ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

นางสาวมรีจิ คงทรัตน์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF SCIENCE INSTRUCTION USING ANALOGY TECHNIQUE IN 5E LEARNING CYCLE ON PROBLEM SOLVING ABILITY AND ATTITUDE TOWARDS SCIENCE OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Miss Mareeji Kongtarat

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Science Education
Department of Curriculum, Instruction, and Educational Technology
Faculty of Education Chulalongkorn University
Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น
โดย	นางสาวมรีจิ คงทรัตน์
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.วัชราภรณ์ แก้วดี

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร. ศิริชัย กาญจนวาสี)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อลิศรา ชูชาติ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ ดร. วัชราภรณ์ แก้วดี)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. ประจวบจิตร คำจัตุรัส)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มรีจิ คงทรัตน์: ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น (EFFECTS OF SCIENCE INSTRUCTION USING ANALOGY TECHNIQUE IN 5E LEARNING CYCLE ON PROBLEM SOLVING ABILITY AND ATTITUDE TOWARDS SCIENCE OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS)

อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : อาจารย์ ดร.วัชราภรณ์ แก้วดี, 142 หน้า

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลองมีวัตถุประสงค์ เพื่อ1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยเทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E และกลุ่มที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E 2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นระหว่างก่อนและหลังเรียนด้วยเทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E 3) เปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยเทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E และกลุ่มที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E 4) เปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยเทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E กลุ่มตัวอย่างของการวิจัยเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดจันทบุรี โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลองที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยเทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E และกลุ่มเปรียบเทียบที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E มีการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนและหลังการทดลอง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ 1) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ที่มีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.52-0.68 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.40-0.77 และมีค่าความเที่ยง 0.73 และ 2) แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.88 รวมทั้งเก็บข้อมูลสนับสนุนเพิ่มเติมโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ t-test และวิเคราะห์เนื้อหาจากการสัมภาษณ์

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาควิชา หลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา ลายมือชื่อนิสิต มรีจิ คงทรัตน์

สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์ ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ปีการศึกษา 2553

5083379027 : MAJOR SCIENCE EDUCATION

KEYWORDS: ANALOGY TECHNIQUE / 5E LEARNING CYCLE / SCIENTIFIC PROBLEM SOLVING ABILITY/ATTITUDE TOWARDS SCIENCE

MAREEJI KONGTARAT: EFFECTS OF SCIENCE INSTRUCTION USING ANALOGY TECHNIQUE IN 5E LEARNING CYCLE ON PROBLEM SOLVING ABILITY AND ATTITUDE TOWARDS SCIENCE OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS.

ADVISOR: WATCHARAPORN KEAWDEE, Ph.D. 142 pp.

This study was a quasi-experimental research. The purposes of this research were 1) to compare scientific problem solving ability of lower secondary school students between group learning by analogy technique in 5E learning cycle and group learning by 5E learning cycle 2) to compare scientific problem solving ability of lower secondary school students before and after learning by analogy technique in 5E learning cycle 3) to compare attitude towards science of lower secondary school students between group learning by analogy technique in 5E learning cycle and group learning by 5E learning cycle and 4) to compare attitude towards science of lower secondary school students before and after learning by analogy technique in 5E learning cycle. The samples were Mathayom Suksa I students of Benchamarachuthit School, Chanthaburi Province, at academic year 2010. The samples were divided into two groups: an experimental group which learning by analogy technique in 5E learning cycle and comparative group which learning by 5E learning cycle. This research collected data before and after experiment. The research instruments for data collection were 1) scientific problem solving test with, difficulty ranging from 0.52-0.68 and discriminative ranging from 0.40-0.77 and reliability at 0.73 2) the attitude towards science test with reliability at 0.88. The observation form and the interview form of attitude towards science were also use for supporting data. The collected data were analyzed by using arithmetic mean, mean of percentage, standard deviation, tested the hypothesis by using t-test and information analysis of the interview .

The research findings were summarized as follows:

1. Scientific problem solving posttest scores of the experiment group were significantly higher than those of comparative group at .05 level.

2. Scientific problem solving posttest scores of the experiment group were significantly higher than pretest scores at .05 level.

3. The posttest scores of attitude towards science of experimental group were significantly higher than those of comparative group at .05 level.

4. The posttest scores of attitude towards science of experimental group were significantly higher than pretest scores at .05 level.

Department : Curriculum, Instruction and Educational Technology Student's Signature Mareeji Kongtarat

Field of Study : Science Education Advisor's Signature Watcharaporn Keawdee

Academic Year : 2010

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดี เนื่องมาจากความเมตตากรุณา ความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากอาจารย์ ดร.วัชราภรณ์ แก้วดี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ในการให้ทั้งวิชาความรู้ และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์และมีคุณค่าต่อการวิจัย อีกทั้งพิจารณาแก้ไข ปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อช่วยให้งานวิจัยฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นด้วยความเอาใจใส่อย่างดีมาโดยตลอด ข้าพเจ้าจึงขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์และ รองศาสตราจารย์ ดร. ประจวบจิตร คำจัตุรัส กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาตรวจสอบและให้คำแนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมถึงคณาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่า ตรวจสอบ และให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย นอกจากนี้ขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ อันเป็นประโยชน์ต่อการทำงานของข้าพเจ้าในอนาคต

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์ ที่ได้ให้ความเมตตากรุณาการอบรมสั่งสอน และข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ในการประกอบวิชาชีพครูต่อไป

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน คณะผู้บริหาร และคุณครูทุกท่านของโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดจันทบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้าพเจ้าซึ่งเป็นศิษย์เก่า ในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณคณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และครูวันทนา งามสุภาพ คุณครูประจำวิชา ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกแก่ข้าพเจ้าอย่างดียิ่งตลอดการทำวิจัย รวมถึงนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/5 และ 1/10 ปีการศึกษา 2553 ที่ให้กำลังใจและความร่วมมือในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณรุ่นพี่ เพื่อนๆ รุ่นน้อง สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และเพื่อนๆ ที่ศึกษา ณ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือแก่ผู้วิจัยด้วยดีตลอดมา ผู้วิจัยรู้สึกขอบคุณทุกท่านไว้ ณ โอกาสนี้

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ เครือญาติ และคุณครูทุกท่านซึ่งเป็นผู้ให้และสนับสนุนทั้งในด้านกำลังใจ กำลังกาย กำลังทรัพย์ และให้ความช่วยเหลือด้วยความรักความห่วงใยแก่ข้าพเจ้าเสมอมา จึงขอขอบพระคุณและระลึกถึงทุกท่านตลอดไป

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย…… ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ……... จ

กิตติกรรมประกาศ…….. ฉ

สารบัญ…….. ช

สารบัญตาราง…… ญ

สารบัญภาพ…….. ฎ

บทที่

1 บทนำ……..…….

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา……..…… 1

วัตถุประสงค์การวิจัย…..……... 6

สมมติฐานการวิจัย…..……... 6

ขอบเขตการวิจัย…….. 7

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย…….. 8

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง……..... 11

ความเป็นมาของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E…..……..…. 12

การนำแนวเทียบมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์..... 13

ความหมายของแนวเทียบ 13

หลักการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวเทียบ.....…… 15

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวเทียบ..... 15

บทบาทของครูและนักเรียน..... 18

ความสำคัญของการเรียนการสอนโดยใช้แนวเทียบ..... 18

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E…..……... 20

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E..... 21

หน้า

บทที่

การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 23
กระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 23
การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 28
เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ 29
ความหมายของเจตคติและลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ 29
การวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ 32
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 34
งานวิจัยภายในประเทศ 34
งานวิจัยต่างประเทศ 35
3 วิธีดำเนินการวิจัย 38
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 38
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 40
การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล 55
การวิเคราะห์ข้อมูล 57
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 59
ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 60
การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ 60
การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนและระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ 61
การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง 62
ผลการวิเคราะห์คะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ 63
การเปรียบเทียบคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนระหว่างของกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ 63
การเปรียบเทียบคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างของกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ 64

บทที่ หน้า

การเปรียบเทียบคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง..... 65

5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 67

สรุปผลการวิจัย..... 68

อภิปรายผล..... 68

ข้อเสนอแนะ..... 74

รายการอ้างอิง..... 75

ภาคผนวก..... 82

ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ..... 83

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล..... 85

ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง..... 105

ภาคผนวก ง คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล..... 123

ภาคผนวก จ ภาพกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E 141

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 142

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ตัวอย่างการใช้โครงสร้างการทำงานของรถยนต์เป็นแนวเทียบกับโครงสร้างของเซลล์	17
2	ลักษณะ และตัวชี้วัดของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์……..……....	43
3	จำนวนข้อความในแต่ละองค์ประกอบของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์……..…...…	44
4	หัวข้อและจำนวนคาบเรียนในการเรียนการสอนเรื่อง พลังงานและบรรยากาศ.....	52
5	การเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยเทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E กับการจัดการเรียนการสอนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E……..	54
6	ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{x}_{\text{ร้อยละ}}$) ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ.....	60
7	ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{x}_{\text{ร้อยละ}}$) ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ.....	61
8	ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{x}_{\text{ร้อยละ}}$) ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง.....	62
9	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนน เจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ (N=90)	63
10	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ (N=90).....	64
11	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง (N=43).....	66

ตารางที่ **หน้า**

12 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จำแนกเป็นรายข้อของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์..... 124

13 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 ข้อ..... 124

14 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จำแนกเป็นรายข้อของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์..... 125

15 ลักษณะพฤติกรรมการมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์..... 127

16 จำนวนข้อความของพฤติกรรมบ่งชี้จำแนกตามลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์..... 129

17 ลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ตัวชี้วัด และข้อความในแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์..... 130

18 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จำแนกเป็นรายข้อของแบบสังเกตพฤติกรรมการมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์..... 134

19 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง (N=43)..... 135

20 ค่าความสัมพันธ์ของการให้คะแนนการสังเกตเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นรายข้อระหว่างครูผู้สอนซึ่งมีความเชี่ยวชาญกับผู้วิจัย..... 135

21 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จำแนกเป็นรายข้อของแบบสัมภาษณ์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์..... 136

22 คะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลอง..... 137

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แบบจำลองอะตอมของนิลบอร์…….…….	14

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญเนื่องจากชีวิตประจำวันของคนเราย่อมประสบปัญหาที่ต้องคิดแก้ไขอยู่เสมอ การที่บุคคลจะแก้ปัญหาได้นั้นต้องเข้าใจปัญหา ที่มาของปัญหา รู้ถึงวิธีการแก้ปัญหาและรู้ขั้นตอนที่จะแก้ปัญหานั้นอย่างชัดเจนโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) เพื่อเป็นแนวทางในการวิเคราะห์วิจัยปัญหาต่าง ๆ ทั้งปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และสังคมศาสตร์(สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2552: ออนไลน์)ในการดำรงชีวิตของมนุษย์ทุกคนต้องเผชิญกับการคิดแก้ปัญหาเป็นประจำเพื่อความอยู่รอดปลอดภัย และสามารถปฏิบัติหน้าที่การงานได้อย่างมีคุณภาพ (รศนา อัชชะกิจ, 2535: 11) ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นการนำประสบการณ์การแก้ปัญหาต่างๆ ที่ได้เรียนรู้มาใช้แก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นพื้นฐานที่นำไปสู่การประสบความสำเร็จในชีวิตทั้งด้านความสัมพันธ์กับบุคคลที่บ้าน ที่ทำงาน และที่โรงเรียน (Barry, 2006: 18)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนดให้ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นสมรรถนะหนึ่งของผู้เรียนโดยให้ความหมายว่าคือความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่างๆที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงเหตุการณ์ต่างๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อม(กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 6) สำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในประเทศไทยนั้นได้ระบุทักษะกระบวนการที่ผู้เรียนต้องมีคือการนำความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ มีการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และจิตวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 10) แม้ว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะให้ความสำคัญกับความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนโดยการระบุเป็นสมรรถนะหนึ่งที่ผู้เรียนต้องมีแล้วก็ตามแต่จากผลการรายงานของ PISA ประจำปี 2552 พบว่า ประเทศไทยมีคะแนนด้านวิทยาศาสตร์อยู่ในลำดับที่ 47-49 จากประเทศที่เข้าร่วมการประเมินทั้งหมด 65 ประเทศ โดยมีคะแนน 425 คะแนนจากเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ 500 คะแนน ทั้งนี้นักเรียนในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลเรียนรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่อยู่ในต่างจังหวัด

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553: 26) นอกจากนี้คะแนนการสอบ PAT2 ครั้งที่ 2 เดือนกรกฎาคม ปี 2553 ซึ่งวัดความถนัดทางวิทยาศาสตร์โดยวัดศักยภาพทางวิทยาศาสตร์คือ ความสามารถในการรับรู้ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยไม่ถึงร้อยละ 50 คือมีคะแนน 85.49 คะแนนจากคะแนนเต็ม 300 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553: ออนไลน์)

ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นนอกจากจะมุ่งให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาแล้ว การมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Attitude towards Science) ก็เป็นสิ่งที่จำเป็นที่ต้องมีในตัวผู้เรียนด้วยเช่นกัน โดยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์นั้นหมายถึงความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546: 21) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นความรู้สึกชอบ ไม่ชอบของบุคคลที่มีต่อวิทยาศาสตร์ ความรู้สึกนี้เกิดขึ้นภายในตัวบุคคลเมื่อได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์(Gardner, 1975: 31) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย สามารถแสดงถึงการสอนของครูและความสนใจต่อการเรียนของผู้เรียน การมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ส่งผลให้ผู้เรียนมีโอกาส ประสบความสำเร็จและเกิดความมั่นใจในตนเอง (Page, 1985: 50) ทั้งนี้การที่ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์จะส่งผลให้การเรียนวิทยาศาสตร์และการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการดำรงชีวิตที่ดีขึ้นด้วย (กรมวิชาการ, 2542: 4) อย่างไรก็ตามผลการศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติพบว่า นักเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานมีความสนใจใฝ่รู้ในด้านวิทยาศาสตร์ค่อนข้างน้อย รวมถึงประชาชนส่วนใหญ่เห็นเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ไกลตัว เข้าใจยาก อีกทั้งสังคมไทยมีแนวคิดเรื่องต่างๆ ในเชิงไสยศาสตร์มากกว่าวิทยาศาสตร์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2543: 11-12) นอกจากนี้ได้มีการวิเคราะห์สาเหตุของการที่ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน(O-NET) ปีการศึกษา 2552 ในวิชาวิทยาศาสตร์ยังอยู่ในระดับต่ำโดยนักเรียนส่วนใหญ่สอบได้คะแนนเฉลี่ยไม่ถึงร้อยละ 50 ว่ามีสาเหตุสำคัญประการหนึ่งมาจากการที่นักเรียนมีความสนใจต่อวิชาวิทยาศาสตร์น้อย (สุทิพันธุ์ บงสุนันท์, 2553: 7)

วงจรการเรียนรู้ 5E เป็นรูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการสืบสอบ (Inquiry Process) และมีทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนคือทฤษฎีสรรคนิยม (Constructivism) ที่ได้อธิบายการเรียนรู้ของผู้เรียนและการสร้างความรู้ของผู้เรียนไว้ว่าการเรียนรู้เรื่องใหม่นั้นมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิมของผู้เรียน โดยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีสรรคนิยมเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนต้อง

สืบค้นเสาะหา และสำรวจตรวจสอบ ด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของผู้เรียนเอง วงจรการเรียนรู้ 5E พัฒนาขึ้นในปี ค.ศ.1992 โดยBybee และคณะกลุ่มผู้เชี่ยวชาญทางการศึกษาวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยา (Biological Sciences Curriculum Study: BSCS) โดยมีรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการให้ผู้เรียนสืบสอบหาความรู้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนสำคัญ คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)และ5) ขั้นประเมิน (Evaluation)(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546: 146)

แนวเทียบหมายถึงการเปรียบเทียบลักษณะหรือกระบวนการทำงานที่คล้ายคลึงกันระหว่างสิ่งที่นักเรียนรู้จักแล้วกับสิ่งที่นักเรียนไม่รู้จักหรือเป็นมโนทัศน์ใหม่เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจบทเรียนได้ถูกต้องและชัดเจน โดยแนวเทียบเป็นเครื่องมือที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนที่ใช้ประสบการณ์เดิมของผู้เรียนในการเรียนรู้การแก้ปัญหาโดยมีการกำหนดปัญหาและให้ผู้เรียนหาวิธีการแก้ไขโดยใช้ประสบการณ์ของตนเองและผู้อื่นในการอธิบายเชื่อมโยงเรื่องที่ศึกษากับตัวอย่างที่นำมาเป็นแนวเทียบซึ่งวิธีการนำแนวเทียบมาใช้ดังกล่าวช่วยให้นักเรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหา (Kolodner, 1997: 35-44) การนำแนวเทียบมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นการนำตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมมาใช้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในแนวคิดที่เป็นนามธรรม โดยให้ผู้เรียนเรียนรู้จากประสบการณ์หรือสิ่งที่คุ้นเคย และเกิดการเปลี่ยนแปลงทางสติปัญญา (Lawson, 1993: 1212-1214) แนวเทียบเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ เหตุการณ์สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ ซึ่งมนุษย์ไม่สามารถมองเห็นกระบวนการทำงานที่เกิดขึ้นได้ เช่น การไหลของกระแสอิเล็กตรอนในเส้นลวดตัวนำ แนวเทียบเป็นเครื่องมือที่ช่วยอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ยังเป็นข้อสงสัยและไม่มีคำตอบ การใช้แนวเทียบในการอธิบายช่วยนำไปสู่การค้นพบแนวคิดสำคัญทางวิทยาศาสตร์ (Glynn et al., 2003: online) การที่ผู้เรียนได้แยกแยะประเด็นที่เหมือนกันและแตกต่างกันระหว่างตัวอย่างแนวเทียบและเรื่องที่ศึกษาได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกันช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น (Sunal, 2008: online)

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E มีทฤษฎีที่สนับสนุน 2 ทฤษฎีคือ ทฤษฎีสรรคนิยม (constructivism) ที่อธิบายว่าการสอนโดยใช้แนวเทียบทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยการสร้างองค์ความรู้จากการนำความรู้เดิมที่มีอยู่มาช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น (Joes et al., 1998: 197) และทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนอีกทฤษฎีหนึ่งคือ ทฤษฎี

การเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningful Learning) ของออซูเบลที่อธิบายว่าการใช้แนวเทียบในการสอนทำให้ผู้เรียนเชื่อมโยงแนวคิดที่มีเพื่อจัดระบบเปรียบเทียบลักษณะที่เหมือนและแตกต่างกันของสิ่งที่นักเรียนรู้อยู่แล้วกับสิ่งที่นักเรียนต้องได้รับการศึกษา (Ausubel 1963; cited in Eugene and Thomas, 2010: 173) ซึ่งการสอนโดยใช้แนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E พัฒนาขึ้นโดย Orgill และ Thomas โดยมุ่งให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ มีความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ (Orgill และThomas, 2007: 40-45) การจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E เป็นการนำเทคนิคแนวเทียบมาใช้ในแต่ละขั้นตอนการสอน 5 ขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

ครูกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนโดยครูใช้เทคนิคแนวเทียบ เช่นการสาธิต การฉายวิดีทัศน์ การแสดงภาพประกอบ หรือยกตัวอย่างสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคยอยู่แล้วเป็นแนวเทียบกับสิ่งที่ผู้เรียนศึกษาซึ่งผู้เรียนยังไม่เคยรู้มาก่อน และตั้งคำถาม รวมถึงสำรวจความรู้ที่ผู้เรียนมีต่อเรื่องที่จะศึกษาและเรื่องที่เป็นแนวเทียบ โดยผู้เรียนสังเกตสิ่งที่นำมาเป็นตัวอย่าง ตอบคำถาม และแสดงความคิดเห็น

2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนค้นคว้า สำรวจ รวบรวมข้อมูล และทดลองร่วมกันโดยครูจัดตัวอย่างที่แสดงในขั้นสร้างความสนใจทั้งที่เป็นแนวเทียบและสิ่งที่นักเรียนจะต้องศึกษา เพื่อให้นักเรียนสำรวจ ค้นคว้า ทดลอง รวบรวมหลักฐาน ประจักษ์พยานและบันทึกผลการสังเกต

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

นักเรียนนำข้อมูลจากการสำรวจและค้นหามาวิเคราะห์ลักษณะที่เหมือนกันหรือแตกต่างกันระหว่างแนวเทียบซึ่งเป็นตัวอย่างที่นักเรียนคุ้นเคยกับเรื่องที่นักเรียนต้องศึกษาแล้วนำมาสรุปบทเรียน

4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

ครูให้นักเรียนอธิบาย หรือประยุกต์ความรู้ที่ได้จากการศึกษามาใช้ในสถานการณ์ใหม่ โดยนักเรียนใช้แนวเทียบนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปเทียบเคียงกับสิ่งอื่นนอกเหนือจากบทเรียนโดยอาจเสนอในรูปแบบผลงาน การออกแบบ หรือสร้างสิ่งประดิษฐ์

5) ขั้นประเมิน (Evaluation)

ครูตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจเนื้อหาบทเรียน และการใช้แนวเทียบของนักเรียนในแต่ละขั้นของกิจกรรม หรืออาจจะประเมินท้ายบทเรียน

การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้แนวเทียบเพื่อพัฒนาการแก้ปัญหา แนวคิดทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์โดย Yerrick et al.(2003)ได้ศึกษาการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวเทียบในวิชาฟิสิกส์พบว่าผู้เรียนมีการพัฒนาทักษะกระบวนการคิดและการแก้ปัญหา และจากรายงานวิจัยของ Schwartz (1993: 1309) ได้ศึกษาการสอนโดยใช้แนวเทียบของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นพบว่านักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาบทเรียนได้ดี และการรายงานผลวิจัยของ Treagust et al. (1996: 213) ได้ศึกษาการสอนแนวเทียบในเรื่องการหักเหของแสงกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นพบว่านักเรียนมีแนวคิดที่ดีขึ้นกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ และการรายงานการวิจัยของ Glynn et al. (2004) ได้การศึกษาการสอนโดยใช้แนวเทียบพบว่าผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนมากขึ้น สอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ Haeberlen and Schwedes (2005) ที่ได้ศึกษาพบว่านักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นในประเทศเยอรมันเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านลวดตัวนำได้ดีกว่าการเรียนจากสมการปริมาณกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำปกติโดยนักเรียนมีความพึงพอใจกับการเรียนการสอนด้วยการใช้แนวเทียบ และสอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ วัชรพงษ์ อภิญญานุรังสี (2548) ได้ศึกษาผลของการสอนแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้าด้วยวิธีสอนแบบแนวเทียบพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจในวิธีสอนแนวเทียบเพราะทำให้นักเรียนทำกิจกรรมที่จับต้องได้ และได้ทดลองกับเครื่องมือและอุปกรณ์อย่างสนุกสนาน

จากความเป็นมาและปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นนี้ การเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E น่าจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นได้ เนื่องจากมีการนำเสนอตัวอย่างที่มองเห็นเป็นรูปธรรม เป็นสิ่งที่ผู้เรียนรู้จักหรือคุ้นเคยในการนำมาเป็นแนวเทียบเพื่อการค้นหาคำตอบในประเด็นที่สงสัย โดยผู้เรียนมีการอธิบายเชื่อมโยงแนวคิดที่ศึกษากับสิ่งที่นำมาเป็นแนวเทียบทำให้ผู้เรียนเกิดการหาคำตอบหรือการแก้ปัญหาที่ชัดเจนและเป็นระบบ นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาบทเรียน ทำให้ผู้เรียนสนใจในการเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนจากการทดลองโดยใช้อุปกรณ์อย่างสนุกสนาน ซึ่งนำไปสู่ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้5Eที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยเทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E กับกลุ่มที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E

2. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยเทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E

3. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยเทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E และกลุ่มที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E

4. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยเทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E

สมมติฐานการวิจัย

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวเทียบมีทฤษฎีที่สนับสนุนคือทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningful Learning) ของออซูเบลที่อธิบายว่าการใช้แนวเทียบในการสอนทำให้ผู้เรียนเชื่อมโยงแนวคิดที่มีในการเปรียบเทียบลักษณะที่เหมือนและแตกต่างกันของสิ่งที่นักเรียนรู้อยู่แล้วกับสิ่งที่นักเรียนต้องได้รับการศึกษา (Ausubel 1963; cited in Eugene and Thomas, 2010: 173) การใช้เทคนิคแนวเทียบเป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาศัยประสบการณ์เดิมของผู้เรียนเพื่อเรียนรู้การแก้ปัญหา โดยอาศัยประสบการณ์ของผู้เรียนและผู้อื่นเพื่ออธิบายเชื่อมโยงแนวคิดหลักกับสิ่งที่นำมาเป็นแนวเทียบโดยวิธีการนี้ทำให้นักเรียนเกิดการแก้ปัญหา (Kolodner, 1997: 35-44) การสอนโดยใช้เทคนิคแนวเทียบมีบทบาทสำคัญในการเป็นเครื่องมือสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และก่อให้เกิดกระบวนการแก้ปัญหา (Joes et al., 1998: 51-54) การสอนโดยใช้เทคนิคแนวเทียบช่วยให้ครูและนักเรียนมีการมองเห็นภาพที่ตรงกัน ครูลำดับขั้นตอนการสอนได้มากขึ้นและนักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เทคนิคแนวเทียบช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้นจากการที่นักเรียนจะต้องแยกแยะประเด็นที่เหมือนกันและแตกต่างกัน (Sunal, 2008: online) และจากการวิจัยพบว่าแนวเทียบช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหา รวมทั้งสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับเนื้อหาสาระสำคัญของเรื่องได้ดีขึ้น (Mark and Lawrence, 2007: 565-568) สอดคล้องกับการศึกษาการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวเทียบในวิชาฟิสิกส์พบว่าผู้เรียนมีการพัฒนาทักษะกระบวนการคิดและการแก้ปัญหา (Yerrick et al., 2003)

จากแนวคิดและงานวิจัยข้างต้น ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนด้วยเทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E

2.นักเรียนที่เรียนด้วยเทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่เรียนด้วยเทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E มีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E

4. นักเรียนที่เรียนด้วยเทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E มีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 17 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2. ตัวแปรที่ศึกษามีดังนี้

2.1 ตัวแปรจัดกระทำ คือ

2.1.1การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยเทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E

2.1.2 การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E

2.2 ตัวแปรตาม คือ

2.2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.2.2 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

3.เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยคือ เนื้อหาในหนังสือเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่องพลังงาน และบรรยากาศ

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. เทคนิคแนวเทียบ หมายถึง การเปรียบเทียบลักษณะหรือกระบวนการทำงานที่คล้ายคลึงกันระหว่างสิ่งที่นักเรียนรู้จักหรือมีความคุ้นเคยแล้วกับสิ่งที่นักเรียนไม่รู้จักหรือเป็นมโนทัศน์ใหม่ เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจบทเรียนได้ถูกต้องและชัดเจน

2. วงจรการเรียนรู้ 5E หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการสืบสอบหาความรู้ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย เกิดความอยากรู้อยากเห็นและสนใจที่จะเรียนรู้ อาจเป็นการสาธิต การนำเสนอสถานการณ์ แก่นักเรียนให้นักเรียนสังเกตอภิปราย ตั้งประเด็นปัญหาในเรื่องที่จะศึกษาต่อไป

2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนเกิดการศึกษา ค้นคว้า สำรวจ และทดลองโดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากหลักฐาน ประจักษ์พยาน เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

ครูให้นักเรียนอธิบาย ข้อมูล หลักฐานที่รวบรวมได้ โดยการนำข้อมูลไปจัดจำแนกหมวดหมู่ วิเคราะห์ สังเคราะห์ สรุปเป็นมโนทัศน์ และตอบคำถาม โดยครูทำหน้าที่ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายโดยแสดงหลักฐานประกอบ

4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

ครูจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนขยายมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ให้เชื่อมโยงกับสิ่งรอบตัวของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจในเรื่องที่เรียน โดยครูนำเสนอสถานการณ์ใหม่ที่นักเรียนต้องนำความรู้ไปใช้ปฏิบัติ หรือแก้ปัญหาต่อไป

5) ขั้นประเมิน (Evaluation)

การประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนจะแทรกอยู่ในทุกขั้นตอนของการเรียนไม่จำเป็นต้องประเมินเมื่อจบบทเรียน การประเมินระหว่างเรียนทำให้ครูทราบว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ มีทักษะตามวัตถุประสงค์หรือไม่ ซึ่งช่วยให้ครูสามารถปรับการจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับปัญหาที่เกิดขึ้นได้

3. วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคแนวเทียบ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการสืบสอบ โดยนำเทคนิคแนวเทียบมาใช้ในกิจกรรมแต่ละขั้นของการสอนมี 5 ขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ

ครูกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนโดยครูใช้เทคนิคแนวเทียบ เช่นการสาธิต หรือยกตัวอย่างสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคยอยู่แล้วเป็นแนวเทียบกับสิ่งที่นักเรียนยังไม่เคยรู้มาก่อน และตั้งคำถาม รวมถึงสำรวจความรู้ที่นักเรียนมีต่อเรื่องที่จะศึกษา โดยนักเรียน สังเกตสิ่งที่นำมาเป็นตัวอย่าง ตอบคำถาม และแสดงความคิดเห็น

2) ขั้นสำรวจและค้นหา

ครูส่งเสริมให้นักเรียน ศึกษาค้นคว้าร่วมกัน และครูเป็นผู้ให้คำปรึกษา ครูใช้เทคนิคแนวเทียบโดยเชื่อมโยงตัวอย่างที่ครูแสดงในขั้นสร้างความสนใจและใช้คำถาม เพื่อช่วยในการศึกษาสำรวจของนักเรียน โดยนักเรียนเป็นผู้ศึกษาค้นคว้า ทดลอง และบันทึกการสังเกต

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

ครูให้นักเรียนนำข้อมูลจากการศึกษาค้นคว้ามาวิเคราะห์โดยใช้แนวเทียบในการวิเคราะห์ลักษณะที่เหมือนกันหรือแตกต่างกันระหว่างตัวอย่างกับสิ่งที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าแล้วนำมาสรุปบทเรียน

4) ขั้นขยายความรู้

ครูจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนขยายมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ให้เชื่อมโยงกับสิ่งรอบตัวของนักเรียน โดยนักเรียนอธิบายหรือประยุกต์ความรู้กับสถานการณ์ใหม่โดยใช้แนวเทียบนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปเทียบเคียงกับสิ่งอื่นนอกเหนือจากบทเรียนในรูปผลงาน การออกแบบ การทดลอง หรือการสร้างสิ่งประดิษฐ์

5) ขั้นประเมิน

ครูตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจเนื้อหาบทเรียน และการใช้แนวเทียบของนักเรียนในแต่ละขั้นของกิจกรรม หรืออาจจะประเมินท้ายบทเรียน

4. การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาสาเหตุของปัญหา นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาอย่างมีขั้นตอนโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่เหมาะสม การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยความสามารถ 4 ด้านคือ 1) การระบุปัญหา 2)การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา 3)การเสนอแนวทางแก้ไขปัญหา 4) การตรวจสอบผลตรวจสอบผลที่ได้ ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นี้วัดได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นแบบวัดแบบอัตนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกหรือแนวโน้ม พฤติกรรมหรือการกระทำของบุคคลที่มีต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ประกอบด้วยลักษณะของเจตคติ 4 ประการ คือ 1) ความสนใจเกี่ยวกับกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ 2) การเห็นความสำคัญและคุณค่าของวิทยาศาสตร์ 3)การตระหนักในคุณและโทษของการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและ 4) การเลือกใช้แนวทางหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์นี้วัดได้จากแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ และมีการเก็บข้อมูลสนับสนุนโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการ และแบบสัมภาษณ์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีการนำเสนอตามลำดับดังต่อไปนี้

1. ความเป็นมาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E

1.1 การนำแนวเทียบมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

1.1.1 ความหมายของแนวเทียบ

1.1.2 หลักการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวเทียบ

1.1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวเทียบ

1.1.4 บทบาทของครูและนักเรียน

1.1.5 ความสำคัญของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวเทียบ

1.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E

1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E

2. การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.1 กระบวนการแก้ปัญหา

2.2 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายและลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Attitudes Towards Sciences)

