ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

นางสาวรัตนาภรณ์ จินดาสวัสดิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2555
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

EFFECTS OF SCIENCE INSTRUCTION BASED ON SCIENCE, TECHNOLOGY, AND SOCIETY APPROACH ON PROBLEM-SOLVING ABILITY AND ENERGY AND ENVIRONMENTAL CONSERVATION AWARENESS OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Miss Rattanaporn Jindasawat

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Science Education
Department of Curriculum and Instruction
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2012
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น
โดย	นางสาวรัตนาภรณ์ จินดาสวัสดิ์
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชนิตา รักษ์พลเมือง)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ พเยาว์ ยินดีสุข)

รัตนาภรณ์ จินดาสวัสดิ์: ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. (EFFECTS OF SCIENCE INSTRUCTION BASED ON SCIENCE, TECHNOLOGY, AND SOCIETY APPROACH ON PROBLEM-SOLVING ABILITY AND ENERGY AND ENVIRONMENTAL CONSERVATION AWARENESS OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ.ดร.อลิศรา ชูชาติ, 85 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป (3) เปรียบเทียบความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม และ (4) เปรียบเทียบความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมระหว่างนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 2 ห้องเรียน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองซึ่งได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม และกลุ่มควบคุมซึ่งได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลครั้งนี้ คือ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและแบบวัดความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบที

ภายหลังการทดลอง ผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาควิชา หลักสูตรและการสอน ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ปีการศึกษา 2555

5283417327: MAJOR SCIENCE EDUCATION
KEYWORDS: SCIENCE, TECHNOLOGY, AND SOCIETY APPROACH/ PROBLEM-SOLVING ABILITY/ ENERGY AND ENVIRONMENTAL CONSERVATION AWARENESS

RATTANAPORN JINDASAWAT: EFFECTS OF SCIENCE INSTRUCTION BASED ON SCIENCE, TECHNOLOGY, AND SOCIETY APPROACH ON PROBLEM-SOLVING ABILITY AND ENERGY AND ENVIRONMENTAL CONSERVATION AWARENESS OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS. ADVISOR: ASST. PROF. ALISARA CHUCHAT, Ph.D., 85 pp.

This study was a quasi-experimental research. The purposes of this study were (1) to compare problem-solving ability of students before and after learning by using science instruction based on science, technology, and society (STS) approach, (2) to compare problem-solving ability of students between the group learning by using science instruction based on STS approach and the group learning by using conventional instruction, (3) to compare awareness of students on energy and environmental conservation before and after learning by using science instruction based on STS approach, and (4) to compare awareness of students on energy and environmental conservation between the group of students learning by using science instruction based on STS approach and the group of students learning by using conventional instruction. The samples were consisted of two classrooms of Mathayom Suksa 3 students at Matthayom Wat Benchamabophit School in Bangkok during the second semester of academic year 2012. The samples were divided into two groups: the experimental group which was learning by using science instruction based on STS approach and the control group which was learning by using conventional instruction. The research instruments were the problem-solving ability test and the energy and environmental awareness test. The collected data were analyzed by arithmetic mean and standard deviation. The hypotheses were tested by t-test.

The research findings were summarized as follows:

1. The mean score of the experimental group in post-test on their problem-solving ability was higher than their pretest mean score at .05 level of significance.
2. The mean score of the experimental group in post-test on their problem-solving ability was higher than the control group's at .05 level of significance.
3. The mean score of the experimental group in post-test on energy and environmental conservation awareness was higher than their pretest mean score at .05 level of significance.
4. The mean score of the experimental group in post-test on energy and environmental conservation awareness was higher than the control group's at .05 level of significance.

Department: Curriculum and Instruction Student's Signature .....
Field of Study: Science Education Advisor's Signature .....
Academic Year: 2012

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความเมตตากรุณาและความช่วยเหลือจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ที่ได้ให้ทั้งวิชาความรู้ คำแนะนำที่มีค่ายิ่งต่อการเรียนและการใช้ชีวิต ตลอดทั้งอบรม สั่งสอน และช่วยเหลือในทุกด้าน ข้าพเจ้าจึงขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ พเยาว์ ยินดีสุข กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ท่านได้สละเวลาตรวจสอบ และให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น รวมถึงคณาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้กรุณาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ในโรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยในครั้งนี้ อีกทั้งยังให้ความช่วยเหลือ สนับสนุนตลอดระยะเวลาการวิจัย และขอบคุณนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณเพื่อน รุ่นพี่ และรุ่นน้องจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ช่วยเหลือ เป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นอย่างดี และเหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และสมาชิกในครอบครัวที่ให้ความรัก ความเข้าใจ ให้เวลา และให้ทุนทรัพย์ในการเรียนแก่ข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาการศึกษาจนกระทั่งทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ซ
สารบัญแผนภาพ ..... ฌ

บทที่

1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
คำถามการวิจัย 5
วัตถุประสงค์ของการวิจัย 5
สมมติฐานของการวิจัย 6
ขอบเขตการวิจัย 7
ข้อตกลงเบื้องต้น 7
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 8
กรอบแนวคิดในการวิจัย 9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 11
การจัดการเรียนการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม 12
ความสำคัญของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม 12
เป้าหมายของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม 13
ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม 15
ลักษณะการเรียนการสอนแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม 17
ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม 19
บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม 21
ความสามารถในการแก้ปัญหา 23
ความสำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหา 23
ความหมายของการแก้ปัญหา 23
กระบวนการแก้ปัญหา 25
แนวทางการวัดความสามารถในการการแก้ปัญหา 28
ความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม 30

หน้า

บทที่

ความหมายของความตระหนัก 30
ระดับขั้นของความตระหนัก 32
กระบวนการเกิดความตระหนัก 32
ปัจจัยที่มีผลต่อความตระหนัก 34
แนวทางการวัดความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม 37
งานวิจัยที่ที่ศึกษาผลการจัดการเรียนการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ซึ่งสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาและความตระหนัก 38
3 วิธีดำเนินการวิจัย 41
รูปแบบการวิจัย 41
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 42
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 43
การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล 46
การวิเคราะห์ข้อมูล 47
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 49
ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหา 49
ผลการวิเคราะห์ความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม 51
5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ 53
สรุปผล 53
อภิปรายผล 54
ข้อเสนอแนะ 55
รายการอ้างอิง 57
ภาคผนวก 62
ภาคผนวก ก 63
ภาคผนวก ข 65
ภาคผนวก ค 81
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 85

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

1 บทบาทครูและผู้เรียนตามขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมด้วยรูปแบบการเรียนการสอน SEPUP Learning Cycle 21

2 ความแตกต่างระหว่างการแก้ปัญหา (Problem Solving) กับการแก้โจทย์ปัญหาในหนังสือ (Textbook Exercise Solving) 24

3 ลำดับขั้นของพฤติกรรมด้านจิตพิสัยของ Krathwohl และคณะ (1956) 30

4 คะแนนผลสัมฤทธิ์และผลการวิเคราะห์รายคู่ของนักเรียนชั้น ม.3/1 – ม. 3/5 43

5 เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม และการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบทั่วไป 45

6 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}_{ร้อยละ}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ระดับความสามารถ และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มทดลอง 50

7 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}_{ร้อยละ}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ระดับความสามารถ และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกลุ่มควบคุม 50

8 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มทดลอง 51

9 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม 52

สารบัญแผนภาพ

หน้า

แผนภาพที่

1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 10
2 ขั้นตอนและกระบวนการเกิดความตระหนัก 33
3 ขั้นตอนตามลำดับของการสะสมความรู้และเจตคติเพื่อให้เกิดเป็นความตระหนัก ในสิ่งแวดล้อมที่เด่นชัด 33
4 รูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest-posttest design 41

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์คือการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติผ่านกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ มีการใช้แนวคิด เทคนิค และกระบวนการต่างๆ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปข้อมูล และสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยอาศัยพื้นฐานจากข้อมูลที่สรุปมาได้ (Staver, 2007: 6) วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อชีวิตมนุษย์อย่างมาก ช่วยให้บุคคลสามารถรับมือกับการเปลี่ยนแปลงของโลกอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและการเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์ได้ (UNESCO, 2010) อีกทั้งการเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ยังช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดและการใช้ภาษา ความสามารถในการแก้ปัญหา และการตัดสินใจในประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งความสามารถเหล่านี้ล้วนแต่เป็นความสามารถที่จำเป็นต้องใช้ในชีวิตประจำวัน ทำให้การศึกษาวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นและไม่อาจมองข้ามไปได้ (Duschl, Schweingruber, and Shouse, 2007: 34)

ในช่วงก่อนปี ค.ศ. 1980 การศึกษาวิทยาศาสตร์ได้ให้ความสำคัญด้านองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการจัดการเรียนการสอนโดยมีครูเป็นศูนย์กลาง (Roth: 1989) ไม่มีการเชื่อมโยงความรู้เข้ากับชีวิตประจำวัน (Ogens: 1991) ส่งผลให้นักเรียนไม่ให้ความสำคัญกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Cole, 1990) ส่งผลให้การศึกษาวิทยาศาสตร์ในยุคนั้นไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของสังคมได้ ดังนั้นในปี ค.ศ. 1981 ประเทศสหรัฐอเมริกาได้จัดตั้งโครงการ Synthesis (Yager, Harms, and Lunetta, 1981: 26-27) เพื่อวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและเป้าหมายในการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ในช่วงเวลานั้น และได้กำหนดเป้าหมายในการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์เพื่อตอบสนองความต้องการของสังคม 4 ประการ ดังนี้ 1) เพื่อให้นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีความเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีได้ 2) สามารถตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นด้านสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ 3) ศึกษาต่อด้านวิทยาศาสตร์ในระดับมหาวิทยาลัยได้ และ 4) สามารถประกอบอาชีพด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ จึงอาจกล่าวได้ว่าเป้าหมายทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ได้มีการเปลี่ยนแปลงไปตามความต้องการของสังคม อันเป็นที่มาของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ซึ่งเป็นแนวคิดที่ใช้จัดการเรียนการสอนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถปรับตัวเข้ากับการเปลี่ยนแปลงของสังคมในยุคที่มีการเปลี่ยนแปลงทางในด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตลอดเวลาได้ กล่าวคือ เป็นการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้ที่มีความเข้าใจวิทยาศาสตร์เชิงบูรณาการ สามารถคิดอย่างมีวิจารณญาณ แก้ปัญหา และตัดสินใจใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการเปลี่ยนแปลงสังคมได้ (Roth, 1989)

เป็นที่ประจักษ์แล้วว่า ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีส่วนช่วยในการพัฒนาความเป็นอยู่ของคนในสังคมอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นพัฒนาการด้านการแพทย์ การเกษตร หรือการอุตสาหกรรม เป็นการพัฒนาเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของสังคม (ไชยยศ บุญญากิจ และคณะ, 2548) นอกจากนี้วิทยาศาสตร์เองก็ไม่อาจพัฒนาได้หากไม่มีการพัฒนาด้านเทคโนโลยีและการสนับสนุนจากสังคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านเงินทุน (Singleton, 1988) ทว่าในช่วงก่อนปี ค.ศ. 1990 การพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์นั้น นอกจากจะช่วยพัฒนาสังคมแล้วยังส่งผลให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม เช่น ปัญหาเรื่องคุณภาพอากาศและน้ำ ปัญหาเรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ และการใช้ทรัพยากรของมนุษย์ โดยในปี ค.ศ. 1993 ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมได้กลายเป็นปัญหาสำคัญระดับโลก โดยทางองค์กรสหประชาชาติได้กำหนดแผนปฏิบัติการ 21 (Agenda 21) ขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน โดยครอบคลุมการพัฒนาที่สมดุล 3 ด้าน คือ ด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม (UNESCO, 1993) แสดงให้เห็นว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมมีความสัมพันธ์ต่อกัน ในการศึกษาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยีและสังคมด้วย

พัฒนาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีส่งผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมเสมอ โดยในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาได้มีปัญหาด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมในทุกพื้นที่ โดยปัญหาสำคัญที่ทั่วโลกต่างให้ความสนใจคือปัญหาด้านวิกฤตการณ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม เช่น ปัญหาเรื่องพลังงานไฟฟ้านิวเคลียร์ การใช้พลังงานไฟฟ้า ปัญหามลภาวะ ปัญหาโลกร้อน ปัญหาชั้นโอโซนถูกทำลาย และปัญหาป่าไม้ลดลง เป็นต้น (Hassard, 2005) ปัญหาเหล่านี้เป็นปัญหาที่มีความซับซ้อน ส่งผลกระทบต่อบุคคลและสังคมทั้งด้านความเป็นอยู่ของคนในสังคม ด้านเกษตรกรรม และด้านเศรษฐกิจ (Sadler, 2002) ดังนั้นในการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์จึงควรมีการส่งเสริมให้นักเรียนมีความตระหนักถึงประเด็นหรือปัญหาด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในปัจจุบันด้วย เพื่อสร้างความตระหนักด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมให้เกิดกับบุคคล โครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติหรือ UNEP (United Nations Environmental Program, 2007: Online) จึงสนับสนุนให้มีการสอดแทรกความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมเข้าไปในการจัดการเรียนการสอนในทุกระดับ เพื่อให้เกิดความตระหนักในความสำคัญของสิ่งแวดล้อม โดยใช้การฝึกอบรมด้านการจัดการในการพัฒนาสิ่งแวดล้อม การมีความตระหนักถึงปัญหาและความสำคัญของสิ่งแวดล้อม ส่งผลให้เกิดพฤติกรรมการอนุรักษ์ ปกป้อง และพยายามแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

องค์การการศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ หรือ UNESCO (United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization) ได้ระบุให้การแก้ปัญหาเป็นหนึ่งในทักษะและกลยุทธ์ที่จำเป็นในการเรียนรู้ตลอดชีวิต (UNESCO, 1990) และการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (UNESCO, 2002) เพราะความสามารถในการแก้ปัญหาช่วยให้ผู้เรียนความเข้าใจวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง (Staver, 2007) เป็นการจัดการเรียนการสอนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถปรับตัวเข้ากับการเปลี่ยนแปลงของสังคมได้ เป็นการให้ผู้เรียนได้ฝึกประยุกต์ความรู้เข้ากับสถานการณ์ใหม่ ได้ทำความเข้าใจความสัมพันธ์ของเหตุและผล รู้จักเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และสามารถ

สรุปผลจากข้อมูลที่มีอยู่ได้ (Johnson, 1962: 242) ส่งผลให้หลายประเทศให้ความสำคัญกับความสามารถในการแก้ปัญหามากขึ้น

สำหรับประเทศไทยหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544) มุ่งเน้นให้นักเรียนความรู้ที่เป็นสากล รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงและความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการเป็นหลัก และเมื่อมีการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ในปี พ.ศ. 2546 พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหา 425 คะแนน ซึ่งน้อยกว่าคะแนนเฉลี่ยขององค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา หรือ OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) อีกทั้งเมื่อพิจารณาในรายละเอียดพบว่า นักเรียนร้อยละ 40 ยังไม่สามารถแก้ปัญหาขั้นพื้นฐานได้ นักเรียนร้อยละ 16 สามารถแก้ปัญหาโดยใช้เหตุผลได้ และมีเพียงร้อยละ 3 ที่สามารถแก้ปัญหาโดยการวิเคราะห์และสื่อความหมายได้ (สุนีย์ คล้ายนิล, 2549)

สำหรับนักเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาที่ 478 คะแนน ซึ่งสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของประเทศไทยแต่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD และนักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถแก้ปัญหาพื้นฐานได้เช่นเดียวกัน นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหญิงกับนักเรียนชายแล้วพบว่า นักเรียนหญิงมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนชาย (สุนีย์ คล้ายนิล ปรีชาญ เดชศรี และอัมพลิกา ประโมจนีย์, 2549: 107-109) ซึ่งผลการประเมินเหล่านี้ทำให้องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา หรือ OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) จัดประเทศไทยให้อยู่ในกลุ่มประเทศที่มีความเสี่ยงในการทำงานและการศึกษาต่อ จึงควรมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนโดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชาย

จากข้อมูลดังกล่าว ในการปฏิรูปการศึกษาในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2551 จึงได้กำหนดความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นหนึ่งในสมรรถนะสำคัญของนักเรียนในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และได้กำหนดความหมายไว้ว่า “เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรม และข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่างๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม” (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 4) ซึ่งเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นว่าประเทศไทย เริ่มให้ความสำคัญกับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนเช่นเดียวกันกับประชาคมโลก

เพื่อเป็นการตอบสนองต่อความต้องการของสังคม ประชาคมโลก และตอบสนองต่อเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ ที่ต้องการให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีความตระหนัก

ถึงสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้น และสามารถแก้ไขปัญหาได้ ในการวิจัยครั้งนี้จึงได้นำแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมมาช่วยในการพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาและมีความตระหนัก เนื่องจากเป็นแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนที่ใช้ประเด็นและปัญหาเป็นฐาน (Issue-based and problem-based learning) (Hassard, 2005: 402; Merryfild, 1991: 288) ช่วยให้นักเรียนเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ส่งเสริมให้นักเรียนพิจารณาปัญหาและประเด็นปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในมุมมองที่หลากหลาย รู้จักสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ แล้วนำมาวิเคราะห์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจและนำไปใช้ได้ง่ายขึ้น เป็นลักษณะของการเรียนรู้แบบบูรณาการ (Holbrook, 1992) เป็นการเชื่อมโยงการเรียนรู้ในห้องเรียนเข้ากับสถานการณ์จริง (McCormack and Yager cited in Carin, 1997) ทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สามารถนำความรู้ที่ได้มาใช้แก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้ (Tsai, 2002: 23-25) นอกจากนี้การใช้ประเด็นปัญหาที่มีความซับซ้อนอย่างปัญหาวิกฤตพลังงานและสิ่งแวดล้อมจะทำให้นักเรียนต้องทำการศึกษาและสืบค้นข้อมูลที่หลากหลาย มีความตระหนักถึงสภาพปัจจุบันที่เกิดขึ้นจากการสืบค้นข้อมูลต่างๆ และสามารถวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาต่อไปได้ นักเรียนได้เข้าใจถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคมมากขึ้น ทำให้เป็นผู้ที่รู้วิทยาศาสตร์และสามารถใช้ชีวิตอยู่ในสังคมวิทยาศาสตร์ได้อย่างชาญฉลาด

จากการวิจัยของปรัชญา จันตา เสารรัตน์ ภัทรฐิตินันท์ และพรรณนภา ศักดิ์สูง (2554) ที่การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม โดยใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน ได้แก่ การสืบค้น การแก้ปัญหา การสร้างสรรค์ การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ และการนำไปปฏิบัติจริง พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้นเนื่องจากนักเรียนได้ฝึกกระบวนการแก้ปัญหาผ่านขั้นตอนต่างๆ ในการเรียนรู้ ได้แก่การกำหนดปัญหา การวางแผนการทำงานและสืบค้นข้อมูล การวิเคราะห์และจัดกระทำข้อมูล การแลกเปลี่ยนความรู้ และการนำความรู้ที่ได้จากการสืบค้นและเรียนรู้ในห้องเรียนไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือเผยแพร่ความรู้สู่ชุมชน จึงกล่าวได้ว่ากระบวนการเหล่านี้ได้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุภากร พูลสุข (2546) และอัมพวา รักบิดา (2552) ที่พบว่าการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดนี้ช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้นเช่นเดียวกัน

แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม มุ่งเน้นให้มีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ประเด็นและปัญหาเป็นฐาน จากการศึกษาพบว่ารูปแบบการจัดการเรียนการสอน SEPUP Learning Cycle มีลักษณะการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ประเด็นเป็นฐานอย่างเป็นรูปธรรมและตอบสนองต่อแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมอย่างชัดเจน แม้ว่าลักษณะการจัดการเรียนการสอนในการวิจัยของปรัชญา จันตา จะเป็นขั้นตอนที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาและมีการจัดการเรียนการสอนในลักษณะที่คล้ายคลึงกับรูปแบบการจัดการเรียนการสอน SEPUP Learning Cycle ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แต่รูปแบบที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนในการสร้างความรู้และเชื่อมโยงความรู้ที่ชัดเจนจึงเลือกใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอน SEPUP Learning Cycle ในการวิจัยในครั้งนี้ โดยใช้ประเด็นด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมเป็นฐานในการจัดการเรียนการสอน มีขั้นตอนการ

จัดการเรียนการสอน 6 ขั้นตอน ได้แก่ *1) ขั้นสร้างความสนใจ* เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน เชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์กับสังคมในปัจจุบัน เพื่อให้นักเรียนเห็นประเด็นหรือปัญหาที่เกิดขึ้น *2) ขั้นท้าทายความคิด* เป็นการสร้างคำถามสำคัญในการเรียนรู้ซึ่งเป็นสิ่งที่นักเรียนสนใจ และต้องการหาคำตอบ มีการกำหนดขอบเขตการสืบค้นข้อมูลที่ชัดเจน *3) ขั้นรวบรวมหลักฐานทางวิทยาศาสตร์* เป็นขั้นที่นักเรียนรวบรวมข้อมูลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการ*สืบสอบ 4) ขั้นวิเคราะห์หลักฐาน* เป็นขั้นที่นักเรียนต้องวิเคราะห์ แปลความหมาย และประเมินข้อมูลหรือหลักฐานที่รวบรวมมาได้ถึงความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูล *5) ขั้นสร้างและเชื่อมโยงความรู้* เป็นการสร้างความรู้จากข้อมูลหลักฐานที่ผ่านการวิเคราะห์แล้วเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ โดยความรู้ที่ได้นี้จะถูกนำไปใช้ในการตอบคำถามสำคัญในการเรียนรู้ และ *6) ขั้นใช้หลักฐาน* เป็นขั้นที่นักเรียนนำหลักฐานและความรู้ที่ได้มานำเสนอถึงคำตอบของคำถามที่ตั้งไว้ในขั้นท้าทายความคิด

จากการศึกษาแนวคิดและงานวิจัยจึงนำการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์และสังคมมาใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยเปรียบเทียบกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป เพื่อพัฒนาให้นักเรียนสามารถจัดการกับสถานการณ์ปัญหา ทำความเข้าใจสถานการณ์ที่ซับซ้อน มีความตระหนักถึงสภาพปัญหาด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม และสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้

คำถามการวิจัย

1. การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนให้สูงขึ้นได้หรือไม่

2. การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม สามารถพัฒนาความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมให้สูงขึ้นได้หรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป
3. เพื่อเปรียบเทียบความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม

4. เพื่อเปรียบเทียบความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมระหว่างนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป

สมมติฐานการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ดังผลการวิจัยของ อัมพวา รักบิดา ณัฐวิทย์ พจนตันติ และทวี ทองคำ (2552: 115-128) ซึ่งศึกษาวิจัยผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและมีความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของสุภากร พูลสุข (2546) ที่ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคพังงา พบว่านักศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น และมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากเช่นเดียวกัน

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นประเด็นปัญหาเป็นสำคัญ โดยประเด็นปัญหานั้นล้วนเป็นประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เป็นเรื่องที่ส่งผลกระทบต่อชีวิตและสังคมในวงกว้างและเป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริง (Hassard, 2005: 416) นักเรียนต้องใช้ความรู้และทักษะต่างๆ ในการทำความเข้าใจปัญหาและหาแนวทางในการแก้ไขปัญหานั้นๆ อีกทั้งยังสนับสนุนให้นักเรียนได้ตระหนักถึงผลกระทบของพฤติกรรมของตนเอง พฤติกรรมของบุคคลในสังคม และนโยบายทางสังคมที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทางสภาพแวดล้อม จากการศึกษาของ Lester และคณะนั้นแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะสามารถแสดงพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมอย่างกระตือรือร้นมากกว่านักเรียนที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์น้อย (Littledyke, 2008: 8)

จากผลการวิจัย แนวคิด และทฤษฎีดังกล่าวจึงกำหนดสมมติฐาน ดังนี้

สมมติฐานข้อที่ 1 นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมจะมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

สมมติฐานข้อที่ 2 นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมจะมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป

สมมติฐานข้อที่ 3 นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม จะมีคะแนนเฉลี่ยความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

สมมติฐานข้อที่ 4 นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม จะมีคะแนนเฉลี่ยความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพมหานคร สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
2. ตัวแปรในการวิจัยประกอบด้วย
   2.1 ตัวแปรจัดกระทำ คือ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้แก่
      2.1.1 การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม
      2.1.2 การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป
   2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่
      2.2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหา
      2.2.2 ความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม
   2.3 ตัวแปรควบคุม ได้แก่
      2.3.1 เนื้อหาวิชาและจำนวนเรื่องที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นเนื้อหาเดียวกัน คือ เรื่องพลังงานไฟฟ้า
      2.3.2 ผู้สอน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเองทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
      2.3.3 ระยะเวลาที่สอน โดยมีจำนวนคาบเรียนที่ใช้ในการเรียนการสอนเท่ากันทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ข้อตกลงเบื้องต้น

การจัดการเรียนการสอนทั้ง 2 แบบ คือ (1) การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม และ (2) การจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีทั่วไป ในช่วงเวลาที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาและความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. **การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม** หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่เน้นประเด็นด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมเป็นฐาน ร่วมกับรูปแบบ SEPUP Learning Cycle ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ

   1.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Motivate) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน โดยใช้สื่อแสดงสถานการณ์ที่เป็นประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และส่งผลกระทบต่อนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเห็นถึงปัญหาและประเด็นที่เกิดขึ้น

   1.2 ขั้นท้าทายความคิด (Challenge) เป็นการสร้างคำถามสำคัญในการเรียนรู้จากประเด็นทางสังคมที่นำไปสู่การสืบค้นข้อมูลที่หลากหลาย มีการกำหนดขอบเขตในการสืบค้นอย่างชัดเจน

   1.3 ขั้นรวบรวมหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ (Collect scientific evidence) นักเรียนรวบรวมข้อมูลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการต่างๆ เช่นการทดลอง การสัมภาษณ์ การสืบค้นจากอินเตอร์เน็ตหรือ การวิเคราะห์เอกสารที่ครูกำหนดให้

   1.4 ขั้นวิเคราะห์หลักฐาน (Analyze the evidence) นักเรียนทำการวิเคราะห์ แปลความหมายและประเมินข้อมูลที่รวบรวมมาได้ผ่านการอภิปราย โดยมีการตรวจสอบความถูกต้องและการแยกแยะข้อเท็จจริงออกจากข้อคิดเห็น

   1.5 ขั้นสร้างและเชื่อมโยงความรู้ (Build knowledge and make connections) เป็นขั้นการสร้างความรู้จากข้อมูลหลักฐานที่ผ่านการวิเคราะห์แล้ว มีการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ แล้วนำไปใช้ตอบคำถามสำคัญที่สร้างไว้ในขั้นท้าทายความคิด

