อสอบวิชาภาษาไทยระดับประถมศึกษาวารสารวัดผลการศึกษา*. 11(13): 4 – 32.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- มณีรัตน์ เกตุไสว. (ม.ป.ป.). *ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการทดลองที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านโมเมนต์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร

- มนมนัส สุดสิ้น. (2543). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบ การเขียนแผนผังมโนคติ. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มาลินี ศิริจารี. (2545). การเปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์และความสามารถทางเทคโนโลยี สารสนเทศและการสื่อสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนไฮเปอร์เท็กซ์ และบทเรียนสื่อประสมในวิชาโครงการวิทยาศาสตร์. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- รัชชานนท์ เทพอาจ. (2552). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิด วิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาสมรรถนะ ทางวิทยาศาสตร์. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- (2539). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วนิช สุธาร์ตน์. (2547). ความคิดและความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วิไลวรรณ ปิยะปกรณ. (2535). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศักดิ์ชัย นิรัญทวี; และ ไพเราะ พุ่มมั่ง. (2542). ปรัชญาการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการ การศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี.
- สุคนธ์ สิ้นธพานนท์. (2551). นวัตกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคปรี้นตริง.
- สุมาลี ไซดีซุ่ม. (2544). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเชาว์อารมณ์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยชุดกิจกรรมที่ส่งเสริมเชาว์อารมณ์กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- สุวิทย์ มูลคำ. (2548). *กลยุทธ์การสอนคิดวิเคราะห์*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- อรอุมา กาญจนี. (2549). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง PDCA และ แบบสืบเสาะหาความรู้*. ปริญญาโท กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- Bloom, Benjamin. (1956). *Taxonomy of Education Objectives*. New York: David McKay.
- Dewey, J. (1933). *How We Think*. New York: D.C. Heath.
- Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education*. 3rd ed. New York: McGraw – Hill Book.
- Horton, Cynthia P. (2002). *The Development of Critical Thinking Skills in Associate Degree Nursing Students*. Retrieved October 28, 2007, from http://proquest.umi.com/pqdweb?did=764766051&Fmt=2&clientId=61839&RQT=309&VName_=PQD.
- Kelley, Leslie. (1990). Using the 4 MAT to Improve Staff Development. *Curriculum Assessment and Planning : NISC Discover Report*.
- Klienman, Gladys S. (1936, March). General Science Teacher Questions, Pupil and Teacher Behavior and Pupils Understanding of Science. *Dissertation Abstracts International*. 25(17): 5153 – 4A.
- Nelson, leslic W.; & Geoge, C. Lobeer. (1975). *Science Activities for Elementary Children*. 4th ed. Iowa: W.M.C. Brown Publishers.
- Mazano, Robert J. (2001). *Designing A New Taxonomy of Educational Objective*. California: Corwin Press.
- McCarthy, Bernice. (1990). Using the 4 MAT System to Bring Learning Styles of Schools. *Eric Accession : NISC Discover Report*.
- Russel, Alan M. (1956). *The Biotechnology Revolution : An International Perspective*, Brighton, Sussex : Wheat Sheaf.
- Smith, Patty Templeton. (1994, January). Instructional Method Effect on Student Achievement. *Dissertation Abstracts International*. 54(7): 2528 – 17.
- Watson, G.; & Glaser, E. M. (1964). *Watson Glaser Critical Thinking, Appraisal Manual*. New York: Harcourt, Brace and World.





ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

ผศ.สนธยา ศรีบางพลี	ข้าราชการบำนาญ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ฝ่ายมัธยมศึกษา) เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร
อาจารย์สิริพร พลายมุล	อดีตอาจารย์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
นายธีรภัทร ดงยางวัน	ครู คศ.1 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสวนกุหลาบ จ. ชลบุรี
นางสาวเอี่ยมพร บุตรดี	ครู คศ.1 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น-ตอนปลาย โรงเรียนอิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร

ภาคผนวก ข

- ตารางค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร หน่วยการเรียนรู้เรื่อง สารและการจำแนกสาร
- ตารางค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบเทคนิค 4 MAT สาระที่ 3:
สารและสมบัติของสาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารและการจำแนกสาร
- ตารางค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารและการจำแนกสาร
- ตารางค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ตาราง 11 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สาระที่ 3 : สาร และสมบัติของสาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารและการจำแนกสาร

แผนการจัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	
1	1	1	1	1.00
2	1	1	1	1.00
3	1	1	1	1.00
4	1	1	1	1.00
5	1	1	1	1.00
6	1	1	1	1.00

ตาราง 12 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบเทคนิค 4 MAT สาระที่ 3 : สาร และสมบัติของสาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารและการจำแนกสาร

แผนการจัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	
1	1	1	1	1.00
2	1	1	1	1.00
3	1	1	1	1.00
4	1	1	1	1.00
5	1	1	1	1.00
6	1	1	1	1.00

ตาราง 13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สาระ
ที่ 3 : สารและสมบัติของสาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารและการจำแนกสาร

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3			ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	
1	1	0	1	0.66	16	0	1	1	0.66
2	1	1	1	1.00	17	1	1	1	1.00
3	0	1	1	0.66	18	1	1	1	1.00
4	1	1	1	1.00	19	1	1	0	0.66
5	1	0	1	0.66	20	1	1	1	1.00
6	1	1	0	0.66	21	0	1	1	0.66
7	1	1	0	0.66	22	1	1	1	1.00
8	1	1	1	1.00	23	1	0	1	0.66
9	1	1	1	1.00	24	1	1	1	1.00
10	1	1	1	1.00	25	1	1	1	1.00
11	0	1	1	0.66	26	0	1	1	0.66
12	1	1	1	1.00	27	1	1	0	0.66
13	1	0	1	0.66	28	1	1	1	1.00
14	1	0	1	0.66	29	1	0	1	0.66
15	1	0	1	0.66	30	1	1	1	1.00

ตาราง 14 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3			ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	
1	1	1	1	1.00	16	1	1	1	1.00
2	0	1	1	0.66	17	0	1	1	0.66
3	1	1	0	0.66	18	1	1	0	0.66
4	1	1	1	1.00	19	1	1	1	1.00
5	1	0	1	0.66	20	1	1	1	1.00
6	1	1	1	1.00	21	1	1	1	1.00
7	1	1	1	1.00	22	1	1	1	1.00
8	1	1	1	1.00	23	0	1	1	0.66
9	1	1	1	1.00	24	1	1	0	0.66
10	0	1	1	0.66	25	1	1	1	1.00
11	1	1	0	0.66	26	1	0	1	0.66
12	1	1	1	1.00	27	1	1	1	1.00
13	1	1	1	1.00	28	1	1	1	1.00
14	1	1	1	1.00	29	1	1	1	1.00
15	1	1	1	1.00	30	0	1	1	0.66



ภาคผนวก ค

- ตารางผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารและการจำแนกสาร จำนวน 30 ข้อ
- ตารางผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ จำนวน 30 ข้อ

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารและการจำแนกสาร จำนวน 30 ข้อ

ข้อที่	P	r	ข้อที่	P	r
1	.53	.43	16	.50	.33
2	.52	.33	17	.58	.47
3	.47	.33	18	.55	.33
4	.45	.56	19	.53	.44
5	.53	.33	20	.58	.33
6	.43	.50	21	.48	.47
7	.55	.50	22	.55	.37
8	.43	.33	23	.60	.43
9	.58	.40	24	.60	.26
10	.57	.33	25	.52	.37
11	.45	.33	26	.55	.37
12	.52	.44	27	.52	.40
13	.45	.33	28	.52	.37
14	.50	.44	29	.47	.41
15	.55	.30	30	.57	.30

ในการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารและการจำแนกสาร เท่ากับ 0.73

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร KR - 20 (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 197 – 198)

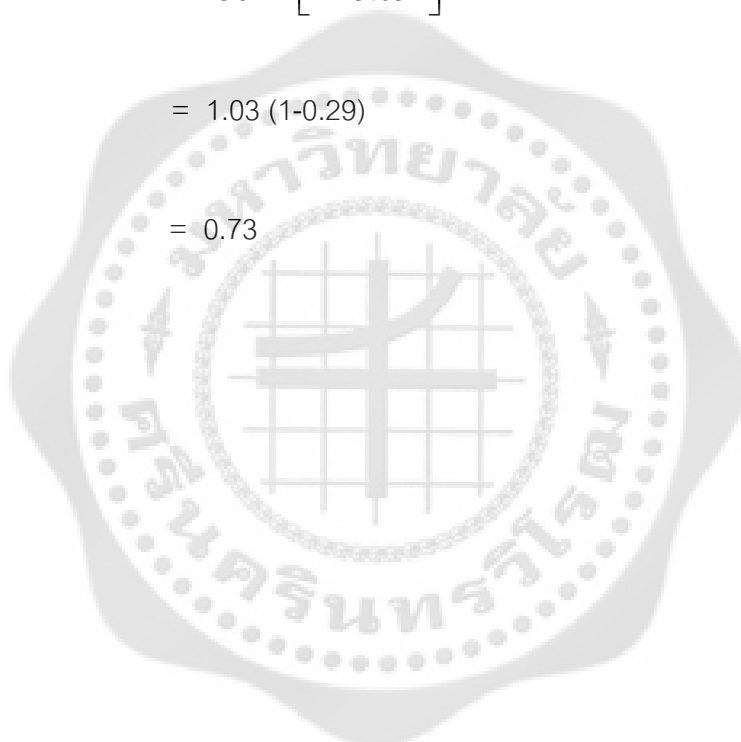
$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ	r_{ii}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่งๆ นั่นคือสัดส่วนของคน ทำถูก กับทั้งหมด
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่งๆ หรือคือ $1 - p$
	S_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือฉบับนั้น

$$\text{แทนค่า} \quad r_{ii} = \frac{30}{30-1} \left[1 - \frac{7.41}{5.05^2} \right]$$

$$= 1.03 (1-0.29)$$

$$= 0.73$$



ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ จำนวน 30 ข้อ

ข้อที่	P	r	ข้อที่	P	r
1	.52	.43	16	.47	.44
2	.43	.60	17	.50	.47
3	.57	.33	18	.57	.44
4	.53	.53	19	.53	.44
5	.58	.30	20	.57	.40
6	.45	.54	21	.47	.33
7	.53	.40	22	.48	.37
8	.43	.38	23	.58	.43
9	.55	.43	24	.45	.41
10	.53	.27	25	.37	.38
11	.48	.33	26	.45	.50
12	.48	.60	27	.42	.67
13	.52	.41	28	.35	.47
14	.47	.43	29	.35	.45
15	.50	.47	30	.37	.43

ในการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.76

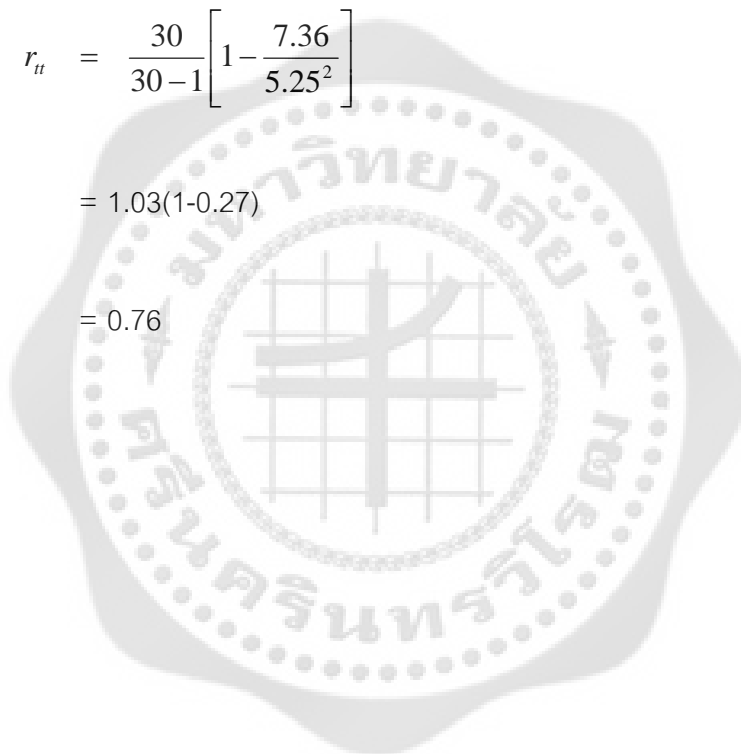
ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยใช้สูตร KR - 20 (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 197 - 198)

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

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่งๆ นั่นคือ $= \frac{\text{จำนวนคนที่ถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่งๆ หรือคือ $1-p$
	S_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือฉบับนั้น

แทนค่า

$$\begin{aligned}
 r_{tt} &= \frac{30}{30-1} \left[1 - \frac{7.36}{5.25^2} \right] \\
 &= 1.03(1-0.27) \\
 &= 0.76
 \end{aligned}$$



ภาคผนวก ง

- ตารางคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารและการจำแนกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยการใช้ปัญหาเป็นฐาน
- ตารางคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารและการจำแนกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT
- ตารางคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยการใช้ปัญหาเป็นฐาน
- ตาราง คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT

ตาราง 17 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารและการจำแนกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยการใช้ปัญหาเป็นฐาน

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ข้อที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	11	18	16	10	21
2	9	16	17	12	20
3	16	25	18	14	24
4	14	23	19	7	13
5	7	22	20	9	19
6	6	13	21	8	13
7	11	18	22	16	25
8	12	19	23	12	21
9	9	22	24	10	18
10	7	15	25	7	12
11	8	14	26	14	23
12	15	24	27	13	25
13	12	19	28	10	18
14	11	17	29	11	17
15	11	19	30	13	17
			Σ	325	570
			\bar{x}	10.83	19.00
			S	2.79	3.89

ตาราง 18 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารและการจำแนกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ข้อที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	10	19	16	7	17
2	14	26	17	6	20
3	4	13	18	8	12
4	11	18	19	15	22
5	15	26	20	7	15
6	6	12	21	16	24
7	13	21	22	8	19
8	16	24	23	13	22
9	13	25	24	9	17
10	11	17	25	14	18
11	15	26	26	16	17
12	12	23	27	13	24
13	12	17	28	15	23
14	9	19	29	14	19
15	13	18	30	4	13
			Σ	339	586
			\bar{x}	11.30	19.53
			S	3.68	4.21

ตาราง 19 คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 ที่
ได้รับการสอนโดยการใช้ปัญหาเป็นฐาน

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ข้อที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	12	17	16	9	20
2	11	16	17	12	20
3	15	24	18	15	22
4	14	23	19	6	14
5	10	21	20	8	18
6	5	15	21	7	14
7	11	20	22	14	23
8	13	18	23	12	22
9	13	19	24	12	17
10	4	12	25	6	11
11	7	13	26	13	23
12	14	23	27	13	22
13	12	19	28	11	19
14	11	19	29	9	17
15	10	18	30	11	18
			Σ	320	557
			\bar{x}	10.67	18.57
			S	3.01	3.51

ตาราง 20 คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 ที่
ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ข้อที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	9	13	16	9	20
2	13	21	17	8	17
3	7	15	18	7	15
4	11	19	19	16	22
5	14	24	20	8	15
6	7	13	21	14	25
7	11	21	22	10	19
8	14	23	23	13	24
9	16	22	24	10	18
10	9	12	25	12	17
11	15	23	26	11	17
12	14	24	27	16	23
13	11	19	28	14	26
14	10	18	29	11	18
15	12	18	30	7	13
			Σ	339	574
			\bar{x}	11.30	19.13
			S	2.88	3.96



ภาคผนวก จ

- ตารางวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารและการจำแนกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยการใช้ปัญหาเป็นฐานโดยใช้ t-test for Dependent Sample
- ตารางวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารและการจำแนกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT โดยใช้ t-test for Dependent Sample
- ตารางวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยการใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้ t-test for Dependent Sample
- ตารางวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT โดยใช้ t-test for Dependent Sample

ตาราง 21 วิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หน่วยหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สาร และการจำแนกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยการแก้ปัญหา เป็นฐานโดยใช้ t-test for Dependent Sample

คนที่	กลุ่มทดลองที่ 1		D	D ²
	Pre	Post		
1	11	18	7	49
2	9	16	7	49
3	16	25	9	81
4	14	23	9	81
5	7	22	15	225
6	6	13	7	49
7	11	18	7	49
8	12	19	7	49
9	9	22	13	169
10	7	15	8	64
11	8	14	6	36
12	15	24	9	81
13	12	19	7	49
14	11	17	6	36
15	11	19	8	64
16	10	21	11	121
17	12	20	8	64
18	14	24	10	100
19	7	13	6	36
20	9	19	10	100
21	8	13	5	25
22	16	25	9	81
23	12	21	9	81
24	10	18	8	64

ตาราง 21 (ต่อ)

คนที่	กลุ่มทดลองที่ 1		D	D ²
	Pre	Post		
25	7	12	5	25
26	14	23	9	81
27	13	25	12	144
28	10	18	8	64
29	11	17	6	36
30	13	17	4	16
Σ	325	570	245	2169
		$(\Sigma D)^2$	60025	-
		(ΣD^2)	-	2169

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิเวศศาสตร์ หน่วยหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารและการจำแนกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยการใช้อุปกรณ์เป็นฐาน โดยใช้ t-test for Dependent Sample

$$\text{สูตร} \quad t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{n \Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{n-1}}} ; df = n-1$$

$$\text{จะได้} \quad t = \frac{245}{\sqrt{\frac{30(2169) - (60025)}{30-1}}}$$

$$t = \frac{245}{\sqrt{\frac{(65070) - (60025)}{29}}}$$

$$t = \frac{245}{\sqrt{173.97}}$$

$$t = 18.58$$

ตาราง 22 วิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารและการจำแนกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT โดยใช้ t-test for Dependent Sample

คนที่	กลุ่มทดลองที่ 2		D	D ²
	Pre	Post		
1	10	19	9	81
2	14	26	12	144
3	4	13	9	81
4	11	18	7	49
5	15	26	11	121
6	6	12	6	36
7	13	21	8	64
8	16	24	8	64
9	13	25	12	144
10	11	17	6	36
11	15	26	11	121
12	12	23	11	121
13	12	17	5	25
14	9	19	10	100
15	13	18	5	25
16	7	17	10	100
17	6	20	14	196
18	8	12	4	16
19	15	22	7	49
20	7	15	8	64
21	16	24	8	64
22	8	19	11	121
23	13	22	9	81
24	9	17	8	64

ตาราง 22 (ต่อ)

คนที่	กลุ่มทดลองที่ 2		D	D ²
	Pre	Post		
25	14	18	4	16
26	16	17	1	1
27	13	24	11	121
28	15	23	8	64
29	14	19	5	25
30	4	13	9	81
Σ	339	586	247	2275
		$(\Sigma D)^2$	61009	-
		(ΣD^2)	-	2275

สูตร
$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{n \Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{n-1}}}; df = n-1$$

จะได้
$$t = \frac{247}{\sqrt{\frac{30(2275) - (61009)}{30-1}}}$$

$$t = \frac{247}{\sqrt{\frac{30(2275) - (61009)}{29}}}$$

$$t = \frac{247}{\sqrt{241.37}}$$

$$t = 15.89$$

ตาราง 23 วิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยการใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้ t-test for Dependent Sample

คนที่	กลุ่มทดลองที่ 1		D	D ²
	Pre	Post		
1	12	17	5	25
2	11	16	5	25
3	15	24	9	81
4	14	23	9	81
5	10	21	11	121
6	5	15	10	100
7	11	20	9	81
8	13	18	5	25
9	13	19	6	36
10	4	12	8	64
11	7	13	6	36
12	14	23	9	81
13	12	19	7	49
14	11	19	8	64
15	10	18	8	64
16	9	20	11	121
17	12	20	8	64
18	15	22	7	49
19	6	14	8	64
20	8	18	10	100
21	7	14	7	49
22	14	23	9	81
23	12	22	10	100
24	12	17	5	25
25	6	11	5	25