3.2 การวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยภายในประเทศ

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. ความเป็นมาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E

การนำแนวเทียบมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ปรากฏในปี ค.ศ.1993 โดย Schwartz (1993: 1309) ใช้ในการสอนเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1, 3 และ 4 ต่อมาในปี ค.ศ.1996 นักการศึกษา Treagust et al. (1996: 213) ได้จัดการเรียนการสอนด้วยการใช้แนวเทียบในเรื่องการหักเหของแสงให้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในประเทศออสเตรเลีย สำหรับในประเทศไทยนำมาใช้ปีพ.ศ.2548 โดยวัชรพงษ์ อภิญญานุรังสี (2548: บทคัดย่อ) ในการสอนเรื่องวงจรไฟฟ้าให้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3โดยเรียกว่าวิธีสอนแบบอุปมาอุปไมย(Analogy)

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E นั้นมีนักวิชาการนำเสนอขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้ไว้หลายท่านจนมีการพัฒนามาเป็น 5 ขั้นตอนตามลำดับดังนี้

Karplus และคณะ (1967; cited in Lawson, 1995: 134-139) ได้นำเสนอขั้นตอนการสอนด้วยวงจรการเรียนรู้ไว้ในโปรแกรมการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา (Science Curriculum Improvement Study Program: SCIS) ซึ่งมี 3 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นสำรวจ (Exploration) 2) ขั้นสร้าง (Invention) และ 3) ขั้นค้นพบ (Discovery) ต่อมา Barman (1989; cited in Abruscato, 1992: 37) ได้ดัดแปลงและพัฒนาขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นสำรวจ 2) ขั้นแนะนำมโนทัศน์ 3) ขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ และ 4) ขั้นประเมินผลและอภิปราย ต่อมา Bybee และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญทางการศึกษาวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยา (Biological Sciences Curriculum Study: BSCS) ได้พัฒนาวงจรการเรียนรู้เป็น 5 ขั้นตอนโดยพบว่ามีการนำมาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนในระดับมัธยมศึกษาในปัจจุบันอย่างกว้างขวาง (Llewellyn, 2002: 46) และในประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 219-220)ได้นำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการให้ผู้เรียนสืบสอบหาความรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5Eไว้ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ โดยมีขั้นตอนการสอน 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากความสงสัย หรือความสนใจของตัวนักเรียนเพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจแล้วก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่างๆเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้วจึงนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่าง ๆ

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไรและมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

การนำแนวเทียบมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E ในทุกขั้นตอนมีการเสนอมาจาก Orgill และ Thomas (2007: 40-45)

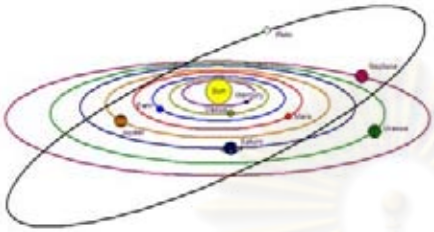
1.1 การนำแนวเทียบมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

1.1.1 ความหมายของแนวเทียบ

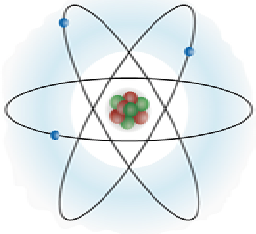
นักวิชาการและหน่วยงานได้ให้นิยามศัพท์ Analogy ไว้ว่าคือ แนวเทียบ หรือการอุปมาอุปไมยโดยราชบัณฑิตยสถาน(2551: Online)ได้นิยามคำว่า Analogy ว่าหมายถึงแนวเทียบ ผู้วิจัยจึงได้ใช้คำว่าแนวเทียบในงานวิจัยครั้งนี้ และจากการศึกษาความหมายและลักษณะของแนวเทียบจากนักการศึกษาและนักวิชาการสามารถสรุปได้ดังนี้

Lawson(1993: 1212-1214) อธิบายว่า แนวเทียบเป็นการนำตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในแนวคิดที่เป็นนามธรรม โดยให้ผู้เรียนเรียนรู้จากประสบการณ์หรือสิ่งที่คุ้นเคย ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และเกิดการเปลี่ยนแปลงทางสติปัญญา

Hofstadter et al.(2001: 40-41) อธิบายว่าแนวเทียบเป็นการเปรียบเทียบสิ่ง 2 สิ่งที่มีความคล้ายคลึงกัน เช่นวงโคจรของระบบสุริยะเปรียบเหมือนแบบจำลองอะตอมของนิลบอร์ที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของอะตอม และอิเล็กตรอนรอบนอก



วงโคจรของระบบสุริยะ



แบบจำลองอะตอมของนิลบอร์

Glynn et al. (2003: Online) อธิบายความหมายของแนวเทียบในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ เหตุการณ์สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ ซึ่งมนุษย์ไม่สามารถมองเห็นกระบวนการทำงาน หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ เช่น การไหลของกระแสอิเล็กตรอนในเส้นลวดตัวนำ ในวิชาชีววิทยา เรื่องเอนไซม์เปรียบเป็นกุญแจและแม่กุญแจ เป็นกลยุทธ์การสอนในการสร้างความรู้ แนวเทียบเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการค้นพบแนวคิดสำคัญทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งปรากฏการณ์ทางธรรมชาติบางปรากฏการณ์ที่ยังเป็นข้อสงสัยไม่มีคำตอบและคำอธิบาย การใช้แนวเทียบของนักวิทยาศาสตร์ ก็นำไปสู่การค้นพบแนวคิดที่สำคัญที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์นั้นได้

Shawn (2007: 52-55) อธิบายว่าแนวเทียบเป็นการสร้างความสัมพันธ์ของแนวคิดโดยการเชื่อมโยงลักษณะที่เหมือนกันของ 2 แนวคิดระหว่างแนวคิดที่นักเรียนรู้จักกับแนวคิดใหม่ซึ่งเป็นเรื่องที่มีความซับซ้อน หรือเป็นระบบที่มองเห็นได้ยาก เช่น เรื่องเซลล์ ระบบนิเวศ และการสังเคราะห์ด้วยแสง การนำแนวเทียบมาใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากตัวอย่างหรือแนวคิดของนักเรียนเอง

จากข้อความข้างต้นสามารถสรุปความหมายของแนวเทียบได้ว่าเป็นการเปรียบเทียบลักษณะหรือกระบวนการทำงานที่คล้ายคลึงกันระหว่างสิ่งที่นักเรียนรู้จักแล้วกับสิ่งที่นักเรียนไม่รู้จักหรือเป็นมโนทัศน์ใหม่เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจบทเรียนได้ถูกต้องและชัดเจน

1.1.2 หลักการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวเทียบ

การนำแนวเทียบมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้องและชัดเจนนั้น Treagust et al. (1996: 224-225) ได้อธิบายลักษณะ 3 ประการที่เป็นเงื่อนไขของการนำแนวเทียบมาใช้สรุปได้ดังนี้

1. เข้าใจได้ง่าย คือ แนวเทียบที่นักเรียนสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายนั้นทำให้นักเรียนเรียนรู้มโนทัศน์ที่จะเรียนรู้ได้โดยนักเรียนมีแนวทางในการแสดงความเข้าใจของตนเอง

2. มีความเป็นเหตุเป็นผล คือ แนวเทียบที่มีความเป็นเหตุเป็นผลต่อกันจะทำให้นักเรียนเกิดความเชื่อคือ การคิดคล้อยตามและเกิดการยอมรับมโนทัศน์รวมทั้งเกิดความเข้าใจในมโนทัศน์

3. มีประโยชน์ คือ แนวเทียบนั้นมีคุณค่าหรือมีผลดีต่อนักเรียนในการนำไปสู่แนวทางการเรียนรู้มโนทัศน์ใหม่ หรือชี้แนะแนวทางการแก้ปัญหาให้แก่ผู้เรียน

1.1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวเทียบ

นักการศึกษาได้พัฒนาวิธีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวเทียบเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้โดยบางวิธีการหรือบางรูปแบบการสอนมีลักษณะคล้ายคลึงกันแต่การนำไปใช้มีความแตกต่างกัน รูปแบบการสอนต่าง ๆ สนับสนุนให้มีการเรียนรู้โดยการสร้างองค์ความรู้ โดยนักเรียนนำความรู้เดิมที่มีอยู่มาช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น และครูผู้สอนมีบทบาทในการเชื่อมต่อความรู้ ซึ่งรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้แนวเทียบมีลักษณะดังต่อไปนี้

Zeitoum (1984; cited in Joes et al., 1998: 197) ได้อธิบายการนำแนวเทียบมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนทั่วไปสรุปได้ 9 ประการดังนี้

1. การประเมินการให้เหตุผลและการมองเห็นภาพจากแนวเทียบของนักเรียนโดยใช้แบบฝึกหัด

2. การประเมินพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนโดยใช้คำถาม และการอภิปราย

3. การวิเคราะห์และเลือกสื่อการสอนเพื่อใช้ในการสอนแนวเทียบและเรื่องที่จะให้นักเรียนศึกษา

4. การเลือกแนวเทียบโดยพิจารณาจากลักษณะที่คล้ายคลึงกับเรื่องที่จะให้นักเรียนศึกษาซึ่งมีความสอดคล้องกัน โดยต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ในการปฏิบัติการทดลองของนักเรียน รวมถึงการสอนและการนำเสนอของครู

5. การออกแบบหัวข้อที่นำมาใช้เป็นแนวเทียบให้เหมาะสมกับนักเรียน

6. การเลือกกลยุทธ์เพื่อการสอนและการนำเสนอเพื่อการพัฒนาการนำเข้าสู่การสอนเช่น การใช้เกมส์ แบบจำลอง หรือรูปภาพ

7. การนำเสนอแนวเทียบ เริ่มต้นจากการนำเสนอสิ่งที่นักเรียนต้องศึกษา และอธิบายสิ่งที่นำมาเป็นแนวเทียบเพื่อสร้างความสนใจเป็นอันดับแรก หลังจากนั้นอธิบายเชื่อมโยงจนนำไปสู่การอภิปราย

8. การประเมินเรื่องที่นักเรียนได้รับจากการศึกษาเพื่อปรับแก้ไขแนวคิดที่คลาดเคลื่อน

9. การทบทวนหลังจากการประเมินผลทุกขั้นตอนเพื่ออภิปรายแก้ไขแนวเทียบและนำกลยุทธ์อื่นมาใช้ตามต้องการ

Zeitoum (1984; cited in Joes et al., 1998: 197) ได้อธิบายการสอนที่นักเรียนเป็นผู้ใช้แนวเทียบในการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ และครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกโดยนำเสนอหัวข้อหรือแนวคิดที่จะศึกษา และถามคำถาม การสอนโดยนักเรียนเป็นผู้ใช้แนวเทียบมีลักษณะดังนี้

1. นักเรียนอธิบายปรากฏการณ์ที่ครูนำเสนอ

2. นักเรียนเลือกแนวเทียบที่มีลักษณะคล้ายกับปรากฏการณ์เพื่อนำมาช่วยสร้างความเข้าใจด้วยตนเอง

3. นักเรียนประยุกต์ใช้แนวเทียบกับปรากฏการณ์ โดยการระบุลักษณะความเหมือนกันและแตกต่างกัน

4. นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายข้อมูลที่ได้ในชั้นเรียน โดยนำเสนอแนวเทียบที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์ ซึ่งขั้นนี้นักเรียนได้อธิบายโดยการใช้แนวเทียบ

Brown and Clement (1989; cited in Joes et al., 1998: 199) ได้เสนอการสอนโดยการเชื่อมโยงแนวเทียบเพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดการหยั่งรู้มองเห็นภาพชัดเจน เกิดลำดับการเรียนรู้ตามขั้นตอนของสิ่งที่นำมาเป็นแนวเทียบ เพราะทำความเข้าใจได้ง่ายจนเกิดมุมมองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีเป้าหมายคือเพิ่มความเข้าใจในเรื่องที่จะศึกษา และลดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน โดยมีเงื่อนไข 4 ข้อในการสอนคือ

1. นักเรียนต้องมีแนวคิดที่เกี่ยวกับเรื่องที่นำมาเป็นแนวเทียบ

2. กรณีนักเรียนไม่สามารถทำความเข้าใจสิ่งที่เป็นแนวเทียบกับเรื่องที่จะศึกษาให้ใช้การเชื่อมโยงแนวเทียบเข้ามาช่วย

3. การเชื่อมโยงแนวเทียบกับเรื่องที่จะศึกษาให้สำเร็จต้องเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วม

4. การสนับสนุนให้นักเรียนมองเห็นแนวคิดที่ศึกษาเพื่อให้เกิดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่มีเหตุผลและจำเป็นต่อนักเรียน

การสอนเชื่อมโยงแนวเทียบทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเรื่องที่เรียนมากขึ้น จากการเกิดข้อโต้แย้งในการเรียนจนมีการเชื่อมโยงแนวเทียบกับเรื่องที่ศึกษากับเป้าหมายจนคำถามเชิงวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมขึ้นในชั้นเรียน Clement (1993)

Timothy et al (2000: 17) อธิบายการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคแนวเทียบว่าต้องใช้การสาธิตกระบวนตามขั้นตอนเพื่อเป็นกลยุทธ์ในการคิด โดยให้มีการตอบและอธิบายเหตุผล อภิปรายเพื่อให้คำจำกัดความ ซึ่งแนวเทียบจะบ่งบอกลักษณะที่เหมือนกัน และแตกต่างกันของเรื่องที่ศึกษา

Glynn et al. (2003: Online) ได้เสนอการสอนโดยใช้แนวเทียบไว้ว่ามีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยนำเสนอเรื่องที่สอน
2. ครูนำเสนอสิ่งที่เป็นแนวเทียบ
3. ครูระบุลักษณะของเรื่องที่สอนกับเรื่องที่เป็นแนวเทียบว่ามีกระบวนการ หรือลักษณะที่เหมือนกันอย่างไร
4. นักเรียนเขียนแผนผังเปรียบเทียบเรื่องที่ได้เรียนรู้กับเรื่องที่เป็นแนวเทียบ
5. นักเรียนเขียนหรืออภิปรายแนวคิดได้
6. ครูให้นักเรียนสรุปแนวคิดที่ได้จากการศึกษาเรียนรู้กับสิ่งที่เป็นแนวเทียบได้

Glynn ได้นำเสนอตัวอย่างสิ่งที่เป็นแนวเทียบกับสิ่งที่นักเรียนศึกษาดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการใช้โครงสร้างการทำงานของรถยนต์เป็นแนวเทียบกับโครงสร้างของเซลล์

โครงสร้างหรือระบบการทำงาน	รถยนต์ (แนวเทียบ)	โครงสร้างของเซลล์ (สิ่งที่นักเรียนศึกษา)
โครงสร้างภายนอก	ตัวรถยนต์	เยื่อหุ้มเซลล์ หรือผนังเซลล์
โครงสร้างภายใน	การตกแต่งภายใน	ไซโทพลาซึม
ศูนย์ควบคุม	คนขับรถ	นิวเคลียส
ศูนย์การสื่อสาร	ระบบไฟฟ้า	เอนโดพลาสมิกเรติคิวลัม
แหล่งผลิตพลังงาน	เครื่องยนต์	ไมโทคอนเดรีย
การกำจัดของเสีย	ระบบท่อไอเสีย	แวคิวโอล

1.1.4 บทบาทของครูและนักเรียน

Zeitoum (1984, cited in Joes et al., 1998: 197-198) ได้อธิบายบทบาทครูและบทบาทนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวเทียบสรุปได้ดังนี้

บทบาทครู

1. ประเมินความรู้จากประสบการณ์เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่ใช้เป็นแนวเทียบ
2. ศึกษาและคัดเลือกกิจกรรมที่นำมาใช้เป็นแนวเทียบให้เหมาะสมกับนักเรียน
3. นำเสนอสิ่งที่เป็นแนวเทียบและวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้
4. ระบุลักษณะสำคัญที่เป็นความเหมือนกันระหว่างมโนทัศน์ที่ศึกษากับแนวเทียบ
5. ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนอธิบายปรากฏการณ์
6. สรุปแนวคิดสำคัญที่ได้จากการเรียนรู้ และอธิบายว่าแนวเทียบเข้ามามีบทบาทในส่วนใดที่ศึกษา
7. ประเมินนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน และให้ข้อเสนอแนะ

บทบาทนักเรียน

1. สังเกตปรากฏการณ์
2. สำรวจแนวคิดหลัก และสิ่งที่เป็นแนวเทียบ
3. วิเคราะห์ อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น เกี่ยวกับความเหมือนกันของปรากฏการณ์กับแนวเทียบ
4. ตอบคำถามและอภิปรายเกี่ยวกับความแตกต่างกันของปรากฏการณ์กับแนวเทียบ
5. เชื่อมโยงสัมพันธ์ของมโนทัศน์ที่ผู้เรียนมีอยู่เดิมกับสิ่งที่เป็นแนวเทียบ

1.1.5 ความสำคัญของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวเทียบ

การนำแนวเทียบมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนนั้นนอกจากจะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เนื้อหาหรือมโนทัศน์ที่ซับซ้อนได้อย่างชัดเจนแล้วยังช่วยส่งเสริมความสามารถในการคิดให้แก่นักเรียนได้ ซึ่งมีนักวิชาการและนักการศึกษาได้อธิบายความสำคัญของแนวเทียบในเชิงประโยชน์ต่อผู้เรียนสรุปได้ดังนี้

ความสำคัญต่อผู้เรียน

Nercessian (1992; cited in Joes et al., 1998: 195) กล่าวว่าแนวเทียบไม่เพียงแต่เป็นกระบวนการนำไปสู่การคิด กับการอ้างเหตุผลเพื่อสรุปการแก้ปัญหาเท่านั้น แต่แนวเทียบยังทำหน้าที่อนุมานการทำงานและสร้างกระบวนการแก้ปัญหาด้วย และการให้เหตุผลเพื่อเป็นแนวเทียบเป็นส่วนหนึ่งที่ก่อให้เกิดกระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

Wong (1993: 1259-1260) กล่าวว่าการใช้แนวเทียบจะให้ความสำคัญกับการอธิบายจากหลักฐาน นำไปใช้วางแผนในการสร้างแบบจำลอง เพื่อขยายความรู้ และประเมินผล ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้ง การใช้แนวเทียบสามารถอธิบายถึงการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และการแก้ปัญหาของผู้เชี่ยวชาญ

Kolodner(1997: 35-36) กล่าวว่าการใช้แนวเทียบเป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาศัยประสบการณ์เดิมของนักเรียนเพื่อการเรียนรู้และการแก้ปัญหา โดยการกำหนดปัญหาให้นักเรียนหาวิธีการแก้ไข จากการอาศัยประสบการณ์ของผู้เรียนและผู้อื่นเพื่ออธิบายเชื่อมโยงแนวคิดหลักที่ศึกษา กับสิ่งที่นำมาเป็นแนวเทียบ โดยวิธีการนี้ทำให้นักเรียนเกิดการแก้ปัญหา

Timothy et al. (2000: 16-17) กล่าวว่าการใช้แนวเทียบเป็นเครื่องมือสำหรับสอนการคิดเชิงสร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งเป็นสิ่งที่ควรเกิดขึ้นในทุกวิชาเพื่อให้นักเรียนใช้รูปแบบในการเปรียบเทียบกับสิ่งที่ศึกษา รวมถึงเพื่อการพัฒนาการอ่านคำศัพท์และเชื่อมโยงกับหลักสูตร

Hofstadter et al.(2001: 40-41) กล่าวว่าการใช้แนวเทียบเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ความจำ ความคิดสร้างสรรค์ อารมณ์ การอธิบายและการสื่อสาร

Glynn et al. (2003: 201-202) กล่าวว่าแนวเทียบทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้สารสนเทศใหม่ๆ โดยนำมาเชื่อมโยงสัมพันธ์กับมโนทัศน์ที่ผู้เรียนมีอยู่เดิม การใช้แนวเทียบเชิงอธิบาย(Explanatory Analogies) ช่วยให้นักเรียนเข้าใจสารสนเทศจากตำรา และช่วยพัฒนาการมีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน ทำให้นักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นโดยทั่วๆ ไปได้ดีมากยิ่งขึ้น

Mark and Lawrence (2007: 1213-1214) กล่าวว่าเทคนิคแนวเทียบช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับเนื้อหาสาระสำคัญของเรื่องได้ดีขึ้น

Sunal (2008: Online)ครูและนักเรียนมีการมองเห็นภาพที่ตรงกันครูลำดับขั้นตอนการสอนได้มากขึ้น และนักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เทคนิคแนวเทียบช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้นจากการที่นักเรียนจะต้องแยกแยะประเด็นที่เหมือนกันและแตกต่างกัน

จากการศึกษาความสำคัญของการสอนโดยใช้แนวเทียบพบว่าแนวเทียบเป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาศัยประสบการณ์เดิมของนักเรียนเพื่อการเรียนรู้ โดยนักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาด้วยการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดความจำ ความคิดสร้างสรรค์ การอธิบายและการสื่อสาร ซึ่งนำไปสู่การอ้างเหตุผลเพื่อสรุปวิธีการแก้ปัญหา ก่อให้เกิดกระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งจากการแยกแยะประเด็นที่เหมือนกันและแตกต่างกัน

1.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนการเรียนการสอนโดยใช้แนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E

วงจรการเรียนรู้ 5E มีทฤษฎีที่สนับสนุนคือทฤษฎีสรรคนิยม (constructivism)ซึ่งเชื่อกันว่านักเรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาแล้ว ก่อนที่ครูจะจัด การเรียนการสอนให้เน้นว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัวของผู้เรียน และการเรียนรู้เรื่องใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม ดังนั้นประสบการณ์เดิมของนักเรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้เป็นอย่างยิ่ง กระบวนการเรียนรู้ (process of learning) ที่แท้จริงของนักเรียนไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครูหรือนักเรียนเพียงแต่จดจำแนวคิดต่าง ๆ ที่มีผู้บอกให้เท่านั้น แต่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างเสริมความรู้ เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ มาเผชิญหน้า ดังนั้น การที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (inquiry process) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551: 219)

การสอนโดยใช้แนวเทียบมีทฤษฎีที่สนับสนุน 2ทฤษฎีคือ 1)ทฤษฎีสรรคนิยม (constructivism) ซึ่งอธิบายว่ากลยุทธ์การใช้แนวเทียบเป็นเครื่องมือในการสอนทำให้เข้าถึงแนวคิดที่เรียนได้ง่ายและเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวเทียบเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้โดยการสร้างองค์ความรู้เกิดจากการที่นักเรียนนำความรู้เดิมที่มีอยู่มาช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น และครูผู้สอนมีบทบาทในการเชื่อมต่อความรู้ (Joes et al., 1998: 197) และ 2) ทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningful Verbal Learning) อธิบายว่าการเรียนรู้อย่างมีความหมาย จะเกิดขึ้นได้เมื่อบุคคลสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ใหม่กับสิ่งเดิมที่มีอยู่ (ทิศนาและคณะ, 2545: 18) โดยออซูเบลแนะนำว่าการประยุกต์ใช้แนวเทียบเพื่อเชื่อมโยงแนวคิด โดยการจัดระบบการเปรียบเทียบลักษณะที่เหมือนกันและแตกต่างกันของสิ่งที่นักเรียนรู้อยู่แล้วกับสิ่งที่นักเรียนต้องได้รับการศึกษา (Ausubel; cited in Eugene and Thomas, 2010: 173)

1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E

การเรียนการสอนโดยใช้แนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E มีการนำมาใช้ 2 ลักษณะคือ การนำแนวเทียบมาใช้ร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E ในทุกขั้นตอน (Orgill and Thomas, 2007: 40-45) และการนำแนวเทียบมาใช้ร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E ในขั้นที่ 3 การอธิบายและลงข้อสรุปและขั้นที่ 4 การขยายความรู้ (James and Scharman, 2007: 569-570) มีรายละเอียดของกิจกรรมสรุปได้ดังนี้

Orgill และThomas (2007: 40-45) ได้นำเสนอการจัดการเรียนการสอนโดยนำแนวเทียบมาใช้ร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E ในทุกขั้นตอนของการสอนซึ่งมีรายละเอียดของการใช้แนวเทียบสรุปได้ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

ขั้นตอนนี้เป็นการสร้างความสนใจในการเรียน โดยครูใช้เทคนิคแนวเทียบนำเสนอสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนยังไม่รู้จัก กับสิ่งที่นักเรียนรู้จักและคุ้นเคยแล้ว หรือประเด็นปัญหา เช่น ครูนำลูกเกดผสมกับคอนเฟลกส์มาให้นักเรียนดูเปรียบเทียบ แล้วเปรียบเทียบว่า ลูกเกด ผสมกับคอนเฟลกส์เหมือนกับสารเนื้อผสม

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

ขั้นตอนนี้เป็นการให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบปัญหาหรือประเด็นที่สนใจ โดยครูใช้เทคนิคแนวเทียบเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนค้นหาคำตอบ เช่น ครูบอกนักเรียนว่าสูตรสมดุลเคมีเหมือนกับสูตรการทำอาหาร เพื่อให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับสูตรสมดุลเคมี คืออะไรและมีลักษณะอย่างไร

3. ขั้นสร้างคำอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

ขั้นตอนนี้เป็นการให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ มาวิเคราะห์ อภิปราย และสรุป โดยครูให้นักเรียนใช้แนวเทียบ เปรียบเทียบสิ่งที่นักเรียนรู้จักซึ่งครูยกตัวอย่างให้กับสิ่งที่นักเรียนศึกษาค้นคว้า เช่น ครูให้นักเรียนเขียนแผนผังเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างระหว่างสูตรสมดุลเคมีและสูตรอาหาร

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

ขั้นตอนนี้เป็นการนำความรู้ที่ได้จากการลงข้อสรุปไปอธิบาย หรือเชื่อมโยงกับสิ่งอื่นโดยครูให้นักเรียนใช้แนวเทียบโดยนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปเทียบเคียงกับสิ่งอื่นนอกเหนือจากบทเรียนในรูปผลงาน การออกแบบการทดลอง หรือสิ่งประดิษฐ์ เช่น ครูให้นักเรียนออกแบบโปสเตอร์แนะนำสถานที่ท่องเที่ยว ซึ่งให้เปรียบ สถานที่ต่างๆ นั้นเป็นส่วนประกอบต่างๆ ภายในเซลล์

5. ขั้นประเมิน (Evaluation)

ขั้นตอนนี้เป็นการตรวจสอบผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยตรวจสอบความรู้ความเข้าใจเนื้อหาบทเรียนและตรวจสอบการใช้แนวเทียบของนักเรียนในแต่ละขั้นตอนการสอนรวมทั้งเป็นการประเมินผลการเรียนรู้ท้ายบทเรียน

การสอนโดยใช้ แนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E มีบทบาทสำคัญในการแก้ไขปัญหาของมนุษย์ การสื่อสารระหว่างกัน และ การคิดสร้างสรรค์ การใช้แนวเทียบเปรียบสิ่งหนึ่งว่ามีลักษณะเหมือนกับอีกสิ่งหนึ่ง ทำให้นักเรียนอธิบายแนวคิดใหม่ที่ศึกษาได้ดีมากยิ่งขึ้น (Orgill and Thomas, 2007: 40-45)

James and Scharman (2007: 569-570) ได้นำการสอนแบบ 5E มาใช้ร่วมกับแนวเทียบ(Analogy) ในขั้นอธิบายและลงข้อสรุปและขั้นขยายความรู้โดยมีขั้นตอนการสอนดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

ขั้นนี้ครูใช้คำถามที่เร้าใจในการสร้างความสนใจเกี่ยวกับเรื่องที่นักเรียนจะศึกษา

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

ขั้นนี้ครูใช้คำถามปลายเปิดที่เป็นประเด็นศึกษาให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการสำรวจแนวคิดหลักด้วยตนเอง

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

ขั้นนี้ครูใช้คำถามเพื่อนักเรียนเกิดแนวคิดที่ชัดเจน เช่น คำจำกัดความ การอธิบายและระบุสิ่งที่ได้จากการสำรวจทำกิจกรรม โดยสนทนา อภิปราย เกี่ยวกับแนวเทียบดังนี้

1) ครูศึกษาพื้นความรู้เดิมของนักเรียนเรื่องการใช้แนวเทียบ

2) ครูให้นักเรียนนำเสนอการใช้แนวเทียบ จากคำว่า “เหมือนกับ” เพื่อเปรียบเทียบลักษณะที่มีความเหมือนและต่างกันของเรื่องที่ศึกษา

3) นักเรียนสรุปเรื่องแนวเทียบโดยครูใช้คำถามและ นักเรียนอภิปราย

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

ขั้นตอนนี้ครูถามตั้งคำถามให้นักเรียนตอบโดยการอธิบาย คำจำกัดความเรื่องสิ่งใหม่ที่ได้จากความรู้ในขั้นอธิบายและสรุปโดยครูกระตุ้นให้นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้ใหม่ในการเปรียบเทียบโดยให้นักเรียนใช้เหตุผลในการเปรียบเทียบเพื่อสร้างสิ่งใหม่ที่สามารถตรวจสอบผลการใช้ได้

5. ขั้นประเมินผล (Evaluation)

ขั้นตอนนี้อยู่ในทุกขั้นตอนการเรียนการสอนโดยครูทำการประเมินทักษะ การประยุกต์ใช้ความรู้ และแนวคิดของนักเรียน

2. การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 (ราชบัณฑิตยสถาน, 2546: 687)ให้ความหมายของปัญหา ว่าหมายถึง ข้อสงสัย ข้อขัดแย้ง คำถาม ข้อที่ต้องพิจารณาแก้ไข ซึ่งมีการจำแนกประเภทของปัญหาเป็น 2 ประเภท โดยใช้สภาพปัญหาเป็นเกณฑ์ คือ 1) ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เป็นปัญหาที่มีคำตอบคำตอบเดียว 2) ปัญหาทั่วไป เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน เช่น ปัญหาด้านการเงิน ปัญหาชีวิต ปัญหาด้านการเรียนเป็นต้น (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ ,2549: 55) ซึ่งการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นการคิดที่อาศัยกระบวนการทางสติปัญญา ความคิดและประสบการณ์เดิมของบุคคลมาประกอบกัน เพื่อแก้ปัญหาที่ประสบในสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดมาให้ (สมชาย เตียวเจริญ, 2549: Online)

2.1 กระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

Dewey (1933 อ้างถึงในพิมพันธุ์ เดชะคุปต์, 2548: 102) ระบุวิธีการแก้ปัญหาว่ามีการดำเนินการตามขั้นตอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์(Scientific Method) ดังนี้

1. การระบุปัญหา
2. การตั้งสมมติฐาน
3. ทำการทดลอง
4. สังเกตขณะทดลอง

5. รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

6. ตรวจสอบข้อมูล

7. สรุปผลการทดลอง

Polya (1957 อ้างถึงในสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี: online)ได้สรุปขั้นตอนการแก้ปัญหาเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

1. การทำความเข้าใจ โดยผู้แก้ปัญหาต้องพิจารณาว่า ปัญหาที่ต้องแก้ไขคืออะไร

2. การวางแผนแก้ปัญหา โดยผู้แก้ปัญหาพิจารณาว่าเคยเผชิญกับสถานการณ์นี้หรือไม่ มีทฤษฎีใดที่จะนำมาช่วยในการแก้ปัญหา

3. การดำเนินการตามแผน โดยผู้แก้ปัญหาลงมือปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้แต่ละขั้น

4. การตรวจสอบผลที่ได้

Guilford (1967: 313) ได้ระบุขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) หมายถึง ขั้นในการตั้งปัญหาว่า ปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้นคืออะไร

2. ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) หมายถึง ขั้นที่พิจารณาว่าสิ่งใดเป็นสาเหตุที่สำคัญของปัญหา หรือสิ่งใดไม่ใช่สาเหตุที่สำคัญของปัญหา

3. ขั้นเสนอแนวทางแก้ไขปัญหา (Production) หมายถึง การหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงสาเหตุแล้วเสนอรูปแบบออกมา