   1.6 ขั้นใช้หลักฐาน (Use evidence) เป็นขั้นที่นักเรียนนำหลักฐานและความรู้ที่ได้มานำเสนอถึงคำตอบของคำถามที่ตั้งไว้ในขั้นท้าทายความคิดด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การทำโปสเตอร์ รณรงค์ เป็นต้น โดยต้องเป็นคำตอบที่แสดงให้เห็นถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อการดำรงชีวิต

2. **การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป** หมายถึง วิธีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการสืบสอบโดยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนได้แก่

   2.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการกระตุ้นความสนใจของนักเรียน มีการใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน และให้นักเรียนได้ตั้งคำถามสำคัญในการเรียนรู้

   2.2 ขั้นสืบสอบ เป็นขั้นที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมต่างๆ เพื่อตอบคำถามสำคัญในการเรียนรู้ที่ตั้งไว้ในขั้นนำ โดยผ่านกิจกรรมต่างๆ เช่น การทดลอง การสืบค้นข้อมูล และการทำกิจกรรมกลุ่ม เป็นต้น

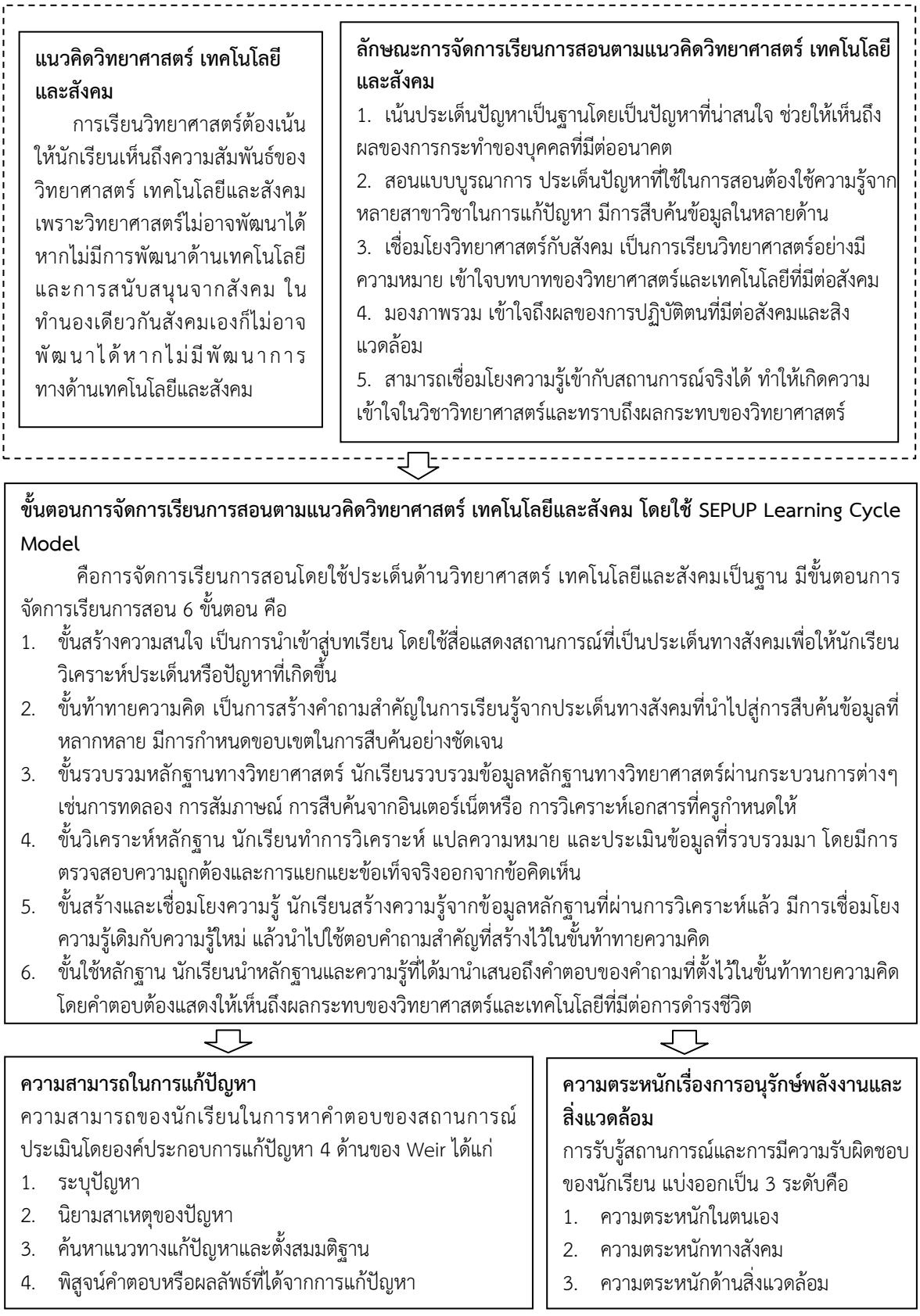
   2.3 ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ครูนำนักเรียนสรุป

3. **ความสามารถในการแก้ปัญหา** หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ประเมินโดยใช้องค์ประกอบการแก้ปัญหาของ Weir (1974: 16-18) ซึ่งมี 4 องค์ประกอบดังนี้ (1) การตั้งปัญหา (2) การนิยามสาเหตุของปัญหา (3) การค้นหาแนวทางแก้ปัญหาและตั้งสมมติฐาน (4) การพิสูจน์คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา วัดจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีลักษณะเป็นข้อสอบอัตนัยที่มีการประเมินคุณภาพของคำตอบด้วยเกณฑ์รูบริกส์
4. **ความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม** หมายถึง การรับรู้สถานการณ์และการรับรู้ถึงความรับผิดชอบของนักเรียนในเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม วัดจากแบบวัดความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์เป้าหมายและลักษณะของการจัดการเรียนการสอน แล้วจึงผนวกลักษณะการจัดการเรียนการสอนนั้นเข้ากับรูปแบบการจัดการเรียนการสอน SEPUP Learning Cycle สำหรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งสามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ มุ่งศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น จึงได้ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ความสามารถในการแก้ปัญหา และความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม โดยมีรายละเอียดผลการศึกษาในแต่ละหัวข้อตามลำดับดังนี้

1. การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม
   - 1.1 ความสำคัญของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม
   - 1.2 เป้าหมายของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม
   - 1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม
   - 1.4 ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม
   - 1.5 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม
   - 1.6 บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา
   - 2.1 ความหมายของการแก้ปัญหา
   - 2.2 กระบวนการแก้ปัญหา
   - 2.3 แนวทางการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
3. ความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม
   - 3.1 ความหมายของความตระหนัก
   - 3.2 ระดับขั้นของความตระหนัก
   - 3.3 กระบวนการเกิดความตระหนัก
   - 3.4 ปัจจัยที่มีผลต่อความตระหนัก
   - 3.5 แนวทางการวัดความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม
4. งานวิจัยที่ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ซึ่งสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาและความตระหนัก

1. การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม

1.1 ความสำคัญของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม

นับตั้งแต่ช่วงปี 1960 สังคมมีการเปลี่ยนแปลงทางความรู้อย่างรวดเร็ว มีความท้าทายมากขึ้น และมีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากขึ้น โดย Iozzi (1987: 1-3) เสนอเกี่ยวกับการจัดการศึกษาไว้ว่า ควรเป็นการศึกษาเพื่อเตรียมความพร้อมนักเรียนสำหรับสังคมในอนาคต เพื่อเผชิญปัญหาในด้านต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ซึ่งมีความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกัน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่สามารถคงอยู่ได้เพียงเพื่อการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเท่านั้น แต่ต้องมีความเกี่ยวข้องและมีความรับผิดชอบต่อสังคมด้วย สอดคล้องกับแนวคิดของ Singleton (1988) ที่ว่า ในสังคมประชาธิปไตยพลเมืองมีสิทธิเสรีภาพและความรับผิดชอบที่จะมีส่วนร่วมในการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของสังคม ซึ่งบุคคลและสังคมจะประสบความสำเร็จได้นั้นย่อมขึ้นอยู่กับความรู้และความสามารถในการตัดสินใจของบุคคลในสังคม ปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคมไม่ว่าจะเป็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมหรือปัญหาด้านพลังงานล้วนแต่เป็นผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคมทั้งสิ้น วิทยาศาสตร์จึงเป็นส่วนหนึ่งของประเด็นปัญหาด้านสังคม การศึกษาวิทยาศาสตร์ควบคู่กับการศึกษาสังคมจะช่วยให้นักเรียนได้เห็นภาพรวมของปัญหาที่เกิดขึ้น สามารถวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลทั้งในด้านเทคโนโลยี สังคม การเมือง เศรษฐกิจ คุณธรรม จริยธรรม และด้านปรัชญาได้ ดังนั้นการศึกษาวิทยาศาสตร์จึงควรทำให้นักเรียนได้มีแนวคิดและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นในการตัดสินใจ แก้ไขปัญหา เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ และใช้วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิต

แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม เป็นแนวคิดที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนกระบวนทัศน์ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ โดยในปี ค.ศ. 1980 สมาคมครูวิทยาศาสตร์แห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา (National Science Teacher Association: NSTA) ได้กล่าวถึงแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ไว้ในเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ในทศวรรษที่ 80 ดังนี้ “เป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ในทศวรรษที่ 80 คือการพัฒนาบุคคลให้มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientifically Literate Individuals) ที่มีความเข้าใจถึงผลกระทบหรืออิทธิพลของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมที่มีต่อกันและกัน เป็นบุคคลผู้ซึ่งสามารถใช้ความรู้ในการตัดสินใจในชีวิตประจำวันได้ โดยบุคคลที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นี้ต้องมีความรู้พื้นฐานที่สำคัญ (Substantial Knowledge) ที่มาจากความจริง (Fact) มีมโนทัศน์ (Concept) เครือข่ายมโนทัศน์ (Conceptual Network) และทักษะกระบวนการที่ทำให้บุคคลสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีเหตุผล ซึ่งบุคคลเหล่านี้ต้องเห็นคุณค่าและเข้าใจถึงข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในสังคม”

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมนั้นได้นำเสนอการสอนวิทยาศาสตร์ในบริบทของสังคม ซึ่งเป็นเรื่องที่น่าสนใจและมีคุณค่า การเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีนี้ จะพัฒนานักเรียนในด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีมุมมองด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง มีความสนใจในวิทยาศาสตร์ (Finley, Lawrenz, and Heller, 1992:

271) มีความสามารถด้านการคิดอย่างมีเหตุผล ให้มีความรู้ ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สารสนเทศ มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหาทางสังคม การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจและการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพในรูปแบบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แนวการสอนนี้ใช้ในการปฏิรูปการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และทำให้เกิดการเรียนรู้แบบบูรณาการได้ (Holbrook, 1992: 198) นอกจากนี้ยังเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นปัญหาที่เกิดขึ้นจริงเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี เป็นปัญหาที่นักเรียนสนใจ ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงการเรียนในห้องเรียนกับสถานการณ์จริงในสังคมท้องถิ่นของนักเรียนได้ และเป็นการเรียนการสอนที่เน้นความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (McCormack & Yager cited in Carin, 1997: 24-25) เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้และการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์พัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สามารถนำความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคุณค่าทางจริยธรรมมาใช้แก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้ (Tsai, 2002: 23-25)

1.2 เป้าหมายของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม

ในปี ค.ศ. 1976 ประเทศสหรัฐอเมริกามีการเปลี่ยนแปลงทางการศึกษาครั้งใหญ่โดยมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (National Science Foundation) ทำหน้าที่ดูแลการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ ในขณะนั้นได้ประกาศเลิกการสนับสนุนในการพัฒนาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานและหลักสูตรด้านการศึกษาครู เนื่องจากปัญหาด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ไม่สอดคล้องกับความต้องการของสังคม ส่งผลให้เกิดโครงการ Synthesis ขึ้นโดยมี Norris Harms เป็นผู้ริเริ่มโครงการ ซึ่งโครงการนี้ได้จัดตั้งขึ้นเพื่อวิเคราะห์สถานการณ์และปัญหาการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในช่วงนั้น และทำการวิเคราะห์วัตถุประสงค์ในการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ จากนั้นจึงทำการพิจารณาเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างระหว่างสถานการณ์กับความต้องการนั้น แล้วทำการระบุเป้าหมายของการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ขึ้นใหม่ เพื่อให้การจัดการศึกษาเป็นไปตามความต้องการของสังคม โดยสามารถจัดกลุ่มและสรุปเป้าหมายของการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ได้ 4 ประการ ดังนี้ (Yager, Harms, and Lunetta, 1981: 26-27)

1) ด้านความต้องการส่วนบุคคล (Personal Needs) ควรเตรียมบุคคลให้มีความพร้อมในการใช้วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความเป็นอยู่ และรับมือกับเทคโนโลยีที่ถูกพัฒนาขึ้นได้

2) ด้านประเด็นทางสังคม (Societal Issue) ควรพัฒนาให้พลเมืองของประเทศมีความรู้และพร้อมที่จะรับผิดชอบกับประเด็นปัญหาในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

3) ด้านความตระหนักในอาชีพ (Career Awareness) ควรส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนตระหนักถึงอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4) ด้านความพร้อมทางด้านวิชาการ (Academic Preparation) ควรส่งเสริมให้นักเรียนได้ศึกษาต่อทางด้านวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับตนเอง

จากการกำหนดเป้าหมายของการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ขึ้นใหม่ในปี 1977 นี้เอง ทำให้เกิดการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงของหลักสูตรการศึกษาให้มีความสอดคล้องกับเป้าหมาย โดยหลักสูตรการศึกษาวิทยาศาสตร์นั้นควรมีลักษณะที่เน้นปัญหาเป็นศูนย์กลาง (Problem-centred) โดยปัญหา

นั้นต้องเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในชุมชน มีความยืดหยุ่น มีความเป็นเหตุเป็นผลทั้งทางวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรม มีความเกี่ยวข้องกับมนุษย์ มีความเกี่ยวข้องกับสังคมและชุมชนที่นักเรียนอาศัยอยู่ และนักเรียนต้องสามารถนำความรู้ไปประยุกต์เข้ากับสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้นได้ ส่งผลให้เกิดโครงการที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมขึ้น โดยในปี 1981 Harms และ Yager ได้กล่าวถึงเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมไว้ 4 ข้อด้วยกันดังนี้

1) เพื่อเตรียมพร้อมนักเรียนในการใช้วิทยาศาสตร์ในการพัฒนาคุณภาพชีวิต และสามารถใช้ชีวิตอยู่ในสังคมที่มีการพัฒนาทางเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่องได้

2) เพื่อเตรียมพร้อมนักเรียนในการใช้วิทยาศาสตร์ในการจัดการกับประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีความรับผิดชอบ

3) เพื่อระบุความรู้พื้นฐาน (fundamental knowledge) ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในการรับมือกับปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม

4) เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ที่เหมาะสมในการตัดสินใจและเลือกอาชีพที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Waks (1989: 201) กล่าวว่าการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมนั้นมีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (scientific and technological literacy) และส่วนร่วมในการตัดสินใจและปฏิบัติตนเพื่อแก้ไขปัญหาทางด้านเทคโนโลยีในสังคม

Harms และ Yager กล่าวถึงเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมไว้ใน Position Statement ของสมาคมครูวิทยาศาสตร์แห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกาไว้ดังนี้ (NSTA, 1990)

1) นักเรียนสามารถใช้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสารสนเทศในการสะท้อนคุณค่าทางจริยธรรม (Ethical value) ในการแก้ปัญหา และทำการตัดสินใจอย่างมีความรับผิดชอบในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน การทำงาน และการพักผ่อน (leisure)

2) นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างมีความรับผิดชอบ ทั้งต่อตนเองและสังคมโดยลงมือทำหลังจากพิจารณาถึงผลที่อาจเกิดขึ้นจากวิธีการอื่นๆ แล้ว

3) นักเรียนยืนยันในสิ่งตัดสินใจโดยโต้แย้งอย่างมีเหตุผลและมีหลักฐานเชิงประจักษ์

4) นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อความตื่นเต้นและเพื่อให้ได้มาซึ่งคำอธิบายที่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใช้ในการอธิบายธรรมชาติ

Zoller และคณะ (1990: 21) ได้กล่าวถึงเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมไว้ว่า การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมนั้นมีเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม มีความรู้ด้านเทคโนโลยีซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และพัฒนาความสามารถ

ในการตอบสนองต่อประเด็นปัญหาทางด้านเทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม โดยได้ระบุเป้าหมายย่อยไว้ 5 ข้อดังนี้ นักเรียนต้องมีความเข้าใจว่า

1) สังคมคือสิ่งที่ควบคุมพัฒนาการของเทคโนโลยี
2) สังคมมีอิทธิพลและตอบสนองต่อกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์
3) เทคโนโลยีเป็นทั้งเหตุและผลของกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์
4) เทคโนโลยีเป็นการประยุกต์มโนทัศน์และหลักการทางวิทยาศาสตร์
5) การตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นปัญหาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอยู่ภายใต้อิทธิพลของค่านิยมเสมอ (Values)

หลังจากนั้นในปี ค.ศ. 1992 ปัญหาความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมได้ส่งผลกระทบต่อชีวิตมนุษย์อย่างชัดเจนมากขึ้น จึงเกิดแนวคิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนและมีการกำหนดแผนปฏิบัติการ 21 เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดนโยบายต่างๆ ของทั้งภาครัฐและเอกชนขึ้น (United Nations, 1993) โดยแผนปฏิบัติการ 21 นี้เองก็ได้ส่งผลต่อการจัดการศึกษาเช่นเดียวกัน โดยส่งผลให้มีการให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อมศึกษามากขึ้น เกิดเป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมในที่สุด ซึ่งเป็นแนวคิดที่แตกออกมาจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม โดยให้ความสำคัญกับประเด็นในด้านสิ่งแวดล้อมเพิ่มเติมขึ้นมา เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของสังคมและประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นในช่วงนั้น (Pedretti and Nazir, 2011) ส่วนแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมนั้นได้มุ่งเน้นไปที่การพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์เป็นหลัก และทำการประเมินความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดแก้ปัญหา เป็นต้น (NSTA, 2001)

โดยสรุปแล้ว เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมนั้น คือการมุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตของตนในสังคมได้ สามารถตัดสินใจแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ มีความตระหนักถึงอาชีพต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้นไปได้ เป็นผู้ที่มีความรับผิดชอบต่อการกระทำของตนเอง เข้าใจถึงผลของการกระทำของตน และเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมที่มีต่อกันและกันได้

1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมนั้น ต้องทำการจัดการศึกษาเพื่อให้นักเรียนเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม โดย Singleton (1988, 13-14) ได้อธิบายความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กับสังคมไว้ 7 ประการโดยเรียงลำดับตามความเป็นเหตุเป็นผลดังนี้

1) ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี ความรู้ที่ถูกสร้างขึ้นโดยสังคมวิทยาศาสตร์ (scientific enterprise) นั้นมีบทบาทที่สำคัญในการสร้างเทคโนโลยี ข้อจำกัดของเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นนั้นมาจากข้อจำกัดของความรู้มากกว่าข้อจำกัดหรือข้อบกพร่องทางวิศวกรรมหรือเครื่องมือที่ใช้ในการทำการทดลอง

2) ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม ความรู้ที่ได้จากวิทยาศาสตร์นั้นมีอิทธิพลต่อการกระทำของบุคคลและส่วนร่วมอย่างมาก เช่นผลของการค้นพบเข็มทิศและดินปืนที่มีต่อสภาพสังคมและพัฒนาการด้านการทหารและการผลิตอาวุธ หรือผลที่ได้จากการศึกษาทางด้านฟิสิกส์และชีววิทยาขั้นสูงที่มีต่อพัฒนาการด้านการแพทย์ เป็นต้น

3) ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีคือสิ่งที่ผลักดันสังคมวิทยาศาสตร์ โดยจะส่งผลกับคำถามและวิธีการค้นหาคำตอบของนักวิทยาศาสตร์ ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับวิทยาศาสตร์นี้มักเป็นสิ่งที่คนทั่วไปมองข้ามและไม่เห็นความสำคัญ โดยนักวิทยาศาสตร์จะถูกจำกัดการค้นหาความรู้ด้วยเครื่องมือที่มีอยู่ เช่นการใช้กล้องจุลทรรศน์ในการศึกษาทางชีววิทยาหากไม่มีกล้องจุลทรรศน์หรือเลนส์ นักชีววิทยาก็ไม่สามารถทำการศึกษาสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็นได้ การศึกษาวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ซึ่งศึกษาเพื่อต้องการค้นหาความรู้เพียงอย่างเดียวนั้นมักไม่ได้รับการสนับสนุนด้านเงินทุน เนื่องจากไม่สามารถนำไปประยุกต์หรือพัฒนาได้โดยตรง ซึ่งแตกต่างจากวิทยาศาสตร์ประยุกต์ซึ่งเน้นการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้หรือพัฒนาเครื่องมือต่างๆ เช่นในการศึกษาชีววิทยาของเซลล์นั้นก็ได้รับการสนับสนุนอย่างมากเพราะต้องการศึกษาเกี่ยวกับโรคมะเร็ง หรือการศึกษาด้านแสงก็เกิดจากความสนใจทั้งจากด้านการแพทย์และการทหาร

4) ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับสังคม เทคโนโลยีมีอิทธิพลต่อการมีปฏิสัมพันธ์กันของบุคคลทั้งในระดับท้องถิ่น ระดับชาติ หรือแม้แต่ในระดับโลก ซึ่งในมุมมองของคนทั่วไปความสัมพันธ์นี้เป็นความสัมพันธ์ที่เห็นได้ชัดเจนที่สุด และเกิดการเปลี่ยนแปลงได้อย่างรวดเร็วที่สุดอีกด้วย แต่ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับสังคมจำเป็นที่จะต้องระมัดระวังไม่นำอารมณ์เข้ามาเกี่ยวข้อง และไม่มองเหตุการณ์เพียงด้านเดียว เช่น การใช้ปุ๋ยเคมีถูกมองว่าเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดน้ำเสียแต่ในขณะเดียวกันการใช้ปุ๋ยเคมีก็มีส่วนช่วยในการเพิ่มปริมาณผลผลิตด้วย ซึ่งกรณีหลังนี้มักจะถูกมองข้ามไปในการศึกษา เทคโนโลยีนั้นมีผลกระทบทั้งทางบวกและทางลบเสมอ ดังนั้นเราจึงควรที่จะพิจารณาผลกระทบทั้งสองด้านแล้วเลือกเส้นทางที่ทำให้เกิดผลเสียน้อยที่สุด ซึ่งการตัดสินใจเลือกนี้จะขึ้นอยู่กับมุมมองของแต่ละบุคคล หน่วยงาน หรือประเทศชาติ

5) ความสัมพันธ์ระหว่างสังคมกับวิทยาศาสตร์ ความคิดเห็นและพฤติกรรมของบุคคลและส่วนร่วมนั้นคือสิ่งที่กำหนดทิศทางของการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ในระบบต่างๆ ความต้องการของระบบย่อมมีมากกว่าปริมาณทรัพยากรที่มีอยู่เสมอ เช่นเดียวกันการทำวิจัย

ทางวิทยาศาสตร์หลายการวิจัยจึงไม่ได้รับเงินทุนสนับสนุน หรือได้รับเงินทุนสนับสนุนที่ไม่เพียงพอ ทั้งนี้เพราะสังคมเชื่อว่างานวิจัยบางงานมีความสำคัญมากกว่า และส่วนใหญ่แล้วงานวิจัยที่ได้รับเงินทุนสนับสนุนนั้นมักเกี่ยวข้องกับการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในอนาคต แต่ในบางครั้งความคิดเห็นของสังคมก็อาจเป็นสิ่งที่ยับยั้งกระบวนการวิจัย เช่น ในความร่วมมือกันระหว่างเทศบาลกับกลุ่มพิทักษ์สัตว์ทำให้สภาเมืองแคมบริดจ์สั่งห้ามไม่ให้มีการวิจัยเกี่ยวกับดีเอ็นเอสายผสม (recombinant DNA) ซึ่งความต้องการของสังคมกลุ่มนี้ได้มีอิทธิพลเหนือความต้องการในการวิจัย

6) ความสัมพันธ์ระหว่างสังคมกับเทคโนโลยี บุคคลและสังคมคือผู้ที่ตัดสินใจเลือกเทคโนโลยีที่ควรได้รับการพัฒนา และเลือกวิธีการนำเทคโนโลยีเหล่านั้นไปใช้ โดยจากมุมมองของบุคคลทั่วไปแล้วความสัมพันธ์นี้อาจเห็นได้ไม่ชัดเจนนัก เพราะเรามักคิดว่าเทคโนโลยีใหม่ๆ เกิดขึ้นเองในชั่วข้ามคืน แต่เมื่อทำการศึกษาอย่างละเอียดแล้วจะพบว่าแท้จริงแล้วมนุษย์คือผู้ที่ควบคุมการเกิดขึ้นของเทคโนโลยีต่างๆ นั่นเอง นักเรียนควรทราบว่าสังคมคือผู้ที่ตัดสินใจเลือกที่จะสร้างหรือทำลายเทคโนโลยีหนึ่งๆ นักวิทยาศาสตร์จะเลือกงานวิจัยหนึ่งขึ้นมา บริษัท รัฐบาลหรือสถาบันทางการเงินจะเป็นผู้ลงทุนในการพัฒนาเทคโนโลยีนั้นๆ มีการวางแผนการตลาดเพื่อการโฆษณาขายเทคโนโลยี ผู้ผลิตทำการผลิตสินค้าออกสู่ตลาด และในที่สุดผู้บริโภคก็จะตัดสินใจเลือกซื้อเทคโนโลยี ซึ่งการตัดสินใจของผู้บริโภคนี้เองที่จะเป็นข้อมูลย้อนกลับให้กับบริษัทที่ลงทุนต่อไป กระบวนการเหล่านี้จะดำเนินต่อเนื่องกันอย่างเป็นระบบ แสดงให้เห็นว่าสุดท้ายแล้วผู้ที่เลือกว่าเทคโนโลยีใดควรได้รับการพัฒนานั้นก็คือสังคมหรือผู้บริโภคนั่นเอง

7) ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กับสังคม ความสัมพันธ์นี้อาจส่งเสริมกันหรือขัดแย้งกันก็ได้ และอาจทำให้เกิดผลลัพธ์ที่ต้องการหรือไม่ต้องการต่างๆ เช่น ความเสี่ยง ผลประโยชน์ กำไร ขาดทุน ข้อดี หรือข้อจำกัด เป็นต้น การเปรียบเทียบต้นทุนกับผลประโยชน์และการเปรียบเทียบความเสี่ยงกับผลประโยชน์นั้นจะไม่ใช่เรื่องที่ซับซ้อนและเป็นสิ่งที่น้อยคนเข้าใจอีกต่อไป การค้นหาคำตอบของคำถามที่ว่า "เราจะได้รับผลประโยชน์ใดบ้าง" และ "เราต้องสูญเสียอะไรบ้าง" เป็นสิ่งที่คนในสังคมทุกคนต้องทำ การหาคำตอบของคำถามเหล่านี้สามารถทำได้โดยการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กับสังคมที่เกิดขึ้นในสถานการณ์นั้นๆ เท่านั้น

1.4 ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีลักษณะเฉพาะแตกต่างกันตามลักษณะความเป็นไปในสังคมแต่ละช่วง โดยในปี ค.ศ. 1990 สมาคมครูวิทยาศาสตร์แห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา (NSTA, 1990) ได้ระบุลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดนี้ไว้ 9 ประการดังนี้

1) การพิจารณาปัญหาจากประเด็นความสนใจในท้องถิ่น และผลกระทบที่เกิดขึ้น

2) การใช้แหล่งข้อมูลในชุมชน (ทั้งที่เป็นบุคคลและวัตถุ) เพื่อหาข้อมูลที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหาได้

3) การมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นของนักเรียนในการค้นหาข้อมูลที่สามารถนำไปประยุกต์ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงได้

4) การต่อยอดของความรู้ การนำความรู้ไปใช้นอกห้องเรียน

5) การมองว่าเนื้อหาของวิทยาศาสตร์นั้นมีมากกว่ามโนทัศน์ที่ปรากฏในบทเรียนหรือแบบทดสอบ

6) การเน้นในเรื่องของทักษะกระบวนการที่นักเรียนสามารถใช้ในการแก้ปัญหาของตนเองได้

7) การเน้นในเรื่องของอาชีพในอนาคต โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาชีพที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

8) การพิจารณาผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่จะเกิดขึ้นในอนาคตในหลากหลายมิติ

9) การระบุและใช้ประเด็นที่นักเรียนสนใจในกระบวนการเรียนรู้

หลังจากนั้นในปี 2005 Hassard (2005: 402-407) ได้เขียนหนังสือเรื่อง Art of Teaching Science โดยได้กล่าวถึงลักษณะของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมไว้ 5 ประการดังนี้

1) ใช้ประเด็นปัญหาเป็นหลัก โดยนักเรียนเลือกประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบ โดยการสอนในลักษณะนี้ต้องประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ

1.1) การคาดคะเน (anticipation) คือความสามารถในการจัดการกับอนาคต คาดคะเน พยากรณ์เหตุการณ์ที่กำลังจะเกิดขึ้น และเข้าใจถึงผลของการกระทำนั้นทั้งในปัจจุบัน และอนาคต โดยอาจหมายถึงการสร้างสถานการณ์ในอนาคตโดยเชื่อว่ามนุษย์สามารถมีอิทธิพลต่อเหตุการณ์ในอนาคตได้

1.2) การมีส่วนร่วม (participation) นักเรียนต้องมีส่วนร่วมโดยตรงในการเรียนรู้ตามแนวคิดของนักจิตวิทยาพุทธิปัญญานิยมที่เสนอว่าความรู้นั้น ควรถูกสร้างโดยนักเรียนเอง ไม่ใช่การส่งผ่านความรู้จากครูสู่นักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้สรรคนิยม (constructivist)

2) มีการคิดเชิงผสมผสานระหว่างสาขาวิชา (interdisciplinary thinking) โดยประเด็นปัญหาที่พบนั้นมักเป็นประเด็นปัญหาที่ต้องใช้ความรู้จากหลายสาขาวิชาในการแก้ปัญหา นักเรียนต้องเก็บรวบรวมข้อมูลในหลายๆ ด้าน ทำให้เกิดการบูรณาการการเรียนรู้ทั้งในด้านเนื้อหาวิชา ปรัชญา และจิตวิทยา เพราะประเด็นปัญหาเหล่านั้นมักเกี่ยวข้องกับจริยธรรม คุณค่า และการตัดสินใจ ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่ง

3) เชื่อมโยงวิทยาศาสตร์เข้าสู่สังคม เป็นการประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เข้ากับสังคมในปัจจุบัน ทำให้เรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีความหมาย รับรู้บทบาทและความเกี่ยวข้องของวิทยาศาสตร์กับสังคม

4) คิดคำนึงระดับโลก (global thinking) สนับสนุนแนวความคิดที่ว่าทุกสิ่งในโลกนั้นเกี่ยวข้องกัน ให้นักเรียนได้เรียนรู้ที่จะคิดระดับโลกแต่ทำระดับท้องถิ่น (act locally, think globally)

5) มีความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวัน (relevance) ประเด็นปัญหาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนนั้นควรเป็นประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกิดขึ้นจากวิทยาศาสตร์ ครูต้องจัดบรรยากาศการเรียนรู้ที่เหมาะสม ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการระบุปัญหา หาแหล่งข้อมูลสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และพัฒนาแผนงานในการแก้ปัญหานั้นๆ

โดยสรุปแล้วแนวคิดในเรื่องของลักษณะการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ของสมาคมครูวิทยาศาสตร์แห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา (1990) และ Hassard (2005) นั้นสอดคล้องกันในด้านที่เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ใช้ประเด็นปัญหาเป็นหลัก มีการประยุกต์ความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน และมีการสอนเพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม โดยนอกเหนือจากลักษณะดังกล่าวแล้ว ทางสมาคมครูวิทยาศาสตร์แห่งชาติยังได้เน้นในด้านการให้นักเรียนได้ตระหนักถึงการประกอบอาชีพที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอีกด้วย ซึ่งความตระหนักด้านอาชีพนี้เกิดขึ้นเนื่องจากความต้องการแรงงานด้านวิทยาศาสตร์ในสมัยนั้น

1.5 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม

จากลักษณะของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมดังที่ได้กล่าวมานั้น จึงทำการเลือกรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เน้นประเด็นปัญหาเป็นฐาน (issue-based learning) ของโครงการการศึกษาวิทยาศาสตร์เพื่อความเข้าใจของประชาชน หรือ SEPUP (Science Education for Public Understanding Program) ที่มีชื่อว่ารูปแบบ SEPUP Learning Cycle (Koker, 2011) มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนโดยทำการสอดแทรกแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมเข้าไปในการจัดการเรียนการสอนด้วย โดยรูปแบบการจัดการเรียนการสอนนี้ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนได้แก่

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Motivate) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการสร้างความสนใจโดยใช้สื่อต่างๆ เช่น บทความ วีดิทัศน์ หรือ ภาพเหตุการณ์ต่างๆ เป็นต้น ผู้สอนทำการเชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์กับประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคมปัจจุบันผ่านการใช้คำถาม การร่วมกันอภิปรายในชั้นเรียน ทั้งนี้ประเด็นปัญหาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนนั้น ต้องเป็นประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกิดขึ้นจากผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือเป็นประเด็นปัญหาทางสังคมที่ต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ไขปัญหา ซึ่งประเด็นปัญหาประเภทนี้จะช่วยให้นักเรียนได้เห็นถึงผลของการกระทำของบุคคลที่มีต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

2) ขั้นท้าทายความคิด (Challenge) เป็นขั้นที่นักเรียนทำการสร้างคำถามสำคัญในการเรียนรู้ ซึ่งเป็นสิ่งที่นักเรียนสนใจ โดยคำถามนั้นควรมีลักษณะเป็นคำถามที่นำไปสู่การอภิปราย ยังไม่มีคำตอบที่แน่ชัด และควรมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด มีการวิเคราะห์ถึงขอบเขตของคำถาม

และประเด็นที่ควรทำการศึกษาเพื่อค้นหาคำตอบผ่านการอภิปรายภายในชั้นเรียน มีการตั้งสมมติฐานหรือแนวทางคำตอบของตนเองหรือของกลุ่มจากความรู้เดิมของนักเรียน

3) ขั้นรวบรวมหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ (Collect scientific evidence) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องทำการรวบรวมข้อมูลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการต่างๆ เช่น การทำการทดลอง การสำรวจ การสัมภาษณ์ การสืบค้นข้อมูลผ่านทางอินเตอร์เน็ต การวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารที่ครูเตรียมให้ เป็นต้น โดยข้อมูลที่ได้มานั้นต้องครอบคลุมประเด็นและขอบเขตที่กำหนดไว้ในขั้นท้าทายความคิด และเป็นข้อมูลที่ได้มาจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย

4) ขั้นวิเคราะห์หลักฐาน (Analyze the evidence) เป็นขั้นที่นักเรียนต้องทำการวิเคราะห์ แปลความหมาย และประเมินข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้มาทั้งในด้านความน่าเชื่อถือของข้อมูล ความถูกต้องของข้อมูล มีการแยกแยะข้อเท็จจริงออกจากข้อคิดเห็นออกจากข้อมูลผ่านการอภิปรายภายในกลุ่มและภายในชั้นเรียน มีการจัดกระทำข้อมูลให้เข้าใจง่าย เปรียบเทียบข้อมูลและความรู้ที่ได้จากข้อมูลกับสมมติฐานของตนเองหรือของกลุ่ม

5) ขั้นสร้างและเชื่อมโยงความรู้ (Build knowledge and make connections) เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปข้อมูลที่ได้ให้เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หรือเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง มีการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่เข้าด้วยกันผ่านกระบวนการต่างๆ เช่น การอภิปรายหรือการใช้คำถาม เป็นต้น

6) ขั้นใช้หลักฐาน (Use evidence) เป็นขั้นตอนที่มีการนำหลักฐาน ข้อมูล ความรู้และมโนทัศน์ที่ได้มานำเสนอถึงคำตอบของคำถามสำคัญของการเรียนรู้ที่ตั้งไว้ในขั้นท้าทายความคิด โดยคำตอบที่ได้นั้นอาจมีความหลากหลายแตกต่างกันไปในแต่ละกลุ่ม โดยนักเรียนต้องมีการร่วมกันอภิปรายเพื่อหาคำตอบหรือข้อสรุปสุดท้ายที่ดีที่สุด และคำตอบหรือข้อสรุปนั้นควรแสดงให้เห็นถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์ต่อชีวิตมนุษย์ โดยการนำเสนอนี้อาจนำเสนอได้หลายรูปแบบเช่น การจัดบอร์ดนิทรรศการ การจัดทำแผ่นพับ การแสดงละครสมมติ หรือการรณรงค์ในชุมชน เป็นต้น

1.6 บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

รูปแบบการเรียนการสอน SEPUP Learning Cycle มีด้วยกัน 6 ขั้นตอนดังนี้ 1. สร้างความสนใจ 2. ท้าทายความคิด 3. รวบรวมหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ 4. วิเคราะห์หลักฐาน 5. สร้างและเชื่อมโยงความรู้ และ 6. ใช้หลักฐาน โดยแต่ละขั้นมีบทบาทครู บทบาทนักเรียนสรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 บทบาทครูและนักเรียนตามขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมด้วยรูปแบบการเรียนการสอน SEPUP Learning Cycle

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. สร้างความสนใจ (Motivate) นำเข้าสู่บทเรียนโดยการสร้างความสนใจ เชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์กับสังคมในปัจจุบัน	1. กระตุ้นความสนใจนักเรียนด้วยภาพ บทความ หรือสื่อการเรียนรู้อื่นๆ ที่แสดงถึงประเด็นปัญหาทางสังคมที่มีความเป็นปัจจุบัน น่าสนใจ เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และส่งผลกระทบต่อนักเรียน	1. ศึกษาประเด็นที่ครูนำเสนอ 2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ครูนำเสนอกับชีวิตประจำวัน
2. ท้าทายความคิด (Challenge) เป็นขั้นการสร้างคำถามสำคัญในการเรียนรู้ ซึ่งเป็นสิ่งที่นักเรียนสนใจ และต้องการหาคำตอบด้วยการรวบรวมหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ต่อไป	1. ให้นักเรียนได้ตั้งคำถามที่ตนเองสนใจ จากนั้นครูนำนักเรียนอภิปรายเพื่อกำหนดคำถามสำคัญในการเรียนรู้ 2. ให้คำปรึกษาและกำกับเวลาในการอภิปรายให้เหมาะสม	1. วิเคราะห์และสร้างคำถามสำคัญในการเรียนรู้ 2. วิเคราะห์ประเด็นเพื่อกำหนดขอบเขตในการสืบค้นข้อมูล 3. สร้างสมมติฐานจากความรู้เดิมที่มีอยู่ โดยมีการให้เหตุผลที่สนับสนุน
3. รวบรวมหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ (Collect scientific evidence) เป็นขั้นตอนที่มีการรวบรวมข้อมูลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการต่างๆ เช่น การทำการทดลอง การสำรวจ การสัมภาษณ์ การสืบค้นข้อมูลผ่านทางอินเตอร์เน็ต การวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารที่ครูเตรียมให้ เป็นต้น	1. จัดเตรียมเอกสาร และหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนดไว้ 2. สังเกตนักเรียนขณะทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม 3. ให้คำปรึกษาและตอบคำถามนักเรียน 4. จัดการและควบคุมเวลาในการทำกิจกรรมให้เหมาะสม	1. นักเรียนในกลุ่มร่วมกันวางแผนและออกแบบวิธีการดำเนินการสำรวจตรวจสอบ 2. สืบค้นข้อมูล และรวบรวมข้อมูลตามหัวข้อหรือประเด็นที่กำหนดไว้ 3. บันทึกผลการสืบค้นข้อมูลที่ได้อย่างเป็นระบบ เป็นหมวดหมู่

ตารางที่ 1 บทบาทครูและนักเรียนตามขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมด้วยรูปแบบการเรียนการสอน SEPUP Learning Cycle (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
4. วิเคราะห์หลักฐาน (Analyze the evidence) เป็นขั้นการวิเคราะห์ แปลความหมาย และประเมินข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้มาทั้งในด้านความน่าเชื่อถือของข้อมูล ความถูกต้องของข้อมูล มีการแยกแยะข้อเท็จจริงออกจากข้อคิดเห็น ผ่านการอภิปรายภายในกลุ่มและภายในชั้นเรียน	1. กำชับให้นักเรียนประเมินข้อมูลให้ครบทุกด้าน ทั้งด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม 2. แนะนำการคัดเลือกข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และการแยกแยะข้อเท็จจริงจากข้อคิดเห็น 3. ช่วยตรวจสอบความถูกต้องในการวิเคราะห์ข้อมูล	1. แยกข้อมูลที่เป็นข้อคิดเห็นออกจากข้อมูลที่สืบค้นมาได้ 2. จัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลในรูปแบบตาราง กราฟ หรือรูปแบบอื่นๆ ที่เหมาะสม 3. เปรียบเทียบข้อมูลที่ได้กับสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่ามีความสอดคล้องกันหรือขัดแย้งกันอย่างไร
5. สร้างและเชื่อมโยงความรู้ (Build knowledge and make connections) เป็นขั้นที่มีการสร้างความเข้าใจในมโนทัศน์ เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่เข้าด้วยกัน โดยมโนทัศน์ที่ได้นี้จะเป็นสิ่งที่ถูกนำไปใช้ในการตอบคำถามสำคัญในการเรียนรู้	1. สรุปข้อมูลที่ได้เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2. ใช้คำถามช่วยให้นักเรียนสามารถอธิบายข้อมูลความรู้ที่ได้ในเชิงวิทยาศาสตร์	1. เชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับเข้ากับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง 2. ตอบคำถามที่ตั้งไว้ในตอนต้นโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลในการให้เหตุผล
6. ใช้หลักฐาน (Use evidence) เป็นขั้นตอนที่มีการนำหลักฐานและความรู้ที่ได้มาทั้งหมดมานำเสนอถึงคำตอบของคำถามที่ได้ตั้งไว้ผ่านกระบวนการต่างๆ เพื่อให้ได้คำตอบหรือข้อสรุปสุดท้ายที่ดีที่สุด และแสดงให้เห็นถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์ต่อชีวิตมนุษย์ โดยการนำเสนอนี้อาจนำเสนอได้หลายรูปแบบเช่น การจัดบอร์ดนิทรรศการ การจัดทำแผ่นพับ การแสดงละคร สมมติ เป็นต้น	1. ตรวจสอบคำตอบของนักเรียนว่ามีหลักฐานสนับสนุนคำตอบนั้นครบถ้วนถูกต้องหรือไม่ 2. กระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายอย่างทั่วถึง 3. กำกับเวลาในการอภิปราย 4. นำให้นักเรียนสร้างข้อสรุป 5. นำอภิปรายให้นักเรียนเห็นถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์ทั้งต่อตนเองและสังคม	1. นำเสนอคำตอบ และหลักฐานสนับสนุนของกลุ่มหน้าชั้นเรียน 2. นักเรียนทั้งหมดร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปที่ดีที่สุดที่เป็นคำตอบของคำถามสำคัญในการเรียนรู้ 3. ตอบคำถามที่แสดงถึงความเข้าใจในผลกระทบของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

2.1 ความสำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหา

ปัญหาหมายถึงสถานการณ์ที่บุคคลหรือกลุ่มบุคคลได้พบแล้วต้องทำการแก้ปัญหาโดยที่ยังไม่มีแนวทางการหาคำตอบที่ชัดเจน การสอนให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหานั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งในการศึกษา นักเรียนต้องพบเจอกับปัญหาตลอดชีวิต และการแก้ปัญหานั้นก็เป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวันของนักเรียน นอกจากนี้การสอนการแก้ปัญหายังช่วยให้นักเรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างหัวข้อหรือเนื้อหาที่เรียนด้วย นักเรียนจะพบว่าปัญหาทุกปัญหานั้นมีความเกี่ยวข้องทั้งกับสิ่งที่เคยได้เรียนรู้มาแล้วและสิ่งที่กำลังจะได้เรียนรู้ต่อไปในอนาคต ปัญหาอาจถูกใช้ในการทบทวนสิ่งที่เรียนรู้มาแล้ว หรือใช้ในการจุดประกายความคิดสำหรับสิ่งที่จะเรียนรู้ในอนาคต (Krulic และ Rudnick, 1988: 8)

2.2 ความหมายของการแก้ปัญหา

การแก้ปัญหาตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า Problem Solving ซึ่งจากการศึกษาจากเอกสาร บทความ และงานวิจัย มีผู้ให้ความหมายของคำว่าการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

Paul (1984: 4) ให้นิยามการแก้ปัญหาไว้ว่า การแก้ปัญหาคือการที่นักเรียนสามารถใช้เหตุผลในการตัดสินใจ และสามารถพัฒนาตนเองให้มีคุณสมบัติตามเป้าหมายที่สังคมและการศึกษาต้องการได้

Krulic และ Rudnick (1988: 6) ระบุว่าการแก้ปัญหาคือกระบวนการที่บุคคลได้ใช้ความรู้ทักษะ และความเข้าใจของสิ่งที่เคยได้เรียนรู้มาก่อนแล้วในการตอบสนองความต้องการของสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย กระบวนการนี้เริ่มด้วยการเผชิญกับปัญหาและเสร็จสิ้นเมื่อได้รับคำตอบที่เหมาะสมกับสถานการณ์นั้นๆ นักเรียนต้องทำการสังเคราะห์สิ่งที่ได้เรียนรู้ และประยุกต์เข้ากับสถานการณ์ใหม่

ดิวอี้ (1993) นิยามการแก้ปัญหาไว้ว่า เป็นการคิดหาวิธีการหรือขั้นตอนที่เหมาะสมเพื่อหาทางออกให้สถานการณ์ที่เกิดขึ้น

ในการแก้ปัญหาทางสังคมนั้น D'zurilla (2004) ได้ระบุความหมายของคำว่าการแก้ปัญหาว่าหมายถึง กระบวนการทางปัญญาและกระบวนการทางพฤติกรรมที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง (Self-directed Cognitive-Behavioral Process) ซึ่งบุคคลใช้ในการพยายามที่จะหาวิธีการแก้ปัญหาที่พบเจอในชีวิตประจำวัน โดยกระบวนการทางปัญญาและกระบวนการทางพฤติกรรมนี้คือสิ่งที่ทำให้ได้มาซึ่งวิธีการแก้ปัญหาที่น่าจะเป็นไปได้หลากหลายวิธี และเพิ่มความเป็นไปได้ในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดจากแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลายนั้น

ในกรอบแนวคิดของโครงการวัดผลนักเรียนนานาชาติในปี 2003 หรือ PISA 2003 (OECD, 2003) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ว่า เป็นความสามารถของบุคคลในการใช้กระบวนการทางปัญญาเพื่อตอบสนองต่อสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง เมื่อวิธีในการแก้ปัญหานั้นยังไม่ชัดเจนและมีการใช้ความรู้ในด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และการอ่านในการแก้ปัญหานั้น

Mourtos, Okamoto และ Rhee (2004: 2) ได้ทำการวิจัยเรื่อง Defining, Teaching, and Assessing Problem Solving Skills ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ โดยให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ว่า เป็นกระบวนการที่ใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหาหรือสิ่งที่ตนไม่ทราบนอกจากนี้ยังเสนอถึงลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการแก้ปัญหาและปัญหาที่ใช้ในแบบฝึกหัดหรือโจทย์ปัญหาในหนังสือว่ามีความแตกต่างกัน และการแก้ปัญหา (Problem Solving) นั้นไม่ใช่การแก้โจทย์ปัญหาในหนังสือ (Textbook Exercise Solving) โดยระบุความแตกต่างของการแก้ปัญหาทั้งสองแบบไว้ดังนี้

ตารางที่ 2 ความแตกต่างระหว่างการแก้ปัญหา (Problem Solving) กับการแก้โจทย์ปัญหาในหนังสือ (Textbook Exercise Solving)

การแก้ปัญหา (Problem Solving)	**การแก้โจทย์ปัญหาในหนังสือ (Textbook Exercise Solving)**
1. เกี่ยวข้องกับกระบวนการที่ใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ดีที่สุดของปัญหา	1. เกี่ยวข้องกับกระบวนการที่ใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวจากข้อมูลที่กำหนดให้
2. มีการระบุสถานการณ์ที่ไม่ชัดเจน (Ill-defined) ไม่มีการระบุข้อความที่แสดงถึงปัญหา (Problem Statement) และมีความกำกวมของข้อมูลที่กำหนดให้ นักเรียนต้องกระทำการระบุปัญหาด้วยตนเอง มีการคาดเดาถึงสิ่งที่ตนทราบ และสิ่งที่ต้องค้นหา	2. สถานการณ์ที่กำหนดให้มีความชัดเจน (Well-defined) มีการระบุข้อความที่แสดงถึงปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการทราบอย่างชัดเจน พร้อมทั้งระบุข้อมูลที่จำเป็นในการแก้ปัญหาไว้ให้อย่างครบถ้วน
3. เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในบริบทใหม่ หรือสถานการณ์ใหม่ ซึ่งนักเรียนไม่เคยพบกับสถานการณ์เช่นนั้นมาก่อน	3. เป็นปัญหาที่นักเรียนเคยพบมาก่อน หรือเคยพบปัญหาที่คล้ายคลึงกันมาก่อน
4. ไม่มีการระบุถึงข้อความรู้ เทคนิค หรือทักษะที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหานั้นๆ	4. มักมีการระบุถึงข้อสันนิษฐาน หลักการที่ใช้ และอาจมีแนวทางในการหาคำตอบระบุไว้ด้วย
5. อาจมีวิธีการในการแก้ปัญหาได้มากกว่า 1 วิธี	5. มักมีวิธีการแก้ปัญหาเพียง 1 วิธีเท่านั้น
6. มีขั้นตอนของการแก้ปัญหา (Algorithm) ที่ไม่ชัดเจน	6. ใช้การจดจำวิธีการแก้ปัญหาจากปัญหาที่คล้ายคลึงกันที่เคยเรียนผ่านมาแล้ว
7. อาจมีความจำเป็นต้องใช้ความรู้เชิงบูรณาการในการตอบปัญหาให้ครบทุกด้าน	7. ใช้ความรู้เพียง 1 สาขาวิชา หรือเพียง 1 มโนทัศน์ในการหาคำตอบ
8. ต้องมีทักษะในการสื่อสารเพื่อตอบปัญหาและแสดงวิธีการแก้ไขปัญหาได้อย่างชัดเจน	8. ไม่จำเป็นต้องมีทักษะการสื่อสารที่ดีมากนัก เนื่องจากวิธีการแก้ปัญหาส่วนใหญ่เป็นวิธีการทางคณิตศาสตร์ และการเขียนภาพประกอบ (Sketch)

Reeff, Zabal และ Blech (2006: 7) กล่าวว่าการแก้ปัญหา หมายถึง การคิดและการปฏิบัติในสถานการณ์ที่ไม่มีกระบวนการหาคำตอบที่ชัดเจน ผู้แก้ปัญหาต้องมีเป้าหมายที่แน่ชัด แต่ไม่ทราบถึงวิธีการที่จะนำไปสู่เป้าหมายนั้น โดยกระบวนการแก้ปัญหาจะประกอบไปด้วยการทำความเข้าใจสถานการณ์ของปัญหานั้น

โดยสรุปแล้วการแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการทางปัญญาของบุคคลที่ใช้ในการตอบสนองต่อสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเพื่อหาทางออกให้กับสถานการณ์นั้นๆ โดยในสถานการณ์นั้นจะยังไม่มีวิธีการในการหาคำตอบหรือวิธีการในการแก้ปัญหาที่ชัดเจน

2.3 กระบวนการแก้ปัญหา

จากการศึกษาเอกสาร บทความต่างๆ ได้มีผู้เสนอกระบวนการในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

Weir (1974: 16-18) ได้เสนอขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหาไว้ 4 ลำดับคือ

1) ขั้นตั้งปัญหาหรือวิเคราะห์ประโยคที่เป็นปัญหา
2) ขั้นนิยามสาเหตุของปัญหาโดยแยกแยะจากลักษณะที่สำคัญ
3) ขั้นค้นหาแนวทางแก้ปัญหาและตั้งสมมติฐาน
4) ขั้นพิสูจน์คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา

นอกจากนี้ Weir ได้ให้หลักการแก้ปัญหา (perception for solution) 6 ประการซึ่งจะสามารถช่วยในการแก้ไขปัญหาได้ ดังนี้

หลักการข้อที่ 1 เริ่มต้นการวิเคราะห์ปัญหา ทบทวนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหลายๆครั้งจนกระทั่งได้รูปแบบที่ครอบคลุมเรื่องทั้งหมด ต่อไปคือการแยกแยะปัญหาที่แท้จริงจากสิ่งที่เห็นได้ง่าย จากนั้นให้โยงปัญหาที่ใกล้ตัวเข้ากับปัญหาทั้งหมดซึ่งบางครั้งอาจเป็นเพียงส่วนหนึ่งเท่านั้นที่แฝงอยู่ในปัญหา กล่าวโดยสรุปหลักการข้อนี้ก็คือการหาความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ย่อยๆ ต่างๆ และความเหมาะสมในกลุ่มของเหตุการณ์นั้นๆ