ตาราง 23 (ต่อ)

คนที่	กลุ่มทดลองที่ 1		D	D ²
	Pre	Post		
26	13	23	10	100
27	13	22	9	81
28	11	19	8	64
29	9	17	8	64
30	11	18	7	49
Σ	320	557	237	1969
		$(\Sigma D)^2$	56169	-
		(ΣD^2)	-	1969

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยการใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้ t-test for Dependent Sample

$$\text{สูตร} \quad t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{n \Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{n-1}}} ; df = n - 1$$

$$\begin{aligned} \text{จะได้} \quad t &= \frac{237}{\sqrt{\frac{30(1969) - (59070)}{30-1}}} \\ t &= \frac{237}{\sqrt{\frac{30(1969) - (59070)}{29}}} \\ t &= \frac{237}{\sqrt{100.03}} \end{aligned}$$

$$t = 23.69$$

ตาราง 24 วิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT โดยใช้ t-test for Dependent Sample

คนที่	กลุ่มทดลองที่ 2		D	D ²
	Pre	Post		
1	9	13	4	16
2	13	21	8	64
3	7	15	8	64
4	11	19	8	64
5	14	24	10	100
6	7	13	6	36
7	11	21	10	100
8	14	23	9	81
9	16	22	6	36
10	9	12	3	9
11	15	23	8	64
12	14	24	10	100
13	11	19	8	64
14	10	18	8	64
15	12	18	6	36
16	9	20	11	121
17	8	17	9	81
18	7	15	8	64
19	16	22	6	36
20	8	15	7	49
21	14	25	11	121
22	10	19	9	81
23	13	24	11	121
24	10	18	8	64
25	12	17	5	25

ตาราง 23 (ต่อ)

คนที่	กลุ่มทดลองที่ 2		D	D ²
	Pre	Post		
26	11	17	6	36
27	16	23	7	49
28	14	26	12	144
29	11	18	7	49
30	7	13	6	36
Σ	339	574	235	1975
		$(\Sigma D)^2$	55225	-
		(ΣD^2)	-	1975

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT โดยใช้ t-test for Dependent Sample

$$\text{สูตร} \quad t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{n \Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{n-1}}} ; df = n-1$$

$$\text{จะได้} \quad t = \frac{235}{\sqrt{\frac{30(1975) - (55225)}{30-1}}}$$

$$t = \frac{235}{\sqrt{\frac{59250 - (55225)}{29}}}$$

$$t = \frac{235}{\sqrt{138.79}}$$

$$t = 19.95$$

ตาราง 25 วิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารและการ
จำแนกสาร ของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ตามสมมติฐานข้อที่ 1
และ 4 โดยใช้ t-test for Independent Sample ในรูป Difference Score

คนที่	กลุ่มทดลองที่ 1		D ₁	กลุ่มทดลองที่ 2		D ₁	(D ₁ -MD ₁) ²	(D ₂ -MD ₂) ²
	Pre	Post		Pre	Post			
1	11	18	7	10	19	9	1.37	0.59
2	9	16	7	14	26	12	1.37	14.21
3	16	25	9	4	13	9	0.69	0.59
4	14	23	9	11	18	7	0.69	1.51
5	7	22	15	15	26	11	46.65	7.67
6	6	13	7	6	12	6	1.37	4.97
7	11	18	7	13	21	8	1.37	0.05
8	12	19	7	16	24	8	1.37	0.05
9	9	22	13	13	25	12	23.33	14.21
10	7	15	8	11	17	6	0.03	4.97
11	8	14	6	15	26	11	4.71	7.67
12	15	24	9	12	23	11	0.69	7.67
13	12	19	7	12	17	5	1.37	10.43
14	11	17	6	9	19	10	4.71	3.13
15	11	19	8	13	18	5	0.03	10.43
16	10	21	11	7	17	10	8.01	3.13
17	12	20	8	6	20	14	0.03	33.29
18	14	24	10	8	12	4	3.35	17.89
19	7	13	6	15	22	7	4.71	1.51
20	9	19	10	7	15	8	3.35	0.05
21	8	13	5	16	24	8	10.05	0.05
22	16	25	9	8	19	11	0.69	7.67
23	12	21	9	13	22	9	0.69	0.59

ตาราง 25 (ต่อ)

คนที่	กลุ่มทดลองที่ 1		D ₁	กลุ่มทดลองที่ 2		D ₁	(D ₁ -MD ₁) ²	(D ₂ -MD ₂) ²
	Pre	Post		Pre	Post			
24	10	18	8	9	17	8	0.03	0.05
25	7	12	5	14	18	4	10.05	17.89
26	14	23	9	16	17	1	0.69	52.27
27	13	25	12	13	24	11	14.67	7.67
28	10	18	8	15	23	8	0.03	0.05
29	11	17	6	14	19	5	4.71	10.43
30	13	17	4	4	13	9	17.39	0.59
Σ	325	570	245	339	586	247	168.17	241.37
\bar{x}	10.83	19.00	8.17	11.30	19.53	8.23	5.61	8.05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารและการจำแนกสาร ของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ตามสมมติฐานข้อที่ 1 และ 4 โดยใช้ t-test for Independent Sample ในรูป Difference Score

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

$$\text{ซึ่ง } S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}$$

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

$$\begin{aligned} \text{จะได้ } S_D^2 &= \frac{168.17 + 241.37}{30 + 30 - 2} \\ &= \frac{409.53}{58} \end{aligned}$$

$$= 7.06$$

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

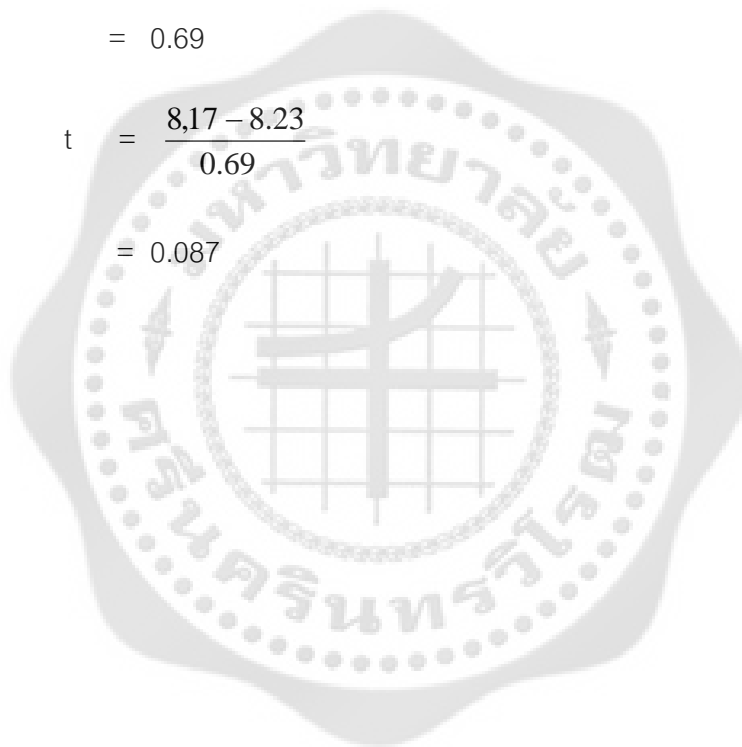
$$S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{7.06}{30} + \frac{7.06}{30}}$$

$$= \sqrt{\frac{7.06}{30} + \frac{7.06}{30}}$$

$$= 0.69$$

$$t = \frac{8.17 - 8.23}{0.69}$$

$$= 0.087$$



ตาราง 26 วิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารและการ
จำแนกสาร ของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ตามสมมติฐานข้อที่ 1
และ 4 โดยใช้ t-test for Independent Sample ในรูป Difference Score

คนที่	กลุ่มทดลองที่ 1		D ₁	กลุ่มทดลองที่ 2		D ₂	(D ₁ -MD ₁) ²	(D ₂ -MD ₂) ²
	Pre	Post		Pre	Post			
1	12	17	5	9	13	4	8.41	14.67
2	11	16	5	13	21	8	8.41	0.03
3	15	24	9	7	15	8	1.21	0.03
4	14	23	9	11	19	8	1.21	0.03
5	10	21	11	14	24	10	9.61	4.71
6	5	15	10	7	13	6	4.41	3.35
7	11	20	9	11	21	10	1.21	4.71
8	13	18	5	14	23	9	8.41	1.37
9	13	19	6	16	22	6	3.61	3.35
10	4	12	8	9	12	3	0.01	23.33
11	7	13	6	15	23	8	3.61	0.03
12	14	23	9	14	24	10	1.21	4.71
13	12	19	7	11	19	8	0.81	0.03
14	11	19	8	10	18	8	0.01	0.03
15	10	18	8	12	18	6	0.01	3.35
16	9	20	11	9	20	11	9.61	10.05
17	12	20	8	8	17	9	0.01	1.37
18	15	22	7	7	15	8	0.81	0.03
19	6	14	8	16	22	6	0.01	3.35
20	8	18	10	8	15	7	4.41	0.69
21	7	14	7	14	25	11	0.81	10.05
22	14	23	9	10	19	9	1.21	1.37
23	12	22	10	13	24	11	4.41	10.05
24	12	17	5	10	18	8	8.41	0.03

ตาราง 26 (ต่อ)

คนที่	กลุ่มทดลองที่ 1		D ₁	กลุ่มทดลองที่ 2		D ₂	(D ₁ -MD ₁) ²	(D ₂ -MD ₂) ²
	Pre	post		Pre	Post			
25	6	11	5	12	17	5	8.41	8.01
26	13	23	10	11	17	6	4.41	3.35
27	13	22	9	16	23	7	1.21	0.69
28	11	19	8	14	26	12	0.01	17.39
29	9	17	8	11	18	7	0.01	0.69
30	11	18	7	7	13	6	0.81	3.35
Σ	320	557	237	339	574	235	96.70	134.17
\bar{x}	10.67	18.57	7.90	11.30	19.13	7.83	3.22	4.47