4. ขั้นตรวจสอบ (Verification) หมายถึง การเสนอเกณฑ์เพื่อตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหาที่เสนอไว้ ถ้าเห็นว่ายังไม่ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง ต้องเสนอวิธีการแก้ปัญหาใหม่จนกว่าจะได้วิธีการที่ถูกต้องที่สุด

Good (1973: 518) ได้อธิบายเกี่ยวกับการคิดแก้ปัญหาสรุปได้ว่า การคิดแก้ปัญหาเป็นการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ไขสถานการณ์อย่างมีแบบแผน โดยมีการดำเนิน 4 ขั้นดังนี้

1. การตรวจหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

2. การตั้งสมมติฐาน

3. การตรวจสอบสมมติฐานภายใต้การควบคุม

4. รวบรวมข้อมูลจากการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ที่จะทดสอบว่าสมมติฐานนั้นเป็นจริงหรือไม่

Alan (1974: 81) อธิบายว่าการทำงานทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการหาคำตอบหรือแก้ปัญหาแต่ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์นั้นการทำการทดลองเป็นการฝึกการแก้ปัญหาซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้

1. การระบุหรือกำหนดปัญหา

2. การรวบรวมข้อมูลที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

3. การเสนอวิธีการแก้ปัญหา และทดสอบวิธีการนั้นว่าถูกต้องแม่นยำหรือไม่

Wier (1974: 17-18) ได้สรุปแนวทางการแก้ปัญหาไว้ 4 ข้อดังนี้

1. การระบุปัญหา เป็นความสามารถในการระบุขอบเขตของปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนด

2. การวิเคราะห์ปัญหา เป็นความสามารถในการพิจารณา วิเคราะห์แยกสาเหตุของปัญหา

3. การเสนอวิธีการแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการคิดค้นและเสนอวิธีการแก้ปัญหาจากสาเหตุของปัญหา

4. การตรวจสอบผล เป็นความสามารถในการอธิบายผลที่เกิดขึ้น

Llewellyn (2002: 87-89) กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ว่ามีลักษณะเป็นขั้นตอน 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุปัญหาที่ต้องการแก้ไข (Defining the problem to be solved) นักเรียนจะต้องตระหนักถึงปัญหาที่เกิดขึ้น และระบุปัญหาหลักจากสถานการณ์ที่กำหนดร่วมกัน เป็นปัญหาที่มีความหมายต่อนักเรียนและควรแก่การใช้เวลาเพื่อหาทางแก้ไข โดยส่วนใหญ่แล้วจะพิจารณาระหว่างสภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบันและสภาพที่ปรารถนาให้เป็นเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาที่เป็นรูปธรรมและเข้าใจได้

2. การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา (Collecting and analyzing information about the problem) นักเรียนใช้ทักษะการคิดวิพากษ์วิจารณ์และการค้นคว้าเพื่อรวบ รวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง โดยนักเรียนแต่ละคนใช้วัสดุ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์ปัญหาที่ระบุไว้และหาวิธีแก้ไขปัญหาที่เป็นไปได้

3. การสร้างแนวทางในการแก้ปัญหา (Generating possible solutions to the problem) นักเรียนหาวิธีแก้ไขปัญหาที่เป็นไปได้และประเมินวิธีแก้ปัญหาแต่ละแบบ โดยมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและเสนอแนะวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลายภายในกลุ่ม และใช้แบบจำลองสองมิติหรือสามมิติเพื่ออธิบายวิธีแก้ปัญหาที่เป็นไปได้

4. การเลือกและออกแบบกลยุทธ์เพื่อแก้ปัญหา (Selecting and designing a strategy or plan) นักเรียนเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุดภายในกลุ่มและกำหนดขั้นตอนเพื่อแก้ปัญหา โดยเรียงลำดับอย่างเหมาะสม ตลอดจนระบุวัสดุและอุปกรณ์ที่จำเป็น

5. การลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนด (Implementing a plan to solve the problem)นักเรียนสร้างสิ่งประดิษฐ์ตามแผนการและขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้เพื่อแก้ปัญหาและรวบรวมข้อมูล ซึ่งจัดกระทำในรูปของกราฟหรือตาราง

6. การประเมินและสื่อสาร (Evaluating and communicating the results) นักเรียนทบทวนข้อมูลที่ได้เก็บมาและประเมินวิธีแก้ปัญหา โดยการเขียนบันทึกหรือการนำเสนอหน้าชั้นเรียน ซึ่งข้อมูลที่ได้ สนับสนุนวิธีแก้ปัญหา แต่ในบางกรณีจะต้องมีการคิดวิธีแก้ปัญหาใหม่ ซึ่งจะทำให้นักเรียนต้องกลับไปดำเนินการในขั้นตอนที่ 2 อีกครั้ง

Nitko (2004: 208) กล่าวถึงขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ระบุปัญหาหรืออุปสรรคได้
2. ระบุแนวทางในการแก้ปัญหา
3. เลือกแนวทางในการแก้ปัญหา
4. ทดสอบและประเมินแนวทางในการแก้ปัญหา

Barry (2006: 32) เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้ 8 ขั้นตอน คือ

1. การระบุปัญหา
2. การค้นหาวัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหา
3. วิเคราะห์การปฏิบัติ เพื่อแก้ปัญหา
4. การหาวิธีการแก้ปัญหาจากการศึกษาข้อมูล
5. การประเมินความเป็นไปได้ของข้อมูลที่จะเลือกนำไปปฏิบัติ ลำดับขั้นการปฏิบัติที่สามารถปฏิบัติได้จริง รวมถึงราคาค่าใช้จ่าย
6. การตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ไข
7. การลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหา โดยดำเนินการตามขั้นตอนด้วยวิธีการที่เฉพาะเจาะจง
8. การประเมินผลการแก้ปัญหา

David (2008: Online) สรุปว่าการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยกระบวนการดังนี้

1. ตั้งคำถามที่ได้จากการสังเกต หรือจากประสบการณ์เดิม
2. การตั้งสมมติฐาน เพื่อนำไปสู่การสืบสอบหาคำตอบ

3. การออกแบบการทดลอง การเก็บรวบรวมข้อมูล

4. การบันทึกผลข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและสืบสอบ

5. การสรุปผลที่ได้จากการสังเกต หรือประสบการณ์ และการใช้ข้อมูลในการอธิบายอย่างเป็นเหตุเป็นผล

Hidetoshi Shibata (2009: Online) อธิบายว่ากระบวนการคิดแก้ปัญหาประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

1. การระบุจุดประสงค์ของการแก้ปัญหา

2. การหาสาเหตุของปัญหา

3. การระบุปัญหา คือ การศึกษาหาปัญหาที่แท้จริง

4. การหาสาเหตุของปัญหา คือ การระบุที่มาของปัญหาและวางแผนการแก้ไขอย่างมีขั้นตอน

5. การดำเนินการแก้ปัญหา คือ การลงมือปฏิบัติการเพื่อแก้ไขปัญหาโดยเลือกวิธีการที่เจาะจง

มังกร ทองสุขดี (2522: 21-22) ได้สรุปว่าวิธีการแก้ปัญหาประกอบด้วยกระบวนการ 5 ขั้นตอนคือ

1. กำหนดปัญหาให้ถูกต้อง

2. การตั้งสมมติฐาน

3. การทดลองและเก็บข้อมูล

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

5. การสรุปผลและนำไปใช้

จากข้อความข้างต้นสามารถสรุปความหมายของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ว่า คือ ความสามารถในการพิจารณาสาเหตุของปัญหา นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาอย่างมีขั้นตอนโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่เหมาะสม การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยความสามารถ 4 ด้านคือ1) การระบุปัญหา คือความสามารถในการคิดหาปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์ได้ 2) การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา คือความสามารถในการพิจารณาถึงสาเหตุที่สำคัญของเหตุการณ์และสิ่งใดไม่ใช่สาเหตุของปัญหา 3) การเสนอแนวทางแก้ไขปัญหา คือ ความสามารถในการหาวิธีการแก้ไขปัญหาได้ตรงตามสาเหตุและเสนอแนวทางแก้ไข และ 4) การตรวจสอบผลตรวจสอบผลที่ได้ คือ ความสามารถในการเสนอเกณฑ์ตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหาที่เสนอไว้

2.2 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 13) ระบุพฤติกรรมการแสดงออกของการแก้ปัญหา ดังนี้ 1) มีการทำความเข้าใจปัญหา 2) มีการวางแผนแก้ปัญหา 3) มีการลงมือแก้ปัญหาและประเมินผลการแก้ปัญหาไปใช้โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 46-48) เสนอเครื่องมือ และวิธีการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ไว้ดังนี้

1. การสังเกต เป็นเครื่องมือที่ใช้ระหว่างการสอนของครู โดยจะสะท้อนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ช่วยให้เห็นการพัฒนาด้านการคิดอย่างชัดเจน การสังเกตการณ์แก้ปัญหามี 2 วิธีคือ การสังเกตแบบไม่ตั้งใจ ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา และการสังเกตแบบตั้งใจ เป็นการสังเกตที่มีการบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบ มีการจัดทำแบบสังเกตล่วงหน้า

2. การประเมินตนเอง คือ การให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเอง เกี่ยวกับพฤติกรรมในเรื่องการแก้ปัญหา เมื่อพบปัญหาอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งจะสะท้อนกระบวนการแก้ปัญหาของแต่ละคน

3. แบบสำรวจรายการ ใช้ประเมินพฤติกรรมของผู้เรียนในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเก็บข้อมูลที่เป็นกระบวนการที่แยกการกระทำต่าง ๆ ไว้อย่างชัดเจน

4. แบบทดสอบข้อเขียน เป็นการสะท้อนให้เห็นถึงความสามารถในการแก้ปัญหาโดยมีการกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหา และผู้เรียนอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาแต่ละขั้น มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนอย่างชัดเจน

Nitko (2004: 214-232) เสนอแนวทางในการประเมินความสามารถในการคิดแก้ปัญหาดังนี้

1. การระบุปัญหา เป็นการประเมินความสามารถในการอธิบายรายละเอียดของสถานการณ์ ซึ่งคำถามส่วนใหญ่ที่ใช้จะถามว่าปัญหาจากสถานการณ์นี้คืออะไร

2. การระบุสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้อง เป็นการประเมินความสามารถในการระบุข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง

3. การระบุข้อสันนิษฐาน เป็นการประเมินความสามารถในการระบุวิธีการแก้ปัญหา และข้อสันนิษฐานที่เกี่ยวกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

4. การอธิบายวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เป็นการประเมินความสามารถในการคิดแก้ปัญหาโดยใช้แนวทางต่าง ๆ

5. การตัดสินเลือกวิธีการแก้ปัญหา เป็นการประเมินความสามารถในการตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหา 1 วิธี จากหลายวิธีแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ และสามารถระบุเหตุผลที่เลือกวิธีแก้ปัญหานั้น

6. การรวมข้อมูลเข้าด้วยกัน เป็นการประเมินความสามารถในการคิดขั้นตอนสำหรับวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้ข้อมูลต่าง ๆ ที่อยู่ในสถานการณ์ที่กำหนดให้

7. การสร้างทางเลือก เป็นการประเมินความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างน้อย 2 วิธีขึ้นไป

8. การใช้วิธีการอุปมาอุปไมย เป็นการประเมินความสามารถในการอธิบายวิธีแก้ปัญหาโดยการเปรียบเทียบกับวิธีแก้ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายกัน

9. การประเมินวิธีแก้ปัญหา เป็นการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลที่ตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหานั้น โดยสามารถระบุว่ามีข้อดีมากกว่าวิธีแก้ปัญหาอื่น

3. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของเจตคติและลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Attiudes Towards Sciences)

ความหมายของเจตคติ

Gagne' (1977; cited in Haladyna and Shaughnessy, 1982: 547-548) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง สภาพภายในของบุคคลที่มีอิทธิพลต่อการเลือกปฏิบัติของแต่ละบุคคล เจตคติไม่ได้กำหนดการปฏิบัติที่เป็นเฉพาะ แต่ทำให้กลุ่มของการปฏิบัติในแต่ละบุคคลมีโอกาสเกิดขึ้นมากหรือน้อย เจตคติจึงเป็นแนวโน้มของการตอบสนองหรือ ความพร้อมในการตอบสนองของบุคคล

Thurstone (1982; cited in Osborne, Simon and Collins, 2003: 1049-1079) ให้ความหมายว่าเป็นผลรวมทั้งหมดเกี่ยวกับความรู้สึกของมนุษย์ ความคิด ความกลัวต่อบางสิ่งบางอย่าง ซึ่งความคิดเป็นสัญลักษณ์ของเจตคติ หากต้องการวัดเจตคติสามารถวัดโดยวัดความคิดของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่างๆ เพราะเจตคติเป็นระดับความมากน้อยของความรู้สึกในด้านบวกและลบที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2538: 106) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลต่าง ๆ อันเป็นผลเนื่องมาจากการเรียนรู้ประสบการณ์และเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมต่อสิ่งต่าง ๆ อันอาจเป็นไปในทางสนับสนุนหรือต่อต้านก็ได้

ลักขณา สริวัฒน์ (2544: 69) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึงความรู้สึก ความคิดเห็นหรือท่าทีของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งจะเห็นว่าความรู้สึกเป็นองค์ประกอบทางด้านอารมณ์ ความคิดเห็นเป็นองค์ประกอบทางด้านปัญญา และท่าทีเป็นองค์ประกอบทางด้านพฤติกรรม

สรุปได้ว่า เจตคติหมายถึง ความรู้สึกสำนึกของบุคคลอันเนื่องมาจากการเรียนรู้ประสบการณ์ที่มีต่อสิ่งหนึ่งที่กระตุ้นให้บุคคลแสดงท่าทีทางด้านพฤติกรรม หรือก่อให้เกิดลักษณะนิสัยในทางสนับสนุนหรือต่อต้านต่อสิ่งนั้น ๆ ก็ได้

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Attiudes Towards Sciences)

เจตคติเป็นจิตสำนึกของบุคคลที่ก่อให้เกิดลักษณะนิสัยหรือความรู้สึกทางจิตใจ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนจึงควรได้รับการประเมินเจตคติ 2 ส่วน คือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes) ซึ่งเป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของผู้เรียนที่เกิดจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยคุณลักษณะเจตคติทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 1) ความสนใจใฝ่รู้หรือความอยากรู้อยากเห็น 2) ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ 3) ความซื่อสัตย์ 4) ความประหยัด 5) ความใจกว้าง ร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดของผู้อื่น 6)ความมีเหตุผล 7)การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์(Attitudes Towards Science) เป็นความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546: 15) ซึ่งรวมถึงเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ คือความรู้สึกหรือพฤติกรรมที่แสดงออกขณะมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน(Haladyna and Billeh, 1975: 2475) โดยการวิจัยครั้งนี้ให้ความสนใจในการศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นหลักโดยมีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาอธิบายความหมายและคุณลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไว้หลายท่านสรุปได้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 15) กล่าวว่าเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ความพอใจศรัทธาและซาบซึ้ง เห็นคุณค่าและประโยชน์ รวมทั้งมีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ คุณลักษณะชี้บ่งเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยคุณลักษณะต่อไปนี้

1) พอใจในประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
2) ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์
3) เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4) ตระหนักในคุณและโทษของการใช้เทคโนโลยี
5) เรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนาน
6) เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ
7) ตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

8) ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม

9) ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใคร่ครวญไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย

วรรณทิพา รอดแรงค้า และพิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2542: 6-7) ให้ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ว่าหมายถึง ลักษณะหรือท่าทีหรือพฤติกรรมที่บุคคลแสดงออกมาซึ่งขึ้นอยู่กับความรู้สึกของแต่ละบุคคล ลักษณะของผู้มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นคุณสมบัติที่เอื้อต่อการเป็นนักคิดหรือมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ยุพา วีระไวทะยะและปรียา นพคุณ (2544: 66) กล่าวว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นความรู้สึกของแต่ละบุคคล ซึ่งเกิดจากการทำงานของสมองและจากประสบการณ์การนำความรู้ความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ไปใช้ที่มีผลต่อการตอบสนองของแต่ละบุคคล สิ่งต่างๆ เหตุการณ์รอบตัว

Harlen (1985: 45) กล่าวว่าเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีลักษณะดังนี้

1. มีแนวโน้มสนใจกิจกรรมที่เกี่ยวพันกับวิทยาศาสตร์
2. ใช้การทดสอบแนวคิดที่สนใจในทางธรรมชาติโดยอาศัยหลักฐานอ้างอิง

Hasan and Shaughnessy (1975: 2475) ให้ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึงความรู้สึกนึกคิด ความเชื่อ และความซาบซึ้งของบุคคลที่เกิดจากผลของวิทยาศาสตร์โดยทางตรงทางอ้อม และมีผลต่อพฤติกรรมของมนุษย์ต่อวิทยาศาสตร์

Gardner (อ้างถึงใน Enger และ Yager, 2001: 7) กล่าวว่าเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีลักษณะดังนี้

1. ความสนใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
2. มีเจตคติที่ดีต่อนักวิทยาศาสตร์
3. มีเจตคติในการตอบสนองรับผิดชอบต่อสังคม

Ward and Roden (2005: 4) กล่าวว่าเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีลักษณะ คือ

1. มีความสนใจเรื่องราวธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์
2. ค้นคว้าเรื่องราวในโลกโดยอาศัยการสำรวจ

สรุปได้ว่าเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึงความรู้สึกหรือแนวโน้ม พฤติกรรมหรือการกระทำของบุคคลที่มีต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ประกอบด้วยลักษณะของเจตคติ 4 ประการ คือ 1) ความสนใจเกี่ยวกับกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ 2) การเห็นความสำคัญและคุณค่าของวิทยาศาสตร์ 3) การตระหนักในคุณและโทษของการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและ 4)การเลือกใช้แนวทางหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ

3.2 การวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

เจตคติเป็นมโนภาพที่เป็นนามธรรมจึงทำให้การวัดเจตคตินั้นไม่สามารถทำได้ง่ายเพราะการวัดเจตคติไม่สามารถสังเกตได้โดยตรงในระยะเวลาจำกัด แต่สามารถสังเกตจากพฤติกรรมที่แต่ละบุคคลแสดงออก เครื่องมือที่นิยมใช้มีอยู่ 5 ชนิดคือ (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2542: 60-63)

1.การสัมภาษณ์ หมายถึง การพูดคุยกันอย่างมีจุดมุ่งหมาย ผู้สัมภาษณ์ที่ดีต้องฟังมากกว่าพูดและต้องไม่หูเบา จะยึดตามแนววัตถุประสงค์ที่จะวัดและบันทึกไว้ได้อย่างถูกต้อง การสัมภาษณ์ใช้ปากเป็นเครื่องมือสำคัญ ได้ผลอย่างไรบันทึกเอาไว้ การวัดเจตคติโดยการสัมภาษณ์จะต้องสร้างข้อคำถามในการสัมภาษณ์ให้ดีเป็นมาตรฐานก่อน ข้อคำถามแต่ละข้อจะต้องกระตุ้นยุแหย่ให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ตอบความรู้สึกต่อเป้าเจตคติ ที่ผู้ทำการสัมภาษณ์ต้องการได้ข้อคำถามหรือข้อรายการนั้นต้องเขียนเน้นความรู้สึกที่สามารถวัดเจตคติให้ตรงเป้าหมาย การเตรียมคนและเตรียมเครื่องมือการวัดจึงเป็นสิ่งสำคัญ การวางแผนสร้างข้อคำถามจะต้องคิดถึงระยะเวลา ลักษณะของผู้สัมภาษณ์ด้วย ข้อคำถามควรครอบคลุมทั้งทางบวกและทางลบ เพื่อจะได้ใช้ประเมินเปรียบเทียบความรู้สึกที่แท้จริง

2. การสังเกต คือ การเฝ้ามองดูสิ่งหนึ่งสิ่งอย่างมีจุดมุ่งหมาย เครื่องมือสำคัญของการสังเกตคือ ตาและหู การเฝ้าดูโดยการบันทึกในสมองจะทำให้ลืมง่าย ข้อรายการที่จะใช้ในการสังเกตจึงควรเตรียมไว้ให้พร้อม การสังเกตที่ดีต้องฝึกฝน จึงจะทำหน้าที่ได้อย่างสมบูรณ์ ในการสังเกตเจตคติของคนนั้น ต้องใช้เวลาเพื่อหาความแน่นอนของการเกิดพฤติกรรมนั้นๆ การเขียนข้อรายการของพฤติกรรม จึงต้องเตรียมไว้ก่อน การสังเกตแต่ละครั้งแต่ละเวลา ถ้าพฤติกรรมนั้นปรากฏก็จะได้บันทึกไว้ทันที

เครื่องมือที่ใช้ในการสังเกตเป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้การสังเกตเป็นไปอย่างสมบูรณ์ ในระหว่างการสังเกตจำเป็นต้องมีเครื่องมือเพื่อใช้ตรวจสอบความสมบูรณ์ในแต่ละประเด็นอย่างเป็นระบบ เครื่องมือที่ใช้ในการสังเกตอาจมีรูปแบบเป็นมาตรประมาณค่าหรือแบบสำรวจรายการ

3. การรายงานตนเอง เครื่องมือแบบนี้ต้องการให้ผู้สอบแสดงความรู้สึกของตนเองตามสิ่งเร้าที่ได้สัมผัส คือสิ่งเร้าที่เป็นข้อความ ข้อคำถาม หรือภาพเพื่อให้ผู้สอบแสดงความรู้สึกออกมาอย่างตรงไปตรงมา แบบทดสอบหรือมาตราวัดที่ถือว่าเป็นมาตรฐาน (Standard form) เป็นแนวการสร้างของเทอร์สโตน (Thurstone) กัตแมน (Guttman) ลิเกิต (Likert) และออสกูด (Osgood)

4. เทคนิคการจินตนาการ แบบวัดนี้อาศัยสถานการณ์หลายอย่างไปเร้าผู้สอบ สถานการณ์ที่กำหนดให้จะไม่มีโครงสร้างแน่นอนทำให้ผู้สอบจะต้องจินตนาการออกมาตามแต่ประสบการณ์เดิมของตน แต่ละคนจะแสดงออกมาไม่เหมือนกัน เช่น ประเภทให้เติมประโยคให้สมบูรณ์ ภาพนามธรรมเติมเรื่องราวสั้นๆ เล่านิทานจากภาพ ฯลฯ การแปลความหมายอาศัยผลจากการตอบสิ่งที่กล่าวมาแล้ว ก็พอจะรู้ได้ว่าผู้นั้นมีเจตคติอย่างไรต่อการวัดเจตคตินั้นๆ

5. การวัดทางสรีระภาพ การวัดด้านนี้อาศัยเครื่องมือไฟฟ้า หรือเครื่องมืออื่นๆ ในการสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงสภาพของร่างกาย เช่น การใช้เครื่องกัลป์วานอมิเตอร์ชนิดหนึ่ง เพื่อวัดดูความต้านทานกระแสไฟฟ้าในผิวหนัง เมื่อคนเกิดการเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ ส่วนผสมของสารเคมีต่างๆ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพปกติ เรียกว่ามีกระแสไฟฟ้าไหลสามารถเปลี่ยนแปลงขนาดได้ เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าก็จะสามารถวัดตรวจสอบเปรียบเทียบกับขณะที่ร่างกายอยู่ในสภาพปกติได้ เครื่องมือจับเท็จอาศัยหลักการอันนี้ การจะเชื่อถือได้ขนาดไหนต้องศึกษาให้รอบคอบ อารมณ์ต่างๆ อาจศึกษาได้จากการเปลี่ยนแปลงของลูกตาดำ ปริมาณของโฮโมนบางอย่างก็สามารถบอกอารมณ์ความพอใจหรือไม่พอใจของคนได้

เครื่องมือในการวัดเจตคติที่จะกล่าวถึงเป็นแบบมีสิ่งเร้าให้แล้วตอบออกมาตามความรู้สึกอาจจะไม่ดีมากนักแต่ก็นิยมใช้มากที่สุด เพราะมีความเป็นปรนัยแต่อาจจะเกิดการเบี่ยงเบนข้อเท็จจริงได้ถ้าเกี่ยวข้องกับผลประโยชน์ ถ้าตอบด้วยความจริงใจก็จะมีความเที่ยงตรงมากพอใช้ได้สะดวกในการสร้าง และสะดวกในการสอบวัด วิธีสร้างที่ดีอาจใช้ข้อความเชื่อหรือคำศัพท์ที่ลักษณะคล้ายกันที่สุด 3-4 ข้อเพื่อเป็นการตรวจสอบความคงเส้นคงวาในการตอบของผู้สอบ ถ้าข้อเหมือนหรือคล้ายกัน 3-4 ข้อตอบตรงหรือใกล้กัน แปลว่าผู้ตอบคนนั้นเชื่อได้ว่าตอบด้วยใจจริง แต่ถ้า 3-4 ข้อที่มีลักษณะเหมือนกันแต่ตอบไม่ตรงกันเลย แสดงว่าผู้ตอบคนนั้นไม่ได้ตอบด้วยความเป็นจริงอาจจะดึงออกไม่ตรวจ เพราะแปลการสอบไม่ได้ โดยวิธีต่างๆ เช่น

แบบลิเคอร์ท (Likert) เป็นมาตรวัดเจตคติ 5 ขั้น ซึ่งอาจจะกำหนดค่าระดับ เช่น เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง หรือ ในลักษณะอื่น ๆ ที่มี 5 ระดับ เช่นเดียวกันนี้ก็ได้ โดยแต่ละขั้นต้องเป็นการบอกน้ำหนักการประเมินข้อความต่าง ๆ ที่กำหนดให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็นออกมา (กรมวิชาการ, 2545: 61)

วิธีการสร้าง

1) รวบรวมข้อความที่ต้องการให้แสดงความคิดเห็น
2) กำหนดประเด็นและสร้างคำถามโดยใช้ภาษาที่ชัดเจนไม่มีความหมายกำกวม
3) ตรวจสอบข้อความในคำถามให้สอดคล้องกับแนวทางการตอบ เช่น เห็นด้วย/ไม่เห็นด้วย หรือ ชอบ/ไม่ชอบ เป็นต้น
4) นำแบบวัดที่สร้างไปทดลองขั้นต้น เพื่อดูความชัดเจนของข้อความ
5) กำหนดน้ำหนักคะแนนตัวเลือกในแต่ละข้อ เช่น 5 – 1 หรือ 4 – 0 เป็นต้น

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E พบว่ามีการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน ทั้งงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

4.1 งานวิจัยภายในประเทศ

วัชรพงษ์ อภิญญานุรังสี (2548) ได้ศึกษาผลของการสอนแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้าด้วยวิธีสอนแบบอุปมาอุปไมย (Analogy) ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจในวิธีสอนแบบอุปมาอุปไมย (Analogy) เพราะทำให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่จับต้องได้ และได้ทดลองกับเครื่องมือและอุปกรณ์ในชุดอุปมาอุปไมยอย่างสนุกสนาน

นันทนา คันยิธงค์ (2547) ได้ศึกษาวงจรการเรียนรู้ 5E ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการสืบสอบความรู้ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งในเนื้อหาทักษะกระบวนการและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์พบว่าเมื่อนักเรียนเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนตามวัฏจักร 5E's ของ BSCS นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เยาวลักษณ์ ชื่นอารมณ์ (2549) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวัฏจักรการเรียนรู้ 5E พบว่านักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ธนพล กลิ่นเมือง (2550) ได้ศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ในหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยการบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีต่อความสามารถในการทำโครงงาน และเจตคติต่อภูมิปัญญาท้องถิ่นของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการทำโครงงานสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ ร้อยละ 70 และมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อภูมิปัญญาท้องถิ่นอยู่ในระดับดี

ปิยะฉัตร์ ชัยมาลา (2550) ได้จัดการเรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนร้อยละ 77.14 มีคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป และนักเรียนร้อยละ 82.86 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

สุนิตย์ ขอนสัก (2551) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องเสียง สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (INQUIRY CYCLE 5Es) พบว่านักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป จำนวนร้อยละ 93.34

จักริน งานไว (2552) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้า จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ Inquiry Cycle (5Es) ในนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีคะแนนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 25 คน และผ่านเกณฑ์เป้าหมายที่โรงเรียนกำหนดร้อยละ 83.33

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Schwartz (1993:1309) ได้ศึกษาพบว่า การสร้างแนวคิดของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1, 3 และ 4 โดยใช้การสอนเทคนิคแนวเทียบส่งผลให้นักเรียนสร้างแนวคิดที่เพียงพอต่อความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน และนักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมของนักเรียนได้

Treagust et al. (1996: 213) ได้ศึกษาพบว่า นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาของโรงเรียนสตรีในออสเตรเลีย ที่เรียนเรื่อง การหักเหของแสงด้วยวิธีสอนแบบใช้แนวเทียบสามารถสร้างแนวคิดเรื่องการหักเหของแสงได้อย่างเด่นชัด มากกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ และยังพบนักเรียนที่มีแนวคิดขั้นสูงในกลุ่มของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบแนวเทียบแต่ไม่พบในกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ

Papanastasiou and Papanastasiou (2002) ได้ศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์กับนักเรียนระดับเกรด 8 ในประเทศออสเตรเลีย แคนาดา ไซปรัส และเกาหลี บนพื้นฐานของข้อมูลจากการวิจัยและการประเมินผลคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ (TIMSS) โดยศึกษาปัจจัยภายนอก 3 ปัจจัยคือ พื้นฐานการศึกษาของครอบครัว ความมุ่งมั่นในการเรียน และสภาพอากาศของโรงเรียน และศึกษาปัจจัยภายใน 2 ปัจจัยคือ ลักษณะการสอนของครู และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่า พื้นฐานการศึกษาของครอบครัว ความมุ่งมั่นในการเรียน และสภาพอากาศของโรงเรียน และลักษณะการสอนของครูส่งผลต่อเจตคติของนักเรียน

Yerrick et al.(2003) ได้ศึกษาวิธีการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวเทียบในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์โดยการสอบถาม และวิเคราะห์ในกลุ่มย่อยพบว่าแนวเทียบมีบทบาทในการพัฒนาด้านต่างๆ คือ ด้านทักษะกระบวนการคิด ด้านความเข้าใจแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์และ ด้านบริบททางสังคมเพื่อการแก้ปัญหา

Glynn et al. (2004) ได้การศึกษาการสอนของครูโดยใช้รูปแบบแนวเทียบพบว่าช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงแนวคิดใหม่กับความรู้ที่นักเรียนมีอยู่เดิม โดยรูปแบบการทดลองและการออกแบบการสอนโดยใช้แนวเทียบทำให้นักเรียนเพิ่มการเรียนรู้และความใจในการเรียน

Haeberlen and Schwedes (2005) ได้ศึกษาพบว่านักเรียนมัธยมศึกษาของโรงเรียนแห่งหนึ่งในประเทศเยอรมันสามารถเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านลวดตัวนำด้วยวิธีสอนแบบแนวเทียบได้ดีกว่าการเรียนจากสมการปริมาณกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ โดยนักเรียนมีความพึงพอใจกับการเรียนการสอนด้วยการใช้แนวเทียบ

Mark and Lawrence (2007: 565) ได้ศึกษาเกี่ยวกับครูก่อนประจำการที่ระบุว่าแนวคิดที่สอนในบทเรียนสามารถทำความเข้าใจได้ยาก โดยแบ่งครูออกเป็นสองกลุ่ม คือกลุ่มที่ได้รับการสอนการใช้เทคนิคแนวเทียบในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป และกลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนการใช้เทคนิคแนวเทียบ และศึกษาความสัมพันธ์ของการใช้แนวเทียบกับสมรรถนะในการสอนของครูพบว่าครูกลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยเทคนิคแนวเทียบมีความเข้าใจในแนวคิดหลักของเรื่องกฎข้อที่ 3 ของนิวตันและมีสมรรถนะในการนำเสนองานมากขึ้น

จากการศึกษารายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนโดยใช้แนวเทียบและวงจรการเรียนรู้ 5E พบว่าเมื่อนักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการสอนดังกล่าวแล้วนักเรียนมีการพัฒนาแนวคิด มีการพัฒนาทักษะกระบวนการ การแก้ปัญหา ความสนใจและมีความพึงพอใจในการเรียน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) ที่มีรูปแบบการวิจัยเป็น Two-Group Pretest-Posttest Design มีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่เรียนด้วยเทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E และกลุ่มที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E มีการเก็บข้อมูลทั้งก่อนและหลังทดลอง การวิจัยในครั้งนี้ได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 17 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 17 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยดำเนินการกำหนดกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอนดังนี้

1) การกำหนดโรงเรียน

ผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเลือกโรงเรียนเบญจมราชูทิศ อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย โดยมีเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกโรงเรียนดังนี้

1.1 เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 17 มีโรงเรียนในสังกัดจำนวน 39 โรงเรียน โดยแบ่งเป็นโรงเรียนขนาดเล็กและขนาดกลาง จำนวน 33 โรงเรียน และโรงเรียนขนาดใหญ่และขนาดใหญ่พิเศษจำนวน 6 โรงเรียน โดยโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดจันทบุรีเป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ ซึ่งมีการบริหารจัดการ มีแหล่งเรียนรู้ มีจำนวนนักเรียนใกล้เคียงกันที่สามารถเป็นตัวแทนของโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษได้รวมถึงเปิดสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.2 เป็นโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551โดยแบ่งโครงสร้างการเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ และกลุ่มวิชาทั่วไป

1.3 เป็นโรงเรียนที่มีความพร้อมด้านสื่อคอมพิวเตอร์ รวมทั้งผู้อำนวยการโรงเรียนตลอดจนคณาจารย์ภายในโรงเรียนให้ความอนุเคราะห์และให้ความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี

2) การกำหนดห้องกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ

ผู้วิจัยกำหนดกลุ่มตัวอย่างโดยการเลือกแบบเจาะจง ได้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ซึ่งทางโรงเรียนอนุญาตให้ทำการวิจัยได้จำนวน 5 ห้องเรียน คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/5, 1/6, 1/8, 1/10 และ 1/11 จากนั้นจึงทำการเลือกมา 2 ห้องเรียน เพื่อกำหนดเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

2.1นำคะแนนสอบวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนในภาคต้นของปีการศึกษา 2553 ของแต่ละห้องมาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

2.2 นำคะแนนเฉลี่ยของทั้ง 5 ห้องเรียน มาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) โดยใช้สถิติทดสอบเอฟ (F-test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) พบว่า คะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนทั้ง 5 ห้องเรียน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 นำคะแนนเฉลี่ยมาทดสอบภายหลังเป็นรายคู่ (Post Hoc Test) โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนรายคู่ ด้วยวิธีของ Scheffe ได้ห้องเรียนที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 จำนวน 2 คู่ ได้แก่

1) ห้อง 1/5 กับ 1/10

2) ห้อง 1/6 กับ 1/8

2.4 กำหนดห้องเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 คู่ โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับฉลาก ได้นักเรียนห้อง ม.1/5 และ ม.1/10

2.5 หลังจากนั้นกำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย ด้วยวิธีการจับฉลาก ได้นักเรียนห้อง 1/5 ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 43 คน เป็นกลุ่มทดลอง และนักเรียนห้อง ม.1/10 ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 47 คนเป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มี 4 ฉบับได้แก่

1) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2) แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

3) แบบสังเกตพฤติกรรมการมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

4) แบบสัมภาษณ์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องพลังงาน และบรรยากาศ มี 2 ประเภท ได้แก่

1) แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E

2) แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E

รายละเอียดของการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิจัยครั้งนี้มีตัวแปรที่ศึกษา 2 ตัวแปรคือ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์โดยเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์คือ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ส่วนเครื่องมือที่วัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์นั้นมี 3 ฉบับโดยผู้วิจัยใช้แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือหลักและใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และแบบสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลสนับสนุนเพิ่มเติม

รายละเอียดของการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้ง 4 ฉบับดังกล่าวมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สำหรับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นแบบวัดแบบอัตนัย ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนสถานการณ์ และส่วนข้อคำถาม ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1)ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ ในด้านแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาและการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบ ขั้นตอน กระบวนการคิดแก้ปัญหา และวิธีการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ Guilford(1967: 313), Good (1973 : 518), Llewellyn (2002: 87-89) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 16-19)

2)กำหนดลักษณะของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแบบของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 46-48) เป็นแบบอัตนัย ประกอบด้วยส่วนสถานการณ์และส่วนข้อคำถาม ซึ่งเป็นสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวข้องกับบทเรียน จำนวน 6 เรื่องโดย วัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 4 ด้าน คือ การระบุปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การเสนอแนวทางและออกแบบการทดลองเพื่อแก้ไขปัญหา และการตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหา รวมข้อคำถามจำนวน 24 ข้อ มีเกณฑ์การให้คะแนนคือ ตอบถูกต้องได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน ใช้เวลาในการทดสอบ 90 นาที

3)ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาในหลักสูตรวิทยาศาสตร์พื้นฐานชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อนำมากำหนดประเด็นสถานการณ์ปัญหา โดยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในครั้งนี้ประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหาจำนวน 6 เรื่อง คือ พลังงานความร้อน การเก็บรักษาความสดของอาหาร การเลือกพันธุ์พืชในการเพาะปลูก การทดสอบเพื่อรักษาคุณภาพของอาหาร การเลือกภาชนะบรรจุเครื่องดื่มร้อน และการตรวจสอบคุณภาพน้ำ

4)นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความสอดคล้องของประเด็นที่ต้องการวัดกับสถานการณ์และข้อคำถาม รวมทั้งความถูกต้องและความชัดเจนของการใช้ภาษา แล้วปรับปรุงแก้ไขแบบวัดตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

5) นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาความสอดคล้องของประเด็นที่ต้องการวัดกับสถานการณ์และข้อคำถาม ความถูกต้องและเหมาะสมของการใช้ภาษา โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและประเด็นที่ต้องการวัด (Item Objective Congruence, IOC) โดยเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพควรมีดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป (รายละเอียดปรากฏในตารางที่ 12 ภาคผนวก ง) ผลการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่าแบบวัดมีความตรงเชิงเนื้อหาเท่ากับ 0.94 ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสรุปได้ดังนี้

5.1) ปรับปรุงแก้ไขให้สถานการณ์ปัญหาชัดเจนขึ้น ในสถานการณ์ที่ 3 เรื่อง ต้นชมพู่หาเพื่อน (การเลือกพันธุ์พืชในการเพาะปลูก) โดยเปลี่ยนจาก “ต้องการปลูกพืชสวนครัวเพียงชนิดเดียว” เป็น “ต้องการปลูกพืชสวนครัวเพียงชนิดเดียวที่มีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด”

จากนั้นนำข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไขแบบวัดให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

6) นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 ภาคต้นปีการศึกษา 2553 โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย จำนวน 50 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

7) หลังจากทดลองใช้แบบวัด ผู้วิจัยได้สอบถามนักเรียนเกี่ยวกับความชัดเจนของสถานการณ์ปัญหาและข้อคำถามที่ใช้ และนำมาปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

7.1)ปรับปรุงแก้ไขคำถามที่ยังไม่ชัดเจน ในข้อคำถามข้อที่ 2 คือ “ให้นักเรียนตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่เกิดขึ้น” โดยเพิ่มคำว่า “ คาดคะเนคำตอบของปัญหาไว้ส่วนท้าย”

7.2) ปรับปรุงแก้ไขคำถามที่ยังไม่ชัดเจน ในข้อที่ 4 คือ “ให้นักเรียนตรวจสอบสมมติฐาน” โดยปรับเป็นคำถามว่า “นักเรียนจะประเมินผลที่จะเกิดจากการแก้ปัญหานี้อย่างไร”

8) นำแบบวัดไปใช้อีกครั้ง แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัดรายข้อ ได้แก่ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยง โดยแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 ส่วน

8.1) ผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อโดยใช้สูตรของ Johnson (1951 อ้างถึงใน ศิริชัย กาญจนวาสี,2544: 183) พบว่า แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหามีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.52-0.68 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.40-0.77 (รายละเอียดปรากฏในตารางที่ 13 ภาคผนวก ง)

8.2) ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงโดยใช้สูตรของครอนบราค (Cronbrach) มีค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.73

9)นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับแก้ไขแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง จากนั้นจึงนำไปใช้จริง

2.1.2 แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นแบบมาตรประมาณค่า(Rating Scale) มี 5 ระดับความคิดเห็น คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ใช้วัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน (Pretest-Posttest) โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1) ศึกษา ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ลักษณะพฤติกรรมของนักเรียนที่มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์จากเอกสาร ตำรา ได้แก่ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 15) Gardner (อ้างถึงใน Enger และ Yager, 2001: 7) และ Ward and Roden (2005 : 4) สรุปเป็นลักษณะพฤติกรรมเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ได้ 4 ประการ (รายละเอียดปรากฏในตารางที่ 15 ภาคผนวก ง)

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ตัวชี้วัดของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ได้ 16 ตัวชี้วัด ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ลักษณะและตัวชี้วัดของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ลักษณะ	ตัวชี้วัด
1. ความสนใจในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์	1) ชอบสนทนา ซักถาม เรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ 2) ปฏิบัติกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างตั้งใจ และคล่องแคล่ว 3) เข้าร่วมกิจกรรมเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ด้วยความเต็มใจ 4) ชอบฟัง อ่าน ชม หรือเขียนงานที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
2. การเห็นความสำคัญและคุณค่าของวิทยาศาสตร์	1) ยอมรับว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ 2) เห็นความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์ 3) ชื่นชมการประกอบอาชีพทางวิทยาศาสตร์ 4) เชื่อมั่นในประสิทธิภาพของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตารางที่ 2 แสดงลักษณะและตัวชี้วัดของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์(ต่อ)

ลักษณะ	ตัวชี้วัด
3. การตระหนักในคุณและโทษของการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	1) คำนึงถึงความจำเป็นและความเหมาะสมในการนำวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีไปใช้ 2) ตระหนักถึงความสัมพันธ์ของ วิทยาศาสตร์ สังคมและเทคโนโลยี 3) กระทำการใด ๆ โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อส่วนรวม 4) มีค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์
4. การเลือกใช้แนวทางหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ	1) นำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ในชีวิตประจำวัน 2) ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการหาคำตอบหรือแก้ปัญหา 3) ไม่เชื่ออะไรง่ายๆ หากปราศจากหลักฐาน 4) อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นโดยใช้ข้อเท็จจริงเป็นหลัก

2) ศึกษา วิธีการวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และการสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของกรมวิชาการ(2545: 61) โดยเลือกใช้แบบวัดแบบมาตราประมาณค่าตามแนวทางของ Likert (1982 อ้างถึงใน ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2542: 60-63)

3) สร้างแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์แบบมาตรประมาณค่า โดยเขียนข้อความพฤติกรรมที่สอดคล้องกับลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ 4 ประการและ 16 ตัวชี้วัด ตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 4 แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยข้อความเชิงนิมาน (Positive) จำนวน 35 ข้อ และข้อความเชิงนิเสธ (Negative) จำนวน 35 ข้อ รวม 70 ข้อ จำนวนข้อความในแต่ละลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ปรากฏในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนข้อในแต่ละลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์	จำนวนข้อ
1. ความสนใจในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์	18
2. การเห็นความสำคัญและคุณค่าของวิทยาศาสตร์	18
3. การตระหนักในคุณและโทษของการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	17
4. การเลือกใช้แนวทางหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ	17

4) กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ดังนี้

4.1) ข้อความเชิงนิมานพิจารณาให้คะแนนตามเกณฑ์ ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้ 5 คะแนน
เห็นด้วย	ให้ 4 คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้ 3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้ 2 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้ 1 คะแนน

4.2) ข้อความเชิงนิเสธพิจารณาให้คะแนนตามเกณฑ์ ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้ 1 คะแนน
เห็นด้วย	ให้ 2 คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้ 3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้ 4 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้ 5 คะแนน

5) นำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ครบถ้วนและความสอดคล้อง ของประเด็นที่ต้องการวัดกับข้อความ รวมทั้งความถูกต้องและเหมาะสมของการใช้ภาษา และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

6) นำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในภาคผนวก ก) พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องของประเด็นที่ต้องการวัดกับข้อความ ความครอบคลุมประเด็นที่ต้องการวัด และความถูกต้องทางภาษาที่ใช้ โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อความและพฤติกรรมที่ต้องการวัด (Item Objective Congruence,IOC) โดยเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อความที่มีคุณภาพควรมีดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป (รายละเอียดปรากฏในตารางที่ 14 ภาคผนวก ง) ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อแนะนำเพิ่มเติมสรุปรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

6.1) ปรับแก้ไขข้อความให้ชัดเจนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน และง่ายต่อการทำความเข้าใจ รวมทั้งเพิ่มเติมสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน คือ

ข้อ 18 เปลี่ยนจาก “การใช้งบประมาณเพื่อการทดลองทางวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องสิ้นเปลือง” เป็น “การทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์บ่อยๆ ทำให้สิ้นเปลืองงบประมาณโดยไม่จำเป็น”

ข้อ 42 เปลี่ยนจาก “การเกิดสิ่งมีชีวิตประหลาด เช่น ลูกหมูสองหัว วัวห้าขา เป็นเรื่องผิดธรรมชาติ” เป็น “ การเกิดสิ่งมีชีวิตประหลาด เช่น ลูกหมูสองหัว วัวห้าขา เป็นความผิดปกติของเซลล์”

6.2) ปรับแก้ไขข้อความเพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นในเชิงบวกหรือลบมากขึ้น คือ

ข้อ 48 โดยเพิ่มคำนำหน้าแทนตัวผู้ตอบจากเดิมคือ “แสดงความคิดเห็นเรื่องต่าง ๆ ในแนวทางเดียวกับผู้ใหญ่เสมอ” เป็น “ข้าพเจ้าแสดงความคิดเห็นเรื่องต่าง ๆ ในแนวทางเดียวกับผู้ใหญ่เสมอ”

นำข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิมาปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาและปรับแก้ไขแบบวัดซึ่งมีข้อความจำนวน 70 ข้อ

7) นำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 จำนวน 50 คน ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ณ โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

8) ตรวจให้คะแนนแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ได้มาคำนวณหา ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยง โดยแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 ส่วน คือ

8.1)ผลการวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของข้อความแต่ละข้อในแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยใช้เทคนิคร้อยละ 27 กลุ่มสูง และร้อยละ 27 กลุ่มต่ำแล้วทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำโดยการทดสอบค่าที (t-test) ผลการวิเคราะห์ตามเกณฑ์ของ Ebel (1986) พบว่า ข้อความมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วงระหว่าง 0.69-5.04 มีข้อความที่มีค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์คือมีค่ามากกว่า 1.75 ที่กำหนดจำนวน 53 ข้อ ผู้วิจัยคัดเลือกไว้ใช้จริงจำนวน 50 ข้อ เป็นข้อความเชิงนิมานจำนวน 24 ข้อ และเป็นข้อความเชิงนิเสธจำนวน 26 ข้อ โดยมีการกระจายของข้อความตาม 4 ลักษณะ และ 16 ตัวชี้วัด (รายละเอียดปรากฏในตารางที่ 17 ภาคผนวก ง)

8.2) ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงโดยใช้สูตรของครอนบราค (Cronbrach) พบว่าแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.83

9) นำแบบวัดเจตคติที่ปรับปรุงแก้ไขและคัดเลือกไว้ จำนวน 50 ข้อ ไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 จำนวน 50 คนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย กรุงเทพมหานคร แล้วนำมาตรวจให้คะแนน

10)นำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มาคำนวณหาค่าความเที่ยงพบว่ามีค่าความเที่ยงเท่ากับ0.87

11) นำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง จากนั้นจึงนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

2.1.3 แบบสังเกตพฤติกรรมการมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

แบบสังเกตพฤติกรรมการมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์นี้เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้เก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้สนับสนุนการมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Checklist)โดยสังเกตพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ผู้วิจัยเป็นผู้สังเกตพฤติกรรมก่อนเรียนด้วยตนเองและครูผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้สังเกตพฤติกรรมหลังเรียน ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือมีดังนี้

1)ศึกษา ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ลักษณะแนวโน้มพฤติกรรมการมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัย ได้แก่ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 15) Gardner (อ้างถึงใน Enger และ Yager, 2001: 7) และ Ward and Roden (2005: 4)

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และสรุปองค์ประกอบของการสังเกตพฤติกรรมการมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ประการคือ 1. ความสนใจในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ 2. การเห็นความสำคัญและคุณค่าของวิทยาศาสตร์ 3.การตระหนักในคุณและโทษของการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และ 4. การเลือกใช้แนวทางหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ

2) ศึกษา วิธีการวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และการสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยเลือกใช้แบบสังเกตแบบ Checklist ตามแนวทางของ ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2542: 60-63)

3) สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ครอบคลุมลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ประการซึ่งประกอบด้วยข้อความที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จำนวน 16 ข้อความ มีเกณฑ์การให้คะแนน 2 แบบคือ ปฏิบัติคือ 1 คะแนน

และไม่ปฏิบัติ คือ 0 คะแนนโดยมีจำนวนข้อความพฤติกรรมการเรียนในแต่ละลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ดังนี้

ความสนใจในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์	จำนวน 4 ข้อ
การเห็นความสำคัญและคุณค่าของวิทยาศาสตร์	จำนวน 4 ข้อ
การตระหนักในคุณและโทษของการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	จำนวน 4 ข้อ
การเลือกใช้แนวทางหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ	จำนวน 4 ข้อ

4) นำแบบสังเกตพฤติกรรมการมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ครบถ้วนและความสอดคล้อง ของประเด็นที่ต้องการวัดกับข้อความแสดงพฤติกรรมบ่งชี้ รวมทั้งความถูกต้องและเหมาะสมของการใช้ภาษา และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

5)นำแบบสังเกตพฤติกรรมการมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในภาคผนวก ก) พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องของประเด็นที่ต้องการวัดกับข้อความ ความครอบคลุมประเด็นที่ต้องการวัด และความถูกต้องทางภาษาที่ใช้ โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อความและพฤติกรรมที่ต้องการวัด (Item Objective Congruence, IOC) โดยเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อความที่มีคุณภาพควรมีดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป (รายละเอียดปรากฏในตารางที่ 18 ภาคผนวก ง) ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อแนะนำเพิ่มเติมสรุปรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

5.1) ปรับแก้ไขข้อความให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ คือ

ข้อ 9 เปลี่ยนจาก“ใช้อุปกรณ์การทดลองหรือสารเคมีไม่เกินปริมาณที่กำหนด” เป็น “ใช้อุปกรณ์การทดลองหรือสารเคมีในปริมาณที่กำหนด”

ข้อ 12 เปลี่ยนจาก “นำเสนอโครงงานหรือสิ่งประดิษฐ์ที่มีประโยชน์ แปลกใหม่ ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม” เป็น “นำเสนอโครงงานหรือสิ่งประดิษฐ์ที่มีประโยชน์ แปลกใหม่ และไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม”

5.2) ควรมีการกำหนดแนวคำถามเพื่อใช้ในการสังเกตควบคู่ไปกับการสัมภาษณ์เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วนสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

6) นำแบบสังเกตพฤติกรรมการมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไปสังเกตพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/8 ภาคต้นปีการศึกษา 2553 จำนวน 40 คน โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดจันทบุรี โดยผู้วิจัยสังเกตร่วมกับผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นอาจารย์ที่มีประสบการณ์ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นเวลา 23 ปีจากนั้นนำคะแนนที่ได้มาหาความสอดคล้องของการให้คะแนนระหว่างผู้วิจัยกับผู้เชี่ยวชาญโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

(Correlation) แบบ Pearson product moment correlation (อ้างถึงใน เอมอร จังศิริพรปกรณ์, 2550: 153) พบว่ามีค่าความสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.51-1.00และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (รายละเอียดแสดงในตารางที่ 20 ภาคผนวก ง)

7) ผู้วิจัยปรึกษาและขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญในข้อที่ให้คะแนนแตกต่างกันได้คำแนะนำสรุปได้ดังนี้

ข้อ 2 นักเรียนที่ไม่คุยเล่นกันในขณะที่ศึกษาค้นคว้า และปฏิบัติการทดลองนั้นต้องมีพฤติกรรมแสดงความตั้งใจในการปฏิบัติงานด้วย จึงจะให้คะแนน

ข้อ 7 การพูดหรือเขียนงานในเชิงชื่นชมผู้ประกอบอาชีพเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนต้องมีการกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนที่นำไปใช้ในการแสดงพฤติกรรม หรือใช้ระยะเวลาในการสังเกตพฤติกรรมดังกล่าว

8)นำแบบสังเกตพฤติกรรมการมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง จากนั้นจึงนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

2.1.4 แบบสัมภาษณ์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

แบบสัมภาษณ์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์นี้เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้เก็บข้อมูลที่ใช้สนับสนุนการมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองโดยสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มทดลองที่มีคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์จากแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ระดับดีมาก และมากจำนวน 10 คนโดยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1) ศึกษา ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ลักษณะแนวโน้มของพฤติกรรมการมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัย ได้แก่ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 15) Gardner (อ้างถึงใน Enger และ Yager, 2001: 7) และ Ward and Roden (2005: 4)

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์มาสรุปประเด็นและแนวทางของการสัมภาษณ์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ประการคือ 1. ความสนใจในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ 2. การเห็นความสำคัญและคุณค่าของวิทยาศาสตร์ 3. การตระหนักในคุณและโทษของการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และ 4. การเลือกใช้แนวทางหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ

2) ศึกษา วิธีการวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และการสร้างแบบสัมภาษณ์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของ ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2542: 60-63)

3) สร้างแบบสัมภาษณ์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ครอบคลุมประเด็นลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ประการ ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 16 คำถาม โดยมีจำนวนข้อคำถามดังนี้คือ

ความสนใจในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์	จำนวน 4 ข้อ
การเห็นความสำคัญและคุณค่าของวิทยาศาสตร์	จำนวน 4 ข้อ
การตระหนักในคุณและโทษของการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	จำนวน 4 ข้อ
การเลือกใช้แนวทางหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ	จำนวน 4 ข้อ

4) นำแบบสัมภาษณ์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ครบถ้วนและความสอดคล้อง ของประเด็นที่ต้องการวัดกับข้อความแสดงพฤติกรรมบ่งชี้ รวมทั้งความถูกต้องและเหมาะสมของการใช้ภาษา และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

5) นำแบบสัมภาษณ์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในภาคผนวก ก) พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องของประเด็นที่ต้องการวัดกับข้อคำถาม ความครอบคลุมประเด็นที่ต้องการวัด และความถูกต้องทางภาษาที่ใช้ โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและพฤติกรรมที่ต้องการวัด (Item Objective Congruence,IOC) โดยเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อคำถามที่มีคุณภาพควรมีดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป (รายละเอียดปรากฏในตารางที่ 21 ภาคผนวก ง) ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อแนะนำเพิ่มเติมสรุปรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

5.1) ปรับปรุงคำถามให้วัดพฤติกรรมการแสดงออกให้ครอบคลุมตัวบ่งชี้ทุกด้าน คือ

ข้อ 4 เปลี่ยนจาก “ในช่วงสัปดาห์ / เดือนที่ผ่านมานักเรียน<u>ค้นคว้า</u>ข้อมูลด้านวิทยาศาสตร์นอกเหนือจากบทเรียนเพิ่มเติมบ้างหรือไม่ และค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องใด ” เป็น “ในช่วงสัปดาห์ / เดือนที่ผ่านมานักเรียน<u>ศึกษาค้นคว้า ฟัง หรือเขียน</u>ข้อมูลทางด้านวิทยาศาสตร์นอกเหนือจากบทเรียนเพิ่มเติมบ้างหรือไม่ และค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องใด”

5.2) ปรับปรุงคำถามให้สื่อความหมายได้ชัดเจนมากขึ้น คือ

ข้อ 6 เปลี่ยนจาก “นักเรียนคิดว่า<u>หาก</u>ไม่มีการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จะมีผลกระทบต่อการดำรงชีวิต ของคนเราหรือไม่ อย่างไร ” เป็น“นักเรียนคิดว่า<u>ถ้า</u>ไม่มีการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จะมีผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของคนเราหรือไม่ อย่างไร”

6) นำแบบสัมภาษณ์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 25 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ณ โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย กรุงเทพมหานคร พบว่านักเรียนเข้าใจคำถามทุกข้อ และสามารถตอบได้

7) นำแบบสัมภาษณ์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง จากนั้นจึงนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน (ว 21102) เรื่อง พลังงานและบรรยากาศแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E สำหรับใช้กับกลุ่มทดลอง และแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E สำหรับใช้กับกลุ่มเปรียบเทียบ โดยมีรายละเอียดการสร้างเครื่องมือดังนี้

2.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E

การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1) ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร และขอบข่ายของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากเอกสารตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนเบญจมราชูทิศ

2)ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดชั้นปีและสาระการเรียนรู้แกนกลางชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนเบญจมราชูทิศ ในภาคปลายปีการศึกษา 2553 ซึ่งเรียนเรื่องพลังงานและบรรยากาศ แล้วนำมากำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

3) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จากคู่มือครูรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4)ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนการสอนและตัวอย่างกิจกรรมของการสอนโดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E จาก Orgill และThomas (2007 :40-45) และ Glynn et al (2003 :online)

5)เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E จำนวน 11 แผน รวม 25 คาบ หัวเรื่องและจำนวนคาบเรียนแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 หัวข้อและจำนวนคาบเรียนในการเรียนการสอนเรื่อง พลังงานและบรรยากาศ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	หัวข้อ	จำนวนคาบ
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพลังงาน		
1	พลังงานความร้อน	3
2	การถ่ายโอนความร้อน	3
3	การดูดกลืนและคายความร้อน	3
4	สมดุลความร้อน	3
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องบรรยากาศ		
5	องค์ประกอบและการแบ่งชั้นบรรยากาศ	3
6	อุณหภูมิ	1
7	ความดันอากาศ	1
8	ความชื้นของอากาศ	1
9	การพยากรณ์อากาศ	1
10	ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศ	3
11	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก	3
รวม		25

6) นำแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจพิจารณาในด้านความตรง ความถูกต้องครบถ้วนและความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E การวัดและประเมินผล และความตรงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7) นำแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ ในภาคผนวก ก) ตรวจพิจารณาในด้านความตรง ความถูกต้องครบถ้วนและความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล และความตรงตามเนื้อหาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และในด้านความเหมาะสมของกิจกรรมการใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E ในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งนี้ ผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสรุปได้ดังนี้

7.1)ปรับปรุงและแก้ไขภาพที่ใช้เป็นแนวเทียบในขั้นนำเข้าสู่บทเรียนเรื่องการนำความร้อนให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

7.2) ในเรื่องพลังงานความร้อน ให้ปรับปรุงแก้ไขดังนี้

- ให้กำหนดระยะเวลาในการเข้าศึกษาแต่ละศูนย์การเรียนรู้ให้ชัดเจน
- เพิ่มการอธิบายที่มาของสูตรการแปลงหน่วยอุณหภูมิในเอกสารประกอบการสอนในขั้นสำรวจและค้นหา
- เพิ่มเติมวีดิทัศน์ที่ใช้ในการสอนให้ครอบคลุมเนื้อหา และง่ายต่อการทำความเข้าใจ โดยมีภาพประกอบเป็นภาพการ์ตูน

7.3) ในเรื่องการถ่ายโอนความร้อน และการดูดกลืนและคายความร้อน ให้ปรับปรุงแก้ไขคำผิดดังนี้

- ปรับแก้ไขคำว่า ชาร์ต เป็น ชาร์ท
- ปรับแก้ไขคำว่า เมล็ก เป็น เมล็ด

8) นำข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาแล้วปรับแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 1 แผนไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย กรุงเทพมหานคร จากผลการทดลองใช้พบว่าในขั้นขยายความรู้การสร้างผลงานของนักเรียนใช้เวลาเกินกำหนด 20 นาที มีแนวทางในการปรับปรุงโดย ควบคุมเวลาในการจัดการเรียนการสอนเมื่อนำไปใช้จริง (แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E ในภาคผนวก ค)

2.2.2 แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E

แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนเดียวกับแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E โดยมีหัวข้อ จำนวนคาบเรียน และจำนวนแผนการจัดการเรียนรู้ เหมือนกัน แต่มีประเด็นที่แตกต่างกัน คือการจัดการเรียนการสอนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E จะไม่มีการจัดกิจกรรมที่นำเทคนิคแนวเทียบมาใช้

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยเทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E กับการจัดการเรียนการสอนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E	**การจัดการเรียนการสอนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E**
1.ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ครูกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนโดยครูใช้เทคนิคแนวเทียบ เช่นการสาธิต หรือยกตัวอย่างสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคยอยู่แล้วเป็นแนวเทียบกับสิ่งที่นักเรียนยังไม่เคยรู้มาก่อน และตั้งคำถาม รวมถึงสำรวจความรู้ที่นักเรียนมีต่อเรื่องที่จะศึกษา โดยนักเรียน สังเกตสิ่งที่นำมาเป็นตัวอย่าง ตอบคำถาม และแสดงความคิดเห็น	1.ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ครูกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนโดยใช้การตั้งคำถาม การสาธิต รวมถึงสำรวจความรู้ที่นักเรียนมีต่อเรื่องที่จะศึกษา โดยนักเรียน ตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ครูส่งเสริมให้นักเรียน ศึกษาค้นคว้าร่วมกัน และครูเป็นผู้ให้คำปรึกษา ครูใช้เทคนิคแนวเทียบโดยเชื่อมโยงตัวอย่างที่ครูแสดงในขั้นสร้างความสนใจและใช้คำถามเพื่อช่วยในการศึกษาสำรวจของนักเรียน โดยนักเรียนเป็นผู้ศึกษาค้นคว้า ทดลอง และบันทึกการสังเกต	2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ครูส่งเสริมให้นักเรียน ศึกษาค้นคว้าร่วมกันและครูเป็นผู้ให้คำปรึกษา เพื่อช่วยในการศึกษาสำรวจของนักเรียน โดยนักเรียนศึกษาค้นคว้า ทดลอง และบันทึกการสังเกต
3.ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) นักเรียนนำข้อมูลจากการศึกษาค้นคว้ามาวิเคราะห์โดย ใช้แนวเทียบในการวิเคราะห์ลักษณะที่เหมือนกัน/หรือแตกต่างกันระหว่างตัวอย่างซึ่งนักเรียนคุ้นเคยกับสิ่งที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าแล้วนำมาสรุปบทเรียน	3.ขั้นสร้างคำอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ครูให้นักเรียนนำข้อมูลจากการศึกษาค้นคว้ามาอภิปราย และลงข้อสรุป หรือสรุปบทเรียน

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยเทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E กับการจัดการเรียนการสอนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E (ต่อ)

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E	**การจัดการเรียนการสอนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E**
4.ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ครูให้นักเรียนอธิบาย หรือประยุกต์ความรู้กับสถานการณ์ใหม่ นักเรียนใช้แนวเทียบโดยนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปเทียบเคียงกับสิ่งอื่นนอกเหนือจากบทเรียน ในรูปผลงาน การออกแบบการทดลอง หรือสิ่งประดิษฐ์	4.ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ครูให้นักเรียนอธิบาย หรือประยุกต์ใช้ความรู้กับสถานการณ์ใหม่ โดยนักเรียนประยุกต์ความรู้ที่ได้เรียน ไปตอบคำถาม เสนอแนวทางแก้ปัญหา หรือออกแบบการทดลอง หรือสร้างสิ่งประดิษฐ์
5.ขั้นประเมิน (Evaluation) ครูตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจเนื้อหาบทเรียน และการใช้แนวเทียบของนักเรียนในแต่ละขั้นของกิจกรรม หรืออาจจะประเมินท้ายบทเรียน	5.ขั้นประเมิน (Evaluation) ครูตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจเนื้อหาบทเรียนของนักเรียนในแต่ละขั้นของกิจกรรม หรืออาจจะประเมินท้ายบทเรียน

3. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้พัฒนาขึ้นและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ โดยดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.1 ขั้นเตรียมก่อนการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการก่อนการทดลองโดยการแนะนำการเรียนวิทยาศาสตร์โดยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E ให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลอง ดังนี้

3.1.1 อธิบายลักษณะกิจกรรม การวัดและประเมินผล บทบาทนักเรียนในการเรียนโดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E

3.1.2 ทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ก่อนการทดลองสอน 2 สัปดาห์ ผู้วิจัยทดสอบนักเรียนโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์โดยผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนด้วยตนเองภายใต้การดูแลของอาจารย์ผู้ซึ่งมีความเชี่ยวชาญ

2) ก่อนการทดลองสอน 1 สัปดาห์ ผู้วิจัยทดสอบนักเรียนโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์จากนั้นนำแบบวัดทั้ง 2 ฉบับมาตรวจให้คะแนน

3.2 ขั้นดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ให้กับกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E กับกลุ่มทดลอง และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้วงจรการเรียนรู้ 5E กับกลุ่มเปรียบเทียบ ตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2553 ถึง 30 ธันวาคม พ.ศ. 2553 มีแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 11 แผน ซึ่งนักเรียนทั้งสองกลุ่มใช้ระยะเวลาในการเรียนการสอนเท่ากันคือ กลุ่มละ 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 คาบ ๆ ละ 50 นาที รวมเวลาเรียนทั้งสิ้น 25คาบ

3.3 ขั้นหลังการทดลอง

หลังจากดำเนินการจัดการเรียนการสอนผู้วิจัยมีการดำเนินการหลังการทดลองตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ระหว่างการทดลองสอน 2 สัปดาห์สุดท้าย มีการสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ซึ่งมีครูผู้สอนที่มีความเชี่ยวชาญเป็นผู้สังเกต นอกจากนี้มีการสัมภาษณ์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์โดยผู้วิจัยดำเนินการสัมภาษณ์ด้วยตนเองโดยคัดเลือกมาจากนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 10 คนที่ได้คะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์จากแบบวัดและแบบสังเกตพฤติกรรมการมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนในระดับดีมาก และมาก ซึ่งมีเกณฑ์ดังนี้

แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ประเภทมาตรประมาณค่ามีระดับการให้คะแนนดังนี้

4.50-5.00 หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนดีมาก

3.50-4.49 หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนมาก

2.50-3.49 หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนปานกลาง

1.50-2.49 หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนน้อย

1.00-1.49 หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนน้อยที่สุด

แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ประเภทแบบตรวจสอบรายการมีระดับการให้คะแนนดังนี้

14-16 หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนดีมาก

11-13 หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนมาก

7-10 หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนปานกลาง

4-6 หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนน้อย

1-3 หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนน้อยที่สุด

2) ในสัปดาห์สุดท้ายของการทดลองสอน ผู้วิจัยทดสอบนักเรียนโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาและคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบมาวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยครั้งนี้ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์(Statistical Package for the Social Science: SPSS version 11.0) โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

1) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ โดยใช้สถิติทดสอบ t-test for independent sample

2) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองโดยใช้สถิติทดสอบ t-test for dependent sample

4.1.2 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

1) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่วัดด้วยแบบวัดแบบมาตรประมาณค่า ก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ โดยใช้สถิติทดสอบ t-test for independent sample

2) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่วัดด้วยแบบวัดแบบมาตรประมาณค่าก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองโดยใช้สถิติทดสอบ t-test for dependent sample

3) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่วัดด้วยแบบวัดประเภทแบบตรวจสอบรายการ(Checklist) หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ โดยใช้สถิติทดสอบ t-test for independent sample

4) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่วัดด้วยแบบวัดประเภทแบบตรวจสอบรายการ (Checklist) ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองโดยใช้สถิติทดสอบ t-test for dependent sample

5) วิเคราะห์ผลการสัมภาษณ์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา และสรุปประเด็นสำคัญ จากนั้นนำเสนอโดยเขียนเป็นความเรียงเชิงบรรยาย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5Eที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน โดยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

1.1 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ

1.2 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ

1.3 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

2.1 การเปรียบเทียบคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ

2.2 การเปรียบเทียบคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ

2.3 การเปรียบเทียบคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

1.1 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ

การวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยเทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้5E และกลุ่มเปรียบเทียบที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ดำเนินการโดยเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบด้วยสถิติทดสอบทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน (t-test independent) ปรากฏผลดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{x}_{\text{ร้อยละ}}$) ค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ

ค่าสถิติ / กลุ่มตัวอย่าง	n	Df	คะแนนเต็ม	$\overline{x}_{\text{ร้อยละ}}$	$\overline{x}$	SD	t-test
กลุ่มทดลอง	43	42	24	65.87	15.81	3.50	1.45
กลุ่มเปรียบเทียบ	47	46	24	65.08	15.62	3.65	

$t_{.05}$= 1.698

จากตารางที่ 6 พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 15.81 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.50 คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 65.87 ขณะที่กลุ่มเปรียบเทียบมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 15.62 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.65 คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 65.08 และเมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน พบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างจากกลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ

การวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยเทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้5E และกลุ่มเปรียบเทียบที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ดำเนินการโดยเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบด้วยสถิติทดสอบทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน (t-test independent) ปรากฏผลดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{x}_{\text{ร้อยละ}}$) ค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ

ค่าสถิติ / กลุ่มตัวอย่าง	n	Df	คะแนนเต็ม	$\overline{x}_{\text{ร้อยละ}}$	$\overline{x}$	SD	t-test
กลุ่มทดลอง	43	42	24	80.00	19.20	1.60	2.08*
กลุ่มเปรียบเทียบ	47	46	24	75.17	18.04	3.57	

$t_{.05}$= 1.698

จากตารางที่ 7 พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 19.20 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.60 คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80.00 ขณะที่กลุ่มเปรียบเทียบมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 18.04 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.57 คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75.17 และเมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน พบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

การวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยเทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E ดำเนินการโดยเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองด้วยสถิติทดสอบทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระกัน (t-test dependent) ปรากฏผล ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{x}_{ร้อยละ}$) ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

ค่าสถิติ / กลุ่มตัวอย่าง	N	Df	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน			หลังเรียน			t-test
				$\bar{x}_{ร้อยละ}$	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}_{ร้อยละ}$	$\bar{x}$	SD	
กลุ่มทดลอง	43	42	24	65.87	15.81	3.80	80.00	19.20	1.60	8.36*

$t_{.05}$= 1.682

จากตารางที่ 8 พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนเท่ากับ 15.81 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.80 มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 19.20 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.60 และเมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

2.1 การเปรียบเทียบคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ

การเปรียบเทียบคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบแสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ (N=90)

ลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์	คะแนน	ค่าสถิติ				
		กลุ่มทดลอง		กลุ่มเปรียบเทียบ		t-test
		$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	
1. ความสนใจในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์	65	44.46	4.16	42.57	3.56	1.89
2. การเห็นความสำคัญและคุณค่าของวิทยาศาสตร์	65	50.53	3.69	47.53	4.50	1.01
3. การตระหนักในคุณและโทษของการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	60	39.67	3.36	38.83	3.24	0.84
4. การเลือกใช้แนวทางหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ	60	42.98	3.78	41.53	3.89	1.45
รวม	250	177.64	10.76	170.47	10.64	3.18

$t_{.05} = 1.896$

จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยรวมเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบมีค่าเท่ากับ 177.64 และ170.47 ตามลำดับ และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบตามลำดับคือ 10.76 และ 10.64 เมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยรวมพบว่า กลุ่มทดลองมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันกับกลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยตามลักษณะของการมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านพบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในทุกด้านไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 การเปรียบเทียบคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ

การวิเคราะห์คะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยเทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E และกลุ่มเปรียบเทียบที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ดำเนินการโดยเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนของทั้งสองกลุ่มด้วยสถิติทดสอบทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระกัน (t-test independent) ปรากฏผล ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ (N=90)

ลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์	คะแนน	ค่าสถิติ				
		กลุ่มทดลอง		กลุ่มเปรียบเทียบ		t-test
		$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	
1. การให้ความสนใจในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์	65	50.16	5.02	46.80	4.33	3.35*
2. การเห็นความสำคัญและคุณค่าของวิทยาศาสตร์	65	55.79	2.61	49.06	4.12	9.24*
3. การตระหนักในคุณและโทษของการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	60	45.60	2.53	40.85	3.50	7.35*

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ (N=90)(ต่อ)

ลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์	คะแนน	ค่าสถิติ				
		กลุ่มทดลอง		กลุ่มเปรียบเทียบ		t-test
		$\bar{x}$	*SD*	$\bar{x}$	*SD*	
4. การเลือกใช้แนวทางหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ	60	46.44	1.92	43.19	3.59	5.32*
รวม	250	198.00	7.31	178.08	9.70	10.40*

$t_{.05} = 1.896$

ตารางที่ 10 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนเท่ากับ 198.00 และ178.08 คะแนน ตามลำดับ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.31 และ 9.70 คะแนนตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยตามลักษณะของการมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านพบว่ากลุ่มทดลองมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบในทุกด้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 การเปรียบเทียบคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

การวิเคราะห์คะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองจากแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยเทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E ดำเนินการโดยเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองด้วยสถิติทดสอบทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระกัน(t-test dependent) ปรากฏผล ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง (N=43)

ลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์	คะแนนเต็ม	ค่าสถิติ				
		ก่อนเรียน		หลังเรียน		t-test
		$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	
1. การให้ความสนใจในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์	65	44.46	4.16	50.16	5.02	7.81*
2. การเห็นความสำคัญและคุณค่าของวิทยาศาสตร์	65	50.53	3.69	55.79	2.61	10.60*
3. การตระหนักในคุณและโทษของการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	60	39.67	3.36	45.60	2.53	2.40*
4. การเลือกใช้แนวทางหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ	60	42.98	3.75	46.44	1.92	8.12*
รวม	250	177.65	10.75	198.00	7.31	14.74*

$t_{.05}$= 1.671

จากตารางที่ 11 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 177.65 และ 198.00 คะแนนตามลำดับ และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 10.75 และ 7.31 ตามลำดับ และเมื่อทดสอบคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ พบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยตามลักษณะของการมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์พบว่า กลุ่มทดลองมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกด้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยเทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E กับกลุ่มที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้5E 2) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยเทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E3)เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยเทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E และกลุ่มที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E และ 4) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยเทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E ประชากรในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนขนาดใหญ่สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 17 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มตัวอย่างของการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดจันทบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน ได้แก่ กลุ่มทดลอง คือนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E จำนวน 43 คน และกลุ่มเปรียบเทียบ คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E จำนวน 47 คน โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเอง โดยใช้เวลาในการสอนทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ และเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบโดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเก็บรวบรวมข้อมูลสนับสนุนเพิ่มเติมจากกลุ่มทดลองโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์โดยสังเกตพฤติกรรม 1 สัปดาห์ก่อนเรียนและในระหว่าง 2 สัปดาห์สุดท้ายของการเรียน และใช้แบบสัมภาษณ์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์โดยสัมภาษณ์หลังเรียน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{x}_{\text{ร้อยละ}}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) สถิติทดสอบที (t-test) และสรุปประเด็นสำคัญจากผลการสัมภาษณ์

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบที่เรียนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

2. นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

3. นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E มีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

4. นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E มีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นมีประเด็นอภิปรายที่สำคัญ 2 ประเด็น ดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบที่เรียนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และ นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนกลุ่มทดลองได้เรียนรู้ฝึกฝนจากกิจกรรมการใช้แนวเทียบทั้งที่เป็นการใช้แนวเทียบโดยครูและนักเรียนเป็นผู้ใช้ด้วยตนเองในการเรียนการสอนแต่ละขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้ 5E ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการนำเสนอแนวเทียบซึ่งเป็นตัวอย่างของสิ่งที่นักเรียนรู้จักหรือคุ้นเคยอยู่แล้ว มีลักษณะมองเห็นเป็นรูปธรรม เข้าใจได้ง่ายโดยใช้สื่อการเรียนรู้นำเสนอด้วยของจริง โดยอาจใช้ภาพ การสาธิต แบบจำลอง หรือวีดิทัศน์ โดยนักเรียนเป็นผู้สังเกต แสดงความคิดเห็น เช่นครูนำเสนอตัวอย่างแนวเทียบ โดยใช้วีดิทัศน์การรับข้อมูลความชื้นในอากาศของมดจนนำไปสู่การเคลื่อนย้ายไข่สู่บริเวณที่สูง และเทียบเคียงกับการเก็บรวบรวมข้อมูลการพยากรณ์อากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาซึ่งเป็นเรื่องที่ให้นักเรียนศึกษา และครูมีการใช้คำถามเพื่อเร้าความสนใจและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดข้อสงสัย และตั้งสมมติฐานทั้งในสิ่งที่จะศึกษาและสิ่งที่เป็นแนวเทียบ

2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) นักเรียนนำแนวเทียบที่ครูเสนอในขั้นสร้างความสนใจมาวางแผนและศึกษาค้นคว้า ทำการทดลองเพื่อตอบข้อสงสัย หรือประเด็นปัญหา การที่นักเรียนค้นคว้าข้อมูลหรือหาคำตอบโดยเปรียบเทียบประเด็นหรือกระบวนการทำงานที่เหมือนกันและแตกต่างกันระหว่างสิ่งที่เป็นแนวเทียบกับสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคยและเป็นรูปธรรมกับสิ่งที่นักเรียนศึกษาซึ่งอาจมีความเป็นนามธรรมนั้นจะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้แนวทางการหาคำตอบหรือการแก้ปัญหาที่ถูกต้องชัดเจนและเป็นระบบ

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป(Explanation) นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าลงมือปฏิบัติหรือทำการทดลองมาจัดกระทำโดยวิเคราะห์และอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเกี่ยวกับลักษณะที่เหมือนและแตกต่างกันระหว่างสิ่งที่เป็นแนวเทียบกับสิ่งที่นักเรียนศึกษา มีการนำเสนอความเชื่อมโยงสัมพันธ์และแตกต่างกันไปของข้อมูลในรูปแบบของแผนผังหรือตาราง ในขั้นตอนนี้ครูมีการใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนอภิปราย ตอบข้อสงสัยและนำไปสู่การสรุปบทเรียนจากการนำเสนอความเหมือนและความแตกต่างกันระหว่างแนวเทียบกับเรื่องที่ศึกษาดังกล่าว กิจกรรมการเรียนการสอนที่นักเรียนได้จัดกระทำข้อมูลนี้จะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในบทเรียนที่อาจจะมีความซับซ้อนได้ถูกต้องและชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับ Kolodner (1997: 35-36) ที่อธิบายว่าการที่นักเรียนได้อธิบายเชื่อมโยงแนวคิดหลักที่ศึกษากับสิ่งที่นำมาเป็นแนวเทียบ ทำให้นักเรียนเกิดการแก้ปัญหา และ Mark and Lawrence (2007: 1213-1214) ที่อธิบายว่าการนำแนวเทียบมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียน สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับเนื้อหาสาระสำคัญของเนื้อหาได้อย่างเป็นเหตุเป็นผลมากยิ่งขึ้น และสอดคล้องกับ Nercessian (1992 cited in James and Joseph 1998:195) ที่อธิบายว่าแนวเทียบนำไปสู่การคิด กับการใช้เหตุผลเพื่อสรุปการแก้ปัญหา

4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) นักเรียนได้นำแนวทางการหาคำตอบหรือการแก้ปัญหาและข้อสรุปความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ โดยใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์อื่นโดยครูมอบหมายให้นักเรียนสร้างหรือยกตัวอย่างแนวเทียบนอกเหนือจากบทเรียนขึ้นมาใหม่ให้มีลักษณะหรือกระบวนการทำงานคล้ายคลึงกับมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว ตัวอย่างเช่นเรื่องสมดุลความร้อนของสารครูมอบหมายให้นักเรียนสร้างผลงานที่มีลักษณะหรือกระบวนการทำงานเหมือนกับการเกิดสมดุลความร้อนของสาร โดยมีตัวอย่างผลงานของนักเรียนคือกล่องแสดงการแพร่ของแก๊สระหว่างกล่องสองด้านจนแก๊สอยู่ในสภาวะสมดุล จึงทำให้ผู้เรียนที่ได้เรียนรู้โดยฝึกการคิดแก้ปัญหาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับ Wong (1993:1259-1260) ที่กล่าวว่าการใช้แนวเทียบจะให้ความสำคัญกับการอธิบายจากหลักฐานนำไปใช้วางแผนในการสร้างแบบจำลอง เพื่อขยายความรู้และประเมินผล ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้ง และการใช้แนวเทียบสามารถอธิบายถึงการแก้ปัญหาของผู้เชี่ยวชาญได้

5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) ครูและนักเรียนตรวจสอบและประเมินผลการเรียนรู้และผลการใช้แนวเทียบที่แสดงความรู้ความเข้าใจในบทเรียน เพื่อปรับปรุงแก้ไขกระบวนการเรียนรู้และความรู้ที่คลาดเคลื่อนและเพิ่มเติมประเด็นที่นักเรียนยังมีความบกพร่อง การประเมินผลการเรียนรู้นี้ ดำเนินการอยู่ในขั้นตอนที่ 1-4 ของวงจรการเรียนรู้ 5E โดยนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองด้วย เช่น ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปนักเรียนเขียนแผนผังหรือตารางอธิบายความสัมพันธ์ลักษณะที่เหมือนหรือแตกต่างกันของสิ่งที่เป็นแนวเทียบกับสิ่งที่ศึกษา และอภิปรายตรวจสอบเพื่อลงข้อสรุปร่วมกันภายในกลุ่มก่อนเสนองานหน้าชั้นเรียน ขั้นขยายความรู้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์คัดเลือกและตรวจสอบตัวอย่างนอกเหนือจากบทเรียนที่มีลักษณะหรือกระบวนการทำงานที่คล้ายกับเรื่องที่ศึกษาด้วยตนเอง

จากเหตุผลข้างต้นที่ได้กล่าวมาทั้งหมด ทำให้สรุปได้ว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นได้

2. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E มีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E มีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตาม

สมมติฐานข้อที่ 4 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์จากการที่ครูจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังกล่าวส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ 4 ลักษณะเพิ่มขึ้นดังต่อไปนี้

1) ความสนใจในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

การใช้แนวเทียบในขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)ครูใช้แนวเทียบที่เป็นรูปธรรม มองเห็นจับต้องได้ และเป็นตัวอย่างที่นักเรียนคุ้นเคย เข้าใจได้ง่ายและพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน โดยนำเสนอด้วยภาพ แบบจำลอง วีดิทัศน์ ซึ่งช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจ อยากเรียนรู้และอาจมองเรื่องที่จะศึกษาต่อไปเป็นเรื่องสนุกสนานน่าติดตามหาคำตอบ และในขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) นักเรียนสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติทำการทดลองในประเด็นที่สนใจต่อเนื่องจากขั้นสร้างความสนใจ ส่งผลให้นักเรียนเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยความตั้งใจซึ่งสอดคล้องกับผลการสังเกตพฤติกรรมการมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลองที่พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านความสนใจในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมากคือมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.81 คะแนน (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ง) นอกจากนี้นักเรียนยังให้ความสนใจในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ดังผลการสัมภาษณ์ที่พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ระดับดีมากมีความสนใจเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์นอกห้องเรียนในลักษณะต่าง ๆ ที่หลากหลายได้แก่ โครงงานวิทยาศาสตร์ กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ กิจกรรมค่ายอนุรักษ์สัตว์ป่า การศึกษาในแหล่งเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่นท้องฟ้าจำลองและองค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (อพวช.) รวมทั้งสนใจค้นคว้าข้อมูลทางวิทยาศาสตร์นอกเหนือจากบทเรียน ได้แก่ การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตเช่น แมลง นก การเกิดฝนดาวตก ลักษณะดวงดาวที่คล้ายกับโลก ประวัติเซอร์ไอแซคนิวตัน การกำเนิดคลื่นความถี่ของเตาไมโครเวฟ และพลังงานลม สอดคล้องกับงานวิจัยของ Glynn et al.(2004: 136-142) ที่ได้ศึกษาการสอนของครูที่ใช้แนวเทียบพบว่านักเรียนสนใจในการเรียนรู้เพิ่มขึ้น นักเรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดใหม่กับความรู้เดิมได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของวัชรพงษ์ อภิญญานุรังสี (2548) ที่ศึกษาการใช้วิธีสอนแบบอุปมาอุปไมย(Analogy) ในการสอนเรื่องวงจรไฟฟ้า พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจในวิธีสอนแบบอุปมาอุปไมย เพราะนักเรียนเรียนรู้ได้เข้าใจ มีความสนุกสนานกับการทดลองที่มีการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในชุดอุปมาอุปไมย

2) การเห็นความสำคัญและคุณค่าของวิทยาศาสตร์

การใช้แนวเทียบในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป(Explanation) นักเรียนนำข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้าจากขั้นสำรวจและค้นหา(Exploration) มาเปรียบเทียบลักษณะที่เหมือนกันและแตกต่างกันระหว่างแนวเทียบกับมโนทัศน์ที่ศึกษาตัวอย่างเช่นเรื่องชั้นบรรยากาศ นักเรียนได้เปรียบเทียบ

ประโยชน์ของเสื้อกันหนาวที่ช่วยให้ร่างกายอบอุ่นและห่อหุ้มร่างกายที่อาจได้รับอันตรายจากการกระทบกระเทือนจากสิ่งต่างๆ ในขณะที่ชั้นบรรยากาศช่วยปกป้องโลกไม่ให้ได้รับอันตรายจากวัตถุนอกโลกและช่วยให้โลกมีอุณหภูมิเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต หากในฤดูหนาวที่มีอากาศหนาวมากนักเรียนไม่มีเสื้อกันหนาวใส่อาจทำให้ไม่สบาย และต้องทรมานจากความหนาวเช่นเดียวกันหากไม่มีชั้นบรรยากาศห่อหุ้มโลกไว้หรือชั้นบรรยากาศถูกทำลายสิ่งมีชีวิตอาจได้รับอันตรายหรือตายในที่สุด การใช้แนวเทียบในลักษณะดังกล่าวนอกจากจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาบทเรียนวิทยาศาสตร์แล้วยังช่วยให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วย สอดคล้องกับผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านการเห็นความสำคัญและคุณค่าของวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมากคือ 3.14 คะแนน (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ง) นอกจากนี้นักเรียนยังเห็นว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อมนุษย์ดังผลการสัมภาษณ์ที่พบว่า นักเรียนคิดว่าหากขาดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะส่งผลให้มนุษย์ขาดสิ่งอำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิต ขาดองค์ความรู้ รวมถึงขาดทักษะ การสังเกต และการวิเคราะห์เรื่องราวต่าง ๆ และนักเรียนยังให้สัมภาษณ์ว่ามีการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้แก่ การสังเกตการเกิดรุ้ง สังเกตลักษณะรูปร่างก้อนเมฆ และการเจริญเติบโตของต้นไม้ รวมทั้งนักเรียนยังเห็นความสำคัญของผู้ที่ประกอบอาชีพทางวิทยาศาสตร์โดยชื่นชมอาชีพนักวิทยาศาสตร์ แพทย์ และวิศวกร โดยให้ความเห็นว่าเป็นอาชีพที่สามารถช่วยเหลือผู้อื่นได้

3) การตระหนักในคุณและโทษของการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นักเรียนได้ศึกษาแนวเทียบและแนวคิดหลักในขั้นสำรวจและค้นหา(Exploration) และนำความรู้นั้นมาอธิบายลักษณะที่เหมือนกันหรือแตกต่างกันของสิ่งเดียวกันทั้งด้านประโยชน์และข้อจำกัดในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป(Explanation)ได้ดังตัวอย่างการเรียนเรื่องการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลกนักเรียนอธิบายประโยชน์ของแก๊สเรือนกระจกที่ช่วยให้อุณหภูมิของโลกอบอุ่นเหมาะสมกับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในตอนกลางคืนที่มีอากาศหนาว เช่นเดียวกับประโยชน์ของเรือนกระจกที่ใช้ปลูกพืชเขตร้อนในเขตหนาวซึ่งเป็นแนวเทียบ แต่หากมนุษย์ทำกิจกรรมที่ก่อให้เกิดแก๊สเรือนกระจกมากจะเป็นผลทำให้สิ่งมีชีวิตได้รับอันตรายจากสภาวะโลกร้อน การใช้แนวเทียบในลักษณะดังกล่าวทำให้นักเรียนตระหนักถึงประโยชน์และโทษของการใช้วิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับการสังเกตพฤติกรรมหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านการตระหนักในคุณและโทษของการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอยู่ในระดับมากคือ 3.79 คะแนน (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ง) นอกจากนี้นักเรียนที่มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ระดับดีมากแสดงความตระหนักในคุณและโทษของการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีดังผลการสัมภาษณ์

ที่ว่านักเรียนมีความคิดเห็นว่าถ้ามีการสร้างโรงงานไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ขึ้นในประเทศไทย จะทำให้ประเทศผลิตพลังงานไว้ใช้ได้เอง แต่อย่างไรก็ตามนักเรียนเห็นว่าไม่สมควรเนื่องจากโรงไฟฟ้ามีสารที่เป็นอันตราย ต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งมีชีวิต รวมถึงถ้ามีการกำหนดช่วงเวลาในการเปิดปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าเพื่อประหยัดพลังงานและลดภาวะโลกร้อน นักเรียนมีความยินดีที่จะปฏิบัติตามเนื่องจากการปิดไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นจะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในครอบครัวและช่วยลดปัญหาภาวะโลกร้อนด้วย สอดคล้องกับแนวคิดของ Hofstadter et al.(2001: 40-41) ที่กล่าวว่าการนำแนวเทียบมาใช้เกี่ยวข้องกับอารมณ์ ความรู้สึก การอธิบายและการสื่อสาร และความคิดสร้างสรรค์

4) การเลือกใช้แนวทางหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ

การใช้แนวเทียบในขั้นขยายความรู้ (Elaboration)นักเรียนมีโอกาสนำความรู้และกระบวนการเรียนรู้ที่ได้เรียนในขั้นที่ 1-3 ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่โดยครูมอบหมายให้นักเรียนสร้างผลงานหรือปฏิบัติภาระงานที่มีหลักการทำงานหรือมีโครงสร้างที่คล้ายคลึงกับเรื่องที่ศึกษา ตัวอย่างเช่นครูให้นักเรียนออกแบบเตาอบโดยใช้ความรู้เรื่องการดูดกลืนความร้อน ทำให้นักเรียนได้ฝึกการใช้แนวทางหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิด ออกแบบและสร้างผลงานซึ่งน่าจะช่วยให้นักเรียนมีการเลือกใช้แนวทางหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติในการดำเนินชีวิตต่อไปได้ สอดคล้องกับผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลองที่พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านการเลือกใช้แนวทางหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติอยู่ในระดับมากคือ 3.51 คะแนน (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ง) และเมื่อกำหนดสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนแสดงการเลือกใช้แนวทางหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติพบว่านักเรียนคิดว่าควรศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมและตรวจสอบผลข้างเคียงที่อาจจะเกิดขึ้นก่อนตัดสินใจปฏิบัติตามคำกล่าวอ้างสรรพคุณของอาหารเสริมในโทรทัศน์ และมีความคิดเห็นว่า การมีผลการเรียนดีเป็นผลมาจากการตั้งใจเรียนและการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองไม่ใช่เพราะการจุดธูปบูชาขอจากสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะแปลกที่เกิดจากความผิดปกติของเซลล์ เช่น หน่อกล้วยที่มีรูปร่างคล้ายพญานาคซึ่งมีข่าวว่าให้โชคลาภ ข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นสอดคล้องกับ Glynn et al (2003: 201-202) ที่กล่าวว่าแนวเทียบทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้สารสนเทศใหม่ๆ มีการนำมาเชื่อมโยงกับมโนทัศน์ที่ผู้เรียนมีอยู่เดิมซึ่งช่วยพัฒนาการมีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน

จากเหตุผลข้างต้นที่ได้กล่าวมาทั้งหมด ทำให้สรุปได้ว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E สามารถทำให้นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้นได้

ข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้มีข้อเสนอแนะจากการวิจัย และข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยและผลการวิจัยโดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1.1 ครูวิทยาศาสตร์ที่สนใจนำการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5Eไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนควรคัดเลือกตัวอย่างแนวเทียบที่นักเรียนสามารถพบเห็นลักษณะหรือกระบวนการทำงานได้ง่ายและชัดเจน รวมถึงเป็นสิ่งที่นักเรียนพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน และควรศึกษาแนวทางการใช้แนวเทียบในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนให้ชัดเจน

1.2 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E ครูควรอธิบายจุดประสงค์ แนวทางการใช้แนวเทียบและตัวอย่างแนวเทียบให้นักเรียนเข้าใจอย่างชัดเจนในขั้นเริ่มต้นของการเรียน

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

จากการดำเนินการวิจัยและผลการวิจัยโดยใช้เทคนิคแนวเทียบ ร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไปดังนี้

2.1 ควรมีการศึกษาผลการใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5Eในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในระดับชั้นอื่น ๆ เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ใช้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยกิจกรรมที่จัดขึ้นในแผนการจัดการเรียนรู้ในการวิจัยครั้งนี้ มีการออกแบบกิจกรรมการทดลองบางส่วนให้นักเรียน หากเป็นนักเรียนระดับชั้นที่สูงกว่ากลุ่มตัวอย่างอาจจะต้องปรับกิจกรรมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบกิจกรรมให้มากยิ่งขึ้น

2.2 ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่นๆ นอกเหนือจากความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ พบว่าระหว่างที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอน นักเรียนมีการให้เหตุผลในการสรุปบทเรียนมากขึ้น มีการยกตัวอย่างแนวเทียบนอกเหนือจากบทเรียนที่มีลักษณะแปลกใหม่แตกต่างจากของเดิม แสดงให้เห็นว่า การให้เหตุผลและการคิดริเริ่มสร้างสรรค์น่าจะมีผลต่อการเรียนโดยใช้แนวเทียบของผู้เรียนซึ่งอาจนำไปเป็นตัวแปรในการวิจัยครั้งต่อไปได้

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมวิชาการ. **การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: การศาสนา, 2542.

จักริน งานไว. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้าจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ Inquiry Cycle (5Es) ในนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3**. รายงานการศึกษาอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2552.

ชูชีพ อ่อนโคกสูง. **เอกสารประกอบการสอนจิตวิทยาการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: วรวุฒิการพิมพ์, 2518.

ทิศนา แขมมณีและคณะ. **รูปแบบการเรียนการสอน : ทางเลือกที่หลากหลาย**. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

ธนพล กลิ่นเมือง. **ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ในหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยการบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีต่อความสามารถในการทำโครงงาน และเจตคติต่อภูมิปัญญาท้องถิ่นของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

นันทนา คันยิธงค์ . **ผลการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 5E's BSCS. ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2547.

บัญชา ธนบุญสมบัติ. **สอนวิทย์ คิดสนุก 1**. กรุงเทพมหานคร: ทวีวัฒน์การพิมพ์, 2548.

ปราณี มีทรัพย์หลาก และคณะ. **วิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต.** กรุงเทพมหานคร: สถาบันราชภัฏจันทรเกษม, 2544.

ปิยะฉัตร์ ชัยมาลา. **ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหา ความรู้ (5Es).** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2550.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. “คู่มือครูพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของนิสิต นักศึกษาระดับปริญญาตรี สำหรับหลักสูตรครุศาสตร์: การบูรณาการทักษะกระบวนการคิดในการเรียนการสอนเนื้อหาสาระ”. **โครงการวิจัย เรื่อง การนำเสนอรูปแบบเสริมสร้างทักษะการคิดขั้นสูงของนิสิตนักศึกษาครู ระดับปริญญาตรี สำหรับหลักสูตรครุศึกษา**. คณะครุศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. **วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป**. กรุงเทพมหานคร: พัฒนาคุณภาพวิชาการ, 2548.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์เจริญผล, 2538.