หลักการข้อที่ 2 การตัดสินในการนิยามปัญหา ซึ่งหลักการข้อนี้จะคลี่คลายข้อสงสัยที่ติดอยู่ในใจ ซึ่งลักษณะของปัญหาส่วนใหญ่คือ เรื่องการให้ความหมายของคำโดยคำนึงถึงความเหมาะสมของข้อความมากกว่าความเป็นจริง หลีกเลี่ยงได้โดยระมัดระวังการนิยามความหมายของคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

หลักการข้อที่ 3 การเรียบเรียงเหตุการณ์ต่างๆของปัญหา

หลักการข้อที่ 4 ถ้าพบว่าไม่มีทางหาคำตอบจากวิธีการเดิมให้หาวิธีหารใหม่

หลักการข้อที่ 5 หยุดเมื่อติดขัดหรือพบอุปสรรค

หลักการข้อที่ 6 ปรึกษาปัญหากับผู้อื่น ซึ่งจะทำให้เกิดแง่คิดต่างๆ

จากการศึกษาขั้นตอนการแก่ปัญหาของ Weir จะเห็นว่าได้พัฒนาขั้นตอนการแก้ปัญหามาจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหานั่นเอง

ดิวอี้ (1993) ได้เสนอว่ากระบวนการคิดแก้ปัญหาควรประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นเตรียมการ (preparation) เป็นขั้นที่มีการวิเคราะห์ถึงปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้น

2) ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา (analysis) เป็นขั้นที่มีการพิจารณาถึงสาเหตุสำคัญของปัญหา

3) ขั้นในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (production) เป็นขั้นที่มีการหาวิธีการแก้ไขปัญหาให้ตรงตามสาเหตุของปัญหานั้น

4) ขั้นตรวจสอบผล (verification) เป็นขั้นที่มีการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่ผ่านมา โดยถ้าผลลัพธ์ที่ได้นั้นยังไม่ถูกต้องหรือตรงตามต้องการก็ต้องมีการเสนอวิธีแก้ปัญหาใหม่จนกว่าจะได้วิธีการที่ดีที่สุดหรือถูกต้องที่สุด

5) ขั้นในการประยุกต์ (reapplication) เป็นขั้นที่มีการนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายคลึงกับสถานการณ์เดิม

D’zurilla (2004) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาไว้ว่าเกี่ยวข้องกับกระบวนการ "ค้นหา" วิธีการแก้ปัญหาหรือคำตอบของปัญหา ซึ่งในการแก้ปัญหานั้นต้องใช้ทักษะต่างๆ ในการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอน โดยมี 4 ขั้นตอนดังนี้

1) การระบุปัญหา (Problem Definition and Formulation) โดยนักแก้ปัญหาจะพยายามทำความเข้าใจปัญหาโดยการรวบรวมข้อเท็จจริง (Fact) ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้ได้มากที่สุด ระบุเป้าหมายที่ต้องการและอุปสรรคที่มีในปัญหานั้นๆ

2) การระบุวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย (Generation of Alternative Solution) คือการให้ความสนใจกับเป้าหมายของการแก้ปัญหา และพยายามที่จะหาวิธีการแก้ปัญหาให้ได้หลากหลายวิธีมากที่สุด โดยหมายรวมถึงวิธีการแก้ปัญหาแบบทั่วไปและแบบดั้งเดิมด้วย (Conventional and Original Solutions)

3) การตัดสินใจ (Decision Making) เมื่อพิจารณาถึงผลที่ได้จากวิธีการแก้ปัญหาทั้งหมดแล้วจึงทำการเปรียบเทียบ ตัดสิน แล้วเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดหรือมีแนวโน้มว่าจะมีประสิทธิภาพมากที่สุดมาใช้

4) การนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้และตรวจสอบ (Solution Implementation and Verification) โดยทำการสังเกต ตรวจสอบ และประเมินผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกมาหลังจากนำวิธีแก้ปัญหานั้นไปใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง

PISA 2003 (OECD, 2003) ได้กำหนดกระบวนการในการแก้ปัญหาไว้ 6 ขั้นตอนดังนี้

1) ทำความเข้าใจปัญหา (understanding problem) หมายถึง การที่นักเรียนสามารถทำความเข้าใจเรื่องราว สาระจากข้อเขียน แผนผัง สูตร ตารางได้ สามารถอ้างอิง เชื่อมโยงสาระจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ได้ สามารถแสดงออกถึงความเข้าใจในมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องได้ และมีการใช้ความรู้เดิมในการทำความเข้าใจข้อมูลที่กำหนดให้ได้

2) ระบุตัวแปรหรือลักษณะของปัญหา (characterizing the problem) หมายถึง การที่นักเรียนสามารถระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นๆ ได้ สามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นๆ ได้ มีความสามารถในการตัดสินใจเลือกตัวแปรว่าตัวแปรใดคือตัวแปรที่ใช้ได้ และตัวแปรใดใช้ไม่ได้ สามารถสร้างสมมติฐานและประเมินข้อมูลที่กำหนดให้ได้

3) นำเสนอปัญหา (representing the problem) หมายถึง การที่นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองที่เป็นตัวแทนของปัญหาในรูปของตาราง ภาพกราฟิก สัญลักษณ์ หรือคำกล่าวได้ โดยนักเรียนต้องสามารถอธิบายถึงกระบวนการสร้างแบบจำลองเหล่านั้นหรือเหตุผลที่เลือกใช้แบบจำลองเหล่านั้นเป็นตัวแทนของปัญหาได้

4) แก้ปัญหา (solving the problem) หมายถึง การที่นักเรียนสามารถตัดสินใจ วิเคราะห์ ออกแบบ และหาสาเหตุหรือวิธีการในการแก้ไขปัญหาได้ โดยปัญหาในแต่ละประเภทจะมีแนวทางการแก้ไขปัญหาที่แตกต่างกัน

5) ตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหา (reflecting on the solution) หมายถึง การที่นักเรียนสามารถตรวจสอบการแก้ปัญหาของตนเองและหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้วิธีการแก้ปัญหานั้นมีความชัดเจนมากขึ้นได้ มีการประเมินการแก้ปัญหาในมุมมองที่หลากหลายและเป็นการแก้ปัญหาที่เป็นที่ยอมรับของสังคม สามารถตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมจากวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายนั้นได้

6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา (communicating the problem solution) หมายถึง การที่นักเรียนสามารถเลือกใช้สื่อในการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาเพื่อให้ผู้อื่นได้รับรู้ได้อย่างเหมาะสม

Jonassen (2011) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) ระบุตัวแทนของปัญหา (Parse Problem Representation) โดยทำการกำจัดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาออกไป ระบุสถานการณ์ของปัญหา ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง และความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างของตัวแปรนั้นๆ นอกจากนี้ยังอาจใช้แนวเทียบเปรียบเทียบปัญหานี้เข้ากับปัญหาอื่นๆ ที่เคยเรียนรู้มาก่อน เพื่อให้สามารถทำความเข้าใจปัญหาได้ดียิ่งขึ้น

2) จำแนกประเภทของปัญหา (Classify Problem Type) หลังจากทำความเข้าใจปัญหาแล้วจึงจำแนกประเภทของปัญหาว่าเป็นปัญหาด้านใด

3) เลือกความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา (Associate with Problem Schema) ทำการเลือกมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง สมการที่เหมาะสมกับการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ และเลือกกระบวนการที่ใช้ในการหาคำตอบ

4) แก้ปัญหา เมื่อเลือกความรู้ สมการ และกระบวนการได้แล้วก็ทำการแก้ปัญหา โดยการเขียนสมการ ประมาณค่าคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งปริมาณ และหน่วยของคำตอบนั้นๆ ทำการแก้สมการที่ได้ จากนั้นทำการตรวจสอบคำตอบที่ได้กับค่าที่ประมาณเอาไว้ หากไม่ตรงกันหรือไม่ใกล้เคียงกันให้ทำการตรวจสอบสมการที่ได้ใหม่อีกครั้ง แล้วทำการแก้ปัญหาซ้ำ แต่หากคำตอบที่ได้ตรงกันหรือใกล้เคียงกับที่คาดไว้ก็จะถือว่าสิ้นสุดการแก้ปัญหา ทั้งนี้นักเรียนควรสังเกตถึงรูปแบบ และลักษณะของปัญหาในแต่ละข้อ เพื่อให้สามารถนำไปเปรียบเทียบกับปัญหาอื่นและช่วยในการทำความเข้าใจปัญหานั้นๆ

จากการศึกษากระบวนการในการแก้ปัญหาข้างต้น แนวคิดของ Weir ดิวอี้ D'zurilla และ Jonassen ล้วนสอดคล้องกัน โดยมีแนวคิดของดิวอี้ที่แตกต่างออกไป โดยมีการเพิ่มเติมในส่วนของการประยุกต์วิธีการแก้ปัญหา และ Jonassen ที่มีขั้นตอนการจำแนกประเภทของปัญหาเพิ่มเติมขึ้นมา โดยในงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยเลือกใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของ Weir เนื่องจากเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่กระชับ ชัดเจน อีกทั้งยังสอดคล้องกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย

2.4 แนวทางการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

D'zurilla (2004) ได้เสนอเกี่ยวกับการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ว่าต้องทำการประเมิน 2 ด้านด้วยกันคือ 1) กระบวนการ และ 2) ผลลัพธ์

1) กระบวนการ (Process) ทำการประเมินกิจกรรมทางปัญญาและทางพฤติกรรมที่ใช้ในการค้นหาวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ โดยการประเมินกระบวนการนี้สามารถทำได้โดยการประเมิน Self-report Inventory และ การประเมินการปฏิบัติ (Performance Test)

1.1) การรายงานตนเอง (Self-report Inventory) เป็นการสำรวจทัศนคติ (Attitude) กลยุทธ์ (Strategies) และเทคนิคในการแก้ปัญหา ทั้งด้านบวกและด้านลบ

1.2) การประเมินการปฏิบัติการ (performance Test) ทำการประเมินทักษะที่จำเป็นในการแก้ปัญหาผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาที่ต้องใช้ทักษะเฉพาะอย่างในการแก้ปัญหา เช่น การรับรู้ปัญหา การระบุปัญหา การหาวิธีแก้ปัญหา และการตัดสินใจ โดยผลการประเมินการปฏิบัตินี้จะเป็นตัวชี้วัดที่บ่งบอกถึงระดับความสามารถในการแก้ปัญหา

2) ผลลัพธ์ (Outcome) การประเมินผลของการแก้ปัญหานั้นจะทำการประเมินด้วยแบบสอบการปฏิบัติ แต่จะไม่ทำการประเมินทักษะต่างๆ แยกกัน แต่จะทำการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาในภาพรวม โดยการนำเสนอปัญหาแล้วให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเองทั้งหมด แล้วทำการประเมินวิธีการแก้ปัญหานั้นทั้งในด้านปริมาณและด้านคุณภาพ

2.1) การประเมินด้านปริมาณ คือการให้คะแนนกับจำนวนวิธีการในการแก้ปัญหา หรือขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ทำให้บรรลุเป้าหมาย

2.2) การประเมินด้านคุณภาพ คือการให้คะแนนหรือตัดสินความมีประสิทธิภาพ ความเหมาะสม และความมีเหตุผลในการแก้ปัญหา

ในทำนองเดียวกัน Jonassen (2004: 145) ได้เสนอเกี่ยวกับการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาว่าไม่สามารถทำได้โดยการใช้แบบสอบหรือแบบวัดเพียงฉบับเดียว โดย Jonassen ได้เสนอว่าการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหานั้นควรทำการประเมินโดยใช้แบบประเมินที่หลากหลาย ซึ่งแบบประเมินที่ใช้นั้นควรประกอบไปด้วย 1) การประเมินการปฏิบัติการแก้ปัญหา (Assessing Problem-Solving Performance) 2) การประเมินทักษะทางปัญญาที่ใช้ในการแก้ปัญหา (Assessing the component, cognitive skills required to solve problems) และ 3) การประเมินความสามารถของนักเรียนในการโต้แย้ง อภิปราย เพื่อสนับสนุนแนวทางการแก้ปัญหาของตน (Assessing students' ability to construct arguments in support of their solutions to problems)

ทั้งนี้ Jonassen ได้เสนอว่าในการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหานั้น ควรเลือกใช้แบบประเมินบางแบบ หรือใช้แบบประเมินทั้ง 3 แบบในการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะการจัดการเรียนการสอน และความต้องการของครูผู้สอน โดยในงานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นที่การประเมินการปฏิบัติการแก้ปัญหาเป็นหลัก

การประเมินการปฏิบัติการแก้ปัญหา

ในการประเมินการปฏิบัติการแก้ปัญหานั้นคือการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์เดิมที่เคยเรียนผ่านมา เป็นการประเมินว่านักเรียนสามารถทำการปฏิบัติการแก้ปัญหาได้หรือไม่ และทำได้ดีเพียงใด โดยการประเมินการปฏิบัติการนั้นควรมีมีลักษณะดังนี้

1) นักเรียนต้องทำการตอบคำถามด้วยตนเอง หรือสร้างผลงานที่แสดงถึงการแก้ปัญหา ไม่ควรเป็นการเลือกคำตอบจากตัวเลือกที่กำหนดให้

2) การประเมินต้องมีการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในการปฏิบัติการแก้ปัญหาด้วย

3) ครูควรประเมินคุณภาพของคำตอบ หรือผลงานที่ได้โดยใช้รูบริกส์

สำหรับรูบริกส์ที่ใช้ในการประเมินนั้นควรมีการประเมินทั้งกระบวนการ และทักษะที่นักเรียนใช้ขณะทำการแก้ปัญหา โดยรูบริกส์ที่ดีนั้นควรมีลักษณะดังนี้

1) รูบริกส์ต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญครบถ้วน มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน และมีการอธิบายถึงลักษณะที่สำคัญของการปฏิบัติงานนั้นอย่างครบถ้วน

2) องค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบต้องมีเพียง 1 มิติเท่านั้น (One-dimensional)

3) การให้คะแนนของรูบริกส์ต้องมีความชัดเจน ครอบคลุม และมีการบรรยายรายละเอียดอย่างครบถ้วน

4) รูบริกส์ที่ใช้มีความชัดเจน สามารถสื่อสารกับนักเรียนได้อย่างถูกต้อง เนื่องจากรูบริกส์นั้นถูกนำไปใช้เพื่อพัฒนาความสามารถในการปฏิบัติงานของนักเรียน ดังนั้นในรูบริกส์จึงควรระบุความคาดหวัง และแนวทางในการปฏิบัติเพื่อจะนำไปสู่ความคาดหวังนั้นไว้ด้วย

3. ความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม

พฤติกรรมด้านจิตพิสัยและพุทธิพิสัยยังมีความเกี่ยวข้องกันอย่างมาก โดยเฉพาะในพฤติกรรมขั้นแรก คือพฤติกรรมด้านการรับรู้ และพฤติกรรมด้านความรู้ โดยการที่บุคคลจะเรียนรู้ได้นั้นบุคคลต้องมีความสนใจและรับรู้ถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นก่อน จึงเรียนรู้ที่จะอธิบายปรากฏการณ์ แต่ทว่าในการรับรู้จะไม่มุ่งเน้นที่การจำได้แต่เน้นให้นักเรียนมีสติรับรู้ถึงสิ่งที่เกิดขึ้นมากกว่า (Krathwohl, 1956: 50)

3.1 ความหมายของความตระหนัก

ความตระหนักตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า awareness ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความตระหนักไว้ดังนี้

Krathwohl และคณะ (1956: 176-177) ได้กำหนดลำดับขั้นของพฤติกรรมด้านจิตพิสัยไว้ 5 ขั้นโดยในแต่ละลำดับขั้นจะมีลำดับของพฤติกรรมย่อยๆ ไว้อีกด้วย ซึ่งแสดงได้ดังตารางที่ 3 และกล่าวว่าความตระหนักเป็นพฤติกรรมด้านจิตพิสัยขั้นแรก ซึ่งบุคคลจะเกิดการรับรู้การมีอยู่ของสิ่งของหรือเหตุการณ์ โดยยังไม่เกิดความรู้สึกสนใจอย่างเจาะจง

ตารางที่ 3 ลำดับขั้นของพฤติกรรมด้านจิตพิสัยของ Krathwohl และคณะ (1956)

1. การรับรู้ (receiving)	1.1 ความตระหนัก 1.2 ความยินดีที่จะรับรู้ 1.3 การควบคุมหรือการเลือกให้ความสนใจ
2. การตอบสนอง (responding)	2.1 การยินยอมตอบตกลง 2.2 ความเต็มใจที่จะตอบสนอง 2.3 ความพอใจในการตอบสนอง
3. การเกิดค่านิยม (valuing)	3.1 การยอมรับค่านิยม 3.2 การนิยมชมชอบในค่านิยม 3.3 การยึดมั่นในค่านิยม
4. การจัดระบบคุณค่า (organization)	4.1 การสร้างแนวความคิดของค่านิยม 4.2 การจัดระบบค่านิยม
5. การสร้างลักษณะนิสัย (characterization by a value or value complex)	5.1 การวางหลักทั่วไป 5.2 การสร้างลักษณะนิสัย

Runes (1971: 32) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความตระหนักเป็นการกระทำที่เกิดจากความสำนึก (consciousness)

Eysenck, Arnold และ Meili (1972: 110) ให้ความหมายในมุมมองของของจิตวิทยาว่า ความตระหนักคือความสัมพันธ์ระหว่างความสำนึกกับเจตคติ (attitude) โดยเป็นภาวะของจิตใจซึ่งไม่อาจแยกเป็นความรู้สึกหรือความคิดเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งได้โดยเด็ดขาด

Good (1973: 54) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความตระหนักคือพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการรับรู้ การเข้าใจ หรือ การสำนึกถึงสถานการณ์หรือปรากฏการณ์นั้น

Wolman (1973: 38) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความตระหนัก เป็นภาวะที่บุคคลเข้าใจ หรือสำนึกถึงบางอย่างของเหตุ ประสบการณ์ หรือวัตถุสิ่งของได้

จรินทร์ ธานีรัตน์ (2517: 64) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความตระหนัก หมายถึง ความรู้สึกหรือความสำนึกหาเหตุผลในพฤติกรรมที่ได้กระทำไปทุกครั้ง

ประภาเพ็ญ สุวรรณ (2520: 24) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความตระหนัก หมายถึง การที่บุคคลฉุกคิดได้ หรือการเกิดขึ้นในความรู้สึกว่ามีสิ่งหนึ่ง เหตุการณ์หนึ่งหรือสถานที่หนึ่ง ซึ่งการรู้สึกว่ามีหรือการได้ฉุกคิดถึงสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เป็นความรู้สึกที่เกิดในสภาวะของจิตใจ แต่ไม่ได้หมายความว่าบุคคลนั้นสามารถจำได้หรือระลึกได้ถึงลักษณะบางอย่างของสิ่งนั้น

ประสาท อิศรปรีดา (2523: 177) กล่าวว่าความตระหนักเป็นพฤติกรรมทางด้านอารมณ์หรือความรู้สึก (affective domain) ซึ่งคล้ายกับความรู้ (knowledge) ซึ่งเป็นพฤติกรรมขั้นต่ำสุดของความรู้ ความคิด (cognitive domain) ซึ่งปัจจัยด้านความรู้สึกหรืออารมณ์นั้นจะมีความสัมพันธ์กับปัจจัยด้านความรู้ความคิดเสมอ

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2523: 133) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความตระหนักเป็นพฤติกรรมขั้นต่ำสุดด้านความรู้สึก แต่ความตระหนักนั้นไม่ได้เกี่ยวกับความจำหรือความระลึกได้ ความตระหนักหมายถึงความสามารถนึกคิด ความรู้สึกที่เกิดขึ้นในสภาวะของจิตใจ

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543: 14) ได้ให้ความหมายของความตระหนักว่าเป็นพฤติกรรมขั้นแรกที่คนรู้จักกับสิ่งเร้าว่ามันเป็นอะไร เป็นการรู้จักเบื้องต้นผิวเผินเท่านั้น ยังไม่เห็นความสำคัญ เป็นเพียงการสังเกตเห็นปรากฏการณ์นั้นโดยปราศจากความสนใจ

โดยสรุปแล้วความตระหนัก หมายถึง พฤติกรรมด้านจิตพิสัยที่แสดงออกถึงการรับรู้ถึงปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์นั้นๆ โดยการรับรู้นั้นอาจเป็นการรับรู้อย่างผิวเผินและยังไม่เห็นความสำคัญก็ได้ เป็นภาวะของจิตใจที่แสดงออกถึงความรู้และความรับผิดชอบสิ่งที่เกิดขึ้น

3.2 ระดับขั้นของความตระหนัก

Littledyke (2008) ได้เสนอว่าระดับขั้นของความตระหนักมี 3 ระดับดังนี้

1) ความตระหนักในตนเอง (self awareness) คือการรับรู้ถึงผลของการกระทำของตนเองที่มีต่อสิ่งแวดล้อม อิทธิพลของการเลือกใช้ชีวิตที่มีต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การเลือกบริโภคสินค้า

2) ความตระหนักทางสังคม (social awareness) คือการรับรู้ถึงผลของการที่บุคคลมีปฏิสัมพันธ์กันในสังคมที่มีอิทธิพลต่อบุคคลในการเลือก เช่น กิจกรรมทางสังคมที่ส่งผลต่อการเลือกบริโภคสินค้า

3) ความตระหนักทางสิ่งแวดล้อม (environmental awareness) คือการรับรู้ถึงผลของการที่สังคมทำให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศผ่านนโยบายทางการเมือง

กิตติภูมิ มีประดิษฐ์ (2550) เสนอว่าระดับขั้นของความตระหนักมี 4 ระดับดังนี้

1) มีความรู้ที่ชัดเจนและซาบซึ้ง หมายถึง เข้าใจอย่างถ่องแท้ในเรื่องสิ่งแวดล้อม รู้ว่าสิ่งใดถูก สิ่งใดผิด สิ่งใดดีสิ่งใดไม่ดี สิ่งใดก่อให้เกิดประโยชน์สิ่งใดก่อให้เกิดโทษ และสิ่งใดก่อให้เกิดผลดีและผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม

2) มีความรักและความหวงแหน หมายถึงรักและความหวงแหนในสิ่งที่เข้าใจอย่างถ่องแท้สำหรับเรื่องราวต่างๆ ของสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นสิ่งที่ถูก สิ่งที่ดี สิ่งที่มีประโยชน์ และก่อให้เกิดผลดีต่อมนุษยชาติและโลก เช่น ความรักและหวงแหนในความงามของธรรมชาติ ป่าเขา ชายทะเล เกาะแก่ง ต้นไม้ ลำธาร ทรัพยากรป่าไม้และสัตว์ป่า เป็นต้น

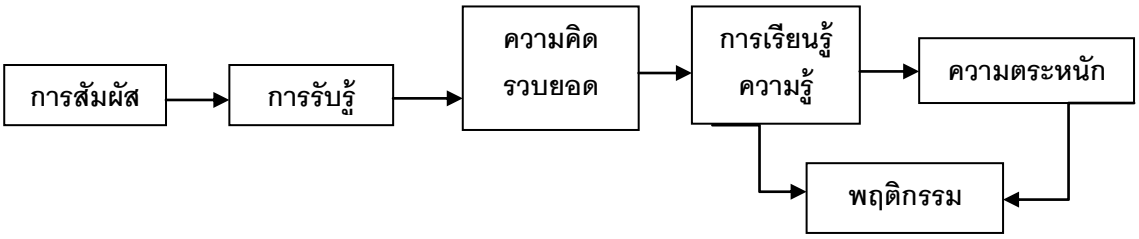
3) มีความวิตกและห่วงใย หมายถึงรู้สึกเป็นห่วงและกังวลถึงสิ่งที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อม เช่น เป็นห่วงและกังวลต่อลักษณะนิสัยที่เห็นแก่ตัวไม่มุ่งประโยชน์ส่วนรวม ตักตวงผลประโยชน์จากธรรมชาติโดยปราศจากความพอเพียง ความวิตกและความห่วงใยในสภาพภัยแล้ง และวิกฤตการณ์การขาดแคลนน้ำซึ่งเกิดจากการตัดไม้ทำลายป่า เมื่อความวิตกและความห่วงใยขยายวงกว้างขึ้น สื่อต่างๆก็จะช่วยกันผลักดันข่าวสารต่างๆออกสู่ผู้รับซึ่งก็คือ ประชาชนทั่วไปทำให้เกิดความรู้สึกเป็นห่วงถึงสิ่งที่จะเกิดขึ้นกับมนุษย์และ สิ่งแวดล้อมทั้งในปัจจุบัน และอนาคต ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อสิ่งแวดล้อมในทางที่ดีขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมไม่มากก็น้อย

4) การปฏิบัติอย่างจริงจัง เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดเพื่อให้เกิดความตระหนักในสิ่งแวดล้อม เพราะขั้นตอนทั้ง 3 ข้อ ที่ได้กล่าวมาในเบื้องต้นแล้วนั้นเป็นเพียงพื้นฐานที่ก่อให้เกิด ผลทางด้านลักษณะนิสัย แต่ผลในทางนามธรรมที่จะเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมจำเป็นต้องอาศัยการปฏิบัติอย่างจริงจังทั้งทางตรงและทางอ้อมในวิสัยที่มนุษย์แต่ละคนพึงกระทำได้

3.3 กระบวนการเกิดความตระหนัก

ความตระหนักเป็นภาวะทางจิตใจที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึก ความคิด และความปรารถนา อันเกิดจากการรับรู้และความสำนึก ซึ่งเป็นภาวะที่บุคคลได้รับรู้ หรือได้รับประสบการณ์มาแล้ว โดยมีการประเมินค่า และตระหนักถึงความสำคัญของตนเองที่มีต่อสิ่งนั้นๆ ความตระหนักจึงเป็นการตื่นตัวทาง

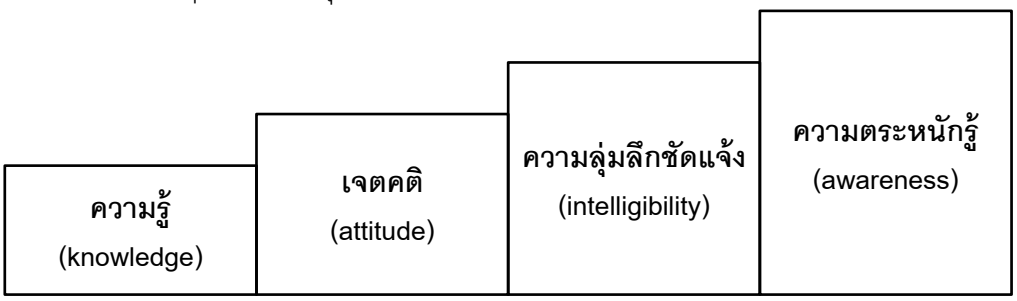
จิตใจต่อเหตุการณ์หรือสถานการณ์นั้นๆ นั่นคือระยะเวลาหรือประสบการณ์และสภาพแวดล้อมจะทำให้เกิดการรับรู้ (perceptions) นำไปสู่การเกิดความคิดรวบยอด การเรียนรู้ และความตระหนักตามลำดับ ซึ่งขั้นตอนและกระบวนการเกิดความตระหนักนั้นสามารถแสดงได้ดังนี้



ภาพที่ 2 ขั้นตอนและกระบวนการเกิดความตระหนัก

ที่มา Good, C.V. 1973. **Dictionary of Education**. McGraw-Hill Book Company: New York.

ความตระหนักเป็นผลมาจากกระบวนการทางปัญญา กล่าวคือ เมื่อบุคคลได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้าหรือได้รับการสัมผัสจากสิ่งเร้าแล้วจะเกิดการรับรู้ และเมื่อรับรู้ในขั้นต่อๆ ไปก็จะเข้าใจสิ่งเร้านั้น คือเกิดความคิดรวบยอดและนำไปสู่การเรียนรู้ คือมีความรู้ในสิ่งนั้นและนำไปสู่การเกิดความตระหนักในที่สุด ซึ่งความรู้และความตระหนักต่างก็นำไปสู่การกระทำหรือการแสดงพฤติกรรมของบุคคลต่อสิ่งเร้า การที่บุคคลจะเกิดความตระหนักขึ้นได้นั้น บุคคลต้องมีความรู้มาก่อน ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนมองเห็นความสำคัญ ความรับผิดชอบ และผลกระทบที่จะเกิดขึ้นตามมา จะส่งผลให้นักเรียนเกิดความตระหนักต่อสิ่งนั้นๆ ต่อไปในที่สุดและทั้งความรู้และความตระหนักนี้ก็จะนำไปสู่การกระทำหรือพฤติกรรมของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้า ดังภาพประกอบ



ภาพที่ 3 ขั้นตอนตามลำดับของการสะสมความรู้และเจตคติเพื่อให้เกิดเป็นความตระหนักในสิ่งแวดล้อมที่เด่นชัด ที่มา: กิตติภูมิ มีประดิษฐ์. 2537: 40

จากภาพประกอบ แสดงขั้นตอนตามลำดับของการสะสมความรู้และเจตคติเพื่อให้เกิดเป็นความตระหนักในสิ่งแวดล้อม ซึ่งในการสร้างความตระหนักนั้นจะต้องอาศัยพื้นฐานความรู้ (knowledge) ทางสิ่งแวดล้อมอย่างถูกต้องตามหลักการ เมื่อเกิดความรู้แล้วจะต้องมีการสร้างเจตคติ (attitude) ทางสิ่งแวดล้อมที่ถูกต้อง และต้องมีความรู้อย่างถ่องแท้ รู้ว่าสิ่งใดถูก สิ่งใดผิด สิ่งใดดี ไม่ดี จึงจะนำไปสู่ขั้นความลุ่มลึกชัดแจ้ง (intelligibility) แล้วจึงจะเกิดความตระหนักในที่สุด

3.4 ปัจจัยที่มีผลต่อความตระหนัก

ความตระหนักจะเกิดขึ้นได้นั้นมนุษย์จะต้องมีความรู้หรือรู้จักสิ่งนั้นเสียก่อน ซึ่งความตระหนักที่เกิดขึ้นจะมาน้อยเพียงใดก็ขึ้นกับการรับรู้ของมนุษย์แต่ละคน บัณฑิต จุฬาศัย (2528 อ้างถึงใน ทนงศักดิ์ ประสบกิตติคุณ, 2534: 21-22) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อการรับรู้ของมนุษย์ไว้ 3 ประการดังนี้

1) ประสบการณ์ การรับรู้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ทั้งในอดีตและในชีวิตประจำวัน การรับรู้เรื่องราวใดๆ ขึ้นอยู่กับความเกี่ยวข้องในเหตุการณ์นั้น โดยประสบการณ์ที่พบเห็นมีผลกระทบโดยตรง ทำให้เกิดการรับรู้ระดับต่างๆ เช่น คนที่ประสบปัญหาน้ำท่วมย่อมรับรู้เรื่องน้ำท่วมได้ดีกว่าคนที่อยู่ในบริเวณที่น้ำไม่ท่วม คนที่เคยอยู่ในชุมชนแออัดจะไม่ยอมรับการอยู่อาคารสงเคราะห์ในห้องเล็กๆ บนอาคารสูง เนื่องจากไม่เคยมีประสบการณ์มาก่อน คนที่เคยอาศัยอยู่ในบ้านเมืองที่สับสนวุ่นวายไร้ระเบียบ สกปรก ไม่ว่าจะเป็นบนพื้นถนนหรือบนทางเท้าเต็มไปด้วยขยะ สองฟากถนนเต็มไปด้วยอาคารรูปแบบต่างๆ ป้ายประกาศ ป้ายโฆษณา สายไฟฟ้า สายโทรศัพท์ ระโยงระยางเกะกะเต็มไปหมด ก็จะรับรู้สภาพดังกล่าวอยู่ทุกวัน ทำให้เกิดความเคยชินและยอมรับในสภาพแวดล้อมนั้นแม้ว่าจะไร้คุณภาพก็ตาม สำนึกดังกล่าวจะเปลี่ยนแปลงก็ต่อเมื่อมีการเปรียบเทียบจากสิ่งที่ได้รับรู้ใหม่ เช่น ได้ไปเห็นบ้านเมืองอื่นๆ ที่สะอาดเป็นระเบียบเรียบร้อยไม่สับสนวุ่นวาย

2) ความใส่ใจและการให้คุณค่าในเรื่องที่จะรับรู้ ความใส่ใจในเรื่องที่จะรับรู้แปรเปลี่ยนได้หลายระดับตั้งแต่ความจำเป็น ความต้องการ ความคาดหวัง ความสนใจและอารมณ์ เช่น บุคคลที่สัญจรบนท้องถนนจะมีความต้องการบ้านเมืองที่สะอาด ร่มรื่น มีความเป็นระเบียบเรียบร้อย แต่ถ้าเขาขับรถยนต์เขาจะรับรู้ถึงความสับสนของสิ่งต่างๆ ที่เป็นปัญหาในการขับขี่ ซึ่งได้แก่ ความวุ่นวายของป้ายจราจร ป้ายประกาศ ป้ายโฆษณา การขับขี่ยวดยานพาหนะที่ไม่เคารพกฎจราจร การข้ามถนนของคนที่ไม่เป็นระเบียบ ความทรุดโทรมของทางเท้า การตั้งวางสิ่งกีดขวางทางเดิน หรือถ้าเขาต้องการเดินทางเท้าในเวลากลางวันก็จะต้องการร่มเงาจากอาคาร ต้นไม้ ดังนั้นเขาก็จะใส่ใจเรื่องสภาพทางเท้ามากขึ้น ในขณะที่ศิลปินอาศัยเพียงอารมณ์ที่จะใส่ใจรับรู้ในเรื่องของความงามของสภาพแวดล้อม นักอนุรักษ์ที่มีความสนใจในเรื่องสภาวะแวดล้อมของบ้านเมืองก็จะใส่ใจและเห็นคุณค่าของธรรมชาติและบ้านเมือง ส่วนนักท่องเที่ยวมีความหวังที่จะได้พบธรรมชาติและบ้านเมืองนั้นว่าเป็นอย่างไร ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการรับรู้ในเรื่องใดของแต่ละบุคคลนั้น ขึ้นอยู่กับว่าเขาใส่ใจและให้คุณค่าในเรื่องนั้นมากน้อยเพียงใด

3) ลักษณะและรูปแบบของเรื่องที่จะรับรู้ นอกจากการรับรู้ของบุคคลจะขึ้นอยู่กับประสบการณ์ ความใส่ใจและการให้คุณค่าในเรื่องที่จะรับรู้แล้ว ยังขึ้นอยู่กับว่าสิ่งนั้นหรือเรื่องที่จะรับรู้มีลักษณะรูปแบบเป็นอย่างไร เช่น การสร้างความตระหนักในเรื่องขยะที่ได้รับความสนใจมาก เนื่องจากการให้ความรู้ความเข้าใจได้กระทำอย่างกว้างขวางโดยอาศัยวิธีการต่างๆ เช่น การใช้ดาราภาพยนตร์ผู้ซึ่งเป็นที่สนใจของบุคคลทั่วไปโครงการตาวิเศษก็มีทั้งบทเพลง คำขวัญ มีการเสนอข่าวสารทั้งทางโทรทัศน์และวิทยุ ป้ายโฆษณาถังขยะ การเสนอบ่อยครั้งและเลือกใช้รูปแบบที่เหมาะสมทำให้เกิดผลอย่างมาก การรับรู้นั้นต้องเกิดจากการได้ยินหลายๆครั้ง ดังนั้นการที่จะทำให้บุคคลเกิดการรับรู้เพื่อให้เกิดความตระหนักนั้น ต้องใช้ระยะเวลานานพอสมควร

Michiko Iizuka (2000: 17-21) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมไว้ 4 ประการดังนี้

1) อายุ (age) อายุเป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่งเนื่องจากอายุที่มากขึ้นหมายถึงการที่บุคคลมีประสบการณ์มากขึ้น และมีแนวคิดที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งโดยทั่วไปแล้วกลุ่มคนที่มีอายุน้อยจะมีความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมมากกว่ากลุ่มคนที่มีอายุมาก โดยกลุ่มคนที่มีอายุมากจะมีความเคยชินกับแหล่งทรัพยากรต่างๆ ทั้งทางธรรมชาติและทางสังคม มีความเกี่ยวข้องกับศาสนา เศรษฐกิจ และสังคมเมืองมากขึ้น และมักจะมีพฤติกรรมแบบอนุรักษ์นิยม มีความพยายามที่จะรักษาสภาพความเป็นระบบของสังคมที่เป็นอยู่ไว้ ดังนั้นประเด็นปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมจึงมักถูกมองว่าเป็นสิ่งคุกคามความเป็นระบบของสังคม ดังนั้นกลุ่มคนที่มีอายุน้อยจึงมีใจที่เปิดกว้างในด้านปัญหาสภาพแวดล้อมมากกว่า

2) เพศ (gender) เพศเป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม โดยเกี่ยวข้องกับบทบาททางสังคมของบุคคลซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยทั่วไปแล้วผู้หญิงมีความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมมากกว่าผู้ชาย ผู้หญิงมักจะมีความกังวลเกี่ยวกับคุณภาพของสิ่งแวดล้อม นโยบายด้านสิ่งแวดล้อมของรัฐบาล และต้องการให้มีความเสี่ยงด้านสุขภาพลดลงแม้จะต้องทำให้มาตรฐานการดำรงชีวิตต่ำลงก็ตาม ในขณะที่ผู้ชายมักจะให้ความสำคัญกับการเติบโตทางเศรษฐกิจและความมั่นคงทางเศรษฐกิจมากกว่า และมองว่าสิ่งแวดล้อมคือข้อจำกัดของการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ แต่จากการศึกษาพบว่าในระดับโลกผู้ชายมักจะมีส่วนร่วมในการปกป้องสิ่งแวดล้อมมากกว่าผู้หญิง

3) สถานภาพทางสังคม (social status) ความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมนั้นมีความเกี่ยวข้องกับสถานภาพทางสังคมซึ่งถูกกำหนดโดยระดับการศึกษา รายได้ และอาชีพของบุคคล โดยบุคคลจะพิจารณาถึงคุณภาพชีวิต พิจารณาถึงสภาพแวดล้อม ความมีสุนทรียภาพก็ต่อเมื่อบุคคลนั้นได้รับความต้องการพื้นฐานของตนครบถ้วนแล้ว ในด้านเศรษฐกิจพบว่าจะมีการพัฒนาด้านสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นเมื่อรายได้เฉลี่ยของประชาชนเพิ่มขึ้น และในด้านการศึกษาพบว่าบุคคลที่มีการศึกษาสูงจะมีความตระหนักสูงเพราะมีโอกาสได้รับข้อมูลมากกว่า มีกระบวนการคิดและความสามารถในการประมวลข้อมูลให้เป็นความรู้ได้ ซึ่งความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมนั้นมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความตระหนัก

4) แนวคิดทางการเมือง (political ideology) บุคคลที่มีแนวคิดทางการเมืองที่แตกต่างกันย่อมให้ความสำคัญกับปัญหาในแต่ละด้านแตกต่างกัน โดยพบว่ากลุ่มบุคคลที่มีแนวคิดทางการเมืองแบบประชาธิปไตยมักจะให้ความสำคัญกับคุณภาพของสิ่งแวดล้อมมากกว่า มีนโยบายทางการเมืองที่เน้นในด้านสังคมและความเป็นอยู่ ซึ่งหมายรวมถึงสิ่งแวดล้อมด้วย ในขณะที่กลุ่มอนุรักษ์นิยมมักจะให้ความสำคัญกับด้านธุรกิจและอุตสาหกรรมมากกว่า ดังนั้นแนวคิดทางการเมืองจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้บุคคลมีความตระหนักทางด้านสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป อย่างไรก็ตามในการศึกษาปัจจัยทางด้านแนวคิดทางการเมืองนี้ก็เป็นการศึกษาเกี่ยวกับประเทศทางตะวันตกเท่านั้นซึ่งมีแนวความคิดและวัฒนธรรมที่แตกต่างจากประเทศทางตะวันออก ดังนั้นปัจจัยทางด้านแนวคิดทางการเมืองนี้จึงอาจไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับทุกประเทศ นอกจากนี้โดยทั่วไปแล้วบุคคล

ย่อมมีแนวความคิดเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันอยู่ก่อนแล้ว ก่อนที่จะเลือกนโยบายทางการเมืองที่สอดคล้องกับแนวความคิดของตน ดังนั้นปัจจัยนี้จึงอาจไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้โดยทันที แต่ต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในบริบททางด้านวัฒนธรรมและประวัติศาสตร์ที่แตกต่างกันในแต่ละประเทศอีกด้วย

รัชนก ทุมชาติ (2551) ได้ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดสมุทรสาคร โดยใช้แบบจำลองความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น: การวิเคราะห์กลุ่มพหุ โดยได้แบ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อความตระหนักเป็น 4 ปัจจัยคือ 1) ความรู้ 2) ความใส่ใจและเห็นคุณค่า 3) ลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า และ 4) แหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

1) ความรู้ หมายถึง ความรู้ในเรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมที่อยู่ภายใต้หลักสูตรการศึกษา

2) ความใส่ใจและเห็นคุณค่า หมายถึง ความตั้งใจจดจ่อที่จะรับรู้ในเรื่องนั้นๆ และเข้าใจถึงประโยชน์ของสิ่งแวดล้อมที่มีต่อมนุษย์ ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

2.1) ความต้องการในสิ่งที่จะรับรู้ (need) หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงถึงการขาดแคลนซึ่งเกิดขึ้นเมื่อไม่มีความสมดุลทางสรีระหรือจิตใจ จะเกิดความต้องการสิ่งที่ขาดนั้นให้ได้ตามความปรารถนา ซึ่งความต้องการเหล่านี้จะมีผลมากบ้างน้อยบ้างในแต่ละคน ถ้าบุคคลต้องการเผชิญอยู่กับสภาวะปัญหาสิ่งแวดล้อมต่างๆ ก็ย่อมจะมีความต้องการให้ปัญหานั้นลดลง หรือต้องการแก้ไขปัญหานั้นๆ ให้ทุเลาลง

2.2) แรงจูงใจที่จะทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง (motive) หมายถึง สภาวะที่บุคคลได้รับการกระตุ้นจากปัจจัยที่ทำให้เกิดพลังและนำไปสู่การกระทำที่แสดงถึงการดูแลสิ่งแวดล้อม เช่น สิ่งของ คำชมเชยจากครูและเพื่อนๆ การได้รับการยอมรับ การได้รับผลตอบแทนต่างๆ การติเตียน ซึ่งจะทำให้บุคคลได้กระทำหรือมีพฤติกรรมที่แสดงถึงการดูแลสิ่งแวดล้อมอย่างมีเป้าหมาย

2.3) การคาดหวังในสิ่งนั้นๆ (expectancy) หมายถึง สภาวะทางจิตซึ่งเป็นความรู้สึกนึกคิด หรือเป็นความคิดเห็นอย่างมีวิจารณญาณของบุคคลที่คาดคะเน หรือคาดการณ์ล่วงหน้าว่าถ้าเขาดูแลสิ่งแวดล้อมตั้งแต่วันนี้จะมีผลดีต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในอนาคตแน่นอน

3) ลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า หมายถึง ลักษณะที่น่าสนใจของการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่น่าสนใจและกระตุ้นให้บุคคลเกิดความสนใจที่จะรับรู้ข้อมูลนั้นๆ โดยลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้าสามารถพิจาณาได้จาก 5 ด้านดังนี้

3.1) ความเข้มของสิ่งเร้า (intensity) เป็นระดับความหนักเบาหรือความเข้มจางของสิ่งเร้า อาจเป็นแสง สี เสียง การดำเนินงานต่างๆ ทั้งงานโดยทั่วไปและงานส่วนตัว การใช้แสงที่จ้า สีที่เข้มฉูดฉาด และเสียงที่ดังจะเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยให้บุคคลมีการใส่ใจในสิ่งนั้นมากขึ้น

3.2) ขนาดของสิ่งเร้า (size) สิ่งเร้าที่มีขนาดใหญ่มักจะสร้างความสนใจหรือใส่ใจได้ดีกว่าสิ่งเร้าที่มีขนาดเล็ก ดังจะเห็นได้จากป้ายโฆษณาต่างๆ แม้กระทั่งวัตถุและสิ่งก่อสร้างในสังคมจะทำให้มีขนาดใหญ่เพื่อดึงดูดความสนใจ

3.3) การทำตรงข้ามหรือทำแปลกไปของสิ่งเร้า (contrast) การทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดให้ผิดแผกไปจากเดิมจะทำให้เกิดการใส่ใจในสิ่งนั้นมากขึ้น เช่น หนังสือที่อ่านหากหน้าใดพิมพ์ตัวใหญ่หรือตัวหนาจะทำให้เกิดความใส่ใจตรงนั้นมากเป็นพิเศษ

3.4) การทำซ้ำ (repetition) มีความหมายว่าทำในสิ่งนั้นบ่อยๆ หรือหลายๆ ครั้ง การโฆษณาทางวิทยุและโทรทัศน์เพื่อให้บุคคลจำสินค้าชนิดนั้นได้ หรือการให้ดาราได้ออกทีวีหรือโชว์ตัวบ่อยๆ เป็นต้น

3.5) การเคลื่อนไหว (movement) เป็นการทำให้สิ่งเร้าเคลื่อนที่หรือเปลี่ยนแปลงไปมา เช่น การโฆษณาโดยใช้ภาษเคลื่อนไหวจะดึงดูดความสนใจได้ดีกว่าภาพนิ่ง เป็นต้น

4) แหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม หมายถึง ความสามารถในการรับข่าวสารหรือข้อมูลของบุคคลจากแหล่งความรู้ต่างๆ เช่น โทรทัศน์ ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ วารสารสิ่งพิมพ์ บิดามารดา การเรียนเกี่ยวกับสังคม และหนังสือพิมพ์เป็นต้น

3.5 แนวทางการวัดความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม

ในการวัดความตระหนัก Krathwohl และคณะ (1956: 101-103) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการวัดความตระหนักไว้ว่า "...พฤติกรรมที่จะใช้วัดความตระหนักจะต้องเป็นพฤติกรรมเกี่ยวกับความสำนึกในบางสิ่งบางอย่างที่แสดงว่านักเรียนตระหนักในความเป็นอยู่ของปรากฏการณ์ เหตุการณ์หรือกิจกรรมบางอย่าง ความตระหนักเป็นเรื่องที่ต้องอาศัยสติปัญญาเข้ามาเกี่ยวข้องอย่างมาก การตระหนักต่อคนบางคนหรือของบางอย่างก็คือการรู้จักสิ่งนั้นหรือคนนั้น ถึงแม้ว่าการรู้นั้นจะเป็นการรับรู้แค่ผิวเผินก็ตาม..." โดย Krathwohl ได้เสนอแนวทางในการวัดความตระหนักโดยใช้ข้อสอบสถานการณ์ที่ไม่ปรากฏการชี้แนะหรือชักนำโดยตรงว่ามีสิ่งของหรือปรากฏการณ์นั้นอยู่ และยังระบุว่าในบางครั้งบุคคลอาจเกิดความตระหนักถึงปรากฏการณ์นั้นๆ แต่ไม่มีการแสดงออกมาโดยตรง ดังนั้นผู้วัดควรทำการสอบถามหรือสัมภาษณ์เพิ่มเติมเพื่อให้ได้คำตอบที่ชัดเจนมากขึ้นก่อนจะทำการสรุปผล

ชวาล แพรรัตนกุล (2526: 201) กล่าวว่าความตระหนักเป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวกับการรู้สึกว่ามีสิ่งนั้นอยู่ จำแนกและรับรู้ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่ละเอียดอ่อนเกี่ยวกับด้านความรู้สึกและอารมณ์ ดังนั้นการที่จะทำการวัดและประเมินจึงต้องมีหลักการและวิธีการ ตลอดจนเทคนิคเฉพาะจึงจะวัดความรู้สึกและอารมณ์ดังกล่าวออกมาให้เที่ยงตรงและเชื่อมั่นได้ เครื่องมือที่ใช้วัดความรู้สึกและอารมณ์นั้นมีหลายประเภทด้วยกัน ดังนี้

1) วิธีการสัมภาษณ์ (interview) อาจเป็นการสัมภาษณ์อย่างมีโครงสร้างหรือไม่มีโครงสร้างก็ได้

2) แบบสอบถาม (questionnaire) อาจเป็นชนิดเปิดหรือปิดหรือแบบผสมก็ได้

3) แบบตรวจสอบรายการ (check list) เป็นเครื่องมือวัดชนิดที่ให้ตรวจสอบว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย มีหรือไม่มี สิ่งที่กำหนดตามรายการอาจอยู่ในรูปของการทำเครื่องหมายตอบ หรือเลือกว่าใช่หรือไม่ใช่ก็ได้

4) มาตรวัดอันดับ (rating scale) เครื่องมือชนิดนี้เหมาะสำหรับวัดอารมณ์และความรู้สึกที่ต้องการทราบความเข้มว่ามีมากน้อยเพียงใดในเรื่องนี้

5) การใช้ความหมายภาษา (semantic differential technique) เป็นเทคนิคการวัดโดยใช้ความหมายของภาษาของ Osgood เป็นเครื่องมือที่วัดได้ครอบคลุมมากชนิดหนึ่ง เครื่องมือวัดชนิดนี้จะประกอบด้วยเรื่อง ซึ่งถือเป็น สังกัป และจะมีคำคุณศัพท์ที่ตรงข้ามกันเป็นคู่ๆ ประกอบสังกัปนั้นหลายๆ คู่ แต่ละคู่จะมี 2 ขั้ว ช่วงห่างระหว่าง 2 ขั้วนี้บ่งด้วยตัวเลข ถ้าใกล้เคียงข้างใดมากก็จะมีลักษณะตามคำคุณศัพท์ของขั้วนั้นมาก

ทิศนา แขมมณี (2546: 125) กล่าวว่ากระบวนการนี้เป็นกระบวนการที่กระตุ้นให้นักเรียนให้ความสนใจ เอาใจใส่ รับรู้ เห็นคุณค่าในปรากฏการณ์หรือพฤติกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นในสังคม ทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม ขั้นตอนการดำเนินการมีดังนี้

1) สังเกต ให้ข้อมูลที่ต้องการให้นักเรียนเกิดความสนใจ เอาใจใส่ และเห็นคุณค่า

2) วิจารณ์ ให้ตัวอย่าง สถานการณ์ ประสบการณ์ตรง เพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์หาสาเหตุและผลดีผลเสียที่เกิดขึ้นทั้งในระยะสั้นและระยะยาว

3) สรุป ให้อภิปรายหาข้อมูลหรือหลักฐานมาสนับสนุนคุณค่าของสิ่งที่จะต้องตระหนักและวางเป้าหมายที่จะพัฒนาตนเองในเรื่องนั้น

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ความสามารถในการแก้ปัญหา และความตระหนัก

4.1 งานวิจัยในประเทศ

สุภากร พูลสุข (2546) ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคพังงา พบว่า นักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสูงกว่านักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และนักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก

อัมพวา รักบิดา ณัฐวิทย์ พจนตันติ และทวี ทองคำ (2552) ซึ่งศึกษาวิจัยผลของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า (1) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (2) นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 (3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนอยู่ใน

ระดับมาก และ (4) นักเรียนมีพฤติกรรมการเรียนรู้โดยนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนสามารถเสาะแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง สามารถวางแผนแก้ปัญหาได้อย่างมีลำดับขั้นตอน สามารถนำเสนอสิ่งที่ตนค้นพบให้ผู้อื่นเข้าใจได้ นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน นักเรียนรู้จักการช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการเรียนและการแก้ปัญหาอย่างมีความสุข

ปรัชญา จันตา เสารรัตน์ ภัทรฐิตินันท์ และพรรณนภา ศักดิ์สูง (2554) ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมที่มีต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนในจังหวัดชลบุรี พบว่าหลังเรียนนักเรียนมีความสามาถในการคิดแก้ปัญหาสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Baker, Bal และ Akcay (2006) ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมที่มีต่อความเชื่อของนักเรียนเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และ บทบาทของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในสังคม พบว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมมีความเข้าใจในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการประยุกต์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีเจตคติทางบวกและแสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์ได้ดีกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม (traditional)

Yager และ Akcay (2007) ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 ด้านของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า (1) นักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันในด้านความเชี่ยวชาญในมโนทัศน์ (2) นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมสามารถใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่า (3) นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมมีความคิดสร้างสรรค์มากกว่า (4) นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมมีเจตคติทางบวกต่อวิทยาศาสตร์มากกว่า (5) นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมสามารถประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนให้เข้ากับสถานการณ์ใหม่ได้ดีกว่า และมีความกระตือรือร้นในการร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการนำความรู้ไปใช้มากกว่า (6) นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์มากกว่า

Ozden (2008) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความตระหนักทางสิ่งแวดล้อมและเจตคติของนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพในประเทศตุรกี โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติ เพศ วิชาเอก ระดับคะแนนเฉลี่ย ภูมิลำเนา และฐานะทางสังคม เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาคือแบบสอบถามมาตรวัดแบบ

ลิเคิร์ท ทำการวัดความตระหนักใน 4 ด้าน คือ (1) ความตระหนักถึงประเด็นปัญหาทางสิ่งแวดล้อม (2) ความตระหนักถึงความรับผิดชอบส่วนบุคคล (3) เจตคติต่อปัญหาทางสิ่งแวดล้อม และ (4) เจตคติต่อวิธีการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม จากการศึกษาพบว่าผู้หญิงมีเจตคติทางบวกมากกว่าผู้ชายในทุกด้าน

Akcay และ Yager (2010) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้ง 5 ด้าน ซึ่งประกอบไปด้วย (1) มโนทัศน์พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ (2) ความเข้าใจในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (3) ความคิดสร้างสรรค์ (4) การพัฒนาเจตคติทางบวกของนักเรียนที่มีต่อวิทยาศาสตร์ และ (5) ความสามารถในการประยุกต์มโนทัศน์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ใหม่ จากการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีกว่าในด้านความเข้าใจในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ การพัฒนาเจตคติทางบวกต่อวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการประยุกต์มโนทัศน์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่านักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดนี้ แต่ในด้านความเชี่ยวชาญในมโนทัศน์พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์นั้นพบว่าทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น การวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental Research) โดยมีรูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest-posttest design คือ มีการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองเป็นกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม และกลุ่มควบคุมเป็นกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์แบบปกติ โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งก่อนและหลังการทดลอง

ภาพที่ 3 รูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest-posttest design

กลุ่มทดลอง	O_1 ---------- X ---------- O_2
กลุ่มควบคุม	~X ---------- O_2

O1 หมายถึง การเก็บข้อมูลก่อนการทดลอง ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาและความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม

X หมายถึง การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม

~X หมายถึง การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป

O_2 หมายถึง การเก็บข้อมูลหลังการทดลอง ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาและความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพมหานคร

2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร กรุงเทพมหานคร โดยดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างดังนี้

2.2.1 การเลือกโรงเรียน

เลือกโรงเรียนโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) คือ โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร เป็นโรงเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากมีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสม มีห้องสมุดและห้องคอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในการสืบค้นข้อมูล คณะผู้บริหารและครูให้ความร่วมมือในการทำการวิจัยเป็นอย่างดี

2.2.2 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

การเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร ซึ่งมีจำนวน 5 ห้องเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นจึงกำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยพิจารณาจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ของนักเรียน ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

(1) นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ของนักเรียนทั้ง 5 ห้อง มาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) โดยใช้สถิติทดสอบเอฟ (F-test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$) จากนั้นจึงทำการทดสอบคะแนนเฉลี่ยภายหลัง (Post-hoc test) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยรายคู่ (pairwise comparisions) ได้ผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คะแนนผลสัมฤทธิ์และผลการวิเคราะห์รายคู่ของนักเรียนชั้น ม.3/1 – ม. 3/5

ห้อง	คะแนนผลสัมฤทธิ์	ผลการวิเคราะห์รายคู่				
		ม. 3/1	ม. 3/2	ม. 3/3	ม. 3/4	ม. 3/5
ม. 3/1	61.32	-	1.000	0.013*	0.020*	1.000
ม. 3/2	60.41	-	-	0.020*	0.013*	0.936
ม. 3/3	53.48	-	-	-	1.000	0.023*
ม. 3/4	54.41	-	-	-	-	0.025*
ม. 3/5	58.78	-	-	-	-	-

(2) เลือกห้องเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจากห้องเรียนที่มีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 2 ห้อง โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับสลาก

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือ (1) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบไปด้วย แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและแบบวัดความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม และ (2) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองประกอบไปด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม และแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบทั่วไป ซึ่งเครื่องมือแต่ละชนิดมีขั้นตอนการสร้างและการตรวจสอบคุณภาพดังนี้

3.1 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1.1 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างและการตรวจสอบคุณภาพดังต่อไปนี้

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ ในด้านแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา กระบวนการแก้ปัญหา และแนวทางการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

2) กำหนดลักษณะของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นข้อสอบอัตนัยแบบกำหนดสถานการณ์ จำนวน 5 เรื่อง โดยแต่ละเรื่องจะมีข้อคำถาม 4 ข้อ รวมทั้งสิ้น 20 ข้อ ให้นักเรียนเขียนคำตอบแสดงถึงกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนได้แก่ การวิเคราะห์ปัญหา การหาสาเหตุของปัญหา การหาแนวทางการแก้ปัญหา และพิสูจน์คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา โดยคำตอบของนักเรียนนั้นตรวจให้คะแนนโดยใช้แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา

ซึ่งกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนรูบริกส์แบบทั่วไป 3 ระดับคือ 3 คะแนนหมายถึงดี 2 คะแนนหมายถึงพอใช้ และ 1 คะแนนหมายถึงต้องปรับปรุง ใช้เวลาทดสอบ 40 นาที

3) คัดเลือกสถานการณ์ที่เป็นปัญหาจำนวน 5 เรื่อง ได้แก่ ปัญหาสิ่งแวดล้อมจากการผลิตกระแสไฟฟ้า ปัญหาด้านการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า ปัญหาด้านมลภาวะทางน้ำ ปัญหามลภาวะทางอากาศ และปัญหาโลกร้อน จากนั้นสร้างข้อคำถามตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาของ Weir และเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกส์

4) นำแบบวัดมาทดลองใช้กับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบคุณภาพแบบสอบด้านความยากง่ายและอำนาจการจำแนก และตรวจสอบคุณภาพแบบสอบทั้งฉบับโดยการตรวจสอบค่าความเที่ยงด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α-Coefficient) ของคอนบาร์ค โดยกำหนดเกณฑ์การคัดเลือกข้อคำถามที่ใช้ได้ ต้องมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.2-0.8 และมีค่าอำนาจการจำแนกตั้งแต่ 0.2 เป็นต้นไป

3.1.2 แบบวัดความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม

แบบวัดความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมเป็นแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยการวัดนั้นแบ่งออกเป็น 2 ด้านคือ ด้านเจตคติ และด้านพฤติกรรม ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างและการตรวจสอบคุณภาพดังต่อไปนี้

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ ในด้านแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม กระบวนการเกิดความตระหนัก ปัจจัยที่ส่งผลต่อความตระหนัก และแนวทางการวัดความตระหนัก

2) กำหนดลักษณะของแบบวัดความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม เป็น 2 ตอนดังนี้ *ตอนที่ 1 แบบวัดเจตคติเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม* มีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ มีคะแนนอยู่ในช่วง 20-100 คะแนน และ *ตอนที่ 2 แบบวัดพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม* มีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ มีคะแนนอยู่ในช่วง 20-100 คะแนน โดยแบบวัดทั้ง 3 ตอนมีสัดส่วนเนื้อหาเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานคิดเป็นร้อยละ 50 และเนื้อหาเกี่ยวกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมอีกร้อยละ 50

3) สร้างข้อความเพื่อใช้วัดเจตคติและพฤติกรรมของผู้เรียน จากนั้นนำแบบวัดมาทดลองใช้กับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบคุณภาพแบบสอบด้านความยากและอำนาจจำแนก และตรวจสอบคุณภาพแบบสอบทั้งฉบับโดยการตรวจสอบค่าความเที่ยงด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α-Coefficient) ของคอนบาร์ค โดยกำหนดเกณฑ์การคัดเลือกข้อคำถามที่ใช้ได้ ต้องมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.2-0.8 และมีค่าอำนาจการจำแนกตั้งแต่ 0.2 เป็นต้นไป

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ ได้เขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมสำหรับใช้สอนผู้เรียนกลุ่มทดลอง และแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบทั่วไปสำหรับใช้สอนผู้เรียนกลุ่มควบคุม สำหรับใช้ในการจัดการเรียนรู้รวมทั้งสิ้น 9 คาบ โดยมีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือดังต่อไปนี้

1) ศึกษาเอกสารและตำรา ที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม รวมถึงเนื้อหาที่ใช้ในการสอน คือ เรื่องพลังงานไฟฟ้า เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

2) แบ่งเนื้อหาที่สอนในแต่ละแผนรวม 6 แผน 9 คาบ คาบละ 50 นาที จากนั้นจึงเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจให้ข้อเสนอแนะและปรับปรุงแก้ไข โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นทั้งสองรูปแบบมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน และมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม และการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบทั่วไป

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม	การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบทั่วไป
ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยการสร้างความสนใจโดยใช้สื่อต่างๆ ผู้สอนทำการเชื่อมโยงความรู้เดิมและเนื้อหาวิทยาศาสตร์เข้ากับประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคมปัจจุบัน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยและสนใจในประเด็นปัญหานั้นๆ	**ขั้นนำ** ผู้สอนกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน และให้ผู้เรียนได้ตั้งคำถามสำคัญในการเรียนรู้ ผ่านการใช้คำถาม การอภิปราย หรือการสาธิต เป็นต้น
ขั้นที่ 2 ท้าทายความคิด ผู้เรียนสร้างคำถามสำคัญในการเรียนรู้ โดยคำถามนั้นต้องเป็นสิ่งที่ผู้เรียนสนใจ มีการวิเคราะห์ขอบเขตของคำถามและประเด็นที่ควรทำการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม เพื่อเป็นแนวทางในการรวบรวมข้อมูล และมีการตั้งสมมติฐานหรือแนวคำตอบจากความรู้เดิมของผู้เรียน	
ขั้นที่ 3 รวบรวมหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนทำการรวบรวมข้อมูล หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการต่างๆ เช่น การสืบค้นข้อมูล การทดลอง การสัมภาษณ์ เป็นต้น โดยข้อมูลที่รวบรวมมานั้นต้องครอบคลุมขอบเขตและประเด็นที่ได้กำหนดไว้อย่างครบถ้วน และเป็นข้อมูลที่ได้มาจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย น่าเชื่อถือ	**ขั้นสืบสอบ** ผู้เรียนทำการค้นคว้าหาข้อมูล สำรวจตรวจสอบหรือทำการทดลองด้วยตนเองเพื่อหาคำตอบของคำถามสำคัญในการเรียนรู้

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม และการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบทั่วไป (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม	การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบทั่วไป
ขั้นที่ 4 วิเคราะห์หลักฐาน ผู้เรียนทำการวิเคราะห์ แปลความหมาย และประเมินข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้มาทั้งในด้านความน่าเชื่อถือและความถูกต้องของข้อมูล มีการแยกแยะข้อเท็จจริงออกจากข้อคิดเห็น มีการจัดกระทำข้อมูลให้เข้าใจง่าย เปรียบเทียบข้อมูลและความรู้ที่ได้กับสมมติฐานของตนเองหรือของกลุ่ม	
ขั้นที่ 5 สร้างและเชื่อมโยงความรู้ ผู้สอนและผู้เรียนช่วยกันสรุปข้อมูลที่ได้ให้เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หรือเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง มีการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่เข้าด้วยกันผ่านการถามคำถามและการร่วมกันอภิปราย	**ขั้นสรุป** ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้จากการสืบสอบมาอภิปรายร่วมกันกับผู้สอน เพื่อสรุปเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง จากนั้นนำมโนทัศน์ที่ได้นั้นไปใช้ในสถานการณ์ใหม่
ขั้นที่ 6 ใช้หลักฐาน ผู้เรียนนำความรู้และข้อมูลหลักฐานที่สืบค้นมานำเสนอถึงคำตอบของคำถามที่กำหนดไว้ในขั้นที่ 2 โดยผู้เรียนแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มอาจมีคำตอบที่แตกต่างกัน ให้ผู้เรียนทำการอภิปรายร่วมกันเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด	

3) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่านตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย โดยพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลผู้เรียน เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งก่อนนำไปใช้จริง

4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองสอนและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยทำหนังสือขอความร่วมมือในการดำเนินการวิจัยไปยังโรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร เมื่อได้รับอนุญาตแล้วจึงดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.1 การเตรียมนักเรียนและการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลอง

ผู้วิจัยชี้แจงกับผู้เรียนทั้งสองกลุ่มในเรื่อง วัตถุประสงค์ของการทำวิจัย แนะนำรายวิชา จุดประสงค์รายวิชา การวัดและการประเมินผล และกำหนดข้อตกลงในการเรียน เช่น ในการสืบค้นข้อมูล ให้ผู้เรียนระบุแหล่งที่มาของข้อมูลทุกครั้ง มีการอ้างอิงข้อมูลอย่างถูกต้องเป็นระบบ จากนั้นทำ

การทดสอบผู้เรียนกลุ่มทดลองด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบวัดความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมก่อนทำการทดลองสอน มีการแนะนำวิธีการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนกลุ่มทดลองให้ผู้เรียนเข้าใจถึงแนวคิดและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ใน 2 ประเด็นคือ 1) ลักษณะของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม และ 2) บทบาทของผู้เรียนในกิจกรรมการเรียนรู้

4.2 การดำเนินการทดลองสอนและเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม กับกลุ่มทดลอง และดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบทั่วไปกับกลุ่มควบคุม เป็นระยะเวลาเท่ากัน คือ 3 สัปดาห์ จำนวน 9 คาบ คาบละ 50 นาที โดยทำการทดลองตั้งแต่วันที่ 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 ถึงวันที่ 28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556

4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง

เมื่อดำเนินการทดลองเสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยทำการทดสอบผู้เรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและแบบวัดความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นแบบวัดชุดเดียวกันกับที่ใช้ในการทดสอบก่อนเรียน เพื่อนำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาและความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมที่ได้มาทำการวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐานของการวิจัย

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม Microsoft Excel 2007 โดยทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหา และคะแนนเฉลี่ยความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ผู้วิจัยวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}_{ร้อยละ}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากนั้นทำการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน และระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมด้วยสถิติทดสอบที (t-test) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05

5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวัดความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม

ผู้วิจัยวิเคราะห์ความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมของผู้เรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนที่ได้จากแบบวัดความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลใน 2 ด้านคือ ด้านเจตคติ และด้านพฤติกรรม ของผู้เรียนทั้งสองกลุ่ม จากนั้นทำการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน และระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมด้วยสถิติทดสอบที (t-test) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป โดยมีนักเรียนกลุ่มละ 32 คน นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา

1) เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาวัดจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา มีลักษณะเป็นข้อสอบอัตนัยแบบกำหนดสถานการณ์จำนวน 5 เรื่อง ในแต่ละเรื่องประกอบด้วยคำถามย่อยจำนวน 4 ข้อ ตามองค์ประกอบของการแก้ปัญหาของ Weir (1973) วิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเปรียบเทียบคะแนนกับเกณฑ์ที่กำหนด 3 ระดับความสามารถ ได้แก่ ระดับควรปรับปรุงมีคะแนนในช่วง 20-33คะแนน ระดับพอใช้มีคะแนนในช่วง 34-47 คะแนน และ ระดับดี มีคะแนนในช่วง 48-60 คะแนน จากนั้นเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยค่าสถิติทดสอบที (t-test) ผลปรากฏดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}_{ร้อยละ}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ระดับความสามารถ และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

ค่าสถิติ / คะแนนเฉลี่ยฯ	$\bar{X}$	$\bar{X}_{ร้อยละ}$	S.D.	ระดับความสามารถ	t-test
ก่อนเรียน	31.48	52.47	5.87	ควรปรับปรุง	10.51*
หลังเรียน	39.86	66.43	5.54	พอใช้	

*p < .05

จากตารางที่ 6 พบว่า ก่อนการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหา 31.48 คะแนน จากคะแนนเต็ม 60 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 52.47 ซึ่งอยู่ในระดับต้องปรับปรุง และหลังการทดลอง นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย 39.86 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 66.43 จัดอยู่ในระดับพอใช้ และเมื่อทำการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยด้วยสถิติทดสอบที พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

หลังการทดลองดำเนินการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์และเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มด้วยค่าสถิติทดสอบที (t-test) ผลปรากฏดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}_{ร้อยละ}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ระดับความสามารถ และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกลุ่มควบคุม

ค่าสถิติ / กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{X}$	$\bar{X}_{ร้อยละ}$	S.D.	ระดับความสามารถ	t-test
กลุ่มทดลอง	39.86	66.43	5.54	พอใช้	10.14*
กลุ่มควบคุม	32.14	53.57	4.94	ควรปรับปรุง	

*p < .05

จากตารางที่ 7 พบว่า หลังการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหา 39.86 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 66.43 จัดอยู่ในระดับพอใช้ ซึ่งสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมที่ได้ 32.14 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 53.57 ซึ่งอยู่ในระดับควรปรับปรุง จากการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยด้วยสถิติทดสอบที ปรากฏว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม

1) เปรียบเทียบคะแนนความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

สำหรับการศึกษาความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนกลุ่มทดลอง ได้ดำเนินการเก็บข้อมูลก่อนและหลังการทดลองด้วยแบบวัดความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมชุดเดียวกัน โดยมีการประเมิน 2 ด้าน คือ ด้านเจตคติและพฤติกรรมซึ่งมีคะแนนเต็มด้านละ 100 คะแนนรวมเป็น 200 คะแนน จากนั้นเปรียบเทียบความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมด้วยค่าสถิติทดสอบที (t-test) ผลการวิเคราะห์เป็นดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

ค่าสถิติ / รายการ	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t-test
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
ความตระหนักฯ	**153.44**	**10.15**	**158.47**	**10.33**	**4.60***
ด้านเจตคติ	**77.03**	**4.60**	**82.66**	**6.02**	**11.13***
1) การอนุรักษ์พลังงาน	37.88	2.76	41.00	3.95	8.93*
2) การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม	39.16	2.94	41.66	3.41	8.69*
ด้านพฤติกรรม	**76.41**	**8.07**	**75.81**	**7.17**	**0.63**
1) การอนุรักษ์พลังงาน	40.00	4.86	41.00	5.21	4.21*
2) การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม	36.41	5.51	34.81	4.86	6.16*

*p < .05

จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบด้านเจตคติต่อการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนความตระหนักด้านเจตคติเรื่องการอนุรักษ์พลังงาน และการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ส่วนองค์ประกอบด้านพฤติกรรมต่อการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนกลุ่มทดลอง พบว่า พฤติกรรมต่อการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาในองค์ประกอบย่อย พบว่า พฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานและพฤติกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) เปรียบเทียบคะแนนความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

หลังการทดลองดำเนินการวัดความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์และเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มด้วยสถิติทดสอบที ผลปรากฏดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

ค่าสถิติ / รายการ	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		t-test
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
ความตระหนักฯ	**158.47**	**10.33**	**151.44**	**8.72**	**8.41***
ด้านเจตคติ	**82.66**	**6.02**	**76.84**	**4.86**	**12.21***
1) การอนุรักษ์พลังงาน	41.00	3.95	37.97	3.31	10.74*
2) การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม	41.66	3.41	38.88	2.73	10.51*
ด้านพฤติกรรม	**75.81**	**7.17**	**74.59**	**6.49**	**2.55***
1) การอนุรักษ์พลังงาน	41.00	5.21	40.25	5.19	2.49*
2) การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม	34.81	4.86	34.34	4.58	1.46

*p < .05

จากตารางที่ 9 พบว่า หลังการจัดการเรียนการสอนนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบย่อย พบว่า คะแนนเฉลี่ยความตระหนักฯ ทั้งในด้านเจตคติและด้านพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่เมื่อพิจาณาในรายละเอียดแล้ว พบว่า ในส่วนของพฤติกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนทั้งสองกลุ่มนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มุ่งศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 32 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ ทั้งสองกลุ่มใช้ระยะเวลาเรียนทั้งสิ้น 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ มีการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งก่อนและหลังการทดลองด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและแบบวัดความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทำการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบที

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา และความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. หลังการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. หลังการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม นักเรียนมีความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนกลุ่มทดลองมีความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม ซึ่งอภิปรายตามลำดับดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหา

ภายหลังการทดลอง กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และ 2 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปรัชญา จันตา (2554) สุพากร พูลสุข (2546) และ อัมพวา รักบิดา (2552) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา โดยใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนที่มีลักษณะคล้ายกับขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ พบว่า การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดนี้สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนได้ ทั้งนี้เป็นเพราะเหตุผลต่อไปนี้ ในกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบ SEPUP Learning Cycle นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาตามองค์ประกอบย่อยของ Weir (1973) ครบทั้ง 4 องค์ประกอบ โดยนักเรียนได้ระบุคำถาม และทำการกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาบนฐานความรู้เดิมที่มีอยู่ผ่านการตั้งสมมติฐานในขั้นท้าทายความคิด จากนั้นนักเรียนได้สืบค้นข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสรุปแนวทางการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเองในขั้นการวิเคราะห์หลักฐานและขั้นสร้างและเชื่อมโยงความรู้ แล้วจึงทำการให้เหตุผลในการเลือกแนวทางการแก้ปัญหาของตนเองผ่านการอภิปรายภายในชั้นเรียนแล้วนำเสนอต่อบุคคลอื่นในโรงเรียนหรือในชุมชนต่อไป นอกจากนี้การที่นักเรียนได้พิจารณาปัญหาในมุมมองที่หลากหลาย สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ของ Holbrook (1992) ที่ส่งเสริมให้นักเรียนพิจารณาปัญหาและประเด็นปัญหาจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย แล้วนำมาวิเคราะห์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจและนำไปใช้ได้ง่ายขึ้น เป็นลักษณะของการเรียนรู้แบบบูรณาการ ส่วนประเด็นปัญหาและสถานการณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนเป็นสถานการณ์ปัญหาด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อน น่าสนใจ สามารถวิเคราะห์ประเด็นปัญหาได้หลากหลาย และมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนโดยตรง ส่งผลให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้และเห็นความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีผลต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมอย่างชัดเจน

2. ความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม

จากผลการวิจัย พบว่า ภายหลังการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 และ 4 เนื่องจากกิจกรรมการเรียนการสอนที่ฝึกนักเรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับการใช้พลังงานที่ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมต่อชุมชน เพื่อเชื่อมโยงไปสู่กิจกรรมการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมเพื่อรวบรวมหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนได้รู้ถึงสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชุมชน ได้ตระหนักถึงผลของ

พฤติกรรมตนเองที่มีต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังเข้าใจสาเหตุและผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ประกอบกับการที่นักเรียนได้ฝึกหาแนวทางการแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมทำให้นักเรียนได้ทำการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม ได้รู้ถึงสถานการณ์ปัจจุบันที่เกิดขึ้น ส่งผลให้เกิดความใส่ใจและเห็นคุณค่าทำให้นักเรียนมีความตระหนักมากขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของ Zeidler และคณะ (2005: 357-373) ที่กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นประเด็นปัญหาเป็นสำคัญ และการศึกษาประเด็นปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เชิงสังคมนี้ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถ มีการพัฒนาในด้านจริยธรรม ศีลธรรม และความตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งการที่นักเรียนกลุ่มทดลองมีความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มควบคุมนั้นเป็นเพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

ในการนำการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน ผู้สอนควรพิจารณาคัดเลือกเนื้อหาและประเด็นปัญหาที่ใช้ในการสอนให้มีความน่าสนใจ เป็นประเด็นที่ทันสมัย และเกิดขึ้นในชุมชน เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจและใส่ใจกับประเด็นนั้นมากขึ้น ทำให้เกิดความอยากรู้อยากเรียนและนำไปสู่การพัฒนาความตระหนักได้ง่ายขึ้น

ผู้สอนควรฝึกทักษะที่จำเป็นกับนักเรียนเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา เช่น ทักษะการตั้งคำถาม การสืบค้นข้อมูล การวิเคราะห์และจัดกระทำข้อมูล เป็นต้น เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถตั้งคำถามได้อย่างเหมาะสม เป็นคำถามที่ชัดเจน สามารถกำหนดขอบเขตได้ง่าย และน่าสนใจ ทั้งนี้ผู้สอนควรกำหนดคำถามสำคัญหรือขอบเขตของข้อมูลที่ต้องการให้นักเรียนค้นคว้าไว้ก่อนแล้ว เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถวางแผนในการทำงานและการแก้ปัญหาอย่างชัดเจนมากขึ้น

นอกจากนี้หากผู้สอนต้องการพัฒนาความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม เนื้อหาที่ทำการสอน หรือประเด็นที่นำมาใช้ในการสอนนั้นต้องเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมด้วย

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการนำแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาตัวแปรตามอื่น เช่น *ความสามารถในการสื่อสาร* เนื่องจากนักเรียนต้องมีการอภิปรายกันในทุกขั้นตอน ทำให้นักเรียนได้ฝึกกลวิธีในการสื่อสารให้มีความกระชับ ชัดเจน และตรงประเด็น *ความสามารถในการวิเคราะห์* เนื่องจากนักเรียนต้องมีการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการสร้างความรู้ในขั้นการวิเคราะห์อย่างชัดเจน

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กิตติภูมิ มีประดิษฐ์. 2550. **มนุษย์ อุตสาหกรรมและสภาพแวดล้อม.** พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา ฝ่ายเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยศรีปทุม.

จรินทร์ ธานีรัตน์. 2517. **รวมศัพท์ทางวิชาการศึกษา จิตวิทยา พลศึกษา กีฬา สุขศึกษาและนันทนาการ**. กรุงเทพฯ: โพธิสามต้นการพิมพ์.

ชวาล แพรรัตนกุล. 2526. **ความตระหนักในกระบวนการสิ่งแวดล้อม.** กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

ไชยยศ บุญญากิจ และคณะ. 2548. **ฉลาดซื้อ ฉลาดใช้ ฉลาดตัดสินใจ ด้วย LCA**. กรุงเทพฯ สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย.

ทนงศักดิ์ ประสบกิตติคุณ. 2535. **การประเมินค่าความตระหนักในปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดตราด**. วิทยานิพนธ์ ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประภาเพ็ญ สุวรรณ. 2520. **ทัศนคติ: การจัดการเปลี่ยนแปลงและพฤติกรรมอนามัย.** กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

ประสาท อิศรปรีดา. 2523. **จิตวิทยาการเรียนรู้กับการสอน.** กรุงเทพฯ : นำอักษรการพิมพ์.

ปรัชญา จันตา. 2554. **ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รัชนก ทุมชาติ. 2551. **การศึกษาความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดสมุทรสาคร โดยใช้แบบจำลองความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น: การวิเคราะห์กลุ่มพหุ.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543. **การวัดด้านจิตพิสัย.** กรุงเทพฯ: สุวีริยสาสน์.

วิชัย วงษ์ใหญ่. 2523. **พัฒนาหลักสูตรและการสอนมิติใหม่.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์รุ่งเรือง.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2544). **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สุนีย์ คล้ายนิล และคณะ. 2550. **บทสรุปเพื่อการบริหาร: การรู้วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ของนักเรียนวัย 15 ปี**. กรุงเทพฯ: เซเว่น พริ้นติ้ง.

สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญ เดชศรี, และ อัมพลิกา ประโมจนีย์. 2549. **สมรรถนะการแก้ปัญหาสำหรับโลกวันพรุ่งนี้**. กรุงเทพฯ: เซเว่นพริ้นติ้ง

สุภากร พูลสุข. 2547. **ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคพังงา.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อัมพวา รักบิดา ณัฐวิทย์ พจนตันติ และทวี ทองคำ. 2552. ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. **วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษย์ศาสตร์** 15, 1: 115-128.

ภาษาอังกฤษ

Akcay, H. and Yager, R.E. 2010. The Impact of Science/Technology/Society Teaching Approach on Student Learning in Five Domains**. Journal of Science Education and Technology.**

Bakar, E.; Bal, S.; and Akcay, H. 2006. Preservice Science Beliefs About Science-Technology and Their Implication in Society. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education** 3, 3: 18-31.

Carin, A. 1997. **Teaching Modern Science.** 7th ed. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

Dewey, J. 1993. **How to Think**. Boston: D.C.Health Company.

D'Zurilla,T.J., Nezu, A.M., and Maydeu-Olivares, A. 2004**.** What is Social Problem Solving?**.** In Chang, E.C., D'zurilla, T.J., and Sanna, L.J., ed**. Social Problem Solving: Theory, Research, and Training**, pp. 9-46. Washington, DC: American Psychological Association.

Duschl, R. A., Schweingruber, H. A., and Shouse, A. W. 2007. **Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8**. USA: National Academic Press.

Eysenck, H.J. and Arnold, W. 1972. **Encyclopedia of psychology.** London: Search Press.

Fetsco, T. and McClure, J. 2005. **Educational Psychology: An Integrated Approach to Classroom Decisions.** USA: Pearson Education, Inc.

Finley, et. al.. 1992. Science-Technology-Society. **Science Education** 76: 270-272.

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

Harms, N. and Yager, R.E. 1981. **What Research Says to the Science Teacher Vol. 3.** Washington, DC: National Science Teacher Association.

Hassard, J. 2005. **The Art of Teaching Science**. New York: Oxford University Press.

Holbrook, J.B. 1992. Science Education in Hong Kong: Achievements and determinants. **Education paper** 6, Faculty of education, University of Hong Kong.

Iozzi, L.A. 1987. **Science-Technology-Society: Preparing for Tomorrow's World.** USA: Sopris West, Inc.

Iizuka, M. 2000. **Role of Environmental Awareness in Achieving Sustainable Development**. Economic Commission for Latin America and the Caribbean [ECLAC].

Jonassen, D.H. 2004. **Learning to Solve Problems: An Instructional Design Guide.** USA: John Wiley&Sons, Inc.

Jonassen, D.H. 2011. **Learning to Solve Problem: A Handbook for Designing Problem-Solving Learning Environments**. New York: Taylor&Francis.

Koker, M. 2011. **SEPUP and the 5-E Learning Cycle**. USA: California.

Krathwohl, D.R., et.al. 1956. **Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals handbook II: affective domain**. London: Longman.

Krulic, S. and Rudnick, J.A. 1988. **Reasoning and Problem Solving: A Handbook for Elementary School Teachers.** USA: Allyn and Bacon.

Littledyke, M. 2008. Science education for environmental awareness: approaches to integrating cognitive and affective domains. **Environmental Education Research** 14, 1: 1-17.

Merryfield, M. 1991. Science-Technology-Society and Global Perspectives. **Theory into Practice,** 80: 288-293.

Mourtos, N.J., Okamoto, N.D., and Rhee, J. 2004. Defining, Teaching, and Assessing Problem Solving Skill. **UICCE Annuan Conference on Engineering Education**, 9-13. India

National Science Teachers Association. 1990. **The NSTA position statement on science–technology–society (STS).**

Organization for Economic Cooperation and Development. 2003. **The PISA Assessment Framework – Mathematics, Reading, Science, and Problem Solving Knowledge and Skills**. France: OECD Publications.

Ozden, M. 2008. Environmental Awareness and Attitudes of Student Teachers: An Empirical Research. **International Research in Geographical and Environmental Education** 17 (1): 40-55.

Paul, R.W. 1984. **Critical Thinking: Fundamental to Education for a Free Society. Educational Leadership**.

Pedretti, E. and Nazir, J. 2011. Current in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On. **Science Education** 95 (4): 601-626.

Reeff, J., Zabal, A, and Blech, C. 2006. **The Assessment of Problem-Solving Competencies.** [Online]. Available: http://www.die-bonn.de/esprid/dokumente/doc-2006/reeff06_01.pdf. Retrieved

Roth, K.J. (1989). Science Education: It' not enough to 'do' or 'relate'. **American Educator** 13(4): 16-12, 46-48.

Runes, D.D. 1971. **Dictionary of Philosophy.** New Jersey: Littlefield Adam & Company.

Sadler, T.D. 2002. **Socioscientific Issue Research and Its Relevance for Science Education.** Paper presented to science education graduate students at the University of South Florida [Online]. Available from: http://www.eric.ed.gov [January 3, 2013]

Singleton, L.R. 1988. **Science/Technology/Society: Training Manual**. Colorado: Social Science Education Consortium, Inc.

Staver, J.R.. 2007. Teaching Science. **Educational Practices Series-17**. Brussels: The International Academy of Education.

Tsai, C.C. 2002. A Science Teacher's Reflections and Knowledge Growth About STS Instruction after Actual Implementation. **Science Education** 86 (January): 23-25.

UNESCO. 1990. **World Declaration on Education for All and Framework for Action to Meet Basic Learning Needs.** Paris: UNESCO.

UNESCO. 2002. **Education for Sustainability**. Paris: UNESCO.

UNESCO. 2010. **Current Challenges in Basic Science Education**. Paris: UNESCO.

United Nations. 1993. **Agenda 21: Earth Summit - The United Nations Programme of Action from Rio. United Nations Publications.** [Online] Available from: http://www.un.org/esa/dsd/agenda21/res_agenda21_40.shtml [September 16, 2010]

Waks, L.J. 1989. Critical Theory and Curriculum Practice in STS Education. **Journal of Business Ethics** 8: 201-207.

Weir, J.J. 1974. Problem Solving in Everybody Problem. **Science Teacher** 41: 16–18.

Wolman, B.B. 1973. **Dictionary of Behavioral Science**. London: Litton Educational Publishing lnc.

Yager, R., Harms, N., and Lunetta, V. 1981. Science Teaching in the United States: A Prospective Versus Retrospective Synthesis. **Research in Science Education** 11: 26-33.

Yager, R.E. and Akcay, Hakan. 2007. What Results Indicate Concerning the Successes with STS Instruction. **Science Education** 16 (1): 13-21.

Zeidler, D. L., et al. (2005). Beyond STS: A Research-based Framework for Socioscientific Issues Education. **Science Education** 89 (May): 357-377.

Zoller, U. et. al. 1990. Goal attainment in science-technology-society (S/T/S) education and reality: The case of British Columbia. **Science Education** 74: 19-36.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้

อาจารย์ ดร.วัชราภรณ์ แก้วดี	สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาจารย์น้ำผึ้ง ศุภอุทุมพร	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
อาจารย์พรเทพ จันทราอุกฤษฎ์	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. **แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม**
2. **แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบทั่วไป**

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง
พลังงานไฟฟ้า และการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัย

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ **วิชา วิทยาศาสตร์**
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 **เวลา 450 นาที**

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวน การสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 5.1 ม. 3/2 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า ความต้านทาน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว 5.1 ม. 3/3 คำนวณพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว 5.1 ม. 3/4 สังเกตและอภิปรายการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้านอย่างถูกต้องปลอดภัย และประหยัด

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบหน่วยการเรียนรู้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าจากถ่านหินได้
2. วิเคราะห์ผลกระทบของการผลิตไฟฟ้าในแต่ละขั้นตอนที่มีต่อประชาชน สิ่งแวดล้อม และสังคมได้
3. เสนอแนวทางการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างง่ายได้
4. บอกข้อควรระวังในการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าได้
5. บอกประเภทของพลังงานทดแทนได้
6. เลือกใช้พลังงานทดแทนได้อย่างเหมาะสมกับสภาพของชุมชน
7. วัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของตนเองได้
8. คำนวณค่าไฟฟ้าที่ตนเองใช้ได้
9. วิเคราะห์ผลกระทบของการใช้พลังงานของตนเองที่มีต่อชุมชนได้
10. เขียนรายงานเพื่อสื่อความเกี่ยวกับสาเหตุของปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาได้

เนื้อหา/สาระ

ไดนาโม คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้าด้วยการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า ซึ่งมีหลักการว่า เมื่อขดลวดเคลื่อนที่ตัดผ่านสนามแม่เหล็ก จะเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวดนั้น

พลังงานทดแทน หมายถึง พลังงานที่นำมาใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิง สามารถแบ่งตามแหล่งที่ได้มาเป็น 2 ประเภท คือ 1) พลังงานทดแทนจากแหล่งที่ใช้แล้วหมดไป หรือพลังงานสิ้นเปลือง ได้แก่ ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ นิวเคลียร์ หินน้ำมัน และทรายน้ำมัน เป็นต้น และ 2) พลังงานหมุนเวียนเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้แล้วสามารถหมุนเวียนมาใช้ได้อีก ได้แก่ แสงอาทิตย์ ลม ชีวมวล น้ำ และไฮโดรเจน เป็นต้น

กำลังไฟฟ้า คือ พลังงานไฟฟ้าที่เครื่องใช้ไฟฟ้าใช้ไปในหนึ่งหน่วยเวลา

การคิดค่าไฟฟ้ามีองค์ประกอบ 3 ส่วนคือ ค่าไฟฟ้าฐาน ค่าไฟผันแปร และภาษีมูลค่าเพิ่ม โดยที่

ค่าไฟฟ้า = ค่าไฟฟ้าฐาน + ค่าไฟฟ้าผันแปร + ภาษีมูลค่าเพิ่ม

ค่าไฟฟ้าฐาน คือ ค่าไฟฟ้าที่คิดจากการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมดใช้ไปใน 1 เดือน คูณด้วยค่าไฟฟ้าต่อหน่วย

ค่าไฟฟ้าผันแปร คือ ค่าใช้จ่ายที่การไฟฟ้าไม่สามารถควบคุมได้ เป็นค่าที่เป็นไปตามมติของคณะรัฐมนตรี

ภาษีมูลค่าเพิ่ม คือ ภาษีที่ผู้ขอรับบริการต้องเป็นผู้รับภาระตามกฎหมายกำหนด

กิจกรรมการเรียนรู้

1) สร้างความสนใจ (10 นาที)

ครูให้สถานการณ์กับนักเรียนและสมมติให้นักเรียนเป็นคนในชุมชนแห่งนี้ ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ให้ได้ประเด็นต่อไปนี้

1. เกิดอะไรขึ้นในชุมชน
2. ปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นน่าจะเกิดขึ้นจากสาเหตุใด

ในอำเภอแห่งหนึ่งซึ่งอยู่ทางตอนเหนือของประเทศมีภูมิประเทศเป็นแบบภูเขาล้อมรอบทั้งสามด้าน ทำให้มีลักษณะเป็นแอ่งกระทะ ประชาชนในอำเภอนี้ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ปลูกพืช และเลี้ยงสัตว์เป็นหลักโดยภายในอำเภอนี้มีโรงไฟฟ้าถ่านหินอยู่ และถ่านหินที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้านี้ได้มาจากเหมืองถ่านหินลิกไนต์ซึ่งอยู่ในอำเภอเดียวกัน โรงไฟฟ้าแห่งนี้เป็นโรงผลิตไฟฟ้าตามความต้องการพื้นฐานทำหน้าที่ผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับจ่ายให้กับภาคเหนือของประเทศซึ่งหมายความว่าจะต้องทำการเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าอยู่ตลอดเวลา ไม่มีการหยุดพักเพื่อให้สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เพียงพอต่อความต้องการของประชาชนในภาคเหนือของประเทศ

ในเวลาต่อมาได้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศภายในอำเภอแห่งนี้ โดยฝนที่ตกลงมานั้นมีสีค่อนข้างเหลือง ประชาชนเริ่มมีอาการระคายเคืองตาและจมูก หายใจไม่สะดวก คลื่นไส้ วิงเวียนศีรษะ โดยในกลุ่มผู้ที่มีร่างกายอ่อนแอเช่น เด็ก คนชรา ผู้ป่วยโรคหัวใจ ภูมิแพ้ และโรคระบบทางเดินหายใจ มีอาการป่วยอย่างเฉียบพลัน

นอกเหนือจากประชาชนในชุมชนแล้วพืชพรรณธรรมชาติและสัตว์เลี้ยงเองก็ได้รับผลกระทบด้วย โดยพื้นที่ไร่นากว่าร้อยละ 50 รอบโรงไฟฟ้าได้รับความเสียหาย พืชที่เคยมีสีเขียวชอุ่มก็กลับกลายเป็นสีเหลือง ใบหงิกหงอและแห้งกรอบ สัตว์เลี้ยงในชุมชนล้มตาย แหล่งน้ำตามธรรมชาติในชุมชนก็มีความเป็นกรดมากขึ้น ปลาบางชนิดล้มตายลงเป็นจำนวนมาก

แม้ว่าปัจจุบันจะเกิดปัญหาขึ้นในชุมชนแต่ทว่าเมื่อความต้องการในการใช้ไฟฟ้าของประเทศมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้โรงไฟฟ้าถ่านหินต้องมีการเพิ่มกำลังการผลิตขึ้นโดยการก่อสร้างโรงไฟฟ้าถ่านหินแห่งใหม่ในอำเภอ มีการใช้ถ่านหินในการผลิตกระแสไฟฟ้ามากขึ้นตามไปด้วย

2) ท้าทายความคิด (40 นาที)

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ใน 2 ประเด็นคือ สาเหตุของปัญหาและแนวทางการแก้ไข เพื่อหาประเด็นย่อยที่นักเรียนต้องศึกษาเพื่อใช้ในการตอบคำถาม

1. ด้านสาเหตุของปัญหา: ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อระบุว่าสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในชุมชนนั้นน่าจะมาจากโรงไฟฟ้าถ่านหินในอำเภอ โดยนักเรียนต้องทำการศึกษาในประเด็นต่อไปนี้
    1.1. กระบวนการผลิตไฟฟ้าจากถ่านหิน
    1.2. ผลกระทบของการผลิตไฟฟ้าที่มีต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อม

2. ด้านแนวทางการแก้ไขปัญหา: ครูกำหนดเงื่อนไขว่าการปิดโรงไฟฟ้าแห่งแรกในทันทีนั้นไม่สามารถทำได้ และการสร้างโรงไฟฟ้าแห่งใหม่เพิ่มขึ้นเป็นสิ่งที่คนในชุมชนไม่ต้องการ นักเรียนจึงต้องช่วยกันลดการใช้พลังงานเพื่อให้ไม่มีความจำเป็นในการสร้างโรงไฟฟ้าแห่งใหม่ โดยนักเรียนศึกษาในประเด็นต่อไปนี้
    2.1. การดำเนินการระดับบุคคล: การลดการใช้พลังงาน
    2.2. การดำเนินการระดับครอบครัว: การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย
    2.3. การดำเนินการระดับชุมชน: การเลือกใช้พลังงานทดแทน

3) รวบรวมหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ (5 คาบ)

กิจกรรมที่ 1: การผลิตไฟฟ้าจากถ่านหิน (2 คาบ)

นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตไฟฟ้าจากถ่านหินจากแหล่งเรียนรู้ในห้องสมุด และจากอินเตอร์เน็ต

นักเรียนรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการผลิตไฟฟ้าจากถ่านหิน โดยครูให้นักเรียนพิจารณากระบวนการทุกขั้นตอนตั้งแต่การได้มาซึ่งถ่านหิน การขนส่งถ่านหินมายังโรงไฟฟ้า จนกระทั่งเสร็จสิ้นกระบวนการได้เป็นพลังงานไฟฟ้าออกมา

เมื่อได้ขั้นตอนในการผลิตไฟฟ้าแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าในแต่ละขั้นตอนนั้นสามารถทำให้เกิดมลภาวะใดได้บ้าง นักเรียนทราบได้อย่างไร และมลภาวะเหล่านี้ส่งผลอย่างไรต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อม

กิจกรรมที่ 2: การดำเนินการระดับบุคคลและครอบครัว (1 คาบ)

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับแหล่งมลพิษในชุมชนและการสร้างโรงไฟฟ้าถ่านหินเพิ่มเติม โดยครูใช้คำถามต่อไปนี้ช่วยในการอภิปราย

1. เพราะเหตุใดจึงมีโครงการที่จะสร้างโรงไฟฟ้าถ่านหินเพิ่มขึ้นในชุมชน (ความต้องการในการใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้น)
2. ถ้าชุมชนไม่ต้องการให้มีการสร้างโรงไฟฟ้าถ่านหินขึ้น ตัวนักเรียนเองควรมีการดำเนินการอย่างไร (ระดับบุคคล: ช่วยกันประหยัดพลังงาน ระดับครอบครัว: ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ)

ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3 คนเพื่อร่วมกันอภิปรายหาแนวทางการประหยัดพลังงานและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยทำการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากอินเตอร์เน็ต

กิจกรรมที่ 3: การดำเนินการระดับชุมชน: พลังงานทดแทน (2 คาบ)

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงบทบาทของชุมชนในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า และเสนอถึงแนวทางในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าโดยการใช้พลังงานทดแทน ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับพลังงานทดแทนจากอินเตอร์เน็ต

4) วิเคราะห์หลักฐาน (1 คาบ)

จากข้อมูลด้านการผลิตไฟฟ้าจากถ่านหิน ให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ส่วนคือ ขั้นตอนการผลิตไฟฟ้าจากถ่านหิน และ มลภาวะที่เกิดขึ้นจากการผลิตไฟฟ้าจากถ่านหิน โดยเขียนสรุปข้อมูลที่ได้ไว้เป็นข้อๆ

จากข้อมูลเรื่องพลังงานทดแทนให้นักเรียนแยกข้อมูลออกเป็นหัวข้อย่อย เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานชีวมวล และพลังงานนิวเคลียร์ เป็นต้น จากนั้นวิเคราะห์ถึงทรัพยากรที่มีในชุมชนเพื่อเลือกใช้พลังงานทดแทนที่เหมาะสมกับชุมชนนี้ (พลังงานชีวมวล พลังงานแสงอาทิตย์) พร้อมบอกเหตุผล

5) สร้างและเชื่อมโยงความรู้ (1 คาบ)

กิจกรรมตระหนักรู้การใช้พลังงานของตนเอง: การคำนวณค่าไฟฟ้า

ครูให้ตัวอย่างการใช้พลังงานของครอบครัวหนึ่ง ทำการคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ครอบครัวนี้ใช้เพื่อเป็นตัวอย่างให้นักเรียนศึกษา จากนั้นให้นักเรียนเขียนว่าในแต่ละวันนักเรียนใช้พลังงานไฟฟ้าอะไรบ้าง เป็นระยะเวลาเท่าใด แล้วให้นักเรียนคำนวณปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ตนเองใช้ในแต่ละวัน โดยครูมีข้อมูลเกี่ยวกับค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดเตรียมไว้ให้

ครูรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานของนักเรียน ให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลถึงการใช้พลังงานของนักเรียนแต่ละคน ถ้าคิดเป็นค่าไฟฟ้าอย่างง่ายโดยเทียบที่หน่วยละ 3 บาท นักเรียนแต่ละคนจะต้องจ่ายค่าไฟฟ้าวันละกี่บาท และเดือนละกี่บาท เพื่อให้ทราบถึงลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าของตนเอง และของเพื่อนร่วมห้อง

ให้นักเรียนวิเคราะห์ถึงการใช้พลังงานของนักเรียนทุกคนในโรงเรียน โดยให้สมมติว่านักเรียนในโรงเรียนมีลักษณะการใช้พลังงานแบบเดียวกันกับนักเรียนในห้องนี้ วิเคราะห์ว่าในแต่ละวันจะมีการใช้พลังงานเท่าใด เพื่อให้นักเรียนเห็นถึงผลกระทบของการใช้พลังงานของบุคคลที่มีต่อชุมชนโดยรวม

6) ใช้หลักฐาน (1 คาบ)

ครูให้นักเรียนจัดทำเอกสารเพื่อรณรงค์ให้คนในชุมชนร่วมกันประหยัดพลังงาน โดยต้องบอกถึงเหตุผลในการที่ต้องช่วยกันประหยัดพลังงาน แนวทางในการประหยัดพลังงานทั้งในระดับบุคคล ครอบครัว และชุมชน ทั้งนี้ครูกำหนดให้นักเรียนจัดทำเอกสารเป็นรูปเล่มขนาด A5 (ครึ่งหนึ่งของ A4) จำนวนไม่เกิน 15 หน้า

รายการแหล่งเรียนรู้ที่ให้นักเรียนสืบค้น

การผลิตไฟฟ้าจากถ่านหิน

1. วีดีทัศน์เรื่อง โรงไฟฟ้าถ่านหิน: http://www.youtube.com/watch?v=w1XHdAHvDw8 และ http://www.youtube.com/watch?v=YkRLnldcPwM
2. โรงไฟฟ้า (Power Plant): http://hpe4.anamai.moph.go.th/hia/power_plant.php
3. โรงไฟฟ้าแม่เมาะ: http://maemoh.egat.com/index_maemoh/index.php?content=knowledge

4. โรงไฟฟ้าพลังถ่านหิน: http://www.thaiconveyorbelt.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=572568&Ntype=8
5. มองโรงไฟฟ้าถ่านหินผ่านแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม: http://www.gotoknow.org/posts/504175
6. เยี่ยมชมเทคโนโลยีผลิตพลังงานสะอาด: http://www.tpa.or.th/publisher/pdfFileDownloadS/tn219B_p45-48.pdf

การประหยัดไฟฟ้าและการใช้ไฟฟ้าอย่างถูกวิธี

1. 108 วิธีประหยัดพลังงาน กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน: http://www.eppo.go.th/encon/encon-108-T.html
2. การประหยัดพลังงาน "เครื่องใช้ไฟฟ้า" (การใช้ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย): http://blog.eduzones.com/tenny/3800

พลังงานทดแทน

1. แผนอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน: http://www.eppo.go.th/encon/plan-2551-2554/encon-2551-2554.pdf โดยเริ่มตั้งแต่หน้าที่ 50 เป็นต้นไป
2. คลังความรู้-พลังงานทดแทน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน: http://www.dede.go.th/dede/index.php?option=com_content&view=section&layout=blog&id=11&Itemid=68&lang=th

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม

แผนรายคาบแผนที่ 1 เรื่อง
พลังงานไฟฟ้า และการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัย

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ **วิชา วิทยาศาสตร์**
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 **เวลา 50 นาที**

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวน การสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 5.1 ม. 3/2 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า ความต้านทาน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว 5.1 ม. 3/3 คำนวณพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว 5.1 ม. 3/4 สังเกตและอภิปรายการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้านอย่างถูกต้องปลอดภัย และประหยัด

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบหน่วยการเรียนรู้แล้ว นักเรียนสามารถ

11. วิเคราะห์สถานการณ์ที่ครูกำหนดให้เพื่อระบุสาเหตุและแนวทางแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมจากโรงไฟฟ้าที่มีต่อชุมชน
12. อภิปรายเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาเรื่องสิ่งแวดล้อมในชุมชน
13. สรุปการเรียนรู้จากกิจกรรมเพื่อให้เกิดความตระหนักอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม
14. อธิบายกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าจากถ่านหินได้

เนื้อหา/สาระ

ปัญหาสิ่งแวดล้อม คือ ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้ทรัพยากรทางธรรมชาติของมนุษย์ที่ส่งผลให้เกิดความเสื่อมโทรมต่อสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ

สาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม ได้แก่

1. ปัญหาจากมนุษย์ เช่น การเพิ่มจำนวนของมนุษย์ การใช้ทรัพยากรของมนุษย์ และการขยายตัวทางเศรษฐกิจ เป็นต้น
2. การขยายตัวของเมือง
3. สภาพการใช้ที่ดินไม่เหมาะสม

4. การใช้เทคโนโลยีไม่เหมาะสม เช่น การผลิตไฟฟ้าจากถ่านหิน เป็นต้น

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ (10 นาที)

1. ครูทบทวนความรู้เดิม โดยใช้คำถาม (คิดคำตอบรายบุคคล 3 นาที และจับคู่แลกเปลี่ยนคำตอบ 2 นาที) มีคำถาม ดังนี้

1.1. ชุมชนของนักเรียนมีปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมหรือไม่

1.2. ชุมชนมีปัญหาสิ่งแวดล้อมอะไรบ้าง

1.3. เพราะเหตุใดชุมชนจึงมีปัญหาสิ่งแวดล้อม

2. ครูสุ่มคำตอบจากนักเรียน 3 คน (3 นาที)

3. ครูเชื่อมโยงคำตอบสู่กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นกิจกรรม

ขั้นสร้างความสนใจ (10 นาที)

4. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน

5. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน และมอบหมายภาระงาน (10 นาที) ดังนี้

5.1. กำหนดบทบาทของสมาชิกภายในกลุ่ม

5.2. ศึกษาสถานการณ์ตัวอย่างจากใบกิจกรรมที่ 1

5.3. ตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 1 ซึ่งมีคำถาม ดังนี้

5.3.1. ชุมชนมีปัญหาสิ่งแวดล้อมอะไรบ้าง

5.3.2. สาเหตุของการเกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม

5.4. บันทึกคำตอบลงในกระดาษคำตอบปอนขาว แล้วนำเสนอหน้าชั้นเรียน (โดยติดกระดาษคำตอบไว้บนกระดาน)

ขั้นท้าทายความคิด (ใช้เวลา 35 นาที)

6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสถานการณ์ตัวอย่างจากใบกิจกรรมที่ 1 ในประเด็นดังนี้

6.1. *สาเหตุของปัญหา* เพื่อหาสาเหตุของปัญหาน่าจะมาจากโรงไฟฟ้าถ่านหิน โดยอาศัยข้อมูลจาก 2 ประเด็นคือ 1) กระบวนการผลิตถ่านหิน และ 2) ผลกระทบของการผลิตไฟฟ้าที่มีต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อม

6.2. *แนวทางแก้ปัญหา* โดยกำหนดเงื่อนไขคือ “หากไม่สามารถปิดโรงงานที่มีอยู่เดิมและไม่ต้องการสร้างโรงไฟฟ้าใหม่” จะมีแนวทางการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างไร โดยพิจารณาจาก 3 ประเด็น ดังนี้

6.2.1. การดำเนินการระดับบุคคล

6.2.2. การดำเนินการระดับครอบครัว

6.2.3. การดำเนินการระดับชุมชน

ขั้นการสรุป (5 นาที)

7. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุป โดยอาศัยคำตอบจากการดำเนินกิจกรรมในข้างต้น ในประเด็นดังนี้

7.1. ปัญหาที่เกิดขึ้นในชุมชน

7.2. สาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหา

7.3. แนวทางการแก้ปัญหา

8. ครูมอบหมายภาระงานให้นักเรียนศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตไฟฟ้าฟ้าจากถ่านหิน โดยสืบค้นจากแหล่งการเรียนรู้ที่ครูกำหนดให้ แล้วสรุปผลการสืบค้นลงในกระดาษ A4 เป็นการบ้านเพื่อใช้ประกอบการเรียนในคาบต่อไป

รายการแหล่งเรียนรู้ที่ให้นักเรียนสืบค้น

การผลิตไฟฟ้าจากถ่านหิน

1. วีดีทัศน์เรื่อง โรงไฟฟ้าถ่านหิน: http://www.youtube.com/watch?v=w1XHdAHvDw8 และ http://www.youtube.com/watch?v=YkRLnldcPwM
2. โรงไฟฟ้า (Power Plant): http://hpe4.anamai.moph.go.th/hia/power_plant.php
3. โรงไฟฟ้าแม่เมาะ: http://maemoh.egat.com/index_maemoh/index.php?content=knowledge
4. โรงไฟฟ้าพลังถ่านหิน: http://www.thaiconveyorbelt.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=572568&Ntype=8
5. มองโรงไฟฟ้าถ่านหินผ่านแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม: http://www.gotoknow.org/posts/504175
6. เยี่ยมชมเทคโนโลยีผลิตพลังงานสะอาด: http://www.tpa.or.th/publisher/pdfFileDownloadS/tn219B_p45-48.pdf

การประหยัดไฟฟ้าและการใช้ไฟฟ้าอย่างถูกวิธี

1. 108 วิธีประหยัดพลังงาน กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน: http://www.eppo.go.th/encon/encon-108-T.html
2. การประหยัดพลังงาน "เครื่องใช้ไฟฟ้า" (การใช้ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย): http://blog.eduzones.com/tenny/3800

พลังงานทดแทน

1. แผนอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน: http://www.eppo.go.th/encon/plan-2551-2554/encon-2551-2554.pdf โดยเริ่มตั้งแต่หน้าที่ 50 เป็นต้นไป

2. คลังความรู้-พลังงานทดแทน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน: http://www.dede.go.th/dede/index.php?option=com_content&view=section&layout=blog&id=11&Itemid=68&lang=th

ใบกิจกรรมที่ 1 ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาเอกสารต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามที่อาจารย์กำหนด

ในอำเภอแห่งหนึ่งซึ่งอยู่ทางตอนเหนือของประเทศมีภูมิประเทศเป็นแบบภูเขาล้อมรอบทั้งสามด้าน ทำให้มีลักษณะเป็นแอ่งกระทะ ประชาชนในอำเภอนี้ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ปลูกพืช และเลี้ยงสัตว์เป็นหลักโดยภายในอำเภอนี้มีโรงไฟฟ้าถ่านหินอยู่ และถ่านหินที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้านี้ได้มาจากเหมืองถ่านหินลิกไนต์ซึ่งอยู่ในอำเภอเดียวกัน โรงไฟฟ้าแห่งนี้เป็นโรงผลิตไฟฟ้าตามความต้องการพื้นฐานทำหน้าที่ผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับจ่ายให้กับภาคเหนือของประเทศซึ่งหมายความว่าจะต้องทำการเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าอยู่ตลอดเวลา ไม่มีการหยุดพักเพื่อให้สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เพียงพอต่อความต้องการของประชาชนในภาคเหนือของประเทศ

ในเวลาต่อมาได้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศภายในอำเภอแห่งนี้ โดยฝนที่ตกลงมานั้นมีสีค่อนข้างเหลือง ประชาชนเริ่มมีอาการระคายเคืองตาและจมูก หายใจไม่สะดวก คลื่นไส้ วิงเวียนศีรษะ โดยในกลุ่มผู้ที่มีร่างกายอ่อนแอเช่น เด็ก คนชรา ผู้ป่วยโรคหัวใจ ภูมิแพ้ และโรคระบบทางเดินหายใจ มีอาการป่วยอย่างเฉียบพลัน

นอกเหนือจากประชาชนในชุมชนแล้วพืชพรรณธรรมชาติและสัตว์เลี้ยงเองก็ได้รับผลกระทบด้วย โดยพื้นที่ไร่นากว่าร้อยละ 50 รอบโรงไฟฟ้าได้รับความเสียหาย พืชที่เคยมีสีเขียวชอุ่มก็กลับกลายเป็นสีเหลือง ใบหงิกหงอและแห้งกรอบ สัตว์เลี้ยงในชุมชนล้มตาย แหล่งน้ำตามธรรมชาติในชุมชนก็มีความเป็นกรดมากขึ้น ปลาบางชนิดล้มตายลงเป็นจำนวนมาก

แม้ว่าปัจจุบันจะเกิดปัญหาขึ้นในชุมชนแต่ทว่าเมื่อความต้องการในการใช้ไฟฟ้าของประเทศมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้โรงไฟฟ้าถ่านหินต้องมีการเพิ่มกำลังการผลิตขึ้นโดยการก่อสร้างโรงไฟฟ้าถ่านหินแห่งใหม่ในอำเภอ มีการใช้ถ่านหินในการผลิตกระแสไฟฟ้ามากขึ้นตามไปด้วย

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม

แผนรายคาบแผนที่ 2 เรื่อง
พลังงานไฟฟ้า และการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัย

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ **วิชา วิทยาศาสตร์**
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 **เวลา 100 นาที**

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวน การสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 5.1 ม. 3/2 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า ความต้านทาน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว 5.1 ม. 3/3 คำนวณพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว 5.1 ม. 3/4 สังเกตและอภิปรายการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้านอย่างถูกต้องปลอดภัย และประหยัด

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบหน่วยการเรียนรู้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. สืบสอบความรู้เกี่ยวกับการได้มาซึ่งถ่านหิน การขนส่งถ่านหินในการผลิตไฟฟ้า และขั้นตอนการผลิตไฟฟ้าจากถ่านหิน โดยอาศัยข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย
2. วิเคราะห์และอภิปรายโดยอาศัยข้อมูลเพื่อระบุสาเหตุของการเกิดมลภาวะ
3. ระดมสมองด้วยความตระหนักในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา จากมลภาวะในแต่ละแต่ละขั้นตอนการผลิตไฟฟ้าจากถ่านหินที่มีต่อประชาชน สิ่งแวดล้อม และสังคมได้
4. อธิบายกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าจากถ่านหินได้

เนื้อหา/สาระ

การได้มาซึ่งถ่านหิน สามารถทำได้จากการทำเหมืองถ่านหิน เป็นการขุดเจาะหรือเปิดหน้าดินลงไปเพื่อที่จะนำแร่ธาตุที่มนุษย์ต้องการในดินนำมาใช้ โดยทั่วไปแล้วแบ่งออกเป็น 2 แบบด้วยกัน คือ การทำเหมืองแบบเหมืองเปิดและการทำเหมืองแบบเหมืองใต้ดิน

ขั้นตอนการผลิตไฟฟ้าจากถ่านหิน มีดังนี้

ถ่านหินจะถูกส่งจาก Transfer house เข้าสู่ไซโล โดยระบบสายพานลำเลียง ปริมาณถ่านหิน 800 ต้น/ชั่วโมง จะถูกลำเลียงและป้อนเข้าสู่ตัวบดถ่านหิน ให้เป็นเม็ดเล็กลงไปอีก ให้ได้ขนาดประมาณ 1 ส่วน 4 นิ้ว หรือเล็กกว่านั้นอีก เพื่อให้ง่ายต่อการเผาไหม้เพื่อต้มน้ำใน boiler น้ำจำนวนมากใน boiler จะกลายเป็นไอที่ความร้อนสูงประมาณ 540 องศาเซลเซียส และมีความดันประมาณ 2400 PSI ไอน้ำที่มีความดันสูงนี้จะอัดตัวกันอยู่ภายในท่อ ซึ่งต่อมายัง Turbine พัดลมพลังสูงจะเป่าอากาสเข้าสู่ boiler เพื่อให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้นทำให้ไอน้ำมีความดันถึง 2400 PSI เพื่อไปขับใบพัดของ Turbine ให้หมุนถึงประมาณ 3600 RPM ตัว Turbine ซึ่งต่ออยู่กับ Generator (เครื่องกำเนิดไฟฟ้า) จะผลิตพลังงานไฟฟ้าออกมา ส่วนไอน้ำที่ออกจาก Turbine จะมีความดันต่ำลงและจะไหลผ่าน Condenser และเปลี่ยนสภาพเป็นน้ำเพื่อจะนำกลับมาใช้ได้อีกครั้งหนึ่ง ส่วนอากาศเสียจากการเผาไหม้จะถูกพัดลมดูดเพื่อจะนำไปปล่อยที่ปลายปล่องควันของเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ (ของเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ประกอบด้วย CO2 , SO2 , NOx , ash , slag , gypsum) จะถูกกำจัดโดย electrosrtatic precipitators ณ จุดนี้ผงเถ้าละเอียด (fine ash) ถึง 99% จะถูกกำจัดที่จุดเช่นกัน ผงเถ้าละเอียดที่ถูกกำจัดแล้ว จะถูกรวบรวมไว้ที่เก็บผงเถ้า (Ash silo) เพื่อที่จะนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ (10 นาที)

1. ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนโดยใช้คำถามดังนี้ (คิดคำตอบเป็นรายบุคคล 3 นาที แล้วแลกเปลี่ยนกับคู่นักเรียน 2 นาที)
    1.1. การได้มาซึ่งถ่านหินมีขั้นตอนการผลิตอย่างไร
    1.2. การผลิตไฟฟ้าจากถ่านหินมีขั้นตอนอย่างไร
2. ครูสุ่มคำตอบนักเรียน 2 คำตอบ
3. ครูให้นักเรียนนำผลการสืบค้นข้อมูลการผลิตไฟฟ้าจากถ่านหินขึ้นมาพิจารณาคำตอบในข้างต้น
4. ครูเชื่อมโยงคำตอบของนักเรียนเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นกิจกรรม

ขั้นรวบรวมหลักฐานวิทยาศาสตร์ (ใช้เวลา 80 นาที)

5. นั่งเรียนนั่งเป็นกลุ่มตามกลุ่มเดิมในคาบที่แล้ว
6. ครูมอบหมายภาระงานให้นักเรียนโดยให้หัวหน้ากลุ่มเป็นผู้ดูแลการทำงาน ดังนี้
    6.1. แต่ละกลุ่มแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อย 3 กลุ่มย่อย
    6.2. สืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ในห้องสมุดและอินเตอร์เน็ต (50 นาที) โดยกำหนดให้
        กลุ่มย่อยที่ 1 สืบค้น ขั้นตอนการได้มาซึ่งถ่านหิน
        กลุ่มย่อยที่ 2 สืบค้น ขั้นตอนการขนถ่ายถ่านหินมายังโรงไฟฟ้า
        กลุ่มย่อยที่ 3 สืบค้น ขั้นตอนการผลิตไฟฟ้าจากถ่านหิน

6.3. สรุปผลการสืบค้นข้อมูลลงในกระดาษ A4 โดยเขียนเป็นลำดับขั้นตอน

6.4. ตอบคำถามหลังการสืบค้น (15 นาที) ดังนี้

6.4.1. ขั้นตอนแต่ละขั้นตอนจากการสืบค้นทั้ง 3 กลุ่มย่อย ก่อให้เกิดมลภาวะอะไรบ้าง

6.4.2. นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าเกิดมลภาวะ

6.4.3. มลภาวะเหล่านั้นส่งผลอย่างไรต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อม

6.5. สรุปคำตอบที่สัมพันธ์กับการสืบค้นข้อมูลลงในกระดาษปอนขาว แล้วนำมาติดบนกระดาน

7. ครูนำนักเรียนอภิปรายคำตอบของนักเรียนจากคำถามข้างต้น เพื่อเชื่อมโยงสู่ความรู้ที่ถูกต้องของกิจกรรม (15 นาที)

ขั้นสรุป (10 นาที)

8. ครูนำสรุป โดยใช้คำถามดังนี้

8.1. การได้มาซึ่งถ่านหินก่อให้เกิดมลภาวะหรือไม่ อย่างไร

8.2. การขนถ่ายถ่านหินมายังโรงไฟฟ้าก่อให้เกิดมลภาวะหรือไม่ อย่างไร

8.3. การผลิตไฟฟ้าจากถ่านหินก่อให้เกิดมลภาวะหรือไม่ อย่างไร

8.4. เมื่อนักเรียนทราบปัญหาจากมลพิษ นักเรียนควรแก้ปัญหาอย่างไร (เป็นคำถามชวนสงสัยเพื่อมอบหมายภาระงานไปสืบค้นที่บ้าน)

9. ครูมอบหมายภาระงานให้นักเรียนสืบค้นแนวทางแก้ปัญหามลภาวะที่เกิดจาก 1) การได้มาซึ่งถ่านหิน 2) การขนถ่ายถ่านหินมายังโรงไฟฟ้า และ 3) การผลิตไฟฟ้าจากถ่านหิน โดยพิจารณาระดับในการแก้ไขปัญหาคือ 1) ระดับบุคคล และ 2) ระดับครอบครัว

ตัวอย่าง แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบทั่วไป
แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การผลิตพลังงานไฟฟ้า

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ **วิชา วิทยาศาสตร์**
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 **เวลา 50 นาที**

<u>มาตรฐานและตัวชี้วัด</u>

มาตรฐาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวน การสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 5.1 ม.3/2 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า ความต้านทาน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

<u>จุดประสงค์การเรียนรู้</u>

เมื่อจบบทเรียนแล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของพลังงานไฟฟ้าได้
2. ทดลองหาค่าความต้านทานของลวดตัวนำได้
3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานไฟฟ้ากับความยาวและพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำได้
4. ตระหนักถึงอันตรายเมื่อใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าไม่ถูกต้อง
5. เลือกใช้อุปกรณ์ปลั๊กต่อพ่วงได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

<u>เนื้อหาสาระ</u>

พลังงานไฟฟ้า หมายถึงพลังงานที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้า

ความต้านทานไฟฟ้า หมายถึง ความสามารถในการต้านทานการไหลของประจุไฟฟ้าภายในเส้นลวดตัวนำ โดยค่าความต้านทานไฟฟ้าจะแปรตรงกับความยาวของลวดตัวนำ และแปรผกผันกับพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำนั้นๆ

<u>กิจกรรมการเรียนรู้</u>

ขั้นนำ (10 นาที)

1. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน
2. ครูทบทวนความรู้ของนักเรียน โดยใช้คำถามดังนี้ (คิดคนเดียว 3 นาที คิดเป็นคู่ 2 นาที)
    2.1. พลังงานไฟฟ้า มีความหมายว่าอย่างไร
    2.2. พลังงานไฟฟ้า มีที่มาจากไหน
3. ครูสุ่มคำตอบจากนักเรียน 3 คน
4. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแข่งขันกันออกมาเขียนรายชื่ออุปกรณ์ไฟฟ้าที่นักเรียนรู้จักให้ได้มากที่สุดบนกระดานในเวลา 1 นาที

5. ครูเชื่อมโยงรายชื่ออุปกรณ์ที่นักเรียนเขียนสู่กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นกิจกรรม (30 นาที)

6. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินกิจกรรมเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานไฟฟ้ากับความยาวและพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ โดยกำหนดภาระงานดังนี้ (ใช้เวลา 20 นาที)

6.1. ตัวแทนแต่ละกลุ่มออกมารับอุปกรณ์การทดลองและใบกิจกรรม

6.2. ศึกษาใบกิจกรรมเพื่อต่อวงจรไฟฟ้าดังภาพที่ปรากฏในใบกิจกรรมที่ 1

6.3. ทดลองหาค่าความต้านทานจากลวดตัวนำที่มีขนาดความยาวและพื้นที่หน้าตัดที่แตกต่างกัน แล้วบันทึกผลลงในตารางบันทึกผลที่นักเรียนออกแบบด้วยตัวนักเรียนเอง

6.4. บันทึกค่าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์แล้วบันทึกผลลงในตารางบันทึกผลที่นักเรียนออกแบบเอง

6.5. นำข้อมูลค่าความต้านทานจากข้อที่ 6.3 และค่าความต่างศักย์จากข้อ 6.4 มาหาความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานไฟฟ้ากับความยาวและพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ แล้วบันทึกลงในกราฟ

7. นักเรียนนำเสนอหน้าชั้น

ขั้นสรุป (10 นาที)

8. ครูนำสรุปโดยอาศัยคำตอบและกราฟของนักเรียนจากการนำเสนอ เพื่อเชื่อมโยงสู่มโนทัศน์ที่ถูกต้อง คือ

8.1. เมื่อความยาวของลวดตัวนำเพิ่มมากขึ้นค่าความต้านทานของลวดตัวนำจะมากขึ้น และเมื่อพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำมากขึ้นค่าความต้านทานของลวดตัวนำจะลดลง

8.2. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าจำนวนมากนั้นต้องมีความต้านทานที่น้อย เพื่อให้กระแสไฟฟ้าผ่านไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้าได้อย่างเพียงพอ ทำให้ต้องมีสายไฟขนาดใหญ่ นอกจากนี้ในการใช้ปลั๊กต่อพ่วงกับเครื่องใช้ไฟฟ้าจำนวนมากนั้นจะทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านสายไฟมากเกินไปเช่นกัน จึงไม่ควรใช้ปลั๊กต่อพ่วงกับเครื่องใช้ไฟฟ้าหลายๆ ชนิด

<u>สื่อการเรียนรู้</u>

1. สายไฟของเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ ที่มีขนาดแตกต่างกัน
2. ชุดทดลองเรื่องความต้านทานไฟฟ้า ซึ่งประกอบไปด้วย
   - 2.1 ลวดตัวนำที่มีพื้นที่หน้าตัดไม่เท่ากัน 5 เส้น
   - 2.2 ลวดตัวนำที่มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากันแต่ความยาวไม่เท่ากัน 5 เส้น
   - 2.3 ถ่านไฟฉาย
   - 2.4 โวลต์มิเตอร์
   - 2.5 สายไฟ
3. สายไฟขนาดสั้นๆ ที่ลอกฉนวนด้านหนึ่งออกเพื่อแสดงให้เห็นถึงลวดตัวนำภายในสายไฟนั้น

<u>การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้</u>

1) ประเมินความถูกต้องของแบบบันทึกผลการทดลอง
2) ประเมินการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนและในการทำงานกลุ่ม

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
2. ตัวอย่างแบบวัดความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม

(ตัวอย่าง) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

คำชี้แจง

1. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาฉบับนี้มีลักษณะเป็นข้อสอบอัตนัยแบบกำหนดสถานการณ์จำนวน 5 เรื่อง เรื่องละ 4 ข้อคำถาม รวมทั้งสิ้น 20 ข้อคำถาม มีคะแนนเต็ม 60 คะแนน เวลาที่ใช้ในการสอบ 40 นาที
2. ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามแต่ละข้ออย่างละเอียดที่สุด

สถานการณ์ที่ 1

เกาะแห่งหนึ่งเป็นเกาะขนาดเล็ก ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพประมง เกาะนี้มีการผลิตไฟฟ้าใช้เองภายในเกาะโดยใช้เครื่องปั่นไฟฟ้าดีเซลในการผลิต และกำหนดให้มีการเดินเครื่องเฉพาะในช่วงกลางคืนเวลา 18.00-22.00 น. เท่านั้น เนื่องจากเกาะแห่งนี้มีธรรมชาติรอบเกาะที่สวยงามทำให้เริ่มมีนักท่องเที่ยวเข้ามาที่เกาะนี้มากขึ้น มีการก่อสร้างบ้านพักขนาดเล็กบริเวณชายหาดกว่า 30 หลัง มีการเพิ่มระยะเวลาการเดินเครื่องปั่นไฟเป็นช่วง 15.00-2.00 น. และช่วง 5.00-8.00 น. แทน เมื่อเวลาผ่านไปพบว่าสัตว์น้ำและปะการังน้ำตื้นลดจำนวนลง มีสีสันที่ไม่สดใส อีกทั้งชาวบ้านกลุ่มที่มีหน้าที่ดูแลเครื่องปั่นไฟและอาศัยอยู่ใกล้เคียงเริ่มมีอาการระคายเคืองตาและจมูก หายใจลำบากขึ้น ต้นไม้ที่อยู่โดยรอบมีคราบเขม่าสีเทาเข้มติดอยู่ตามใบมากผิดปกติ

1. ปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร

   .....

   .....

2. นักเรียนคิดว่าสาเหตุของปัญหานั้นคืออะไร

   .....

   .....

   .....

3. นักเรียนมีข้อเสนอแนะอย่างไรในการช่วยแก้ปัญหานี้

   .....

   .....

   .....

4. ผลที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหาที่นักเรียนได้เลือกไปในข้อสามคืออะไร

   .....

   .....

   .....

   .....

(ตัวอย่าง) แบบวัดความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม

คำชี้แจง

แบบวัดฉบับนี้มี 3 ตอน จำนวน 5 หน้า ใช้เวลาในการทำ 50 นาที

<u>ตอนที่ 1</u> **แบบวัดเจตคติเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม**

คำชี้แจง นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรกับข้อความต่อไปนี้ โปรดทำเครื่องหมาย ✓ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด

โดย 5 หมายถึง นักเรียน**เห็นด้วยอย่างยิ่ง**กับข้อความนั้น

4 หมายถึง นักเรียน**เห็นด้วย**กับข้อความนั้น

3 หมายถึง นักเรียน**ไม่แน่ใจที่จะเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย**กับข้อความนั้น

2 หมายถึง นักเรียน**ไม่เห็นด้วย**กับข้อความนั้น

1 หมายถึง นักเรียน**ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง**กับข้อความนั้น

ข้อ	ข้อความ	5	4	3	2	1
1	การปิดไฟทุกครั้งเมื่อไม่ใช้เป็นสิ่งจำเป็น					
2	เมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศควรเปิดพัดลมด้วยเพื่อให้อากาศเย็นขึ้น					
3	การปิดสวิตช์และถอดปลั๊กเครื่องใช้ไฟฟ้าหลังใช้งานเป็นเรื่องที่ควรทำ					
4	ถ้ามีโอกาสฉันอยากมีส่วนร่วมในการรณรงค์เพื่ออนุรักษ์พลังงาน					
5	ถ้าเป็นไปได้ฉันชอบที่จะเดินไปยังสถานที่ต่างๆ มากกว่าการนั่งรถ					
6	ควรรีดผ้าครั้งละเล็กน้อยเพื่อไม่ให้เป็นการใช้พลังงานไฟฟ้ามากเกินไป					
7	เราควรเตรียมเครื่องปรุงให้พร้อมก่อนเปิดเตาแก๊สปรุงอาหาร					
8	เราไม่จำเป็นต้องประหยัดน้ำเพราะประเทศไทยมีแหล่งน้ำจำนวนมาก					
9	การทิ้งเศษอาหารลงน้ำช่วยให้สัตว์น้ำมีอาหารกิน					
10	ในการซื้อของควรใช้ถุงผ้าแทนถุงพลาสติก					
11	การคัดแยกขยะเป็นเรื่องที่เสียเวลาและไม่จำเป็นต้องทำ					
12	การใช้กระดาษสองหน้าไม่ช่วยในการลดขยะ					
13	ควรงดใช้น้ำมันดีเซลเพื่อเป็นการลดมลภาวะ					
14	การตรวจเช็คสภาพเครื่องยนต์เป็นวิธีหนึ่งในการลดมลภาวะ					
15	ควรเร่งเครื่องรถจักรยานยนต์ก่อนการออกรถทุกครั้งเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องยนต์					

<u>ตอนที่ 2</u> **แบบวัดพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม**

คำชี้แจง นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรกับข้อความต่อไปนี้ โปรดทำเครื่องหมาย ✓ในช่องที่ตรงกับพฤติกรรมของนักเรียนมากที่สุด

โดย 5 หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมนั้น**มากที่สุด**
4 หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมนั้น**มาก**
3 หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมนั้น**ปานกลาง**
2 หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมนั้น**น้อย**
1 หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมนั้น**น้อยที่สุด**

ข้อ	ข้อความ	5	4	3	2	1
1	ฉันปิดไฟทุกครั้งที่ออกจากห้องนานเกินครึ่งชั่วโมง					
2	เมื่อฉันเปิดแอร์ฉันจะปรับอุณหภูมิไว้ที่ 25 องศาเซลเซียสเสมอ					
3	ฉันเสียบปลั๊กเครื่องใช้ไฟฟ้าไว้ตลอดเวลาเพื่อความสะดวกในการใช้งาน					
4	ฉันเปิดไฟทุกครั้งที่เดินเข้าห้องแม้ว่าจะเป็นเวลากลางวันและมีแสงสว่างเพียงพอ					
5	ฉันเปิดปิดตู้เย็นบ่อยๆ วันหนึ่งมากกว่า 10 ครั้ง					
6	ฉันพยายามไม่เปิดตู้เย็นทิ้งไว้นานๆ					
7	ฉันปิดสวิตช์โทรทัศน์โดยใช้รีโมทคอนโทรล					
8	ฉันเปิดโทรทัศน์ทิ้งไว้แม้ไม่มีคนดูก็ตาม					
9	ฉันพยายามปิดก๊อกน้ำให้สนิททุกครั้ง					
10	ฉันใช้ผ้าปิดปากและจมูกเมื่อต้องเดินข้างถนนที่มีรถมาก					
11	ฉันเตือนคนรอบข้างเกี่ยวกับอันตรายจากไอเสียจากรถยนต์					
12	ฉันชักชวนให้เพื่อนขึ้นรถแท็กซี่ไปยังสถานที่ต่างๆ แม้จะไม่ไกลมากก็ตาม					
13	ฉันวางขยะไว้ตามโคนต้นไม้ที่มีคนทิ้งขยะไว้ก่อนหน้านี้อยู่แล้ว					
14	ฉันบอกพนักงานร้านสะดวกซื้อว่าไม่ต้องการรับถุงพลาสติกเมื่อซื้อของไม่มากนัก					
15	ฉันใช้กระดาษครบทั้งสองหน้า					

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวรัตนาภรณ์ จินดาสวัสดิ์ เกิดเมื่อวันที่ 1 เมษายน 2529 ที่จังหวัดชลบุรี สำเร็จการศึกษาปริญญาครุศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ 2) ภาควิชาหลักสูตรและการสอน สาขาวิชามัธยมศึกษาวิทยาศาสตร์ วิชาเอกเดี่ยว ฟิสิกส์ จากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2551 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตั้งแต่ปีการศึกษา 2552