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารและการจำแนกสาร ของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ตามสมมติฐานข้อที่ 1 และ 4 โดยใช้ t-test for Independent Sample ในรูป Difference Score

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

$$\text{ซึ่ง } S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}$$

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

$$\begin{aligned} \text{จะได้ } S_D^2 &= \frac{96.70 + 134.17}{30 + 30 - 2} \\ &= \frac{230.87}{58} \\ &= 3.98 \end{aligned}$$

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

$$S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{3.98}{30} + \frac{3.98}{30}}$$

$$= 0.52$$

$$t = \frac{7.90 - 7.83}{0.52}$$

$$= 0.129$$



ภาคผนวก จ

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบเทคนิค 4 MAT
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์



แผนการจัดการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

สาระที่ 3 สสารและสมบัติของสาร

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 สสารเคมีในชีวิตประจำวัน

เรื่องที่ 1 สสารและการจำแนกของสาร

เวลา 3 คาบ

สาระที่ 3 สสารและสมบัติของสาร

มาตรฐานและตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ข้อที่ 2 อธิบายสมบัติและการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร โดยใช้แบบจำลองการจัดเรียงอนุภาคของสาร

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้ (K) นักเรียนสามารถ
 - 1) อธิบายสมบัติของสารในแต่ละกลุ่ม
 - 2) บอกความแตกต่างของสารในสถานะต่างๆ ได้
 - 3) จำแนกประเภทของสารตามสมบัติและลักษณะเนื้อสารได้
2. ด้านทักษะกระบวนการ (P) นักเรียนสามารถ
 - 1) ทดลองจำแนกสารแต่ละประเภทได้
 - 2) เขียนแผนผังสรุปการจำแนกสารตามเกณฑ์ต่างๆ ได้
3. ด้านจิตพิสัย (A)
 - 1) มีความใฝ่ใจเป็นคนช่างสังเกต ช่างคิด และช่างสงสัย
 - 2) เป็นผู้ที่มีความกระตือรือร้นในการเสาะแสวงหาความรู้

สาระสำคัญ

สาร หมายถึง สิ่งที่มีตัวตน มีมวลหรือน้ำหนัก ต้องการที่อยู่และสามารถสัมผัสได้ เช่น ดิน หิน น้ำ อากาศ พืช และสัตว์ ทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่รอบๆ ตัวเราจัดเป็นสารทั้งสิ้น สารแต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกัน สามารถเปลี่ยนแปลงสถานะได้และถือว่าเป็นลักษณะเฉพาะของสารแต่ละชนิด ดังนั้น จึงมีการใช้เกณฑ์การพิจารณาและอธิบายสมบัติของสารมาจัดจำแนกสาร และมีการทดสอบสมบัติของ

สารในการพิสูจน์ว่าสารนั้นเป็นสารชนิดใด **การจำแนกสาร** อาจใช้สถานะเป็นเกณฑ์ แบ่งเป็น จำแนกโดยใช้สมบัติการนำไฟฟ้าเป็นเกณฑ์ และจำแนกโดยใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์

สาระการเรียนรู้

- 1) การจำแนกสารตามสถานะ

การจัดกระบวนการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถาม
 - 1.1 ครูให้นักเรียนสังเกตสาร 3 ชนิด หน้าชั้นเรียน สารแต่ละชนิดมีสถานะแตกต่างกัน แล้วถามคำถามนักเรียน ดังนี้
 - 1.1.1 สารที่นักเรียนรู้จักชนิดใดบ้างมีลักษณะเดียวกันกับสารชนิดที่ 1, 2 และ 3
 - 1.1.2 นักเรียนทราบหรือไม่ว่าทำไมครูต้องจำแนกสารในลักษณะแบบนี้
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มสังเกตสารแต่ละชนิด ร่วมกันอภิปรายปัญหา เพื่อนำไปสู่การศึกษาค้นคว้าเรื่องจำแนกสาร (โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 4 - 5 คน คณะพิเศษ และระดับความสามารถให้นักเรียน)

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมสมองกัน หาคำตอบของปัญหา โดยใช้วิธีการที่หลากหลายตามความสามารถและตามความถนัดของแต่ละบุคคลเพื่อหาคำให้ได้มากที่สุด แล้วส่งตัวแทนออกมานำเสนอผลงานของกลุ่มบนกระดาน
2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายและร่วมกันสรุปผลงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม เพื่อทำความเข้าใจและเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าต่อไป อาจสรุปในรูปแบบของแผนผังความคิด

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. ครูแจกใบความรู้ที่ 1 จำแนกสารตามสถานะของสาร
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นข้อมูลเพื่อตอบปัญหาของกลุ่ม โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการดังต่อไปนี้
 - 2.1 วางแผนการศึกษาค้นคว้า โดยคำนึงถึงความสามารถและความถนัดของแต่ละบุคคล
 - 2.2 ลงมือดำเนินการศึกษาค้นคว้า
 - 2.3 บันทึกผลการศึกษา

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้

1. สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มนำข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้ามาอภิปรายร่วมกัน เพื่อตรวจสอบความรู้ที่ได้มานั้นมีความถูกต้อง มีความเหมาะสมหรือไม่ และเป็นคำตอบของปัญหาที่กำหนดไว้หรือไม่
2. ครูให้คำแนะนำเพิ่มเติมในแต่ละกลุ่ม

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ

1. สมาชิกแต่ละกลุ่มช่วยกันสรุปผลการศึกษาค้นคว้าในแบบบันทึกการศึกษาค้นคว้าและการแก้ปัญหา
2. นักเรียนแต่ละทำกิจกรรมทดลองที่ 1 เรื่องการจำแนกสารตามเกณฑ์สถานะของสาร
3. สมาชิกในกลุ่มร่วมกันประเมินผลงานของกลุ่ม

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน

1. นักเรียนแต่ละกลุ่ม นำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน ครูและเพื่อนๆ ร่วมกันประเมินผลงาน และเสนอแนะความรู้เพิ่มเติม
2. ทำใบงานที่ 1 การจำแนกสารและสมบัติของสารเพื่อประเมินความรู้ของตนเอง

สื่อการเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 1 เรื่องการจำแนกสารตามสถานะของสาร
2. กิจกรรมทดลองที่ 1 เรื่องการจำแนกสารตามเกณฑ์สถานะของสาร
3. ใบงานที่ 1 การจำแนกสารและสมบัติของสาร
4. วัสดุอุปกรณ์ในการทดลอง

การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้

1. การประเมินตามสภาพจริงการปฏิบัติการทดลอง
2. การประเมินตามสภาพจริงตามพฤติกรรมการจัดกระทำและนำเสนอชิ้นงาน

สาระสำคัญ

สาร หมายถึง สิ่งที่มีตัวตน มีมวลหรือน้ำหนัก ต้องการที่อยู่และสามารถสัมผัสได้ เช่น ดิน หิน น้ำ อากาศ พืช และสัตว์ ทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่รอบๆ ตัวเราจัดเป็นสารทั้งสิ้น สารแต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกัน สามารถเปลี่ยนแปลงสถานะได้และถือว่าเป็นลักษณะเฉพาะของสารแต่ละชนิดดังนั้นจึงมีการใช้เกณฑ์การพิจารณาและอธิบายสมบัติของสารมาจัดจำแนกสาร และมีการทดสอบสมบัติของสารในการพิสูจน์ว่าสารนั้นเป็นสารชนิดใด

การจำแนกสาร อาจใช้สถานะเป็นเกณฑ์ แบ่งเป็น จำแนกโดยใช้สมบัติการนำไฟฟ้าเป็นเกณฑ์ และจำแนกโดยใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์

สาระการเรียนรู้

การจำแนกสารตามสถานะ

การจัดกระบวนการเรียนรู้

ขั้นสร้างคุณค่าและประสบการณ์ของสิ่งที่เรียน

ครูสนทนาซักถามและซักถามนักเรียนสาร 3 ชนิดหน้าชั้นเรียน สารแต่ละชนิดมีสถานะแตกต่างกัน แล้วตั้งประเด็นคำถาม

1. สารที่นักเรียนสังเกตมีลักษณะต่างกันอย่างไร
2. สารอื่นที่นักเรียนรู้จักสารใดบ้างมีสถานะเช่นเดียวกับสารทั้ง 3 ชนิด

ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์

ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้แต่ละกลุ่มร่วมกันนักเรียนคิดหาคำและอภิปรายหาเหตุผลดังนี้

1. ทำไมครูต้องให้นักเรียนสังเกตลักษณะของสาร ทั้ง 3 ชนิด
2. สารทั้ง 3 ชนิด ใช้เกณฑ์ใดในการจำแนก

ขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด

นักเรียนแต่ละกลุ่มและครูร่วมกันอภิปรายเกณฑ์การจำแนกสารตามสถานะ ครูให้นักเรียนแข่งเกมการจำแนกสารในชีวิตประจำวันเพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนคิด โดยให้นักเรียนระดมสมองกันหาคำตอบให้มากที่สุด แล้วส่งตัวแทนมาเขียนบนกระดานดำ กลุ่มใดเขียนได้เร็วที่สุด และถูกต้องมากที่สุด เป็นผู้ชนะ

ขั้นพัฒนาความคิดรวบยอด

นักเรียนศึกษาใบความรู้เรื่องที่ 1 เรื่องการจำแนกสารตามสถานะของสาร หลังจากนั้น ครูให้ปฏิบัติกิจกรรมทดลองที่ 1 เรื่องการจำแนกสารตามสถานะของสาร ครูให้นักเรียนศึกษาและออกแบบกิจกรรมการทดลองจากสิ่งที่ครูเตรียมมาให้

ชั้นลงมือปฏิบัติจากกรอบความคิดที่กำหนด

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันลงมือปฏิบัติกิจกรรม บันทึกผลและสรุปผลการทดลอง หลังจากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เรื่องสถานะของสาร