มังกร ทองสุขดี. **การวางแผนการเรียนการสอน**. กรุงเทพมหานคร: บัวหลวงการพิมพ์, 2522.

ยุพา วีระไวทยะและปรียา นพคุณ. **สอนวิทยาศาสตร์แบบมืออาชีพ.** กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงษ์, 2544.

เยาวลักษณ์ ชื่นอารมณ์. **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวัฏจักรการเรียนรู้ 5E**. สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2549.

รศนา อัชชะกิจ . **กระบวนการคิดแก้ปัญหาและตัดสินใจเชิงวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

ราชบัณฑิตยสถาน. **ศัพท์บัญญัติราชบัณฑิตยสถาน**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://rirs3.royin.go.th/coinages/webcoinage.php [2552, กุมภาพันธ์ 14]

ราชบัณฑิตยสถาน. **พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตสถาน พ.ศ. 2542** . กรุงเทพมหานคร: นานมีบุ๊คส์พับลิชั่นจำกัด, 2546.

ลักขณา สริวัฒน์. **จิตวิทยาในชีวิตประจำวัน.** กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2544.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. **การวัดจิตพิสัย.** กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาสน์, 2542.

วัชรพงษ์ อภิญญานุรังสี. **การสอนแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้าด้วยวิธีสอนแบบอุปมาอุปไมยในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2548.

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. **Analogy**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://en.wikipedia.org/wiki/Analogy#Science [2551, กรกฎาคม 15]

วรรณทิพา รอดแรงค้า และพิมพันธ์ เดชะคุปต์. **กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครู**. กรุงเทพมหานคร: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเมนท์, 2542.

ศิริชัย กาญจนวาสี. **ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

ศุภลักษณ์ วัฒนาวิทวัส. **วิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต.** กรุงเทพมหานคร: เธิร์ดเวฟ เอ็ดดูเคชั่น, 2542.

ศึกษาธิการ,กระทรวง. **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช2551**. กรุงเทพมหานคร: องค์การค้าของคุรุสภา, 2551.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน**. กรุงเทพมหานคร: องค์การค้าของครุสภา, 2546.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: องค์การค้าของครุสภา, 2546.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: เอส.พี.เอ็น. การพิมพ์, 2549.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ในหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยการบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีต่อความสามารถ ในการทำโครงงานและเจตคติต่อภูมิปัญญาท้องถิ่นของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น.**[ออนไลน์]. แหล่งที่มา:http://72.14.235.104/search?q=cache:H-43DdmwUIUJ:www.thaiedresearch.org [2551, กรกฎาคม 4]

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **การแก้ปัญหามีขั้นตอนอย่างไร.** [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http://www2.ipst.ac.th/primath/ebook/ploblem%20solving/cap3/p01.html [2551, กรกฎาคม 4]

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**.การแก้ปัญหามีขั้นตอนอย่างไร**. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http://www2.ipst.ac.th/primath/ebook/ploblem%20solving/cap3/p01.html [2551, กรกฎาคม 4]

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ผลประเมิน ‘PISA 2009’ ไทยล้มเหลวรั้งท้ายทั้ง ‘อ่าน-คณิต-วิทย์’ชินวรณ์จี้แก้ให้ถูกจุด. **ข่าวสด**. (27 ธันวาคม 2553) : 26

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **ตารางค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนการสอบ GAT/PAT ครั้งที่ 2/2553 (กรกฎาคม) จำแนกตามวิชา (คะแนนเต็ม 300 คะแนน)**. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: www.niets.or.th [2553, กรกฎาคม 28]

สมชาย เตียวเจริญ. **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยสอนแบบอริยสัจสี่**. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http://acp.assumption.ac.th/newweb/2550/vichakarn/minires/somchai49.doc [2552, กุมภาพันธ์ 13]

สุทิพันธุ์ บงสุนันท์. 5 เทคนิคสร้างหัวใจเด็กไทยให้รักวิทย์. **มติชน.** 25 สิงหาคม หน้า 7, 2553.

สุธารพิงค์ โนนศรีชัย. **การคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่5ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้(5Es)**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2550.

สุนิตย์ ขอนสัก. **การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (INQUIRY CYCLE 5Es)**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2551.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. **21 วิธีการจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนากระบวนการคิด**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์, 2545.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. **รายงานการเสวนาทางวิชาการเรื่องความสามารถของนักเรียนไทยบนเวทีโลก : ผลจากการแข่งขันโอลิมปิกวิชาการ 2538-2542**. กลุ่มงานพัฒนานโยบายสกศ, 2543.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา**.** [ออนไลน์] แหล่งที่มา: www.onec.go.th/develop/5theorem/joint/joint10.htm - 5k. [2552, มกราคม 4]

อรุณรัตน์ มูลโพธิ์ . **การเปรียบเทียบผลการเรียนวิทยาศาสตร์แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตามแนวทฤษฎีพหุปัญญากับแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ที่มีต่อเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ การคิดวิพากษ์วิจารณ์ และการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1** . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2548.

เอมอร จังศิริพรปกรณ์. **การวัดและประเมินผลการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: บริษัท มิสเตอร์ก๊อปปี้ (ประเทศไทย)จำกัด, 2550.

ภาษาต่างประเทศ

Abruscato, J. **Teaching children science: A discovery approach**. Boston: Allyn and Bacon, 1996.

Alan, M. **The Language of Science**. New York: National Science Teachers Association, 1974.

Barry, T. **Problem-solving and thinking skills resources for able and talented children**. London: Network continuum Education, 2006.

BSCS. **Biology : An ecological approach**. 8th ed., Green Version. Colorado: Kendall/Hunt, 1998.

David, R. W**. Problem Solving and Science Process Skills Science Investigation Skills is Important for Problem Based Learning.** (2008).[online] Available from: http://209.85.175.132/search?q=cache:_m3LIWjkidQJ:teachertipstraining.suite101.com/article.cfm/problem_solving_and_science_process_skills+problem+solving+in+science&hl=th&ct=clnk&cd=1&gl=th. [2009, February 13]

Ellen, D. G. **The cognitive psychology of school learning**. Boston: Litte,Brown, 1977.

Eugene, L. C and Thomas, R. K. **Science Instruction in the Middle and Secondary Schools:developing fundamental knowledge and skills.** Seventh edition. United States of America: Pearson Education, 2010.

Gardner, P. W. Attitude to Science :A Review. **Studie in Science Education** (1975): 1-41.

Glynn, S.M. **Connect concepts with questions and analogies. In Cases in middle and secondary science education**, eds. T.R.Koballa and D.J. Tippins, 136-142. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education, 2004.

Glynn, S., Russell A. Noah and D.. **Teaching science concepts to children : The role of analogies. analogy: A conceptual bridge**. (2003).[online]Available from:www.coe.uga.edu/edpsych/ faculty/glynn/twa.htm. [2008, September 2]

Goh Ngoh-Khang and Chia Lian-Sai. **New Paradigms for Science Education**. Jurong Singapore: Prentice Hall, 2002.

Good, C. V. **Dictionary of Education**. Edited by Carter V. Good, New York: Mc Graw – Hill Company, 1973.

Guilford, J. P. **The Nature of Intelligence**. New York: Mc Graw – Hill Inc, 1967.

Haeberlen, S. and H. Schwedes "**Learning-processes in analogy-based instruction about electricity : learning to understand the water-model**". (2005) [online] Aviailable : www.ipn.uni-kiel.de/projekte/esera/book/s202+roh.pdf. [2009, January 5]

Haladyna, I. and Shaughnessy, J. Attitude toward science : A quantitative synthesis, **Science education** 66 (April 1982): 547-563.

Harrison, A.G. ;Treagust, D. F. Teaching with analogies: a case study in grade 10 optics. **Journal of Research in Science Teaching** 30 (1993): 1291-1307.

Hasan, O.E. and Billeh, V.Y. Relationships between teachers change in attitudes toward science and some profressional variables, **Journal of Research in Science Teaching** 12 (July 1975): 247-253.

Hidetoshi Shibata. **Problem Solving**. (2008).[online] Available from: http://www.mediafrontier.com/Article/PS/PS.htm Accessed. [4 January 2009]

Hofstadler, A.and others. Heterogeneous and homogeneous photassisted wastewater treatment. **Journal of Chemical Sciences** 10 (October 2001): 393-397.

Joes, J. M.and others. **Teaching science for understanding a human constructivist view**. San DiegoCalifornia: Acadimic Press, 1998.

Kolodner, I. L. Educational implications of analogy:A view from Case-Based Resoning. **American Psychology** 52 (1997): 35-44.

Lawson, A.E. The Importance of Analogy: A Prelude to the Special Issue. **Journal of Research in Science Teaching** 30 (October 1993): 1212-1214.

Lawson, A.E. **Science teaching and development of thinking**. California : Wadsworth,1995.

Llewellyn, D. **Inquire within: implementing inquiry-based science standards**. California: Corwin Press, 2002.

Mark, C. J.and Lawrence, C. S. Using analogies to improve the teaching performance of Perservice teachers .**Journal of research in science teaching** 44 (July 2007): 565-585.

Mintzes, J.J., and others. **Teaching Science for Understanding A Human Constructivist View**. San Diego California: Acadimic Press, 1998.

Nitko, A. J. **Educational assessment of students**. New Jersey: Prentice-Hall, 2004.

Orgill ,M. K.and Thomas, M. Analogies and the 5E model. **The science teacher** (January 2007): 40-45.

Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. Attitude towards science: A review of the literature and its implication. **International Journal of Science Education** (September 2003): 1049-1079.

Page, E. **Teacher comments and student performance**. Englewood Cliffs,NJ: Prentice Hall, 1985.

Papanastasiou, C. and Papanastasiou, E. Major influences on attitude toward science. **Educational Research and Evaluation** 10(March 2002): 239-257.

Schwartz, D.L.The Construction and Analogical Transfer of Symbolic Visualizations. **Journal of Research in Science Teaching** 30 (October 1993): 1309-1325.

Shawn, G. The Teaching-With-Analogies Model. **Science and Children** 44 (August 2007): 52-55.

Sunal, D. **Using metaphors, models and analogies in teaching science: A review of the literature**.(2008). [online] Available from: http://astlc.ua.edu/ScienceInElem&MiddleSchool/565MetaphorsModels&Analogies.Htm . [2008, September 2]

Timothy, V. R., and others. **Teaching word recognition, spelling, and vocabulary : stragies from The reading teacher**. New York: International Reading Asscociation, 2000.

Treagust, D.F., Harrison A.G. and Venville G.J.. "Using an Analogical Teaching Approach to Engender Conceptual Change". **International Journal of Science Education** 18 (February 1996): 213-229.

Victor,E.,and Kellough, R. D.1993. **Science for elementary school**. 7 th ed. New York : Macmilan.

Weir, J. J. Problem solving is everybody' problem. **The Science Teacher** 41(1974): 16-18.

Wong, E. D. Understanding the generative capacity of analogies as a tool for explanation. **Journal of Research in Science Teaching** 30 (1993): 1259-1272.

Yerrick, R. K., D. Doster and J. S. Elizabeth. Social interaction and the use of analogy:an analysis of preservice teacher'talk during physics inquiry lessons. **Journal of Research in Science Teaching** 40 (2003): 443-463.

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

ตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้

1. อาจารย์ ดร.จันทร์พร พรหมมาศ	รองคณบดีฝ่ายวิจัยและบริการวิชาการ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2. อาจารย์จุฑารัตน์ มาลากรณ์	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย
3. อาจารย์พรเทพ จันทราอุกฤษฎ์	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม)

ตรวจสอบแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

1. อาจารย์ ดร.ประมวล ศิริผันแก้ว	ที่ปรึกษาอาวุโสสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง	อาจารย์ประจำสาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. รองศาสตราจารย์ พเยาว์ ยินดีสุข	อาจารย์พิเศษสาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตรวจสอบแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง	อาจารย์ประจำสาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. รองศาสตราจารย์ พเยาว์ ยินดีสุข	อาจารย์พิเศษสาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. อาจารย์ ดร.จันทร์พร พรหมมาศ	รองคณบดีฝ่ายวิจัยและบริการวิชาการ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
2. แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ได้แก่
   - 2.1 แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
   - 2.2 แบบสังเกตพฤติกรรมการมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
   - 2.3 แบบสัมภาษณ์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ตัวอย่าง)

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นี้เป็นข้อสอบแบบอัตนัย ประกอบด้วย 2 ส่วนคือส่วนสถานการณ์ และส่วนข้อคำถาม

2. แบบวัดฉบับนี้มีทั้งหมด 16 หน้า ประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหา 6 สถานการณ์ โดยมีข้อคำถามสถานการณ์ละ 4 ข้อ รวม 24 ข้อ คะแนนเต็ม 24 คะแนน ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 90 นาที

3. ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์และคำถามให้เข้าใจแล้วเขียนคำตอบลงในช่องว่างที่กำหนดให้

4. เกณฑ์ในการให้คะแนนคือ ตอบคำถามได้ถูกต้องให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

5. ให้นักเรียนส่งแบบวัดคืนผู้คุมสอบเมื่อครบตามเวลาที่กำหนด

.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ตัวอย่างที่ 1)

สถานการณ์ เรื่อง ต้นชมพู่หาเพื่อน

ลุงนิดและน้องนัดหลานชายใช้พื้นที่สวนเพื่อปลูกต้นชมพู่ ซึ่งชมพู่ในสวนเจริญเติบโตงอกงาม ให้ผลผลิตดี ลุงนิดเห็นว่าพื้นที่บางส่วนของสวนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อีก จึงต้องการปลูกพืชสวนครัวแซมกับต้นชมพู่ พืชสวนครัวที่นิยมปลูกกันมากที่สุดมี 4 ชนิดคือ พริก กระเทียม แตงกวา และ ผักชีฝรั่ง แต่ลุงนิดต้องการปลูกพืชสวนครัวเพียงชนิดเดียวที่มีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด แต่ก็ไม่สามารถสอบถามใครได้ ถ้านักเรียนเป็นน้องนัดจะช่วยลุงนิดได้อย่างไร

ข้อ 1 จากสถานการณ์เรื่อง ต้นชมพู่หาเพื่อน ปัญหาของสถานการณ์คืออะไร

ตอบ

_____

ข้อ 2 นักเรียนคิดว่าสาเหตุของปัญหาดังกล่าวมาจากอะไร ให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน

ตอบ

2.1 สาเหตุของปัญหา

_____

2.2 สมมติฐานคือ

_____

_____

_____

ข้อ 3 นักเรียนมีวิธีการทดสอบเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวอย่างไร และใช้วัสดุอุปกรณ์อะไรบ้าง จงอธิบายเป็นขั้นตอน

ตอบ

3.1 วิธีการทดสอบเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวคือ

_____

_____

_____

3.2 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้คือ

_____

_____

_____

3.3 ขั้นตอนการทดลองคือ

_____

_____

_____

ข้อ 4 นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าผลการทดสอบเป็นไปตามสมมติฐาน

ตอบ

_____

_____

_____

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ตัวอย่างที่ 2)

สถานการณ์ เรื่อง หาดทรายของเรา

โรงเรียนของบอมตั้งอยู่ใกล้ชายหาด วันหนึ่งบอมสังเกตเห็นซากสัตว์ทะเลขนาดเล็ก เช่น ปลาทะเล ปูลม และหอย ตายเกลื่อนอยู่เต็มชายหาด ซึ่งห่างจากชายหาดออกไปในรัศมี 1 กิโลเมตร เป็นบริเวณที่มีการปล่อยน้ำทิ้งจากโรงแรม 3 โรงแรม เมื่อสอบถามไปยังโรงแรมทุกโรงแรมต่างก็ปฏิเสธว่า สัตว์ทะเลที่ตายนั้นไม่ได้เกิดจากน้ำทิ้งจากโรงแรมของตน หากนักเรียนเป็นบอม นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าโรงแรมใดให้ข้อมูลที่เป็นเท็จ

ข้อ 1 จากสถานการณ์เรื่อง หาดทรายของเรา ปัญหาของสถานการณ์คืออะไร

ตอบ

_____

_____

ข้อ 2 นักเรียนคิดว่าสาเหตุของปัญหาดังกล่าวมาจากอะไร ให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน

ตอบ

2.1 สาเหตุของปัญหา

_____

_____

_____

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2 สมมติฐานคือ

_____

_____

_____

ข้อ 3 นักเรียนมีวิธีการทดสอบเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวอย่างไร และใช้วัสดุอุปกรณ์อะไรบ้าง จงอธิบายเป็นขั้นตอน

ตอบ

3.1 วิธีการทดสอบเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวคือ

_____

_____

_____

3.2 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้คือ

_____

_____

_____

3.3 ขั้นตอนการทดลองคือ

_____

_____

_____

_____

_____

ข้อ 4 นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าผลการทดสอบเป็นไปตามสมมติฐาน

ตอบ

_____

_____

_____

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ตัวอย่าง)

แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง

1. แบบวัดเจตคติฉบับนี้ประกอบด้วยข้อความที่บ่งชี้ลักษณะพฤติกรรม นิสัย หรือความรู้สึกเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ จำนวน 50 ข้อความ ซึ่งอยู่ด้านซ้ายมือ ส่วนด้านขวามือแบ่งเป็น 5 ช่องที่แสดงระดับความคิดเห็น 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง(5) เห็นด้วย(4) ไม่แน่ใจ(3) ไม่เห็นด้วย(2) และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง(1)
2. ให้นักเรียนพิจารณาข้อความแต่ละข้อความแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อข้อความนั้น

ตัวอย่าง

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง (5)	เห็นด้วย (4)	ไม่แน่ใจ (3)	ไม่เห็นด้วย (2)	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (1)
1.	บทเรียนวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่น่าสนใจ.....	.... ✓	.....	.....	.....	.....
2.	วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญมากในชีวิตประจำวัน	.....	.....	.... ✓ ..	.....	.....
3.	อาชีพนักวิทยาศาสตร์เป็นอาชีพที่มีสร้างประโยชน์ในประเทศชาติ.....	.....	. ✓	.....	.....	.....

หมายเหตุ

ในการตอบแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ เป็นการแสดงความคิดเห็น ไม่มีคำตอบที่ผิดหรือถูก รวมทั้งคำตอบของนักเรียนไม่มีผลต่อคะแนนของนักเรียน ขอให้นักเรียนตอบตามความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียน

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง (5)	เห็นด้วย (4)	ไม่แน่ใจ (3)	ไม่เห็นด้วย (2)	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (1)
1.	ข้าพเจ้ามักนำเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์มาพูดคุยกับเพื่อนเป็นประจำ.....	.....	.....	.....	.....	.....
2.	ข้าพเจ้าสอบถามข้อมูลจากครูเมื่อมีข้อสงสัยทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	.....	.....	……...	.....	.....
3.	ข้าพเจ้าคิดว่าการติดตามข่าวสารด้านวิทยาศาสตร์เป็นงานของนักวิทยาศาสตร์เท่านั้น.....	.....	…….	.....	.....	.....
4.	การพูดคุยเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของนักวิทยาศาสตร์	.....	.....	.....	.....	.....
5.	ส่วนมากข้าพเจ้านำผลการสืบค้นข้อมูลทางการเรียนมาจากเพื่อน.....	.....	.....	……...	.....	.....
6.	การซักถามข้อสงสัยทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นหน้าที่ของคนที่เรียนเก่ง.....	.....	…….	.....	.....	.....
7.	ข้าพเจ้าติดตามข่าวสารด้านวิทยาศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ.....	.....	.....	.....	.....	.....
8.	การทำการทดลองไม่จำเป็นต้องปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอน.....	.....	.....	……...	.....	.....
9.	การชมสารคดีทางวิทยาศาสตร์ยากต่อการทำความเข้าใจ.....	.....	…….	.....	.....	.....
10.	ข้าพเจ้ามักจะเลือกดูรายการสารคดีหรือการ์ตูนวิทยาศาสตร์.	.....	.....	.....	.....	.....
11.	ข้าพเจ้าไม่พูดคุยหรือเล่นกับเพื่อนขณะทำการทดลองในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์……	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง (5)	เห็นด้วย (4)	ไม่แน่ใจ (3)	ไม่เห็นด้วย (2)	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (1)
12.	ถ้าเลือกได้ข้าพเจ้าจะเลือกเข้าชมรมทางด้านวิทยาศาสตร์เป็นอันดับสุดท้าย……	.....	.....	.....	.....	.....
13.	ข้าพเจ้าชอบศึกษาประวัติและการทำงานของผู้ที่ทำงานด้านวิทยาศาสตร์ทั้งในอดีตและปัจจุบัน.....	.....	.....	.....	.....	.....
14.	นักเรียนควรได้เรียนรู้วิธีการทำงานของนักวิทยาศาสตร์	.....	…….	.....	…….	…….
15.	เราสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปพัฒนาท้องถิ่นของตนเองได้.....	.....	.....	.....	.....	.....
16.	นักเรียนทุกคนควรได้เรียนวิทยาศาสตร์เพื่อนำความรู้ไปใช้ในการดำเนินชีวิต.....	.....	.....	.....	.....	.....
17.	ความรู้ที่ได้จากการเรียนวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนนำไปใช้ในชีวิตจริงได้น้อย.....	.....	…….	.....	…….	…….
18.	การทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์บ่อยๆ ทำให้สิ้นเปลืองงบประมาณโดยไม่จำเป็น.....	.....	.....	.....	.....	.....
19.	ผู้ประกอบอาชีพทางวิทยาศาสตร์มีการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน.....	.....	.....	.....	.....	.....
20.	ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ทำให้การทำงานสะดวกประหยัดเวลา และค่าใช้จ่ายมากขึ้น.....	.....	…….	.....	…….	…….

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง (5)	เห็นด้วย (4)	ไม่แน่ใจ (3)	ไม่เห็นด้วย (2)	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (1)
21.	อาชีพที่อาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น นักวิทยาศาสตร์ แพทย์ วิศวกร เป็นอาชีพที่น่าชื่นชม.....	.....	.....	.....	.....	.....
22.	วิธีการทางวิทยาศาสตร์สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตได้……..	.....	.....	……...	.....	……...
23.	ผู้ทำงานด้านวิทยาศาสตร์มักพูดคุยไม่รู้เรื่อง.....	.....	…….	.....	…….	.....
24.	การเรียนวิทยาศาสตร์มีความจำเป็นสำหรับคนที่จะประกอบอาชีพทางวิทยาศาสตร์ในอนาคตเท่านั้น.....	.....	.....	.....	.....	.....
25.	วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่ช่วยให้มนุษย์มีความรู้ในการสร้างเครื่องมือต่างๆ.....	.....	.....	……...	.....	……...
26.	วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีเกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจสังคมน้อย	.....	…….	.....	…….	.....
27.	ข้าพเจ้าเลือกซื้อผลิตภัณฑ์โดยพิจารณาร่วมกับเรื่องผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม.....	.....	.....	.....	.....	.....
28.	การคิดค้นทางวิทยาศาสตร์มีส่วนทำให้สงครามรุนแรงมากขึ้น เช่น การใช้อาวุธชีวภาพ ระเบิดนิวเคลียร์.....	.....	.....	……...	.....	……...
29.	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนำแต่สิ่งที่ดีมาสู่ชีวิตของมนุษย์	.....	…….	.....	…….	.....
30.	เพื่อความก้าวหน้าในการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์เราจำเป็นต้องทำลายสิ่งแวดล้อม.....	.....	……...	.....	……...	.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง (5)	เห็นด้วย (4)	ไม่แน่ใจ (3)	ไม่เห็นด้วย (2)	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (1)
31.	การลดปริมาณการใช้ถุงพลาสติกช่วยให้ปัญหาสิ่งแวดล้อมลดลง.....	.....	.....	.....	.....	.....
32.	ถ้าไม่มีใครเห็น และไม่มีที่ทิ้งขยะในบริเวณใกล้เคียง ข้าพเจ้าจะวางขยะทิ้งไว้.....	.....	.....	……...	.....	.....
33.	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสามารถทำให้มนุษย์ค้นคว้าข้อมูลที่ต้องการได้สะดวกขึ้น.....	.....	…….	.....	.....	.....
34.	ข้าพเจ้ามักจะลดการทำกิจกรรมที่ก่อให้เกิดมลพิษ เช่น ลดใช้ถุงพลาสติก หรือไม่ทิ้งขยะลงในแม่น้ำ.....	.....	.....	.....	.....	.....
35.	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสามารถแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ทั้งหมด.....	.....	.....	……...	.....	.....
36.	การประดิษฐ์เครื่องมืออำนวยความสะดวกทำให้คนเกียจคร้าน…….....	.....	…….	.....	.....	.....
37.	อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในห้องทดลองสามารถใช้ในปริมาณเท่าใดก็ได้ตามต้องการ.....	.....	.....	.....	.....	.....
38.	วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสามารถช่วยให้การศึกษาแก่พื้นที่ห่างไกลได้.....	.....	.....	……...	.....	.....
39.	ข้าพเจ้ามักนำความรู้ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ไปสังเกตหรือตรวจสอบสิ่งต่าง ๆ รอบตัว.....	.....	.....	.....	.....	.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง (5)	เห็นด้วย (4)	ไม่แน่ใจ (3)	ไม่เห็นด้วย (2)	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (1)
40.	ข้าพเจ้าเชื่อว่าการบนบานศาลกล่าวเป็นวิธีการที่ช่วยให้หายจากอาการเจ็บป่วยได้.....	.....	.....	.....	.....	.....
41.	ก่อนเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ข้าพเจ้าอ่านรายละเอียดที่ฉลากข้างบรรจุภัณฑ์เสมอ.....	.....	.....	.....	.....	.....
42.	การเกิดสิ่งมีชีวิตประหลาด เช่น ลูกหมูสองหัว วัวห้าขา เป็นความผิดปกติของเซลล์.....	.....	…….	.....	…….	…….
43.	เมื่อเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ข้าพเจ้าจะศึกษาถึงสาเหตุของปรากฏการณ์นั้น.....	.....	.....	.....	.....	.....
44.	ข้าพเจ้าเชื่อว่าผู้ต้องสงสัยในคดีฆ่าคนตาย กระทำเช่นนั้นจริง แม้ว่าศาลยังไม่มีคำพากษา.....	.....	.....	.....	.....	.....
45.	ข้าพเจ้าคิดว่าคนที่ถูกฟ้าผ่า เป็นเพราะทำผิดคำสาบาน.....	.....	…….	.....	…….	…….
46.	ข้าพเจ้าอธิบายผลการทดลองตามข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติจริง.....	.....	.....	.....	.....	.....
47.	การเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ควรเลือกจากสินค้าที่มีราคาถูก และมีของรางวัลเป็นอันดับแรก.....	.....	.....	.....	.....	.....
48.	ข้าพเจ้าแสดงความคิดเห็นเรื่องต่าง ๆ ในแนวทางเดียวกับผู้ใหญ่เสมอ.....	……	…….	.....	…….	…….

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง (5)	เห็นด้วย (4)	ไม่แน่ใจ (3)	ไม่เห็นด้วย (2)	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (1)
49.	คนที่ร่างกายพิการนั้นเป็นเพราะชาติก่อนได้ทำกรรมไว้มาก	.....	.....	.....	.....	.....
50.	เมื่อฟังข่าวเกี่ยวกับเรื่องเหนือธรรมชาติข้าพเจ้าจะยังไม่เชื่อในทันทีแต่จะค้นคว้าข้อเท็จจริงก่อน.....	.....	.....	……...	.....	……...

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ตัวอย่าง)

แบบสังเกตพฤติกรรมการมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง

1. แบบสังเกตฉบับนี้ประกอบด้วยข้อความที่บ่งชี้ลักษณะพฤติกรรม นิสัย หรือความรู้สึกเกี่ยวกับการเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 16 ข้อ ซึ่งอยู่ด้านซ้ายมือ ส่วนด้านขวามือคือการแสดงพฤติกรรมการเรียน
2. ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่สอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน
3. หมายเหตุ ** คือ พฤติกรรมที่อาศัยระยะเวลาในการสังเกต

ตัวอย่าง

ชื่อ - นามสกุล	พฤติกรรม	การแสดงออก	
		ปฏิบัติ	ไม่ปฏิบัติ
	ด้านที่ 1 ความสนใจในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์		
	1. ทำการค้นคว้า ทดลอง อย่างตั้งใจ	✓	
	2. มีความกระตือรือร้นต่อกิจกรรมในชั้นเรียน	✓	
	3. สนทนา ซักถาม ขณะเรียนวิชาวิทยาศาสตร์		✓
	4. ใฝ่ใจสืบเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ อยู่เสมอ**	✓	

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

...../...../.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบสังเกตพฤติกรรมการมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1

ชื่อ.....ชั้น..... เลขที่……..

คำชี้แจง ให้เขียนเครื่องหมายถูก / ในช่องที่สอดคล้องกับพฤติกรรมการแสดงออกของนักเรียน

พฤติกรรม	ปฏิบัติ	ไม่ปฏิบัติ
ด้านที่ 1 ความสนใจในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ 1. อภิปราย และซักถามกับเพื่อนและครู ขณะเรียนวิชาวิทยาศาสตร์		
2. ไม่คุยเล่นกันในขณะที่ศึกษาค้นคว้า และปฏิบัติการทดลอง		
3. เข้าเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตรงเวลาและสม่ำเสมอ**		
4. ฟัง อ่าน หรือเขียน งานที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์		
ด้านที่ 2 การเห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 5. เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับการนำความรู้ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในชีวิตประจำวัน		
6.ซักถามข้อมูลเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนอกเหนือจาก เรื่องที่เรียน		
7. พูดหรือเขียนในเชิงชื่นชมผู้ประกอบอาชีพเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์		
8. แสดงความคิดเห็นหรือแสดงออกให้เห็นว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถแก้ไขปัญหาต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ด้านการแพทย์ ด้านการเกษตร ฯลฯ		
ด้านที่ 3 การตระหนักในคุณและโทษของการใช้วิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี 9. ใช้อุปกรณ์การทดลองหรือสารเคมีในปริมาณที่กำหนด		
10.เขียนหรือแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์และผลข้างเคียงของ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม		
11. ปฏิบัติการทดลองโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อบุคคลรอบข้าง		
12. นำเสนอโครงงานหรือสิ่งประดิษฐ์ที่มีประโยชน์ แปลกใหม่ และ ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม		
รวม		

พฤติกรรม	ปฏิบัติ	ไม่ปฏิบัติ
ด้านที่ 4 การเลือกใช้ แนวทางหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ 13. ตั้งคำถามเมื่อพบปัญหาและพยายามหาคำตอบโดยไม่ลดความตั้งใจ		
14. ใช้ข้อมูลจากการทดลองเพื่อตอบคำถามมากกว่าตอบตามผู้อื่น		
15. อธิบายเรื่องราวต่าง ๆ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์		
16. อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นโดยใช้เหตุผลในเชิงวิชาการ		
รวม		

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(……)

...../...../.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ตัวอย่าง)

แบบสัมภาษณ์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

วัน เดือนปีที่สัมภาษณ์.....

การสัมภาษณ์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีแนวทางการ สัมภาษณ์ ซึ่งประกอบด้วยประเด็นและข้อคำถามดังนี้

ประเด็นที่ 1 ความสนใจในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

1. เมื่อนักเรียนมีข้อสงสัยขณะเรียน หรือทำการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีวิธีการแก้ไขปัญหาดังกล่าวอย่างไร

.....

.....

.....

2. เมื่อนักเรียนเข้าเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนคิดว่าการปฏิบัติตนอย่างไรที่มีความเหมาะสม หรือการปฏิบัติตนอย่างไรจึงถือว่าไม่เหมาะสม

.....

.....

.....

3. เมื่อมีเวลาว่างนักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ และกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ใดบ้างที่นักเรียนเข้าร่วม หรือต้องการเข้าร่วม

.....

.....

.....

4. ในช่วงสัปดาห์ / เดือนที่ผ่านมานักเรียนศึกษาค้นคว้า ฟัง หรือเขียนข้อมูลทางด้านวิทยาศาสตร์นอกเหนือจากบทเรียนเพิ่มเติมบ้างหรือไม่ และค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องใด

.....

.....

.....