ชั้นสร้างชิ้นงานเพื่อความเป็นตนเอง

นักเรียนทำใบงานที่ 1 สมบัติของสารและการจำแนกสาร

ชั้นวิเคราะห์คุณค่าและการประยุกต์ใช้

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมสมองเขียนแผนผังความคิดสรุปเรื่องการจำแนกสารตามเกณฑ์ต่าง ๆ

ชั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์เรียนรู้กับผู้อื่น

นำผลงานที่ได้จากการแลกเปลี่ยนกับกลุ่มอื่น ตัวแทนกลุ่มมาเสนอหน้าชั้นเรียน แล้วครูนำผลงานที่ดีที่สุดติดโชว์หน้าชั้นเรียน เป็นผลงานตัวอย่าง

สื่อการเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 1 เรื่องการจำแนกสารตามสถานะของสาร
2. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องใช้เกณฑ์ใดจำแนกสาร
3. กิจกรรมทดลองที่ 1 เรื่องการจำแนกสารตามเกณฑ์สถานะของสาร
4. ใบงานที่ 1 การจำแนกสารและสมบัติของสาร
5. วัสดุอุปกรณ์ในการทดลอง

การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้

1. การประเมินตามสภาพจริงการปฏิบัติการทดลอง
2. การประเมินตามสภาพจริงตามพฤติกรรมการจัดกระทำและนำเสนอชิ้นงาน

ใบความรู้ที่ 1

เรื่อง การจำแนกสารตามสถานะของ

สสาร (Matter) คือ สิ่งที่มีตัวตน มีมวล และต้องการที่อยู่ สามารถสัมผัสได้โดยประสาทสัมผัสทั้ง 5 แต่ยังไม่ทราบสมบัติที่แน่นอน เช่น ดิน น้ำ อากาศ ฯลฯ ภายในสสารหรือ เนื้อของสสาร เรียกว่า **สาร (Substance)** สสารที่อยู่ในโลกอาจอยู่ในสถานะต่างๆ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิ ความดัน และสมบัติภายในของสาร

สาร คือ สสารที่ทราบสมบัติแน่นอน เช่น เงิน ทอง เหล็ก ฯลฯ ดังนั้นจึงเป็นสสารที่เฉพาะเจาะจง โดยมีสมบัติของสาร 2 ประเภท คือ สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมี



สมบัติของสาร แบ่งออกเป็นสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมี

1. **สมบัติทางเคมี** หมายถึง สมบัติของสารที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมีโดยตรง ได้แก่ ความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับน้ำ กรด เบส อากาศ ดังเช่น ไฮโดรเจน สามารถติดไฟในอากาศได้ ไซเดียมทำปฏิกิริยากับน้ำอย่างรุนแรงและรวดเร็ว การเกิดสนิม ของเหล็ก การเกิดไฮโดรไลซิส

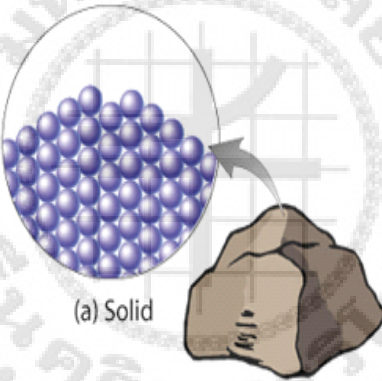
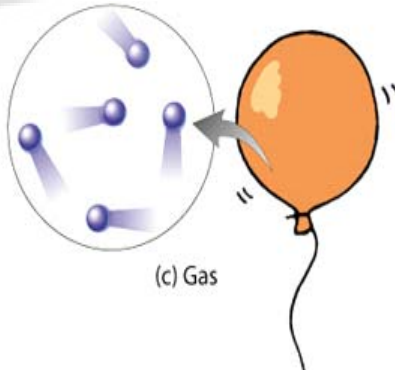
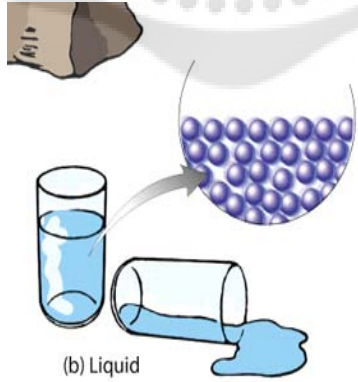
2. **สมบัติทางกายภาพ** หมายถึง สมบัติของสารที่เราสังเกตได้ โดยไม่ต้องใช้ ปฏิกิริยาเคมี ได้แก่ สี กลิ่น รส สถานะ ความหนาแน่น ความแข็ง ความเหนียว รูปร่าง การนำความร้อนและไฟฟ้า จุดเดือด จุดหลอมเหลว การละลายในน้ำและในตัวทำละลาย อื่นๆ

การจำแนกสาร

1. การจำแนกสารโดยใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์
2. การจำแนกสารโดยใช้สถานะของสารเป็นเกณฑ์

1. การจำแนกสารโดยใช้สถานะของสารเป็นเกณฑ์

สถานะของสารจัดเป็นสมบัติทางกายภาพของสารที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า สามารถใช้ประสาทสัมผัสในการจำแนก และยังเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมาก เพราะจัดจำแนกได้ง่ายกว่าการใช้เกณฑ์อื่น โดยจะสามารถจำแนกสารออกได้ดังแผนภาพ

ของแข็ง	แก๊ส
<ul style="list-style-type: none"> • สารที่อยู่ในสถานะนี้จะมีรูปร่างคงที่มีปริมาตรคงที่ โมเลกุลของสารจะอยู่ชิดติดกันอย่างเป็นระเบียบเหมือนกันทั้งหมด 	<ul style="list-style-type: none"> • สารที่อยู่ในสถานะนี้จะมีรูปร่างไม่คงที่ จะเปลี่ยนรูปร่างไปตามภาชนะที่บรรจุ มีปริมาตรไม่คงที่ โดยมีปริมาตรเท่ากับภาชนะที่บรรจุ โมเลกุลของสารจะอยู่ห่างกันมากที่สุด และเคลื่อนที่ได้โดยอิสระ
<p>(a) Solid</p> 	<p>(c) Gas</p> 
<p>ของเหลว</p> <ul style="list-style-type: none"> • สารที่อยู่ในสถานะนี้จะมีรูปร่างไม่คงที่ จะเปลี่ยนรูปร่างไปตามภาชนะที่บรรจุ มีปริมาตรคงที่และสามารถไหลได้ โมเลกุลของสารจะอยู่ห่างกันมากกว่าของแข็ง 	<p>(b) Liquid</p> 

© 2011 by Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley

From *Conceptual Chemistry* by John Suchocki. Copyright ©

กิจกรรมทดลองที่ 1 อุณหภูมิกับการเปลี่ยนสถานะของสาร

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1.
2.

ปัญหา

.....

.....

สมมติฐาน

.....

.....

วัสดุอุปกรณ์

- | | |
|--------------------------------------|--------|
| 1. น้ำแข็งทุบละเอียด | 20 g |
| 2. ปีกเกอร์ขนาด 100 cm ³ | 1 ใบ |
| 3. หลอดทดลองขนาดใหญ่ | 1 หลอด |
| 4. จุกยางเบอร์ 4 เจาะรู 2 รู | 1 อัน |
| 5. หลอดน้ำ แก้วรูปตัว V | 1 อัน |
| 6. เทอร์มอมิเตอร์ | 1 อัน |
| 7. แท่งแก้วคนสาร | 1 อัน |
| 8. ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลม | 1 ชุด |
| 9. ขาดั่งและที่จับหลอดทดลอง | 1 ชุด |
| 10. เศษกระดาษแข็งชิ้นเล็ก ๆ | 3 ชิ้น |

คำสั่ง: ให้นักเรียนวางแผนดำเนินการทดลอง บันทึกผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง

วิธีการทดลอง

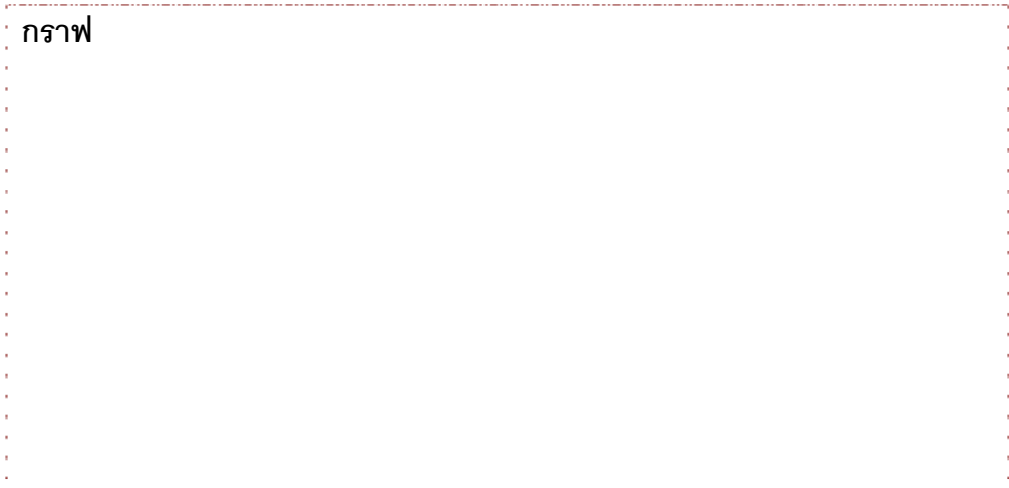
ตอนที่ 1

.....