<u>ประเด็นที่ 2 การเห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี</u>

5. นักเรียนนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจากห้องเรียนไปใช้ในชีวิตประจำวันหรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

6. นักเรียนคิดว่าถ้าไม่มีการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จะมีผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของคนเราหรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

7. นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรกับข่าวการค้นพบเรื่องราว และความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ใหม่ๆ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

8. นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรกับการประกอบอาชีพที่อาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น นักวิทยาศาสตร์ แพทย์ วิศวกร และเพราะเหตุใดจึงมีความคิดเห็นเช่นนั้น

.....

.....

.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประเด็นที่ 3 การตระหนักในคุณและโทษของการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

9. หากอีก 5 ปีข้างหน้า มีการสร้างโรงงานผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ในประเทศไทย นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรบ้าง (นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่เพราะเหตุใด)

.....

.....

.....

10. ปัจจุบันประเทศไทยประสบปัญหาโลกร้อน นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรถ้ารัฐบาลมีนโยบายกำหนดช่วงเวลาการเปิดปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด เช่น เครื่องปรับอากาศ โทรทัศน์ เพื่อลดปัญหาภาวะโลกร้อนดังกล่าว นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่เพราะเหตุใด (มีสิ่งที่ต้องคำนึงถึงหรือไม่อย่างไร)

.....

.....

.....

11. ปัจจุบันมีการรณรงค์ให้ลดการใช้ถุงพลาสติกและหันมาใช้ถุงผ้าทดแทน จึงมีห้างสรรพสินค้าหลายแห่งมีนโยบายเก็บเงินค่าถุงพลาสติกใบละ 1 บาทจากลูกค้าในการซื้อของแต่ละครั้ง นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรกับนโยบายดังกล่าว (เห็นด้วยหรือไม่เพราะเหตุใด)

.....

.....

.....

12. หากนักเรียนมีความจำเป็นต้องส่งรายงาน ให้เพื่อนที่อยู่ต่างประเทศช่วยตรวจสอบความถูกต้องและส่งกลับคืนมาภายใน 2 สัปดาห์ นักเรียนจะมีวิธีการจัดส่งรายงานดังกล่าวอย่างไร เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกวิธีการนั้น

.....

.....

.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประเด็นที่ 4 การเลือกใช้แนวทางและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ

13. หากมีเพื่อนแนะนำให้นักเรียนรับประทานอาหารเสริมยี่ห้อหนึ่งซึ่งกำลังเป็นที่นิยมในกลุ่มวัยรุ่นและปรากฏโฆษณาในโทรทัศน์อยู่ในขณะนี้ เพราะจะช่วยให้เซลล์สมองเจริญเติบโต และจดจำสิ่งต่าง ๆ ได้ดี นักเรียนจะปฏิบัติตามคำแนะนำนั้นหรือไม่ เพราะเหตุใด (นักเรียนมีข้อพิจารณาอะไรบ้างในการเลือกปฏิบัติหรือไม่ปฏิบัติตามคำแนะนำดังกล่าว)

.....

.....

.....

14. จากข่าวที่ปรากฏในหนังสือพิมพ์ที่ระบุว่า ชายคนหนึ่งมีแมลงออกมาจากผิวหนัง และชายคนนั้นให้ข้อมูลว่าตนเองน่าจะถูกไสยศาสตร์ นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรกับการให้ข้อมูลของชายคนนั้น เพราะเหตุใด และหากนักเรียนเป็นคนในครอบครัวของชายคนดังกล่าว จะแนะนำวิธีการปฏิบัติตนแก่เขาอย่างไร

.....

.....

.....

15. จากข่าวที่มีชาวบ้านพบหน่อกล้วยที่มีรูปร่างคล้ายพญานาค แล้วพากันไปจุดธูปบูชาเพื่อขอให้ถูกหวยและมีโชคลาภ นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรต่อข่าวนี้ และถ้ามีเพื่อนชักชวนให้ไปจุดธูปบูชาเพื่อให้สอบได้คะแนนดี นักเรียนจะไปหรือไม่เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

16. ขณะที่กำลังบันทึกผลการทดลองในห้องเรียน มีเพื่อน 1 กลุ่มได้ผลการทดลองแตกต่างจากกลุ่มอื่นมาก นักเรียนคิดว่าเพื่อนกลุ่มนั้นควรนำเสนอการทดลองอย่างไร และนักเรียนจะให้คำแนะนำเพื่อนอย่างไร เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E
2. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E

เรื่อง การพยากรณ์อากาศ

รายวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เวลาเรียน 1 คาบ (50 นาที) ผู้สอน นางสาวมรีจิ คงทรัตน์

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศและสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว.6.1 ม.1/4 สืบค้นวิเคราะห์ และแปลความหมายข้อมูล จากการพยากรณ์อากาศ

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบคาบเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายของการพยากรณ์อากาศได้
2. อธิบายหลักการพยากรณ์อากาศกับสิ่งที่เป็นแนวเทียบที่ครูกำหนดให้ได้
3. บอกประโยชน์ของการพยากรณ์อากาศได้
4. เขียนแผนผังเปรียบเทียบตาข่ายใยแมงมุมกับการพยากรณ์อากาศได้

สาระสำคัญ

การพยากรณ์อากาศหมายถึง การคาดหมายสภาวะของลมฟ้าอากาศ รวมทั้งปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาข้างหน้า

ความสำคัญของการพยากรณ์อากาศ สภาพลมฟ้าอากาศในแต่ละภูมิภาคของโลกมีการแปรปรวนได้เสมอ และส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ได้ การรับฟังข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการพยากรณ์อากาศจะช่วยให้บุคคลทุกอาชีพมีความพร้อมที่จะป้องกันแก้ไขอันตรายหรือความสูญเสียอันเกิดจากปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศได้

การพยากรณ์อากาศบริเวณใด ต้องทราบถึงสภาวะของบรรยากาศที่ครอบคลุมบริเวณนั้น โดยจะทราบได้จากการใช้เครื่องมือทางอุตุนิยมวิทยาตรวจวัด การพยากรณ์อากาศจึงประกอบด้วย 3 ระบบ คือ ระบบการตรวจสอบอากาศ ระบบสื่อสาร และ ศูนย์พยากรณ์อากาศ

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ขั้นสร้างความสนใจ (5 นาที)

1.1 ครูให้นักเรียนชมวีดิทัศน์เรื่อง การพยากรณ์อากาศในแต่ละวัน ซึ่งนำข้อมูลมาจากกรมอุตุนิยมวิทยา

1.2 ครูใช้คำถามถามนักเรียนว่า นักเรียนเคยสงสัยหรือไม่ว่าการทำงานของกรมอุตุนิยมวิทยาเพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพลมฟ้าอากาศนั้นมีวิธีการอย่างไร

1.3 ครูอธิบายต่อไปว่าในขณะที่มนุษย์อาศัยการพยากรณ์อากาศเพื่อการปรับตัวในการดำเนินชีวิตแล้วสิ่งมีชีวิตอื่นจะเป็นเช่นไร ครูจึงฉายภาพมดกำลังขนย้ายไข่ขึ้นไปยังที่สูงให้นักเรียนชมและถามว่าภาพนี้คือภาพอะไร

1.4 ครูกล่าวต่อว่า นักเรียนอาจเคยได้ยินคำกล่าวที่ว่าเมื่อมดขนไข่ขึ้นที่สูงฝนจะตกหนักมาแล้ว นักเรียนเคยสงสัยหรือไม่ว่าเป็นความจริงหรือไม่ และการพยากรณ์อากาศโดยกรมอุตุนิยมวิทยากับการพยากรณ์อากาศของมดจะมีลักษณะเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร

2.ขั้นสำรวจและค้นหา (20 นาที)

2.1 ครูนำนักเรียนอภิปรายเพื่อนำไปสู่การศึกษาค้นคว้าเรื่องการพยากรณ์อากาศ โดยใช้คำถามดังนี้

2.1.1 ถ้าครูเปรียบเทียบว่าการพยากรณ์อากาศของมดเหมือนกับการพยากรณ์อากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา นักเรียนคิดว่าลักษณะใดของการพยากรณ์อากาศของมดที่เหมือนกับการพยากรณ์อากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา

2.1.2 ลักษณะใดที่แตกต่างกัน

2.2 ครูให้นักเรียนชมวิดีทัศน์เรื่องการพยากรณ์อากาศ และระบบการพยากรณ์อากาศร่วมกับศึกษา แผนภาพความรู้เรื่องมดพยากรณ์ พร้อมทั้งตั้งคำถามให้นักเรียนพิจารณาดังนี้

2.2.1 การเก็บข้อมูลทางอากาศ มีการเก็บข้อมูลจากแหล่งใดบ้าง

2.2.2 การสื่อสารข้อมูลทางอากาศ กับศูนย์พยากรณ์อากาศมีวิธีการและขั้นตอนอย่างไร

2.2.3 จงอธิบายว่าศูนย์พยากรณ์อากาศทำหน้าที่อย่างไร

2.2.4 มดสามารถพยากรณ์อากาศได้อย่างไร

2.3 ครูให้นักเรียนสรุปข้อความรู้จากเรื่องการพยากรณ์อากาศ พร้อมเขียนสรุปลักษณะเหมือนกันระหว่างการพยากรณ์ทั้งกรมอุตุนิยมวิทยา และมดลงในแบบปฏิบัติกิจกรรมเรื่องการพยากรณ์อากาศ กับ มดพยากรณ์

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (15 นาที)

3.1 ครูให้นักเรียนทุกกลุ่มเขียนแผนภาพเปรียบเทียบเพื่อวิเคราะห์ความเหมือนและความแตกต่างของการพยากรณ์อากาศของกรมอุตุนิยมวิทยากับการพยากรณ์อากาศของมด

3.2 ครูนำนักเรียนอภิปรายเพื่อนำไปสู่การสรุปความเหมือนและความแตกต่างของประเด็นเรื่อง การพยากรณ์อากาศโดยใช้คำถามดังนี้

3.2.1 พฤติกรรมของนักอุตุนิยมวิทยาคือ การพยากรณ์อากาศ ดังนั้นการพยากรณ์อากาศหมายถึงอะไร

3.2.2 ระบบการพยากรณ์อากาศ ประกอบด้วยระบบใดบ้างซึ่งในแต่ละระบบมีกระบวนการทำงานอย่างไร

3.2.3 การพยากรณ์อากาศของมดอาศัยอวัยวะใดบ้าง และมีการสื่อสารระหว่างกลุ่มมดภายในรังเดียวกันได้อย่างไร

3.2.4 ความเหมือนและต่างของระบบการพยากรณ์อากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาและมด

3.2.5 จากการศึกษาจากสื่อ และบทเรียนเกี่ยวกับการพยากรณ์อากาศ ขอให้นักเรียนเขียนประโยชน์ของการพยากรณ์อากาศ

3.3 ครูให้ตัวแทนนักเรียน 3 กลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนพร้อมตรวจสอบความถูกต้องของการนำเสนอร่วมกัน

4. ขั้นขยายความรู้ **(10 นาที)**

4.1 ครูให้นักเรียนออกแบบแผนผังตาข่ายใยแมงมุมเปรียบเทียบกับการทำงานของระบบการพยากรณ์อากาศ ทั้ง 3 ระบบโดยระบุส่วนประกอบดังนี้

4.1.1 การทำงานของระบบการพยากรณ์ทั้ง 3 ระบบ

4.1.2 การพยากรณ์เรื่องอาหารของแมงมุม

4.2 ครูให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแผนผังเปรียบเทียบ

4.4 ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของแผนผัง

5. ขั้นประเมิน

ครูประเมินความรู้ความเข้าใจของนักเรียน ในแต่ละขั้นตอนการสอนดังนี้

5.1 ขั้นสำรวจและค้นหา ประเมินจาก

5.1.1 แบบปฏิบัติกิจกรรม เรื่องการพยากรณ์อากาศ กับ มดพยากรณ์

5.2 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ประเมินจาก

5.2.1 แผนภาพเปรียบเทียบ การพยากรณ์อากาศของกรมอุตุนิยมวิทยากับการพยากรณ์อากาศของมด

5.3 ขั้นขยายความรู้ ประเมินจากแผนผังตาข่ายใยแมงมุมเปรียบเทียบกับการทำงานของระบบการพยากรณ์อากาศ ทั้ง 3 ระบบ

สื่อการเรียนการสอน

วัสดุ/ อุปกรณ์

1. กระดาษ จำนวน 1 แผ่น ต่อ นักเรียน 1 กลุ่ม
2. สีเมจิก จำนวน 5 แท่ง ต่อ นักเรียน 1 กลุ่ม

เอกสารประกอบการสอน

1. แผนภาพความรู้เรื่องมดพยากรณ์
2. แบบปฏิบัติกิจกรรมเรื่อง การพยากรณ์อากาศ กับ มดพยากรณ์
3. แผนผังตาข่ายใยแมงมุมเปรียบเทียบกับการทำงานของระบบการพยากรณ์อากาศ ทั้ง 3 ระบบ

สื่อวีดิทัศน์

1. เรื่อง การรายงานสภาพอากาศในวันหนึ่ง จากเวปไซต์

(http://www.youtube.com/watch?v=bFBISdMpldk)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. เรื่อง การพยากรณ์อากาศ จากเวปไซต์

(http://www.youtube.com/watch?v=dqpFU5SRPgY&feature=related)

(http://www.youtube.com/watch?v=ZKhg0J9Hka4&feature=related)

3. เรื่อง ระบบการพยากรณ์อากาศ จากกรมอุตุนิยมวิทยา

แหล่งเรียนรู้

http://www.tmd.go.th/daily_forecast.php (กรมอุตุนิยมวิทยา)

การวัดและการประเมินผล

1. สังเกตการอภิปรายร่วมกันขณะทำงานกลุ่ม

2. สังเกตการตอบคำถามในชั้นเรียน

3. ประเมินแบบปฏิบัติกิจกรรม เรื่องการพยากรณ์อากาศ กับ มดพยากรณ์

4. ประเมินแผนภาพเปรียบเทียบการพยากรณ์อากาศของกรมอุตุนิยมวิทยากับการพยากรณ์อากาศของมด

5. ประเมินแผนผังตาข่ายใยแมงมุมเปรียบเทียบกับการทำงานของระบบการพยากรณ์อากาศ ทั้ง 3 ระบบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภาพความรู้เรื่อง ม ด พ ย า ก ร ณ์ 1

คนโบราณนี่ช่างสังเกต ถ้าเห็นมดขนไข่กันเป็นแถวขึ้นสู่ที่สูง ท่านบอกได้เลยว่า ฝนกำลังจะตกหนักและฟ้าจะคะนอง แต่คนโบราณไม่มีคำอธิบายอย่างละเอียด ในเชิงวิทยาศาสตร์ มาดูกันว่า มดนั้นรู้ได้อย่างไร แล้วกระบวนการเกิดขึ้นได้อย่างไร วิทยาศาสตร์ชี้แจงว่า เหตุการณ์มดขนไข่เกิดขึ้นเนื่องจากมดมีความรู้สึกหรือมีประสาทรับความรู้สึกที่ดีกว่ามนุษย์โดยเฉพาะ ทำให้มดสามารถใช้หนวดรับการเปลี่ยนแปลงของอากาศได้ เช่น เวลาอากาศร้อนอวัยวะส่วนหนวดจะส่งสัญญาณไปยังสมองเพื่อสื่อว่าร้อนให้หลบภัย หลบร่ม แต่พอจะมีฝนตก มีความร้อนกับความชื้นค่อนข้างสูง มดจะรับความรู้สึกเหล่านี้ เพื่อเตรียมการเคลื่อนย้ายไข่ที่อยู่ในรังไปยัง ที่น้ำท่วมไม่ถึง

วิทยาศาสตร์ รอบตัว

จักรภพ เพ็ญแข

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภาพความรู้เรื่อง ม ด พ ย า ก ร ณ์ 2

1) มดใช้หนวดเพื่อรับสัมผัส และส่งข่าวสาร แต่ไม่สามารถระบุทิศทางได้ละเอียด จึงมีการใช้กลิ่นช่วย ซึ่งคือฟีโรโมน

2) การติดต่อสื่อสารระหว่างมดด้วยกัน ใช้สารเคมีที่ผลิตขึ้นมา เรียกว่า ฟีโรโมน ซึ่งมีหลายชนิด เช่น การบอกทาง การเตือนภัยและการผสมพันธุ์ มดจะปล่อยฟีโรโมน นอกจากนี้ยังมีการสื่อสารโดยการสั่นทำให้เกิดเสียงขึ้น เพื่อเป็นการป้องกันต่อศัตรู

3) มดปรับตัวโดยมดงานก็จะมาอยู่รวมเป็นกลุ่มและมีปฏิกิริยาโต้ตอบโดยใช้กรามและหนวดกางออกอย่างกว้างๆ ในมดบางกลุ่มมีการปล่อยกรดฟอร์มิกออกมาทางด้านปลายส่วนท้อง เป็นการขับไล่ศัตรูออกไป และทำการขนไข่เพื่อป้องกันภัยจากการเกิดน้ำท่วม

แบบปฏิบัติกิจกรรม เรื่องการพยากรณ์อากาศ กับ มดพยากรณ์

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามลงในแบบปฏิบัติกิจกรรม

---

1. พฤติกรรมของนักอุตุนิยมวิทยาคือ การพยากรณ์อากาศ ดังนั้นการพยากรณ์อากาศหมายถึงอะไร

.....

.....

2. ระบบการพยากรณ์อากาศทั้ง 3 ระบบมีกระบวนการทำงานอย่างไรจงอธิบาย

.....

.....

3. การพยากรณ์อากาศของมดอาศัยอวัยวะใด และมีการสื่อสารภายในกลุ่มมดอย่างไร

.....

.....

4. ลักษณะที่เหมือนกันและแตกต่างกันของการพยากรณ์อากาศกับการพยากรณ์ของมดคืออะไรจงอธิบาย

.....

.....

5. จากการศึกษาจากสื่อ และบทเรียนเกี่ยวกับการพยากรณ์อากาศ ขอให้นักเรียนเขียนประโยชน์ของการพยากรณ์อากาศ

.....

.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภาพเปรียบเทียบการพยากรณ์อากาศกับมดพยากรณ์
(ตัวอย่างผลงานในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป)

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนเขียน แผนภาพเปรียบเทียบ การพยากรณ์อากาศกับมดพยากรณ์โดยเขียนประเด็นดังนี้

1.หลักการพยากรณ์อากาศ 3 ระบบ

2. หลักการพยากรณ์อากาศของมด

3.ประโยชน์จากการพยากรณ์อากาศ

4. ประโยชน์จากการพยากรณ์ของมด

การพยากรณ์อากาศ	มดพยากรณ์
1. หลักการพยากรณ์อากาศ 3 ระบบ 1) ระบบการตรวจสอบอากาศ ทั้งทางบก ทางทะเล และอากาศ ห่างกันไม่เกินกว่า 150 กิโลเมตร และสถานีตรวจอากาศชั้นบน ห่างกันไม่เกิน 300 กิโลเมตร 2) ระบบสื่อสาร สถานีตรวจอากาศแต่ละแห่งจะตรวจอากาศตามเวลาที่กำหนด แล้วส่งไปยังศูนย์พยากรณ์อากาศ โดยอาศัยระบบวิทยุโทรพิมพ์ (Teletype) และโทรสาร (Facsimile) 3) ศูนย์พยากรณ์อากาศ ทำหน้าที่เขียนแผนที่ ตามที่องค์การอุตุนิยมวิทยาโลกกำหนด โดยเขียนสัญลักษณ์ไว้ตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ เป็นแผนที่อากาศพื้นผิว แผนที่อากาศชั้นบน และแผนที่ประกอบอื่น ๆ เพื่อทำการวิเคราะห์และพยากรณ์อากาศและส่งผลไปยังระบบการสื่อสารเช่นวิทยุโทรทัศน์ สายการบิน ต่อไป	1. หลักการพยากรณ์อากาศของมด 1) มดใช้หนวดเพื่อรับสัมผัส และส่งข่าวสาร แต่ไม่สามารถระบุทิศทางได้ละเอียด จึงมีการใช้กลิ่นช่วย ซึ่งคือฟีโรโมน 2) การติดต่อสื่อสารระหว่างมดด้วยกัน ใช้สารเคมีที่ผลิตขึ้นมา เรียกว่า ฟีโรโมน ซึ่งมีหลายชนิด เช่น การบอกทาง การเตือนภัยและการผสมพันธุ์ มดจะปล่อยฟีโรโมน นอกจากนี้ยังมีการสื่อสารโดยการสั่นทำให้เกิดเสียงขึ้นเพื่อเป็นการป้องกันต่อศัตรู 3) มดปรับตัวโดยมดงานก็จะมาอยู่รวมเป็นกลุ่มและมีปฏิกิริยาโต้ตอบโดยใช้กรามและหนวดกางออกอย่างกว้างๆ ในมดบางกลุ่มมีการปล่อยกรดฟอร์มิกออกมาทางด้านปลายส่วนท้อง เป็นการขับไล่ศัตรูออกไป และทำการขนไข่เพื่อป้องกันภัยจากการเกิดน้ำท่วม

การพยากรณ์อากาศ	มดพยากรณ์
2. ประโยชน์ของการพยากรณ์อากาศ - การพยากรณ์อากาศทำให้ทุกคนสามารถเตรียมตัวรับกับสภาพอากาศที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้ และทางด้านการเกษตร การประมง การคมนาคม สามารถนำข้อมูลไปใช้ประกอบเพื่อพิจารณา ให้เหมาะสมกับการดำรงชีวิตได้	2. ประโยชน์ของมดพยากรณ์ - อวัยวะรับสัมผัสของมดคือหนวด ซึ่งสามารถบอกทางได้ รวมถึงมีฟีโรโมนเพื่อให้สมาชิกมดงานตัวอื่นๆสามารถค้นหาอาหารเจอ มีการเตือนภัยและการผสมพันธุ์ เพื่อเป็นการป้องกันตัวจากศัตรู และเพิ่มความปลอดภัยให้ชีวิตมด รวมถึงไข่ของมดด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนผังตาข่ายใยแมงมุมเปรียบเทียบกับการทำงาน ของระบบการพยากรณ์อากาศ ทั้ง 3 ระบบ

<u>คำชี้แจง</u>

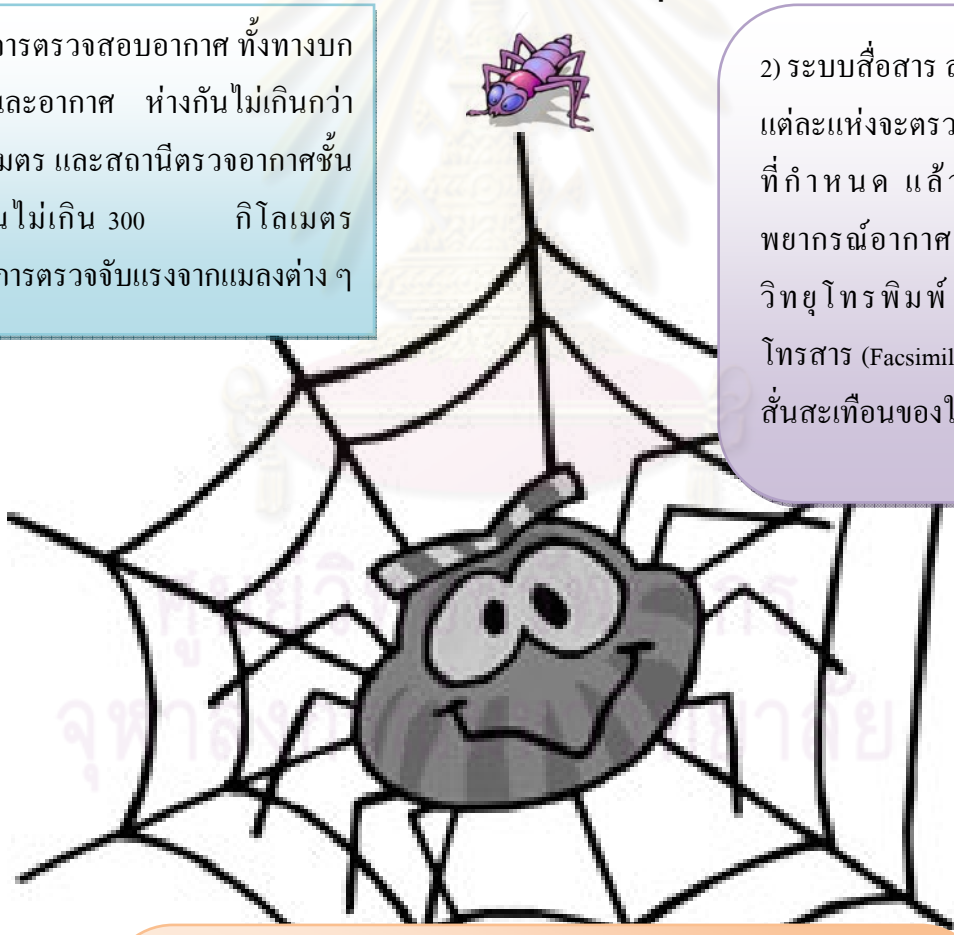
1.ให้นักเรียนออกแบบแผนผังตาข่ายใยแมงมุมเปรียบเทียบกับการทำงานของระบบการพยากรณ์อากาศ ทั้ง 3 ระบบโดยระบุส่วนประกอบต่าง ๆ ดังนี้

1) การทำงานของการพยากรณ์อากาศแต่ละระบบ

2) การพยากรณ์เรื่องอาหารของแมงมุม

ตัวอย่างตาข่ายใยแมงมุม

1) ระบบการตรวจสอบอากาศ ทั้งทางบก ทางทะเล และอากาศ ห่างกันไม่เกินกว่า 150 กิโลเมตร และสถานีตรวจอากาศชั้นบนห่างกันไม่เกิน 300 กิโลเมตร เหมือนกับการตรวจจับแรงจากแมลงต่าง ๆ



2) ระบบสื่อสาร สถานีตรวจอากาศแต่ละแห่งจะตรวจอากาศตามเวลาที่กำหนด แล้วส่งไปยังศูนย์พยากรณ์อากาศ โดยอาศัยระบบวิทยุโทรพิมพ์ (Teletype) และโทรสาร (Facsimile) เหมือน กับการสั่นสะเทือนของใยแมงมุม

3) ศูนย์พยากรณ์อากาศ ทำหน้าที่เขียนแผนที่ ตามที่องค์การอุตุนิยมวิทยาโลกกำหนด โดยเขียนสัญลักษณ์ไว้ตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ เป็นแผนที่อากาศพื้นผิว แผนที่อากาศชั้นบน และแผนที่ประกอบอื่น ๆ เพื่อทำการวิเคราะห์และพยากรณ์อากาศและส่งผลไปยังระบบการสื่อสารเช่นวิทยุ โทรทัศน์ สายการบิน ต่อไป เหมือนกับ แมงมุมทำหน้าที่ประมวลผลและเคลื่อนที่ไปยังแมลงที่บริเวณใยแมงมุม

แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E

เรื่อง การพยากรณ์อากาศ

รายวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เวลาเรียน 1 คาบ (50 นาที) ผู้สอน นางสาวมรีจิ คงทรัตน์

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศและสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว.6.1 ม.1/4 สืบค้นวิเคราะห์ และแปลความหมายข้อมูล จากการพยากรณ์อากาศ

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบคาบเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายของการพยากรณ์อากาศได้
2. อธิบายหลักการพยากรณ์อากาศได้
3. อ่านสัญลักษณ์การพยากรณ์อากาศได้
4. บอกประโยชน์ของการพยากรณ์อากาศได้

สาระสำคัญ

การพยากรณ์อากาศหมายถึง การคาดหมายสภาวะของลมฟ้าอากาศ รวมทั้งปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาข้างหน้า

ความสำคัญของการพยากรณ์อากาศ สภาพลมฟ้าอากาศในแต่ละภูมิภาคของโลกมีการแปรปรวนได้เสมอ และส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ได้ การรับฟังข้อมูลข่าวสาร

เกี่ยวกับการพยากรณ์อากาศจะช่วยให้บุคคลทุกอาชีพมีความพร้อมที่จะป้องกันแก้ไขอันตรายหรือความสูญเสียอันเกิดจากปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศได้

การพยากรณ์อากาศบริเวณใด ต้องทราบถึงสภาวะของบรรยากาศที่ครอบคลุมบริเวณนั้น โดยจะทราบได้จากการใช้เครื่องมือทางอุตุนิยมวิทยาตรวจวัด การพยากรณ์อากาศจึงประกอบด้วย 3 ระบบ คือ ระบบการตรวจสอบอากาศ ระบบสื่อสาร และ ศูนย์พยากรณ์อากาศ

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (5 นาที)

1.1 ครูให้นักเรียนชมวีดิทัศน์เรื่อง การพยากรณ์อากาศในแต่ละวัน ซึ่งนำข้อมูลมาจากกรมอุตุนิยมวิทยา

1.2 ครูใช้คำถามถามนักเรียนว่า นักเรียนเคยสงสัยหรือไม่ว่าการทำงานของกรมอุตุนิยมวิทยาเพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพลมฟ้าอากาศนั้นมีวิธีการอย่างไร

1.3 ครูกล่าวต่อว่า นักเรียนจะได้ศึกษาเกี่ยวกับการพยากรณ์อากาศโดยกรมอุตุนิยมวิทยาต่อไป

2.ขั้นสำรวจและค้นหา (20 นาที)

2.1 ครูให้นักเรียนชมวิดีทัศน์เรื่องการพยากรณ์อากาศ และระบบการพยากรณ์อากาศ พร้อมทั้งตั้งคำถามให้นักเรียนพิจารณาดังนี้

2.1.1 การเก็บข้อมูลทางอากาศ มีการเก็บข้อมูลจากแหล่งใดบ้าง

2.1.2 การสื่อสารข้อมูลทางอากาศ กับศูนย์พยากรณ์อากาศมีวิธีการและขั้นตอนอย่างไร

2.1.3 จงอธิบายว่าศูนย์พยากรณ์อากาศทำหน้าที่อย่างไร

2.2 ครูให้นักเรียนสรุปข้อความรู้จากเรื่องการพยากรณ์อากาศลงในแบบปฏิบัติกิจกรรมเรื่องการพยากรณ์อากาศ

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (15 นาที)

3.1 ครูให้นักเรียนทุกกลุ่มเขียนแผนภาพแสดงการพยากรณ์อากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา

3.2 ครูนำนักเรียนอภิปรายเพื่อนำไปสู่การสรุปเรื่อง การพยากรณ์อากาศโดยใช้คำถามดังนี้

3.2.1 พฤติกรรมของนักอุตุนิยมวิทยาคือ การพยากรณ์อากาศ ดังนั้นการพยากรณ์อากาศหมายถึงอะไร

3.2.2 ระบบการพยากรณ์อากาศ ประกอบด้วยระบบใดบ้างซึ่งในแต่ละระบบมีกระบวนการทำงานอย่างไร

3.2.3 จากการศึกษาจากสื่อ และบทเรียนเกี่ยวกับการพยากรณ์อากาศ ขอให้นักเรียนเขียนประโยชน์ของการพยากรณ์อากาศ

3.3 ครูให้ตัวแทนนักเรียน 3 กลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนพร้อมตรวจสอบความถูกต้องของการนำเสนอร่วมกัน

4. ขั้นขยายความรู้ , (10 นาที)

4.1 ครูแจกแผนภาพแสดงการรายงานพยากรณ์อากาศของประเทศไทยให้นักเรียนทุกคนเพื่อให้นักเรียนออกแบบแผนภาพแสดงการรายงานการพยากรณ์อากาศของประเทศไทยในวันหนึ่งของทั้ง 6 ภาค ซึ่งประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ บริเวณที่มีฝนตก ลักษณะทะเล

4.2 ครูให้ตัวแทนนักเรียน 5 คน นำเสนอแผนภาพแสดงการรายงานพยากรณ์อากาศของประเทศไทย

4.3 ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของแผนภาพ

5. ขั้นประเมิน

ครูประเมินความรู้ความเข้าใจของนักเรียน ในแต่ละขั้นตอนการสอนดังนี้

5.1 ขั้นสำรวจและค้นหา ประเมินจาก

5.1.1 แบบปฏิบัติกิจกรรมเรื่องการพยากรณ์อากาศ

5.2 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ประเมินจาก

5.2.1 แผนภาพแสดงการพยากรณ์อากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา

5.3 ขั้นขยายความรู้ ประเมินจากแผนภาพแสดงการรายงานการพยากรณ์อากาศของประเทศไทย

สื่อการเรียนการสอน

วัสดุ/ อุปกรณ์

1. กระดาษ	จำนวน 1 แผ่น ต่อ นักเรียน 1 กลุ่ม
2. สีเมจิก	จำนวน 5 แท่ง ต่อ นักเรียน 1 กลุ่ม

เอกสารประกอบการสอน

1. แบบปฏิบัติกิจกรรมเรื่อง การพยากรณ์อากาศ
2. แผนภาพแสดงการรายงานการพยากรณ์อากาศของประเทศไทย

สื่อวีดิทัศน์

1. เรื่อง การรายงานสภาพอากาศในวันหนึ่ง จากเวปไซต์ (http://www.youtube.com/watch?v=bFBISdMpldk)
2. เรื่อง การพยากรณ์อากาศ จากเวปไซต์ (http://www.youtube.com/watch?v=dqpFU5SRPgY&feature=related) (http://www.youtube.com/watch?v=ZKhg0J9Hka4&feature=related)
3. เรื่อง ระบบการพยากรณ์อากาศ จากกรมอุตุนิยมวิทยา

การวัดและการประเมินผล

1. สังเกตการอภิปรายร่วมกันขณะทำงานกลุ่ม
2. สังเกตการตอบคำถามในชั้นเรียน
3. ประเมินแบบปฏิบัติกิจกรรม เรื่อง การพยากรณ์อากาศ
4. ประเมินแผนภาพแสดงการรายงานการพยากรณ์อากาศของประเทศไทย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบปฏิบัติกิจกรรม เรื่องการพยากรณ์อากาศ

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามลงในแบบปฏิบัติกิจกรรม

---

1. พฤติกรรมของนักอุตุนิยมวิทยาคือ การพยากรณ์อากาศ ดังนั้นการพยากรณ์อากาศหมายถึงอะไร

.....