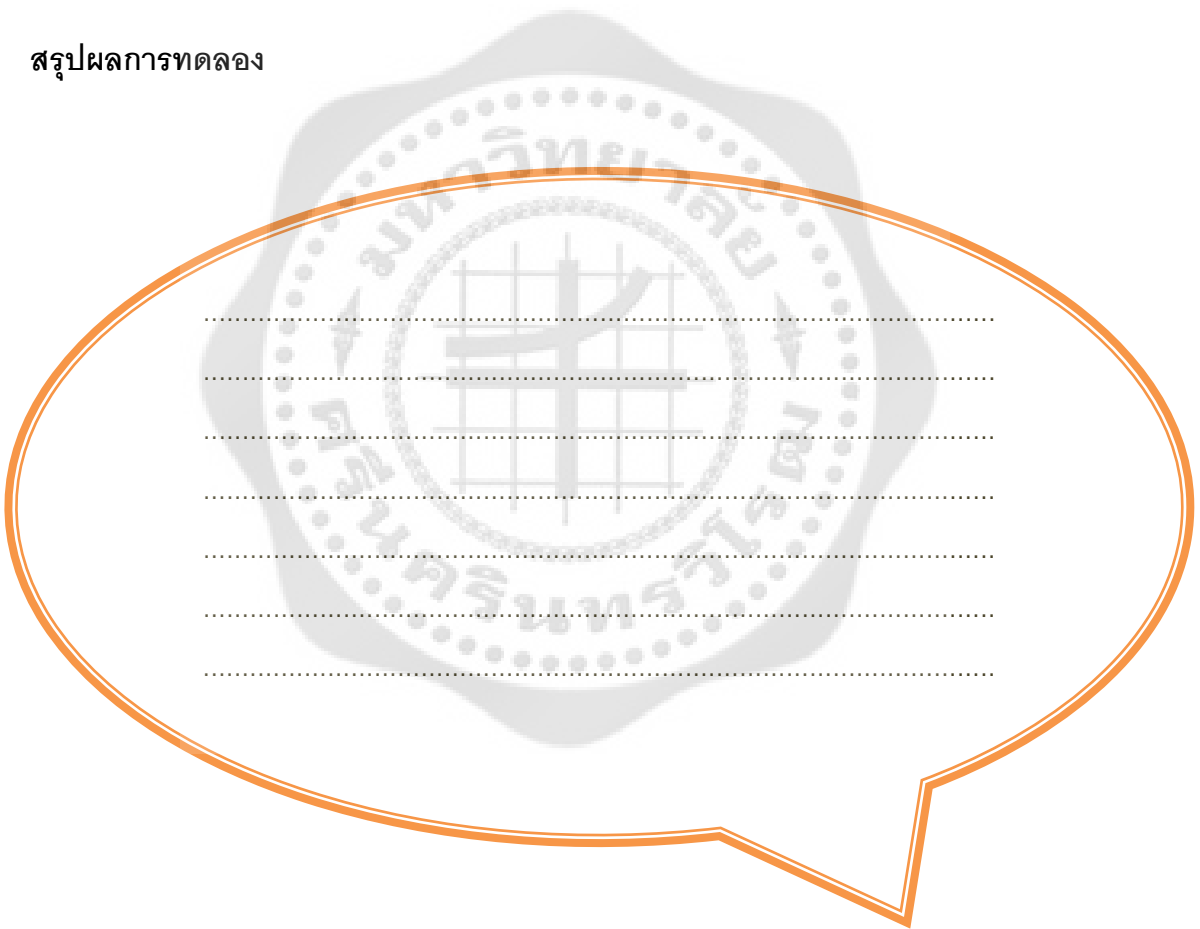
.....

.....

กราฟ



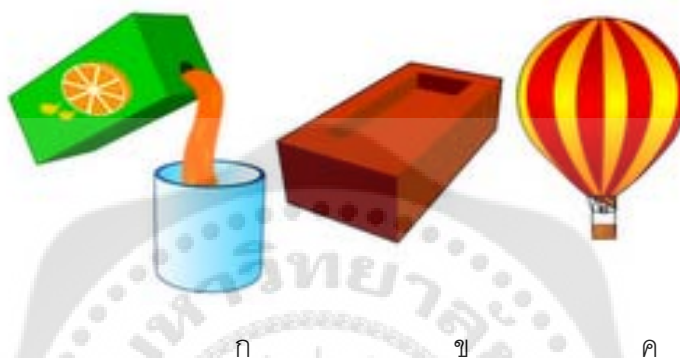
สรุปผลการทดลอง



ใบงานที่ 1 การจำแนกสารและสมบัติของสาร

คำสั่ง: จงเติมข้อมูลลงในช่องว่างให้ถูกต้องและสมบูรณ์ที่สุด

- ให้นักเรียนสังเกตสารทั้ง 3 ชนิดในภาพ แล้วตอบปัญหา



- 1.1 อนุภาคของสารใดจะเคลื่อนที่ได้มากที่สุด
 - 1.2 สารใดจะเปลี่ยนรูปร่างไปได้หลายแบบ เมื่อถูกแรงบีบหรืออัด
 - 1.3 อนุภาคของสารใด เมื่อวางบนพื้นราบจะยังคงรูปเดิมไม่แบนราบไปตามพื้น
- 1.4 สารใดมีความหนาแน่นมากที่สุด
2. จงบอกชื่อสารที่อยู่ตัวนักเรียนและที่พบเห็นในชีวิตประจำวันให้มากที่สุด

.....

.....

.....
3. จงนำข้อมูลจากข้อ 2 มาตอบคำถามดังต่อไปนี้
 - 3.1 สมบัติของสารที่เป็นของแข็ง คืออะไร
 - 3.2 สมบัติของสารที่เป็นของเหลว คืออะไร
 - 3.3 สมบัติของสารที่เป็นแก๊ส คืออะไร
4. นักเรียนสามารถจำแนกสารโดยเกณฑ์อื่นได้หรือไม่ อย่างไร

นักเรียนพิจารณาข้อมูล ดังต่อไปนี้

ข้อ	สารชนิดต่างๆ
1	น้ำเชื่อม ทองเหลือง ดินน้ำมัน
2	ไนโตรเจน ออกซิเจน ไฮโดรเจน
3	ถ่าน แม่เหล็ก คอนกรีต
4	อากาศ พิวส์ พรอท

3. จากข้อมูลข้อใดสามารถจำแนกสารโดยใช้สถานะได้ (ความเข้าใจ)

ข้อ 1

ข. ข้อ 2

ค. ข้อ 3

ง. ข้อ 4

4. ข้อใดจัดเป็นสารละลายทั้งหมด (ความเข้าใจ)

ก. ข้อ 1 และ 4

ข. ข้อ 1 และ 2

ค. ข้อ 3 และ 4

ง. ข้อ 1 เท่านั้น

พิจารณาเกณฑ์ที่ใช้จำแนกสารแล้วตอบคำถามข้อ 5 – 6

สาร	สมบัติของสาร		
	สถานะ	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาค (cm)	การนำไฟฟ้า
A	ของเหลว	สั้นกว่า 10^{-7}	นำไฟฟ้า
B	ของเหลว	ระหว่าง 10^{-4} - 10^{-7}	นำไฟฟ้า
C	ของเหลว	ยาวกว่า 10^{-7}	ไม่นำไฟฟ้า

5. ข้อที่เป็นสารชนิดเดียวกับน้ำส้มคั้น (ความเข้าใจ)

ก. สาร A

ข. สาร B

ค. สาร C

ง. ทั้ง A และ B

6. ข้อใดจัดเป็นสารคอลลอยด์ (ความเข้าใจ)
- ก. สาร A
 - ข. สาร B
 - ค. สาร C
 - ง. สาร B และ C
7. นักเรียนควรใช้เกณฑ์ใดจัดน้ำอัดลมและน้ำเชื่อม (การนำไปใช้)
- ก. สารละลาย
 - ข. สารเนื้อผสม
 - ค. สารบริสุทธิ์
 - ง. สารประกอบ
8. ข้อที่ใช้พิจารณาตัวทำละลายในสารละลาย (ความเข้าใจ)
- ก. สารที่มีปริมาณมากและมีสถานะเดียวกับสารละลาย
 - ข. สารที่มีปริมาณมากและมีสถานะต่างจากสารละลาย
 - ค. สารที่มีปริมาณน้อย และมีสถานะเดียวกับสารละลาย
 - ง. สารที่มีปริมาณน้อย และมีสถานะต่างจากสารละลาย
9. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการจำแนกสารโดยใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ (ความรู้-ความจำ)
- ก. ธาตุเป็นสารบริสุทธิ์
 - ข. สารละลายเป็นสารเนื้อเดียว
 - ค. สารประกอบเป็นสารบริสุทธิ์
 - ง. สารเนื้อเดียวเป็นสารบริสุทธิ์
10. การทดลอง นำสาร A ผสมกับ สาร B แล้วคนให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ 3 นาที สังเกตสารทั้งสองแยกชั้นกันและตกตะกอน นักเรียนคิดว่าสารดังกล่าวคือสารในข้อใด (ความเข้าใจ)
- ก. คอลลอยด์
 - ข. สารละลาย
 - ค. สารบริสุทธิ์
 - ง. สารแขวนลอย

11. ข้อใดคือความแตกต่างที่สังเกตได้อย่างชัดเจนของสารแขวนลอยกับคอลลอยด์ (ความรู้-ความจำ)

- ก. การตกตะกอน
- ข. ขนาดของอนุภาค
- ค. การหักเหของแสง
- ง. การกระเจิงของแสง

12. ข้อใดไม่เกี่ยวข้องกับการละลายของสาร (ความเข้าใจ)

- ก. อุณหภูมิ
- ข. ความดัน
- ค. ความหนาแน่น
- ง. ชนิดของสารละลาย

13. ข้อใดต้องใช้ตัวทำละลายต่างจากพวก (ความเข้าใจ)

- ก. น้ำตาล
- ข. เซลล์เล็ก
- ค. เกล็ดแกง
- ง. สีส้มอาหาร

14. ข้อใดที่ตัวทำละลายมีสถานะเป็นของแข็ง(ความรู้-ความจำ)

- ก. น้ำเชื่อม
- ข. เกล็ดในน้ำ
- ค. พรอทในสังกะสี
- ง. ไอโอดีนในอากาศ

15. สารในข้อใดที่มีตัวถูกละลายหลายชนิด (ความรู้-ความจำ)

- ก. นาก
- ข. ฟิวส์ไฟฟ้า
- ค. ทองเหลือง
- ง. เหยี่ยวบาท

16. ข้อใดเป็นสถานะของตัวถูกละลายในน้ำอัดลม (ความเข้าใจ)

- ก. แก๊ส
- ข. ของเหลว
- ค. แก๊สและของเหลว
- ง. แก๊ส ของเหลว และของแข็ง

17. ข้อใดสามารถอธิบายว่าอากาศเป็นสารละลายได้ถูกต้อง(ความรู้-ความจำ)

- ก. อากาศมีปริมาตร มีน้ำหนัก
- ข. อากาศมีตัวตน ต้องการที่อยู่
- ค. อากาศมีแก๊สหลายชนิดปนกันอยู่
- ง. อากาศมีส่วนผสมคงที่ ต้องการที่อยู่

18. ข้อใดเป็นตัวทำละลายในอากาศ (ความรู้-ความจำ)

- ก. ไอน้ำ
- ข. ก๊าซออกซิเจน
- ค. ก๊าซไนโตรเจน
- ง. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

19. กิจกรรมการทดลองหนึ่ง ต้องเตรียมสารละลาย A มีความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาตร โดยนำสาร A มา 50 ลูกบาศก์เซนติเมตรผสมกับน้ำ นักเรียนต้องใช้น้ำกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร (การนำไปใช้)

- ก. 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ข. 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ค. 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ง. 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร

20. ถ้าต้องการเตรียมสารละลายกลูโคสเข้มข้นร้อยละ 15 โดยมวลต่อปริมาตรจำนวน 500 ลูกบาศก์เซนติเมตรนักเรียนต้องเตรียมกลูโคสกี่กรัม (การนำไปใช้)

- ก. 15 กรัม
- ข. 30 กรัม
- ค. 50 กรัม
- ง. 75 กรัม

พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้ ใช้ตอบข้อ 21 – 22

สารละลาย X เป็นโลหะผสมชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยทองคำ 80 กรัม และทองแดง 400 กรัม

21. สารละลาย X มีความเข้มข้นร้อยละเท่าใด (ความเข้าใจ)

- ก. 4
- ข. 20
- ค. 24
- ง. 48

22. สารละลาย X คือสารชนิดใด (ความรู้-ความจำ)

- ก. นาก
- ข. ริด
- ค. ทองเหลือง
- ง. เหริยญบาท

23. การใช้สีทาบ้านควรใช้อย่างระมัดระวังเพราะอาจได้รับสารพิษที่เป็นอันตรายต่อร่างกายซึ่งเป็นส่วนผสมของสีทาบ้านสิ่งนั้นคืออะไร (การนำไปใช้)

- ก. ปรอท
- ข. ตะกั่ว
- ค. แคดเมียม
- ง. แมงกานีส

24. สารในข้อใดเมื่อละลายน้ำแล้วจะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากน้ำเงินเป็นแดง (ความรู้-ความจำ)

- ก. สารส้ม ผงซักฟอก
- ข. น้ำขี้เถ้า น้ำตาล
- ค. ดีเกลือ น้ำยาล้างห้องน้ำ
- ง. น้ำมะนาว แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์

ใช้ตอบข้อ 25 – 26

- ก. สังเกตด้วยตาเปล่า
- ข. ฉายไฟสังเกตการกระเจิงของแสง
- ค. ใช้ถุงเซลโลเฟนสังเกตว่าสารผ่านออกมาหรือไม่
- ง. ใช้กระดาษกรองว่ามีสารผ่านออกมาหรือไม่

25. ข้อใดเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการทดสอบของผสมที่เป็นคอลลอยด์ (ทักษะกระบวนการ)

26. ข้อใดเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการทดสอบของผสมที่เป็นสารละลาย (ทักษะกระบวนการ)

27. แม้ค้ำขายไก่ทอด ทอดไก่หมดแล้ว นำกระทะไปล้างด้วยน้ำยาล้างจาน น้ำที่ล้างมีลักษณะอย่างไร ลักษณะดังกล่าวเรียกว่าอะไร (การนำไปใช้)

- ก. ใส ตกตะกอนอยู่ด้านล่าง เรียกว่า คอลลอยด์
- ข. ใส ตกตะกอนอยู่ด้านล่าง เรียกว่า อิมัลชัน
- ค. ขุ่นขาว เรียกว่า คอลลอยด์
- ง. ขุ่นขาว เรียกว่า อิมัลชัน

28. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่สมบัติของสารละลายกรด(ความรู้-ความจำ)

- ก. มีรสเปรี้ยว
- ข. มีค่า pH > 7
- ค. นำไฟฟ้าได้
- ง. เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง

29. ข้อใดต่อไปนี้อีกกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับสารละลายเบส(ความรู้-ความจำ)

- ก. มีรสฝาดหรือเฝื่อน
- ข. แยกตัวให้ไฮโดรเจนไอออน
- ค. เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง
- ง. เบสทำปฏิกิริยากับสารละลายแอมโมเนียมไนเตรตได้เกลือโซเดียมคลอไรด์

30. ข้อใดไม่ใช่ สมบัติของสารจำพวกกรด(ความรู้-ความจำ)

- ก. ทำปฏิกิริยากับหินปูน
- ข. ไม่ทำปฏิกิริยากับโลหะ
- ค. กัดกร่อนสารจำพวกพลาสติกได้
- ง. เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง



**แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางการเรียน
ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554**

คำชี้แจง:

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 50 นาที
2. เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ
3. ห้ามขีดเขียน หรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในข้อสอบ



ครูสมเอกนำสารหลายชนิดมาให้นักเรียนสังเกต ประกอบด้วย สังกะสี แท่งไม้ ผ้าขนหนู ทองเหลือง พลาสติก ไฮโดรเจน อะลูมิเนียม เหล็ก น้ำปูนใส แก้ว ซึ่งนักเรียนช่วยกันจัดกลุ่มสารออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย สังกะสี เหล็ก ทองเหลือง อะลูมิเนียม เหล็ก น้ำปูนใส
- กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย แท่งไม้ พลาสติก แก้ว น้ำเชื่อม ไฮโดรเจน

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้จงตอบคำถาม ข้อ 1 – 3

1. ข้อใดเป็นปัญหาของสถานการณ์นี้
 - ก. สารทุกชนิดเป็นสารเนื้อเดียว
 - ข. สารทุกชนิดเป็นสารละลาย
 - ค. สารทุกชนิดละลายน้ำได้
 - ง. สารทุกชนิดนำไฟฟ้าได้

2. นักเรียนคิดว่าควรออกแบบการทดลองแบบใดจึงเหมาะสมที่สุด
 - ก. นำสารทุกชนิดมาละลายน้ำ
 - ข. นำสารทุกชนิดไปทดสอบการนำไฟฟ้า
 - ค. นำสารทุกชนิดทดสอบกับกระดาษลิตมัส
 - ง. นำสารทุกชนิดมาสังเกตลักษณะเนื้อสาร

3. นักเรียนคิดว่าครูสมเอกใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ข้อใด
 - ก. ทักษะการสังเกต
 - ข. ทักษะการจำแนกประเภท
 - ค. ทักษะการกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
 - ง. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

4. นักเรียนสามารถอภิปรายผลได้ว่าอย่างไร
 - ก. การจำแนกสารทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้เนื้อสาร
 - ข. การจำแนกสารทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้การละลายน้ำ
 - ค. การจำแนกสารทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้สารละลาย
 - ง. การจำแนกสารทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้การนำไฟฟ้า

5. จากข้อมูลนักเรียนคิดว่าสารชนิดใดเป็นสารประกอบทั้งหมด
 - ก. พลาสติก แก้ว
 - ข. เกลือแกง สังกะสี
 - ค. น้ำเชื่อม ไฮโดรเจน
 - ง. อะลูมิเนียม ทองเหลือง

ครูสมพร ได้นำตัวอย่างสารมา 5 ชนิด ซึ่งมีสถานะแตกต่างกัน นักเรียนในห้องช่วยกันศึกษาค้นคว้า และทดลองสมบัติของสารแต่ละชนิด จากการศึกษาและทดลองสมบัติของสารพบว่า สารทั้ง 5 ชนิด ไม่นำไฟฟ้า ชนิดที่ 1 เป็นของแข็ง ไม่ละลายน้ำ ชนิดที่ 2 เป็นของเหลว สังเกตด้วยตาเห็นเปล่า เป็นของผสมสองชนิด สามารถกรองได้ ชนิดที่ 3 และ 4 มีสถานะต่างกัน ไม่สามารถกรองได้ด้วยกระดาษกรองและกระดาษเซลโลเฟน เมื่อฉายแสงผ่านเกิดปรากฏการณ์ทินดอลล์ ชนิดที่ 5 เป็นของเหลว มองเห็นเป็นเนื้อเดียวกรองได้ด้วยกระดาษเซลโลเฟน

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้จงตอบคำถาม ข้อ 6 – 10

6. ปัญหาของการทดลองนี้คือ
- ก. สถานะของสาร
 - ข. ขนาดของสาร
 - ค. ลักษณะเนื้อสาร
 - ง. การละลายน้ำ
7. ข้อใดนักเรียนคิดว่าเป็นสาเหตุของปัญหา
- ก. การจำแนกสาร
 - ข. การแยกสาร
 - ค. ขนาดอนุภาคของสาร
 - ง. การละลายของสาร
8. ข้อใดเป็นตัวแปรต้นของการทดลองนี้
- ก. ชนิดของสาร
 - ข. ขนาดของสาร
 - ค. สมบัติของสาร
 - ง. เนื้อสาร
9. จากผลการทดลองนักเรียนสามารถสรุปได้ว่า
- ก. สามารถจำแนกสารโดยใช้สถานะเป็นเกณฑ์ได้
 - ข. สามารถจำแนกสารโดยใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ได้
 - ค. สามารถจำแนกสารโดยใช้ขนาดอนุภาคเป็นเกณฑ์ได้
 - ง. สามารถจำแนกสารโดยใช้การละลายของสารเป็นเกณฑ์ได้
10. นักเรียนคิดว่าสารชนิดที่ 3 และ 4 เป็นสารชนิดใด
- ก. นมสด อากาศ
 - ข. น้ำโคลน ขนมอบัง
 - ค. เยลลี่ สีส้มอาหาร
 - ง. น้ำปูนใส ลอดช้อง

เอกชัยเป็นพ่อค้าขายขนมปังทาแยม ทุกวันจะนำแยมทาลงไปขนมปัง เขาสังเกตว่าเนื้อแยมมีลักษณะเหนียวหนืด ยืดหยุ่นได้ เขาจำได้ว่าแยมมีสมบัติเป็นคอลลอยด์ชนิดหนึ่ง เนื่องจากอนุภาคเชื่อมด้วยพันธะที่มีลักษณะคล้ายตาข่าย

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้จงตอบคำถาม ข้อ 11 –14

11. จากข้อมูลเอกชัยเป็นคนที่มีความสนใจอย่างไร

- ก. อยากรู้ อยากเห็น
- ข. มีความสนใจ
- ค. มีเหตุผล
- ง. ใฝ่เรียนรู้

12. ข้อใดเป็นปัญหาของสถานการณ์นี้

- ก. สถานะของสาร
- ข. ขนาดของสาร
- ค. ลักษณะเนื้อสาร
- ง. การละลายน้ำ

13. จากข้อมูลจัดเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามข้อใด

- ก. ทักษะการสังเกต และทักษะการพยากรณ์
- ข. ทักษะการสังเกต และทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
- ค. ทักษะการทดลอง และทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
- ง. ทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

14. นักเรียนคิดว่าสารชนิดใดมีลักษณะเดียวกับแยม

- ก. สีทาบ้าน
- ข. แป้งเปียก
- ค. น้ำกะทิ
- ง. ควันไฟ

ด.ช.เพชร และ ด.ญ.พลอย สังเกตการผลิตนาถ จากโรงงานแห่งหนึ่ง ในกระบวนการผลิต ประกอบด้วย ทองแดง 600 กรัม ทองคำ 350 กรัม และเงิน 50 กรัม จากการสังเกต ด.ช.เพชร สรุปว่า ทองคำ 350 กรัม เป็นตัวถูกละลาย และเงิน 50 กรัม ด.ญ.พลอย สรุปว่า ทองคำเป็นตัวทำละลาย

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้จงตอบคำถาม ข้อ 15 – 16

15. จากข้อมูลนักเรียนคิดว่านาถอยู่ในกลุ่มใด

- ก. สารละลาย
- ข. สารบริสุทธิ์
- ค. สารคอลลอยด์
- ง. สารแขวนลอย

16. จากข้อมูลความเข้มข้นของนาถขึ้นอยู่กับสิ่งใด

- ก. ทองแดง
- ข. ทองคำ
- ค. เงิน
- ง. ทั้ง ก และ ข

17. จากข้อมูลนักเรียนคิดว่าใครสรุปได้ถูกต้อง

- ก. ด.ช.เพชร
- ข. ด.ญ.พลอย
- ค. ทั้งสองคน
- ง. ไม่ถูกทั้งสองคน

ครูให้นักเรียนศึกษาสภาพของดิน เพื่อนำดินที่มีค่า pH ที่เหมาะสมมาปลูกพืช ซึ่งพืช Y ชอบดินเปรี้ยว

ผลการสำรวจดิน 3 แห่ง ของนักเรียนมี ดังนี้

แหล่งที่ 1 พบว่า ดินมีค่า pH ระหว่าง 6.8

แหล่งที่ 2 พบว่า ดินมีค่า pH ระหว่าง 5.5

แหล่งที่ 3 พบว่า ดินมีค่า pH ระหว่าง 7.9

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้จงตอบคำถาม ข้อ

18. ข้อใดคือปัญหาของการ

- ก. ดินที่เป็นกลางเหมาะที่ปลูกพืชทุกชนิด
- ข. ดินทุกแห่งเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช
- ค. ดินที่มีสมบัติเป็นเบสมีความเหมาะสมกับการการเจริญเติบโตพืชชนิดอื่น
- ง. ดินที่มีสมบัติเป็นกรดมีความเหมาะสมกับการการเจริญเติบโตของพืช Y

19. สาเหตุของปัญหานี้คือ

- ก. การเจริญเติบโตของพืช Y
- ข. สภาพของดินที่เหมาะสมกับการปลูกพืช Y
- ค. สมบัติของกรด-เบสมีผลต่อการปลูกพืช Y
- ง. ช่วง pH ที่เหมาะสมในการปลูกพืช Y

20. สมมติฐานการทดลองนี้ คือ

- ก. พืช Y สามารถเจริญเติบโตได้ในดินสภาพดินทุกชนิด
- ข. พืช Y สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีสภาพเป็นกรด
- ค. พืช Y ไม่สามารถเจริญเติบโตในดินที่มีสภาพเป็นเบส
- ง. พืช Y สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในดินที่มีสภาพเป็นกรดแก่

21. นักเรียนอภิปรายการทดลองนี้ได้ว่าอย่างไร

- ก. ดินที่เป็นกรด เหมาะแก่การปลูกพืช
- ข. พืช Y เจริญเติบโตได้ดีในดินแหล่งที่ 2
- ค. พืชทุกชนิดชอบดินแหล่งที่ 2 เหมือนพืช Y
- ง. สภาพของดินแหล่งที่ 1 ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตได้ดี

“ ชาวชนานำวัวไปกินหญ้าทุกวัน วันหนึ่งชาวชนาเปลี่ยนสถานที่เลี้ยงวัวใหม่ เป็นบริเวณหญ้าใกล้กับสวนผักของชาวสวนคนหนึ่ง ปรากฏว่า วัวเกิดอาการป่วยซึมเศร้า เบื่ออาหาร และท้องเสีย”

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้จงตอบคำถาม ข้อ

22. ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร

- ก. วัวเป็นโรคอะไร
- ข. หญ้าชนิดไหนทำให้วัวป่วย
- ค. อะไรเป็นสาเหตุทำให้วัวอาการป่วย
- ง. ในบริเวณสวนผักอาจมีสารอะไรที่เป็นพิษ

23. ข้อใดเป็นสมมติฐานของปัญหาในสถานการณ์นี้

- ก. หญ้าบางชนิดมีพิษ
- ข. วัวเกิดโรคระบาด
- ค. หญ้าอาจมีเชื้อโรคปะปนอยู่
- ง. หญ้าอาจได้รับสารพิษเจือปน

24. นักเรียนมีวิธีทดสอบสมมติฐานนี้ได้อย่างไร

- ก. ย้ายอาหารใหม่ให้วัว
- ข. ฉีดวัคซีนป้องกันโรคให้วัว
- ค. นำหญ้าไปตรวจสอบหาสารพิษ
- ง. ทดลองนำวัวฝูงอื่นมาเลี้ยงบริเวณดังกล่าว

25. ถ้าผลการทดลองเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้จะนำความรู้ไปใช้ได้อย่างไร

- ก. ควรนำสัตว์เลี้ยงไปฉีดวัคซีนป้องกันโรค
- ข. ควรมีแหล่งอาหารที่หลากหลายเพื่อสร้างภูมิคุ้มกันโรค
- ค. ห้ามนำสัตว์อื่นผ่านบริเวณเลี้ยงบริเวณดังกล่าว
- ง. ก่อนให้อาหารสัตว์แต่ละครั้งควรแน่ใจว่าปลอดสารพิษ

“นักวิทยาศาสตร์เริ่มวิตกกังวลว่าชีวิตสัตว์ที่ซัวโลกกำลังตกอยู่ในความเสี่ยงอันตรายเพราะน้ำแข็งละลายไม่มีที่อยู่อาศัย และแหล่งหาอาหาร แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเป็นสาเหตุที่นำไปสู่ภาวะโลกร้อนทำให้อุณหภูมิโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งอาจจะมีผลกระทบต่อระบบนิเวศอื่นอีกด้วย”

26. ปัญหาสำคัญที่สุดคืออะไร

- ก. ความร้อนบนผิวโลก
- ข. การละลายของน้ำแข็ง
- ค. แหล่งอาหารและที่อยู่ของสัตว์
- ง. ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ

27. จากข้อมูลที่กำหนดให้ ข้อความใดกล่าวไม่ถูกต้อง

- ก. ซัวโลกกำลังเสี่ยงเข้าหาดวงอาทิตย์
- ข. ชีวิตสัตว์ซัวโลกกำลังตกอยู่ในความเสี่ยงอันตราย
- ค. ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มีผลต่ออุณหภูมิของโลก
- ง. มนุษย์เป็นต้นเหตุของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ

28. จากข้อมูลที่กำหนดให้นักเรียนจะมีวิธีการป้องกันอย่างไร

- ก. ไม่ก่อมลพิษทางอากาศ
- ข. ไม่ปล่อยน้ำเสียลงในทะเล
- ค. เข้าร่วมชมรมอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม
- ง. ไม่ล่าสัตว์ที่เป็นอาหารของชีวิตสัตว์ที่ซัวโลก



ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล นางสาวเกศสุดา แพรวงกลาง

วันเดือนปีเกิด 1 สิงหาคม พ.ศ.2526

อำเภอขามสะแกแสง
จังหวัดนครราชสีมา

สถานที่อยู่ปัจจุบัน 306/1 หมู่ 13 ตำบลขามสะแกแสง
อำเภอขามสะแกแสง
จังหวัดนครราชสีมา 30240

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2545 มัธยมศึกษาตอนปลาย
จาก โรงเรียนขามสะแกแสง
อำเภอขามสะแกแสง
จังหวัดนครราชสีมา

พ.ศ. 2549 ปริญญาการศึกษาระดับบัณฑิต เอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป
จาก มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
กรุงเทพมหานคร

พ.ศ. 2554 การศึกษามหาบัณฑิต (การสอนวิทยาศาสตร์)
จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
กรุงเทพมหานคร