.....

2. ระบบการพยากรณ์อากาศทั้ง 3 ระบบมีกระบวนการทำงานอย่างไรจงอธิบาย

.....

.....

3. จากการศึกษาจากสื่อ และบทเรียนเกี่ยวกับการพยากรณ์อากาศ ขอให้นักเรียนเขียนประโยชน์ของการพยากรณ์อากาศ

.....

.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภาพแสดงการรายงานการพยากรณ์อากาศของประเทศไทย

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนออกแบบแผนภาพแสดงการรายงานพยากรณ์อากาศของประเทศไทยในวันหนึ่งของทั้ง 6 ภาค ประกอบด้วย 1. ปริมาณน้ำฝน 2. อุณหภูมิ 3. บริเวณที่จะมีฝนตก 4. ลักษณะทะเล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
2. แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ได้แก่
    2.1 แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
    2.2 แบบสังเกตพฤติกรรมการมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
    2.3 แบบสัมภาษณ์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 12 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จำแนกเป็นรายข้อของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ค่า IOC	ความหมาย	ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
1	0.67	วัดได้สอดคล้อง	-
2	1	วัดได้สอดคล้อง	-
3	1	วัดได้สอดคล้อง	ปรับปรุงแก้ไขให้สถานการณ์ปัญหาชัดเจนขึ้น โดยเปลี่ยนจาก “ต้องการปลูกพืชสวนครัวเพียงชนิดเดียว” เป็น “ต้องการปลูกพืชสวนครัวเพียงชนิดเดียวที่มีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด”
4	1	วัดได้สอดคล้อง	-
5	1	วัดได้สอดคล้อง	-
6	1	วัดได้สอดคล้อง	-

ตารางที่ 13 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 ข้อ

ข้อที่	ค่าความยากง่าย p	ระดับ	ค่าอำนาจจำแนก r	ระดับ
1	.67	ค่อนข้างง่าย	.40	ดีมาก
2	.65	ค่อนข้างง่าย	.50	ดีมาก
3	.68	ค่อนข้างง่าย	.60	ดีมาก
4	.52	ปานกลาง	.77	ดีมาก
5	.57	ปานกลาง	.60	ดีมาก
6	.63	ค่อนข้างง่าย	.45	ดีมาก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 14 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จำแนกเป็นรายข้อของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ค่า IOC	ความหมาย	ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
1	1	วัดได้สอดคล้อง	-
2	0.67	วัดได้สอดคล้อง	-
3	1	วัดได้สอดคล้อง	-
4	1	วัดได้สอดคล้อง	-
5	0.67	วัดได้สอดคล้อง	-
6	1	วัดได้สอดคล้อง	-
7	1	วัดได้สอดคล้อง	-
8	1	วัดได้สอดคล้อง	-
9	1	วัดได้สอดคล้อง	-
10	1	วัดได้สอดคล้อง	-
11	1	วัดได้สอดคล้อง	-
12	1	วัดได้สอดคล้อง	-
13	1	วัดได้สอดคล้อง	-
14	1	วัดได้สอดคล้อง	-
15	1	วัดได้สอดคล้อง	-
16	1	วัดได้สอดคล้อง	-
17	1	วัดได้สอดคล้อง	-
18	0.67	วัดได้สอดคล้อง	ปรับแก้ไขข้อความให้ชัดเจนและง่ายต่อการทำความเข้าใจ และเพิ่มเติมสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนโดยเปลี่ยนจาก “การใช้งบประมาณเพื่อการทดลองทางวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องสิ้นเปลือง” เป็น “การทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์บ่อยๆ ทำให้สิ้นเปลืองงบประมาณโดยไม่จำเป็น”
19	1	วัดได้สอดคล้อง	-
20	1	วัดได้สอดคล้อง	-
21	0.67	วัดได้สอดคล้อง	-
22	1	วัดได้สอดคล้อง	-
23	1	วัดได้สอดคล้อง	-
24	1	วัดได้สอดคล้อง	-
25	1	วัดได้สอดคล้อง	-
26	1	วัดได้สอดคล้อง	-

ตารางที่ 14 (ต่อ) ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จำแนกเป็นรายข้อของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ค่า IOC	ความหมาย	ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
27	1	วัดได้สอดคล้อง	-
28	1	วัดได้สอดคล้อง	-
29	1	วัดได้สอดคล้อง	-
30	1	วัดได้สอดคล้อง	-
31	1	วัดได้สอดคล้อง	-
32	1	วัดได้สอดคล้อง	-
33	0.67	วัดได้สอดคล้อง	-
34	1	วัดได้สอดคล้อง	-
35	1	วัดได้สอดคล้อง	-
36	1	วัดได้สอดคล้อง	-
37	1	วัดได้สอดคล้อง	-
38	1	วัดได้สอดคล้อง	-
39	1	วัดได้สอดคล้อง	-
40	1	วัดได้สอดคล้อง	-
41	1	วัดได้สอดคล้อง	-
42	0.67	วัดได้สอดคล้อง	ปรับแก้ไขข้อความให้ชัดเจนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียนและง่ายต่อการทำความเข้าใจในโดยเปลี่ยนจาก “การเกิดสิ่งมีชีวิตประหลาด เช่น ลูกหมูสองหัว วัวห้าขา เป็นเรื่องผิดธรรมชาติ” เป็น “การเกิดสิ่งมีชีวิตประหลาด เช่น ลูกหมูสองหัว วัวห้าขาเป็นความผิดปกติของเซลล์”
43	1	วัดได้สอดคล้อง	-
44	1	วัดได้สอดคล้อง	-
45	1	วัดได้สอดคล้อง	-
46	1	วัดได้สอดคล้อง	-
47	1	วัดได้สอดคล้อง	-
48	0.67	วัดได้สอดคล้อง	ปรับแก้ไขข้อความให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นในเชิงบวกหรือลบมากขึ้น โดยเพิ่มคำนำหน้าแทนตัวผู้ตอบจากเดิมคือ “แสดงความคิดเห็นเรื่องต่าง ๆ ในแนวทางเดียวกับผู้ใหญ่เสมอ” เป็น “ข้าพเจ้าแสดงความคิดเห็นเรื่องต่าง ๆ ในแนวทางเดียวกับผู้ใหญ่เสมอ”
49	1	วัดได้สอดคล้อง	-
50	0.67	วัดได้สอดคล้อง	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 15 ลักษณะพฤติกรรมการมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 15)	Harlen (1985 : 45)	Gardner (อ้างถึงใน Enger และYager,2001: 7)	Ward and Roden (2005 : 4)	สรุปลักษณะพฤติกรรม
1. พอใจในประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 5. เรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนาน 7. ตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	1. มีแนวโน้มให้ความสนใจกิจกรรมวิทยาศาสตร์	1. มีความสนใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์	1. มีความสนใจเรื่องราวธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์	1. ความสนใจในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์
2 ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์ 3. เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี		2. มีเจตคติที่ดีต่อนักวิทยาศาสตร์		2. การเห็นความสำคัญและคุณค่าของวิทยาศาสตร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 15 ลักษณะพฤติกรรมการมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 15)	Harlen (1985 : 45)	Gardner (อ้างถึงใน Enger และ Yager,2001: 7)	Ward and Roden (2005 : 4)	สรุปลักษณะพฤติกรรม
4. ตระหนักในคุณและโทษของการใช้เทคโนโลยี 8. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม		3. มีความรู้สึกรับผิดชอบต่อสังคม		3. การตระหนักในคุณและโทษของการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
6. เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ 9. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใคร่ครวญไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย	2. ใช้การทดสอบเรื่องราวทางธรรมชาติโดยอาศัยการอ้างอิงจากหลักฐาน		2. ศึกษาเรื่องราวเกี่ยวกับโลกโดยใช้การสำรวจ	4.การเลือกใช้แนวทางหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 16 จำนวนข้อความของพฤติกรรมบ่งชี้จำแนกตามลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ลักษณะของเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์	ข้อความของพฤติกรรมบ่งชี้				รวมจำนวน (ข้อความ)
	ข้อความเชิงนิมาน		ข้อความเชิงนิเสธ		
	ข้อความที่	จำนวน (ข้อความ)	ข้อความที่	จำนวน (ข้อความ)	
1.ความสนใจในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์	1,2,7, 9,10,13	6	3,4,5, 6,8, 11,12	7	13
2.การเห็นความสำคัญและคุณค่าของวิทยาศาสตร์	14,15,16, 19,20, 21,22	7	17,18,23, 24,25,26	6	13
3.การตระหนักในคุณและโทษของการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	27,31,33, 34,38	5	28,29,30, 32,35,36,37	7	12
4.การเลือกใช้แนวทางหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ	39,41,42, 43,46,50	6	40,44,45, 47,48,49	6	12
รวม		24		26	50

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 17 ลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ตัวชี้วัด และข้อความในแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ลักษณะ	ตัวชี้วัด	ข้อความที่ 1-13
1. ความสนใจในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์	1) ชอบสนทนา ซักถาม เรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	1. ข้าพเจ้ามักนำเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์มาพูดคุยกับเพื่อนเป็นประจำ
		2. ข้าพเจ้าสอบถามข้อมูลจากครูเมื่อมีข้อสงสัยทางการเรียนวิทยาศาสตร์
		*4. การพูดคุยเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของนักวิทยาศาสตร์
		*6. การซักถามข้อสงสัยทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นหน้าที่ของคนที่เรียนเก่ง
	2) สืบค้นงาน หรือปฏิบัติกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างตั้งใจ	11. ข้าพเจ้าไม่พูดคุยหรือเล่นกับเพื่อนขณะทำการทดลองในชั้นเรียน
		*5. ส่วนมากข้าพเจ้านำผลการสืบค้นข้อมูลมาจากเพื่อน
		*8. การทำการทดลองไม่จำเป็นต้องปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอน
		*12. ข้าพเจ้าเลือกเข้าชมรมทางด้านวิทยาศาสตร์เป็นอันดับสุดท้าย
	3) เข้าร่วมกิจกรรมเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ด้วยความเต็มใจ	7. ข้าพเจ้าติดตามข่าวสารด้านวิทยาศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ
		13. ข้าพเจ้าชอบศึกษาประวัติและการทำงานของผู้ที่ทำงานด้านวิทยาศาสตร์ทั้งในอดีตและปัจจุบัน
		10. ข้าพเจ้ามักจะเลือกดูรายการสารคดี หรือการ์ตูนทางด้านวิทยาศาสตร์
		*3. ข้าพเจ้าคิดว่าการติดตามข่าวสารด้านวิทยาศาสตร์เป็นงานของนักวิทยาศาสตร์เท่านั้น
	4) ชอบฟัง อ่าน ชม หรือเขียนงานที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	*9. การชมสารคดีทางวิทยาศาสตร์ยากต่อการทำความเข้าใจ

หมายเหตุ เครื่องหมาย * หมายถึงข้อความเชิงนิเสธ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 17 ลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ตัวชี้วัด และข้อความในแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

ลักษณะ	ตัวชี้วัด	ข้อความที่ 14-26	
2. การเห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	1) ยอมรับว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	15.	เราสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปพัฒนาท้องถิ่นของตนเองได้
		*17.	ความรู้ที่ได้จากการเรียนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนนำไปใช้ในชีวิตจริงได้น้อย
		16.	นักเรียนทุกคนควรได้เรียนวิทยาศาสตร์เพื่อนำความรู้ไปใช้ ในการดำเนินชีวิต
		14.	นักเรียนควรได้เรียนรู้วิธีการทำงานของนักวิทยาศาสตร์
	2) เห็นความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์	*18.	การทดลองทางวิทยาศาสตร์บ่อย ๆ ทำให้สิ้นเปลืองงบประมาณโดยไม่จำเป็น
		*24.	การเรียนวิทยาศาสตร์มีความจำเป็นสำหรับคนที่จะประกอบอาชีพทางวิทยาศาสตร์ในอนาคตเท่านั้น
		21.	อาชีพที่อาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น นักวิทยาศาสตร์ แพทย์ วิศวกร เป็นอาชีพที่น่าชื่นชม
		19.	ผู้ประกอบอาชีพทางวิทยาศาสตร์นั้นต้องมีความอดทนทำงานอย่างเป็นขั้นตอน
	3) ชื่นชมการประกอบอาชีพทางวิทยาศาสตร์	*23.	ผู้ทำงานด้านวิทยาศาสตร์มักพูดคุยไม่รู้เรื่อง
		20.	ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ทำให้การทำงานสะดวกประหยัดเวลา และค่าใช้จ่ายมากขึ้น
		22.	วิธีการทางวิทยาศาสตร์สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตได้
		*26.	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจและสังคมน้อย
	4) เชื่อมั่นในประสิทธิภาพของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	*25.	วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่ช่วยให้มนุษย์มีความรู้ในการสร้างเครื่องมือต่างๆ

หมายเหตุ เครื่องหมาย * หมายถึงข้อความเชิงนิเสธ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 17 ลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ตัวชี้วัด และข้อความในแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

ลักษณะ	ตัวชี้วัด	ข้อความที่ 27-38	
3. การตระหนักในคุณและโทษของการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	1) คำนึงถึงความจำเป็นและความเหมาะสมในการนำวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีไปใช้	27.	ข้าพเจ้าเลือกซื้อผลิตภัณฑ์โดยพิจารณาร่วมกับเรื่องผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
		*35.	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสามารถแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ทั้งหมด
	2) ตระหนักถึงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ สังคมและเทคโนโลยี	28.	การคิดค้นทางวิทยาศาสตร์มีส่วนทำให้สงครามรุนแรงมากขึ้น เช่น การใช้อาวุธชีวภาพ ระเบิดนิวเคลียร์
		*29.	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนำแต่สิ่งที่ดีมาสู่ชีวิตของมนุษย์
		*30.	เพื่อความก้าวหน้าของการวิจัย และพัฒนาทางวิทยาศาสตร์เราจำเป็นต้องทำลายสิ่งแวดล้อม
	3) กระทำการใด ๆ โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อส่วนรวม	31.	การลดปริมาณการใช้ถุงพลาสติกช่วยให้ปัญหาสิ่งแวดล้อมลดลง
		34.	ข้าพเจ้ามักจะลดการทำกิจกรรมที่ก่อให้เกิดมลพิษ เช่น ลดใช้ถุงพลาสติก หรือไม่ทิ้งขยะลงในแม่น้ำ
		*32.	ถ้าไม่มีใครเห็น และไม่มีที่ทิ้งขยะในบริเวณใกล้เคียง ข้าพเจ้าจะวางขยะทิ้งไว้
		*37.	อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในห้องทดลองสามารถใช้ในปริมาณเท่าใดก็ได้ตามต้องการ
	4) มีค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์	38.	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสามารถช่วยให้การศึกษาแก่พื้นที่ห่างไกลได้
		33.	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสามารถทำให้มนุษย์ค้นคว้าข้อมูลที่ต้องการได้สะดวกขึ้น
		*36.	การประดิษฐ์เครื่องมืออำนวยความสะดวกทำให้คนเกียจคร้าน

หมายเหตุ เครื่องหมาย * หมายถึงข้อความเชิงนิเสธ

ตารางที่ 17 ลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ตัวชี้วัด และข้อความในแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

ลักษณะ	ตัวชี้วัด	ข้อความที่ 39-50	
4. การเลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ	1) นำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ในชีวิตประจำวัน	39.	ข้าพเจ้ามักจะนำความรู้ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ไปสังเกตหรือตรวจสอบสิ่งต่าง ๆ รอบตัว
		*47.	การเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ควรเลือกจากสินค้าที่มีราคาถูก และมีของรางวัลเป็นอันดับแรก
	2) ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการหาคำตอบหรือแก้ปัญหา	43.	เมื่อเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ข้าพเจ้าจะศึกษาถึงสาเหตุของปรากฏการณ์นั้น
		*40.	ข้าพเจ้าเชื่อว่าการบนบานศาลกล่าวเป็นวิธีการที่ช่วยให้หายจากอาการป่วย
	3) ไม่เชื่ออะไรง่ายๆ หากปราศจากหลักฐาน	50.	เมื่อฟังข่าวเกี่ยวกับเรื่องเหนือธรรมชาติข้าพเจ้าจะยังไม่เชื่อในทันทีแต่จะค้นคว้าข้อเท็จจริงก่อน
		*44.	ข้าพเจ้าเชื่อว่าผู้ต้องสงสัยในคดีฆ่าคนตาย กระทำเช่นนั้นจริงแม้ว่าศาลยังไม่มีคำพิพากษา
		*49.	คนที่เกิดมาพิการเพราะว่าในชาติก่อนได้ทำกรรมไว้มาก
	4) อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นโดยใช้ข้อเท็จจริงเป็นหลัก	46.	ข้าพเจ้าอธิบายผลการทดลองตามข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติจริง
		*45.	ข้าพเจ้าคิดว่าคนที่ถูกฟ้าผ่า เป็นเพราะทำผิดคำสาบาน
		*48.	ข้าพเจ้าแสดงความคิดเห็นเรื่องต่าง ๆ ในแนวทางเดียวกับผู้ใหญ่เสมอ

หมายเหตุ เครื่องหมาย * หมายถึงข้อความเชิงนิเสธ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 18 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จำแนกเป็นรายข้อของแบบสังเกตพฤติกรรมการมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ค่า IOC	ความหมาย	ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
1	1	วัดได้สอดคล้อง	-
2	0.67	วัดได้สอดคล้อง	-
3	0.67	วัดได้สอดคล้อง	-
4	1	วัดได้สอดคล้อง	-
5	1	วัดได้สอดคล้อง	-
6	1	วัดได้สอดคล้อง	-
7	0.67	วัดได้สอดคล้อง	-
8	1	วัดได้สอดคล้อง	-
9	0.67	วัดได้สอดคล้อง	ปรับแก้ไขข้อความให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจโดยเปลี่ยนจาก“ใช้อุปกรณ์การทดลองหรือสารเคมีไม่เกินปริมาณที่กำหนด” เป็น “ใช้อุปกรณ์การทดลองหรือสารเคมีในปริมาณที่กำหนด”
10	1	วัดได้สอดคล้อง	-
11	1	วัดได้สอดคล้อง	-
12	0.67	วัดได้สอดคล้อง	ปรับแก้ไขข้อความให้ทำความเข้าใจได้ง่าย โดยเปลี่ยนจาก “นำเสนอโครงงานหรือสิ่งประดิษฐ์ที่มีประโยชน์ แปลกใหม่ ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม” เป็น “นำเสนอโครงงานหรือสิ่งประดิษฐ์ที่มีประโยชน์ แปลกใหม่ และไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม”
13	1	วัดได้สอดคล้อง	-
14	1	วัดได้สอดคล้อง	-
15	1	วัดได้สอดคล้อง	-
16	1	วัดได้สอดคล้อง	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 19 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง (N=43)

ลักษณะของเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์	คะแนนเต็ม	ค่าทางสถิติ				
		ก่อน เรียน		หลังเรียน		t-test
		$\overline{X}$	*SD*	$\overline{X}$	*SD*	
1. การให้ความสนใจในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์	4	3.56	0.70	3.81	0.39	3.41*
2. การเห็นความสำคัญและคุณค่าของวิทยาศาสตร์	4	2.90	1.15	3.14	0.91	3.57*
3. การตระหนักในคุณและโทษของการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	4	3.46	0.70	3.79	0.41	3.77*
4. การเลือกใช้แนวทางหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ	4	2.86	1.08	3.51	0.66	5.93*
รวม	16	12.79	2.41	14.25	1.40	6.93*

$t_{.05}$=1.894

ตารางที่ 20 ค่าความสัมพันธ์ของการให้คะแนนการสังเกตเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นรายข้อระหว่างครูผู้สอนซึ่งมีความเชี่ยวชาญกับผู้วิจัย

ข้อ	ค่าความสัมพันธ์ (r)	ข้อ	ค่าความสัมพันธ์ (r)
1.	.707	9.	.882
2.	.509	10.	.667
3.	.579	11.	1.00
4.	.579	12.	.577
5.	.704	13.	.835
6.	.780	14.	.685
7.	.514	15.	.874
8.	.681	16.	.835

ตารางที่ 21 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จำแนกเป็นรายข้อของแบบสัมภาษณ์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ค่า IOC	ความหมาย	ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
1	1	วัดได้สอดคล้อง	-
2	1	วัดได้สอดคล้อง	-
3	1	วัดได้สอดคล้อง	-
4	0.67	วัดได้สอดคล้อง	ปรับปรุงคำถามให้วัดพฤติกรรมการแสดงออกให้ครอบคลุมตัวบ่งชี้ คือเปลี่ยนจาก “ในช่วงสัปดาห์ / เดือนที่ผ่านมา นักเรียนค้นคว้าข้อมูลด้านวิทยาศาสตร์นอกเหนือจากบทเรียนเพิ่มเติมบ้างหรือไม่ และค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องใด ” เป็น “ในช่วงสัปดาห์ / เดือนที่ผ่านมานักเรียนศึกษาค้นคว้า ฟัง หรือเขียนข้อมูลทางด้านวิทยาศาสตร์นอกเหนือจากบทเรียนเพิ่มเติมบ้างหรือไม่ และค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องใด”
5	1	วัดได้สอดคล้อง	-
6	0.67	วัดได้สอดคล้อง	ปรับปรุงคำถามให้สื่อความหมายได้ชัดเจนมากขึ้น โดยเปลี่ยนจาก “นักเรียนคิดว่าหากไม่มีการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จะมีผลกระทบต่อการดำรงชีวิต ของคนเราหรือไม่ อย่างไร ” เป็น“นักเรียนคิดว่าถ้าไม่มีการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จะมีผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของคนเราหรือไม่ อย่างไร”
7	1	วัดได้สอดคล้อง	-
8	1	วัดได้สอดคล้อง	-
9	1	วัดได้สอดคล้อง	-
10	1	วัดได้สอดคล้อง	-
11	1	วัดได้สอดคล้อง	-
12	1	วัดได้สอดคล้อง	-
13	1	วัดได้สอดคล้อง	-
14	1	วัดได้สอดคล้อง	-
15	1	วัดได้สอดคล้อง	-
16	1	วัดได้สอดคล้อง	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 22 คะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลอง

ชื่อ-สกุล	แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ คะแนนเต็ม 250 คะแนน			แบบสังเกตเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ คะแนนเต็ม 16 คะแนน	
	คะแนนที่ได้	คะแนนเฉลี่ย	ระดับเจตคติ	คะแนนที่ได้	ระดับเจตคติ
1.กิตติพงศ์	202	4.04	มาก	13	มาก
***2.จักราวุธ**	210	4.20	มาก	15	ดีมาก
3.จิรกิตต์	202	4.04	มาก	16	ดีมาก
4.ชนกพล	189	3.78	มาก	14	ดีมาก
5.ชนาสิน	196	3.92	มาก	15	ดีมาก
6.ณัฐนนท์	211	4.22	มาก	16	ดีมาก
7.ณัฐพงษ์	194	3.88	มาก	14	ดีมาก
8.ณัฐพงษ์ (วิ)	202	4.04	มาก	16	ดีมาก
9.ณัฐสิทธ์	195	3.90	มาก	12	มาก
10.ตฤณกฤษณ์	203	4.06	มาก	16	ดีมาก
11.ทวีศักดิ์	204	4.08	มาก	14	ดีมาก
***12.ธนดิศ**	197	3.94	มาก	14	ดีมาก
13.ธนวัฒน์	187	3.74	มาก	16	ดีมาก

[i]

หมายเหตุ 1) เกณฑ์การพิจารณาระดับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

1.1) เกณฑ์การประเมินจากแบบวัดประเภทมาตรประมาณค่า		1.2) เกณฑ์การประเมินจากแบบสังเกตประเภทแบบตรวจสอบรายการ	
4.50-5.00	หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนดีมาก	14-16	หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนดีมาก
3.50-4.49	หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนมาก	11-13	หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนมาก
2.50-3.49	หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนปานกลาง	7-10	หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนปานกลาง
1.50-2.49	หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนน้อย	4-6	หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนน้อย
1.00-1.49	หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนน้อยที่สุด	1-3	หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนน้อยที่สุด

2)[i] หมายถึงนักเรียนกลุ่มทดลองที่นำผลการสัมภาษณ์มาวิเคราะห์และสรุปประเด็นจำนวน 10 คน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 22(ต่อ) คะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลอง

ชื่อ-สกุล	แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ คะแนนเต็ม 250 คะแนน			แบบสังเกตเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ คะแนนเต็ม 16 คะแนน	
	คะแนนที่ได้	คะแนนเฉลี่ย	ระดับเจตคติ	คะแนนที่ได้	ระดับเจตคติ
14.ธนสวัฒน์	200	4.00	มาก	15	ดีมาก
15.ธนาธิป	191	3.82	มาก	14	ดีมาก
16.ธำมรงค์	191	3.82	มาก	13	มาก
17.ธีรภพ	193	3.86	มาก	16	ดีมาก
***18.นครินทร์**	195	3.90	มาก	12	มาก
19.นนทพัฒน์	199	3.98	มาก	16	ดีมาก
***20.นวพล**	200	4.01	มาก	13	มาก
21.นิธินันท์	203	4.06	มาก	14	ดีมาก
22.บัณฑิต	200	4.02	มาก	16	ดีมาก
23.ปพณชัย	191	3.82	มาก	14	ดีมาก
24.ปรเมนทร์	195	3.90	มาก	16	ดีมาก
25.พงศ์ปภัสส์	190	3.80	มาก	16	ดีมาก
26.พศิน	193	3.86	มาก	12	มาก
27.ภควัต	188	3.76	มาก	14	ดีมาก

หมายเหตุ 1) เกณฑ์การพิจารณาระดับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

1.1) เกณฑ์การประเมินจากแบบวัดประเภทมาตรประมาณค่า

4.50-5.00 หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนดีมาก
3.50-4.49 หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนมาก
2.50-3.49 หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนปานกลาง
1.50-2.49 หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนน้อย
1.00-1.49 หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนน้อยที่สุด

1.2) เกณฑ์การประเมินจากแบบสังเกตประเภทแบบตรวจสอบรายการ

14-16 หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนดีมาก
11-13 หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนมาก
7-10 หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนปานกลาง
4-6 หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนน้อย
1-3 หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนน้อยที่สุด

2)ˈ หมายถึงนักเรียนกลุ่มทดลองที่นำผลการสัมภาษณ์มาวิเคราะห์และสรุปประเด็นจำนวน 10 คน

ตารางที่ 22(ต่อ) คะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลอง

ชื่อ-สกุล	แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ คะแนนเต็ม 250 คะแนน			แบบสังเกตเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ คะแนนเต็ม 16 คะแนน	
	คะแนนที่ได้	คะแนนเฉลี่ย	ระดับเจตคติ	คะแนนที่ได้	ระดับเจตคติ
28.ยศภัทร	193	3.86	มาก	13	มาก
29.รัตนะ	204	4.08	มาก	16	ดีมาก
30.ราชันย์	196	3.92	มาก	15	ดีมาก
***31.วรพล**	202	4.04	มาก	13	มาก
32.วัชรพงษ์	195	3.90	มาก	13	มาก
***33.ศรณรงค์**	207	4.14	มาก	13	มาก
***34.ศรราม**	199	3.98	มาก	14	ดีมาก
35.สกานต์	201	4.02	มาก	15	ดีมาก
***36.สิทธินนท์**	215	4.30	มาก	14	ดีมาก
***37.อนันต์**	205	4.10	มาก	14	ดีมาก
38.อภิวัฒน์	205	4.10	มาก	15	ดีมาก
39.อรรถกฤต	199	3.98	มาก	16	ดีมาก
40.อภิสิทธิ์	197	3.94	มาก	12	มาก
41.อรรถพล	208	4.16	มาก	12	มาก
***42.เตชัส**	177	3.54	มาก	12	มาก
43.โดนัท	190	3.80	มาก	14	ดีมาก

หมายเหตุ 1) เกณฑ์การพิจารณาระดับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

1.1) เกณฑ์การประเมินจาก แบบวัดประเภทมาตรประมาณค่า	1.2) เกณฑ์การประเมินจาก แบบสังเกตประเภทแบบตรวจสอบรายการ
4.50-5.00 หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนดีมาก	14-16 หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนดีมาก
3.50-4.49 หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนมาก	11-13 หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนมาก
2.50-3.49 หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนปานกลาง	7-10 หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนปานกลาง
1.50-2.49 หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนน้อย	4-6 หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนน้อย
1.00-1.49 หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนน้อยที่สุด	1-3 หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนน้อยที่สุด

2)[i] หมายถึงนักเรียนกลุ่มทดลองที่นำผลการสัมภาษณ์มาวิเคราะห์และสรุปประเด็นจำนวน 10 คน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ

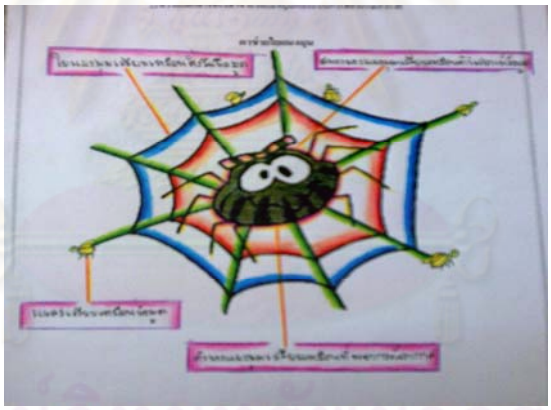
ตัวอย่างภาพกิจกรรมและตัวอย่างผลงานของนักเรียน
ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
โดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

นักเรียนวางแผนการออกแบบแผนภาพ
เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ที่ศึกษากับแนวเทียบ

2. ขั้นขยายความรู้



ตัวอย่างแผนภาพเปรียบเทียบเรื่องการพยากรณ์อากาศ

ตัวอย่างกล่องแสดงการแพร่เรื่องสมดุลความร้อน

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวมรีจิ คงทรัตน์ เกิดวันที่ 15 กันยายน 2527 ที่จังหวัดจันทบุรี สำเร็จการศึกษาปริญญาศึกษาศาสตรบัณฑิต เอกชีววิทยา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี ในปีการศึกษา 2549 ด้วยเกรดเฉลี่ยรวม 3.33 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2550

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย