ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบที่มีต่อการอนุรักษ์พลังงานและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

นายวุฒิพัฒน์ รักษ์สาคร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2552
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF SCIENCE INSTRUCTION USING DESIGN METHOD ON ENERGY CONSERVATION AND PROBLEM-SOLVING ABILITY OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Mr. Wuttipat Raksakorn

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Science Education
Department of Curriculum, Instruction and Educational Technology
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2009

Copyright of Chulalongkorn University

521674

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบที่มีต่อการอนุรักษ์พลังงานและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น
โดย	นายวุฒิพัฒน์ รักษ์สาคร
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ลัดดา ภู่เกียรติ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(อาจารย์ ดร.ประมวล ศิริผันแก้ว)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วุฒิพัฒน์ รักษ์สาคร : ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบที่มีต่อการอนุรักษ์พลังงานและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. (EFFECTS OF SCIENCE INSTRUCTION USING DESIGN METHOD ON ENERGY CONSERVATION AND PROBLEM-SOLVING ABILITY OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS) อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ.ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 129 หน้า.

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อเปรียบเทียบการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นก่อนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ ดังนี้ (1) เปรียบเทียบความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นก่อนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ (2) เปรียบเทียบการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นก่อนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ 2) เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ ดังนี้ (1) ศึกษากระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ (2) ศึกษาผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนคริสต์ธรรมศึกษา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 1 ห้องเรียน โดยกำหนดให้เป็นกลุ่มทดลองจำนวน 27 คน เครื่องมือที่ใช้ในวิจัยมีดังนี้ เครื่องมือวัดการอนุรักษ์พลังงาน แบ่งเป็น (1) แบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานมี 2 ฉบับ คือ แบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยนักเรียน มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.81 และ (2) แบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยผู้ปกครอง มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.83 แบบประเมินการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานมี 2 ฉบับ คือ แบบสำรวจการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน และแบบบันทึกการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น แบบประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบที (t-test)

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. คะแนนเฉลี่ยการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียน สรุปได้ดังนี้

1.1 คะแนนเฉลี่ยความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อวิเคราะห์ประเภทของการใช้พลังงานพบว่า คะแนนเฉลี่ยความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานประเภทการใช้โทรศัพท์มือถือตามการรับรู้ของนักเรียนหลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคะแนนเฉลี่ยความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานประเภทการใช้คอมพิวเตอร์ตามการรับรู้ของผู้ปกครองหลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2 คะแนนเฉลี่ยการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อวิเคราะห์ประเภทของการใช้พลังงานพบว่า การปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานประเภทการเปิดพัดลมหลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน สรุปได้ดังนี้

2.1 คะแนนกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ คิดเป็นร้อยละ 73.46 จัดอยู่ในเกณฑ์ที่มีความสามารถระดับดี

2.2 คะแนนผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ คิดเป็นร้อยละ 70.08 จัดอยู่ในเกณฑ์ที่มีความสามารถระดับดี

ภาควิชา หลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ปีการศึกษา 2552

5083402727 : MAJOR SCIENCE EDUCATION

KEYWORDS: DESIGN METHOD / ENERGY CONSERVATION / ABILITY IN SCIENCE PROBLEM-SOLVING

WUTTIPAT RAKSAKORN: EFFECTS OF SCIENCE INSTRUCTION USING DESIGN METHOD ON ENERGY CONSERVATION AND PROBLEM-SOLVING ABILITY OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS. THESIS ADVISOR: ASSOC.PROF.PIMPAN DACHAKUPT, Ph.D., 129 pp.

This study was a quasi-experimental research. The purposes of this research were to 1) compare energy conservation of lower secondary school students learned through the Design Method by comparing (1) students' awareness on energy conservation before and after learning through the Design Method, (2) students' practices on energy conservation before and after learning through the Design Method and 2) investigate science problem-solving ability of lower secondary school students through the Design Method by studying students' science problem-solving process and product. The sample was one classroom of eight grade students at Thai Christian School who studied in second semester of the academic year 2009. The Design Method was implemented to the group of 27-student-classroom. The instruments used to collect data on energy conservation were consisted of (1) students' awareness on energy conservation checklist evaluated by students with the level of reliability at 0.81 and (2) students' awareness on energy conservation checklist evaluated by parent with the level of reliability at 0.83. The instruments used to collect data on students' practices on energy conservation were students' practices on energy conservation checklist and learning logs. The instruments used to collect data on science problem-solving ability were the evaluation form of science problem-solving process and product. The collected data were analyzed by using arithmetic mean, mean of percentage, standard deviation, and t-test.

The research findings were summarized as follows:

1. The mean score of students' energy conservation were as follows:

1.1 the mean score of students' awareness on energy conservation before and after learning through the Design Method was no statistically different at the .05 level of significance. The result from energy analysis was students' awareness on energy conservation in using cellphone by students' perception was higher than before learning at the .05 level of significance, and students' awareness on energy conservation in using computer by parents' perception was higher than before learning at the .05 level of significance.

1.2 the mean score of students' practice on energy conservation before and after learning through the Design Method was no statistically different at the .05 level of significance. The result from energy analysis was students' practice on energy conservation in using electrical fan was higher than before learning at the .05 level of significance.

2. The percentages score of students' science problem-solving process learned through the Design Method was as follows:

2.1 the percentages score of students' science problem-solving process learned through the Design Method was 73.46, which were higher than the criterion score set at 70 and could be rated as good.

2.2 the percentages score of students' science problem-solving product learned through the Design Method was 70.08, which were higher than the criterion score set at 70 and could be rated as good.

Department : Curriculum, Instruction and Educational Technology Student's Signature Wuttipat Raksakorn

Field of Study : Science Education Advisor's Signature .....

Academic Year : 2009

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ เนื่องมาจากความเมตตากรุณา ความช่วยเหลือและความเอาใจใส่อย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ในการให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ระหว่างการทำวิจัย เพื่อให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาที่ได้รับ จึงกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ลัดดา ภู่เกียรติ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์และ อาจารย์ ดร. ประมวล ศิริผันแก้ว กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ขอกราบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อลิศรา ชูชาติ ประธานสาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ที่ได้ให้ความเมตตากรุณา การอบรมสั่งสอน และข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ในการประกอบวิชาชีพต่อไป

ขอกราบขอบพระคุณกรรมการอำนวยการการศึกษา มูลนิธิแห่งคริสตจักรสะพานเหลือง ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ทางการศึกษาแก่ผู้วิจัยจนประสบความสำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณผู้บริหารโรงเรียนคริสต์ธรรมศึกษา ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านที่แสดงความห่วงใย ความช่วยเหลือและคำแนะนำต่าง ๆ ในระหว่างการดำเนินการวิจัย ขอขอบคุณผู้ปกครองนักเรียนและนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ในการดำเนินการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล ตลอดจนให้ประสบการณ์ที่ดีในการประกอบวิชาชีพต่อไป

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้ซึ่งให้ความรัก ความห่วงใย กำลังใจแก่ผู้วิจัยจนประสบความสำเร็จ ขอบคุณพี่ชายและพี่สาวอันเป็นที่รัก ผู้คอยให้กำลังใจจนประสบความสำเร็จ

ขอขอบคุณความปรารถนาดีและกำลังใจจากพี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ร่วมสถาบันที่มีให้ผู้วิจัยเสมอมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ซ

สารบัญภาพ..... ญ

บทที่

1 บทนำ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

วัตถุประสงค์การวิจัย..... 4

สมมติฐานการวิจัย..... 5

ขอบเขตการวิจัย..... 6

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย..... 6

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 8

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 9

3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 34

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 63

5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 75

รายการอ้างอิง..... 84

ภาคผนวก..... 91

ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ..... 92

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล..... 95

ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง..... 110

ภาคผนวก ง คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล..... 118

ภาคผนวก จ ภาพกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ 124

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 129

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	36
2	รายการประเมินและพฤติกรรมที่ต้องการวัดในแบบประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	48
3	รายการประเมินและพฤติกรรมที่ต้องการวัดในแบบประเมินผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	51
4	กิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบในแต่ละหน่วยการเรียนรู้และผลผลิตจากการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ รายวิชา อนุรักษ์พลังงานเพื่อคุณภาพชีวิต	55
5	จำนวนชั่วโมงของแผนการจัดการเรียนรู้และการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ รายวิชา อนุรักษ์พลังงานเพื่อคุณภาพชีวิต	56
6	แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลงานที่ให้นักเรียนปฏิบัติ	59
7	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบที(t-test) ของคะแนนความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานตามการรับรู้ของนักเรียน ก่อนการเรียนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ	64
8	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบที(t-test) ของคะแนนความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนตามการรับรู้ของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบจำแนกตามประเภทของการใช้พลังงาน	65
9	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบที(t-test) ของคะแนนความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานตามการรับรู้ของผู้ปกครองก่อนการเรียนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ	66
10	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบที(t-test) ของคะแนนความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนตามการรับรู้ของผู้ปกครองก่อนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบจำแนกตามประเภทของการใช้พลังงาน	67

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
11	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบที(t-test) ของคะแนนการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานก่อนการเรียนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ	68
12	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบที(t-test) ของคะแนนการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ก่อนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ จำแนกตามประเภทของการใช้พลังงาน	69
13	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$) ของคะแนนกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และระดับความสามารถของนักเรียนระหว่างเรียนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบในแต่ละหน่วยการเรียนรู้และการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	70
14	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$) ของคะแนนผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และระดับความสามารถของนักเรียนระหว่างเรียนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบในแต่ละหน่วยการเรียนรู้และการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	73
15	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จำแนกเป็นรายข้อของแบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยนักเรียน	119
16	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จำแนกเป็นรายข้อของแบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยผู้ปกครอง	120
17	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จำแนกเป็นรายข้อของแบบสำรวจการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน	121
18	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างรายการประเมินกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	122
19	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างรายการประเมินกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบประเมินผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	123

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กระบวนการออกแบบตามแนวคิดของ Kimbell	9
2	รูปแบบการสอนที่เน้นการออกแบบตามแนวคิดของ Rogers and Clare	10
3	ขั้นตอนการเรียนการสอนโดยใช้วิธีออกแบบ	10
4	รูปแบบการวิจัยแบบ One - group pretest-posttest design	34
5	คะแนนเฉลี่ยกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ	72

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

พลังงานเป็นทรัพยากรพื้นฐานในการพัฒนาประเทศ ซึ่งครอบคลุมวิถีชีวิตของมนุษย์ในทุกด้าน พลังงานมีความสำคัญต่อปัจจัย 4 ของชีวิต จึงมีความจำเป็นต่อการพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้า แต่ความต้องการพลังงานของโลกเพิ่มมากขึ้นในทุก ๆ ปีเนื่องจากสาเหตุประการสำคัญคือจำนวนประชากรโลกเพิ่มมากขึ้น องค์การสหประชาชาติคาดการณ์ไว้ว่าในปี 2593 จำนวนประชากรโลกจะเพิ่มขึ้นเป็น 8,920 ล้านคน (United Nations, 2009: Online) ประเทศไทยมีอัตราการใช้พลังงานภายในประเทศเพิ่มมากขึ้นด้วยเช่นกัน จากข้อมูลการใช้พลังงานปี พ.ศ. 2551 ประเทศไทยมีการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย 1,709,340 ล้านบาท เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2550 เป็นมูลค่า 207,326 ล้านบาท หรือคิดเป็นร้อยละ 13.8 โดยมีการใช้พลังงานทุกชนิดเพิ่มขึ้น ได้แก่ แก๊สธรรมชาติเพิ่มขึ้นร้อยละ 61.7 ถ่านหินเพิ่มขึ้นร้อยละ 32.4 น้ำมันสำเร็จรูปเพิ่มขึ้นร้อยละ 17.3 ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.1 และพลังงานทดแทนเพิ่มขึ้นร้อยละ 5.1 และมีการนำเข้าพลังงาน 1,239,314 ล้านบาท เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2550 คิดเป็น 359,236 ล้านบาท หรือร้อยละ 40.8 ของมูลค่าการนำเข้า แบ่งเป็นการนำเข้าน้ำมันดิบคิดเป็นร้อยละ 49.6 ถ่านหินร้อยละ 25.5และแก๊สธรรมชาติร้อยละ 17 (กระทรวงพลังงาน, 2552: Online) ส่วนใหญ่เป็นเชื้อเพลิงฟอสซิลซึ่งจัดเป็นพลังงานสิ้นเปลือง ได้แก่ น้ำมัน แก๊สธรรมชาติและถ่านหิน เพื่อใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ เช่น การขนส่ง อุตสาหกรรม การผลิตกระแสไฟฟ้า เป็นต้น ในขณะเดียวกัน British Petroleum รายงานว่า ปริมาณน้ำมันที่เหลืออยู่ในโลกจะใช้ได้ไม่เกิน 42 ปี (ไพรัตน์ พงษ์พานิชย์, 2552: 32) ผลของการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่มาจากฟอสซิลและการตัดไม้ทำลายป่าของมนุษย์ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2513-2547 ทำให้เกิดการสะสมของแก๊สเรือนกระจกเพิ่มขึ้นร้อยละ 80 และในปี พ.ศ. 2549 ประเทศไทยมีการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานต่อประชากร 1 คน คิดเป็น 3.19 ตัน (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2551: 12) ซึ่งปริมาณการปล่อยแก๊สดังกล่าวและแก๊สเรือนกระจกชนิดอื่น ๆ มีสาเหตุจากการใช้พลังงานของมนุษย์มากที่สุด การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นส่งผลกระทบต่อประเทศไทยอย่างมาก Greenpeace ได้กล่าวถึงผลกระทบทั้งด้านกายภาพและชีวภาพที่อาจเกิดขึ้นกับประเทศไทย ได้แก่ ระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น การเกิดอุทกภัย การเกิดภัยแล้ง การเกิดพายุไต้ฝุ่นที่มีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น การสูญพันธุ์ของพืชและสัตว์เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศ ผลผลิตทางการเกษตรลดลง โรคติดต่อในเขตร้อนเพิ่มขึ้น ประชาชนได้รับความ

เดือดร้อนจากการขาดแคลนอาหารและน้ำดื่มที่ถูกสุขลักษณะเนื่องจากความเสียหายที่เกิดกับระบบสาธารณูปโภค (กรีนพีซเอเชียตะวันออกเฉียงใต้, 2553: Online)

จากผลของการใช้พลังงานของมนุษย์ที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งทางด้านกายภาพและชีวภาพ แนวทางแก้ปัญหาด้านพลังงานจึงมี 2 แนวทาง ได้แก่ การจัดหาแหล่งพลังงานทดแทนและการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งการจัดหาแหล่งพลังงานทดแทนเป็นการพัฒนาที่ไม่ยั่งยืนและอาจเกิดปัญหาอื่น ๆ ตามมา แต่การสร้างความรู้ความเข้าใจโดยจัดการเรียนการสอนให้กับเยาวชนเพื่อสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงานเป็นการพัฒนาที่เอื้อประโยชน์อย่างยั่งยืน การศึกษาจึงเป็นแนวทางที่สำคัญในการแก้ปัญหาด้านพลังงานแนวทางการศึกษาแก่เยาวชนสามารถทำได้โดย 1) สร้างหลักสูตรที่เน้นสิ่งแวดล้อม พบในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ได้แก่ ณัฐพร เลิศพิทยภูมิ (2549) ศึกษาเรื่องการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานในกลุ่มสาระสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม พบว่านักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาและพฤติกรรมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมสูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ กลุ่มสาระการงานอาชีพและเทคโนโลยี เช่น มาตรฐาน ง 1.1 ได้แก่ ยุพดี เส้นขาว (2548) ศึกษาประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้บูรณาการระหว่างรายวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” กับวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยีเรื่อง “การออกแบบและเทคโนโลยี” พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนและครูมีความคิดเห็นต่อหน่วยการเรียนรู้บูรณาการดีขึ้น โดยเฉพาะในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เช่น มาตรฐาน ว 1.2, ว 2.1, ว 2.2, ว 5.1, ว 6.1, ว 7.2 ได้แก่ วัลลภ งามกิตติคุณ (2551) ศึกษาชุดฝึกอบรมเรื่องการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า พบว่านักเรียนมีความตระหนักต่อการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าหลังฝึกอบรมสูงกว่าก่อนฝึกอบรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลักสูตรสาระเพิ่มเติม โดยนิตยา วิมลศักดิ์ (2548) ศึกษาโดยใช้ชุดฝึกอบรมเรื่อง มลพิษสิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวัน พบว่านักเรียนมีความตระหนักต่อมลพิษสิ่งแวดล้อมหลังได้รับฝึกอบรมสูงกว่าก่อนฝึกอบรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อย่างไรก็ตามยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความตระหนักในการอนุรักษ์พลังงานและการปฏิบัติในการอนุรักษ์พลังงานค่อนข้างน้อย

ในการจัดการศึกษามีการเปลี่ยนแปลงระบบการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มศักยภาพการแข่งขันกับประเทศอื่น ๆ ตามกระแสโลกาภิวัตน์ แต่ระบบการศึกษาในโรงเรียนไม่สอดคล้องกับชีวิตและสังคมจึงทำให้การเรียนเป็นเรื่องที่เข้าใจยาก ส่งผลให้คนละเลยและดูถูกวัฒนธรรมท้องถิ่นจนถึงละทิ้งถิ่นฐาน (รุ่ง แก้วแดง, 2543: 49) เนื่องจากการเรียนที่เน้นเนื้อหาทำให้ผู้เรียนไม่ได้รับการพัฒนาทักษะชีวิตและไม่สามารถเผชิญกับโลกความเป็นจริงได้ ประเวศ วะสี (2543: 76) กล่าวว่า “การเรียนรู้ที่เอาวิชาเป็นตัวตั้งไม่ทำให้มนุษย์เข้าใจโลกใหม่ที่ซับซ้อนและไม่เกิดทักษะเพียงพอที่จะ

เผชิญความเป็นจริงในชีวิต" ปัญหาเรื่องระบบการศึกษาดังกล่าวจึงเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดการปฏิรูปการศึกษา พ.ศ. 2542 โดยมีการเปลี่ยนแปลงหลักสูตร การเรียนการสอนของการศึกษาขั้นพื้นฐานแบ่งเป็น 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ แต่มีมาตรฐานกำกับถึง 76 มาตรฐาน ทำให้ครูไม่สามารถจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการกิจกรรมต่าง ๆ ได้ และไม่มีโอกาสพัฒนาทักษะชีวิตให้กับผู้เรียน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2547: 4) ทำให้คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีแนวโน้มลดลง (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2552: 3)

จากสภาพปัญหาด้านการศึกษาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้กำหนดรายวิชาสาระเพิ่มเติมตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 โดยสร้างหลักสูตรรายวิชา อนุรักษ์พลังงานเพื่อคุณภาพชีวิต ซึ่งเป็นหลักสูตรที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาและเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการออกแบบเพื่อแก้ปัญหา แนวทางที่น่าสนใจคือ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ (Design Method)

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ คือกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนฝึกฝนการเผชิญและแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยให้ผู้เรียนศึกษาเรื่องที่สมมติขึ้นจากความเป็นจริง แล้วระบุปัญหาหรือความต้องการ วิเคราะห์ข้อมูลและวัสดุอุปกรณ์ที่สอดคล้องกับวิธีการแก้ปัญหา กำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหาแล้วจึงสร้างชิ้นงานที่ตอบสนองความต้องการตลอดจนการประเมินประสิทธิผลของชิ้นงาน โดยมีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องคือ ทฤษฎีสรรคนิยม (Constructivism) กล่าวว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นโดยผู้เรียนเข้าไปเรียนรู้ ได้รับกระบวนการทางสังคมสนับสนุนให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การเรียนรู้เป็นทั้งกระบวนการส่วนตัวและกระบวนการทางสังคม การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นระบุปัญหาหรือ ความต้องการ (Need) 2) ขั้นวิเคราะห์แนวทางการออกแบบ (Analysis) 3) ขั้นกำหนดวิธีการออกแบบ (Development) 4) ขั้นออกแบบและปฏิบัติการ (Realisation) 5) ขั้นประเมินผลงาน (Effectiveness)

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมอย่างตื่นตัว โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้จัดกระบวนการเรียนรู้ ช่วยให้นักเรียนบูรณาการการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ทั้งในด้านภาษา ศิลปะ คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมการคิดหลายทาง ซึ่งนำไปสู่การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย (Burghardt and Hacke, 2004: 6-8) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีการคิดไตร่ตรอง ทบทวน และขยายความคิดโดยการสร้างสิ่งประดิษฐ์ เช่นเดียวกับนักวิทยาศาสตร์ที่ทุ่มเทเวลาและความพยายามในการสังเกตและแก้ปัญหาอย่างต่อเนื่อง

(Schomburg, 2008: 36-39) ตลอดจนส่งเสริมนักเรียนรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นผ่านการออกแบบ ทำให้เกิดความเข้าใจและนำความรู้ไปใช้ (Ebenezer and Conner, 1998: 281)

จากสภาพปัญหาด้านพลังงาน บทบาทของการศึกษาในการอนุรักษ์พลังงาน งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การปฏิรูปการศึกษา แนวคิด และประโยชน์ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบในการสอนวิทยาศาสตร์ ทั้งยังสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นทักษะหนึ่งที่สำคัญในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยอาศัยหลักการที่เกี่ยวข้องกับพลังงานมาใช้ อีกทั้งยังไม่พบงานวิจัยที่จัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบในวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบมาใช้ในรายวิชา อนุรักษ์พลังงานเพื่อคุณภาพชีวิต ที่มีต่อพฤติกรรมในการอนุรักษ์พลังงานและการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อเน้นการแก้ปัญหาเรื่องพลังงาน

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นก่อนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ ดังนี้

1.1 เปรียบเทียบความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นก่อนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ

1.2 เปรียบเทียบการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นก่อนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ

2. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ ดังนี้

2.1 ศึกษากระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ

2.2 ศึกษาผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ

สมมติฐานการวิจัย

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ เป็นวิธีการสอนที่ทำให้นักเรียนสร้างความรู้ใหม่ พัฒนาการคิดสร้างสรรค์และทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการออกแบบ สร้าง และประเมินผลิตภัณฑ์ รวมถึงการแก้ปัญหา (Ebenezer and Conner, 1998: 281) โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นลำดับขั้นตอน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยวิธีการใช้ศิลปะการออกแบบ (designing) การสร้าง (making) และการประเมินผลิตภัณฑ์ (evaluating) แสดงถึงการแก้ปัญหาอันเป็นส่วนสำคัญของการพัฒนาเทคโนโลยีเมื่อเผชิญปัญหา ทำให้เกิดวิธีการใหม่หรือผลิตภัณฑ์ใหม่ (Hope G., 2004: 18) ซึ่งมีความสอดคล้องกับทฤษฎีสรรคนิยม (constructivism)

Aggul, Yalcin, Acikyildiz and Sonmez (2008: 64-77) พบว่าการเรียนการสอนด้วยวิธีการสาธิตและสถานการณ์จำลองที่มีต่อการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ทำให้นักเรียนมีมโนทัศน์เรื่องการอนุรักษ์พลังงานหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ

Apedoe, Reynolds, Ellefson and Schunn (2008: Online) พบว่าการเรียนการสอนโดยเน้นการออกแบบในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ความร้อน/ความเย็นของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ทำให้นักเรียนมีมโนทัศน์ในวิชาเคมีหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง และสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความสนใจต่ออาชีพวิศวกรสูงกว่ากลุ่มควบคุม

จากแนวคิดและงานวิจัยเบื้องต้น สามารถตั้งเป็นสมมติฐานงานวิจัย ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบมีคะแนนเฉลี่ยการอนุรักษ์พลังงาน ดังนี้

1.1 นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบมีคะแนนเฉลี่ยความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานก่อนและหลังการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2 นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบมีคะแนนเฉลี่ยการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานก่อนและหลังการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

2.1 นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบจะมีคะแนนเฉลี่ยกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าร้อยละ 70

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2 นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบจะมีคะแนนเฉลี่ยผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าร้อยละ 70

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน

2. การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest Design ตัวแปรที่ศึกษามีดังนี้

2.1 ตัวแปรจัดกระทำ (Treatment Variable) คือ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ

2.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ

1) การอนุรักษ์พลังงาน ประกอบด้วย 2 ตัวแปรย่อย ได้แก่

1.1) ความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงาน

1.2) การปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

2) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 2 ตัวแปรย่อย ได้แก่

2.1) กระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.2) ผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3. เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนคือ เนื้อหาในสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม เรื่อง อนุรักษ์พลังงานเพื่อคุณภาพชีวิต

4. เวลาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลรวม 16 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง รวม 32 ชั่วโมง

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยให้นักเรียนออกแบบ สร้างและประเมินสิ่งประดิษฐ์ตามวิธีการของ Rees (Rees D., 1999: 9) แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหาหรือความต้องการ (Need) นักเรียนแสดงความสนใจต่อเรื่องที่จะศึกษา โดยตั้งคำถามเพื่อระบุปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ครูเป็นผู้กำหนด ศึกษาหาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำลังเป็นปัญหา ตลอดจนรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

2. ขั้นวิเคราะห์แนวทางในการออกแบบ (Analysis) นักเรียนนำข้อมูลที่ศึกษามารวมกัน แล้วสรุปเป็นประเด็นต่าง ๆ เสนอวิธีแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ และอภิปรายร่วมกับเพื่อน บันทึกข้อสรุปจากข้อมูลที่ศึกษาและความคิดเห็นภายในกลุ่มเพื่อให้ได้วิธีแก้ปัญหา

3. ขั้นกำหนดวิธีการออกแบบ (Development) นักเรียนใช้ข้อมูลจากการศึกษาค้นคว้าในการอธิบายคำจำกัดความ และหลักการที่เชื่อมโยงประสบการณ์กับการสร้างสิ่งประดิษฐ์ ฟังและพยายามทำความเข้าใจคำอธิบายของเพื่อน กำหนดวิธีการสร้างสิ่งประดิษฐ์เป็นขั้นตอน

4. ขั้นออกแบบและปฏิบัติงาน (Realisation) นักเรียนกำหนดรายการอุปกรณ์ที่ใช้และขั้นตอนในการปฏิบัติงาน สร้างแบบจำลองเพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ ตลอดจนดำเนินการสร้างสิ่งประดิษฐ์ตามขั้นตอนที่กำหนด

5. ขั้นประเมินผลงาน (Effectiveness) นักเรียนทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของสิ่งประดิษฐ์ อภิปรายผลการทำงานของสิ่งประดิษฐ์และขั้นตอนในการปฏิบัติงาน

การอนุรักษ์พลังงาน คือ การแสดงออกของผู้เรียนที่มีต่อการอนุรักษ์พลังงาน ประเมินจากความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานและการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

1. **ความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงาน** คือ การแสดงออกถึงความสำนึกในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียน ซึ่งประเมินได้จากแบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนซึ่งประเมินโดยนักเรียนและประเมินโดยผู้ปกครองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. **การปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน** คือ การดำเนินการอนุรักษ์พลังงานไปตามระเบียบแบบแผน ซึ่งประเมินได้จากแบบสำรวจการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานและแบบบันทึกการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนสามารถแก้ปัญหาด้วยการออกแบบและสร้างผลผลิต ประเมินจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลผลิตจากจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

1. **กระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์** คือ การแสดงออกถึงความสามารถในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหา ซึ่งประเมินได้จากแบบสอบกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. **ผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์** คือ การแสดงออกถึงความสามารถในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาด้วยการสร้างสิ่งประดิษฐ์ ซึ่งประเมินได้จากแบบประเมินผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นักเรียน หมายถึง นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน กรุงเทพมหานคร

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ศึกษานิเทศก์ ครูพี่เลี้ยง ครูวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ ได้แก่ เคมี ชีววิทยา และกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ เช่น การงานอาชีพและเทคโนโลยี เป็นต้น ใช้การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีออกแบบเป็นแนวทางเพื่อเสริมสร้างการอนุรักษ์พลังงานและความสามารถในการแก้ปัญหา

2. ใช้งานวิจัยเรื่องเดียวกันนี้เป็นแนวทางสำหรับการทำวิจัยเพื่อศึกษาตัวแปรอื่นที่นอกเหนือจากการอนุรักษ์พลังงานและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการคิดสังเคราะห์ ทักษะการสืบค้น และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

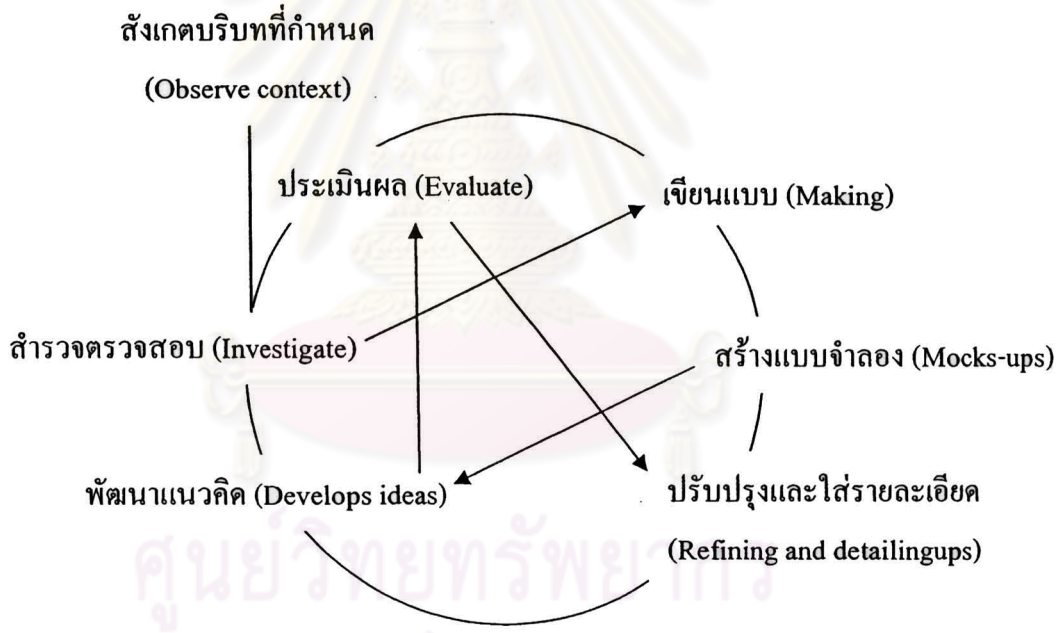
การวิจัยเรื่องผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบที่มีต่อการอนุรักษ์พลังงานและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอรายละเอียดเป็นหัวข้อตามลำดับดังต่อไปนี้

1. การเรียนการสอนโดยใช้วิธีออกแบบ
    1.1 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนการเรียนการสอนโดยใช้วิธีออกแบบ
    1.2 ความหมายของการเรียนการสอนโดยใช้วิธีออกแบบ
    1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีออกแบบ
    1.4 บทบาทของครูและนักเรียน
    1.5 ประโยชน์ของการเรียนการสอนโดยใช้วิธีออกแบบ
2. การอนุรักษ์พลังงาน
    2.1 ความหมายของพลังงาน
    2.2 ความหมายของความตระหนักรู้
    2.3 แนวทางการวัดความตระหนักรู้
    2.4 ความหมายของการปฏิบัติ
    2.5 แนวทางการวัดการปฏิบัติ
3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
    3.1 ความหมายของการแก้ปัญหาและการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
    3.2 กระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
    3.3 แนวทางการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
    4.1 งานวิจัยในประเทศ
    4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. การเรียนการสอนโดยใช้วิธีออกแบบ

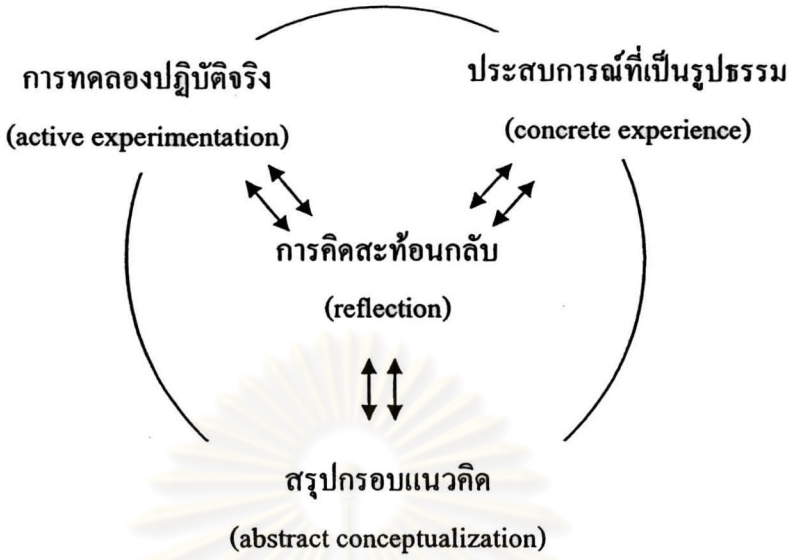
การเรียนการสอนโดยใช้วิธีออกแบบ พัฒนาโดยคณะกรรมการรับรองคุณภาพและหลักสูตร (Qualifications and Curriculum Authority; QCA) และสภาการออกแบบ (Design's Council) ประเทศอังกฤษ โดยนำไปใช้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้การออกแบบและเทคโนโลยี ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1980 โดยมีรูปแบบที่เป็นลำดับขั้นตอน และพัฒนาเป็นรูปแบบของวงจรการเรียนรู้ตามลำดับดังนี้

Kimbell (1986 cited in Hope, 2004: 21) เสนอกระบวนการออกแบบ (Process of designing) ที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น โดยมีลักษณะเฉพาะต่าง ๆ ของการออกแบบที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กระบวนการออกแบบตามแนวคิดของ Kimbell (1986 cited in Hope, 2004: 21)

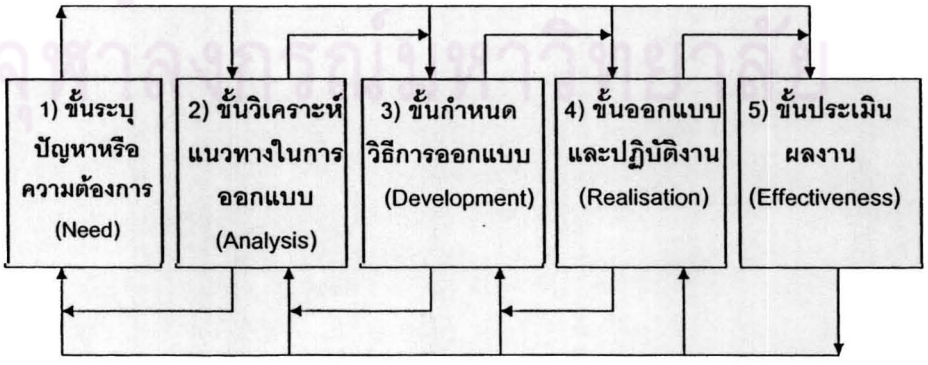
Rogers and Clare (1994 cited in Hope, 2004: 21) เสนอรูปแบบการสอนที่เน้นการออกแบบ โดยนำการคิดสะท้อนกลับ (reflection) เป็นศูนย์กลางของรูปแบบการสอน ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 รูปแบบการสอนที่เน้นการออกแบบตามแนวคิดของ Rogers and Clare (1994 cited in Hope, 2004: 21)

ในปี ค.ศ. 1999 หลักสูตรของประเทศอังกฤษได้กำหนดสัมฤทธิผลทางการเรียนรู้ของการออกแบบและเทคโนโลยี (Design and Technology learning) โดยแบ่งความรู้ ทักษะ และความเข้าใจ ออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ 1)การพัฒนา วางแผนและสื่อสารแนวความคิด 2)การทำงานโดยใช้เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์และส่วนประกอบที่ช่วยให้ผลผลิตมีคุณภาพ 3)การประเมินการบวนการและผลผลิต 4) ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของวัสดุและส่วนประกอบต่าง ๆ โดยมีการคิดสะท้อนกลับเป็นส่วนสำคัญของการเรียนการสอน และการแก้ปัญหาเป็นหลักในการจัดกิจกรรม

Rees (1999: 10) เสนอการเรียนการสอนโดยใช้วิธีออกแบบ (Design Method) โดยมีกระบวนการจัดกระทำแบบย้อนกลับทุกขั้นตอน ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการเรียนการสอนโดยใช้วิธีออกแบบ (Ree, 1999: 10; Singapore Examinations and Assessment Board, 2009: Online)

1.1 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนการเรียนการสอนโดยใช้วิธีออกแบบ

การเรียนการสอนโดยใช้วิธีออกแบบเป็นกระบวนการที่เด็กเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยการสืบค้นและวิเคราะห์ข้อมูลก่อนลงมือปฏิบัติการสร้างผลผลิต ซึ่งเด็กจะต้องนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้แก้ปัญหา สอดคล้องกับทฤษฎีสรรคนิยม (constructivism)

ทฤษฎีสรรคนิยมเป็นทฤษฎีการสร้างความรู้โดยอธิบายว่าเด็กสามารถสร้างสรรค์ความรู้ขึ้นได้เอง โดยมีพื้นฐานจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Jean Piaget's Cognitive Development Theory) ซึ่งมีสมมติฐาน 3 ประการ (Llewellyn, 2002: 43) ได้แก่

1. ความรู้เป็นผลของการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและสิ่งรอบ ๆ ตัวที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

2. ปัญญาคือสิ่งที่ถูกสร้างขึ้นจากประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่

3. การพัฒนาทางปัญญาเป็นการกำกับตนเองภายในบุคคลและภายในปฏิสัมพันธ์

จากสมมติฐานดังกล่าว เพียเจต์ได้ศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ของเด็กต่อสิ่งรอบตัว (Piaget, 1953 อ้างถึงใน Jordan, 2006: 47) สรุปได้ดังนี้

1. เด็กจะมีการซึมซับ (assimilate) ประสบการณ์ใหม่จากความรู้เดิมที่มีเมื่อมีส่วนร่วมในการเรียน

2. เด็กสามารถปรับกระบวนการรู้คิด (accommodate) หรือเปลี่ยนแปลงแนวความคิดเดิมที่ไม่ถูกต้องไปสู่ความรู้ใหม่ที่ถูกต้อง

3. การซึมซับ (assimilation) และการปรับกระบวนการรู้คิด (accommodation) ยอมให้เด็กมีการปรับตัวสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นการปรับตัวเพื่อเข้าสู่ความสมดุล (equilibrium)

Piaget เชื่อว่า คนเราทุกคนตั้งแต่เกิดมามีความพร้อมที่จะมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และโดยธรรมชาติแล้วมนุษย์เป็นผู้พร้อมที่จะมีกิริยากรรม หรือเริ่มกระทำก่อน (active) นอกจากนี้เพียเจต์ถือว่ามนุษย์เรามีแนวโน้มพื้นฐานทีติดตัวมาแต่กำเนิด 2 ชนิด คือ การจัดและรวบรวม (organization) และการปรับตัว (adaptation) ซึ่งอธิบายดังต่อไปนี้ (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2552: 48)

การจัดและรวบรวม (organization) หมายถึง การจัดและรวบรวมกระบวนการต่าง ๆ ภายใน เข้าเป็นระบบอย่างต่อเนื่องกัน เป็นระเบียบ และมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาตราบที่มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม

การปรับตัว (adaption) หมายถึง การปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมเพื่อให้อยู่ในสภาพสมดุล การปรับตัวประกอบด้วยกระบวนการ 2 อย่างคือ การซึมซาบหรือดูดซึมประสบการณ์ (assimilation) และ การปรับโครงสร้างทางสติปัญญา (accommodation)

ราชบัณฑิตยสถานได้ให้คำจำกัดความของการซึมซับและการปรับกระบวนการรู้คิด ดังนี้

1. การซึมซับ (assimilation) หมายถึง กระบวนการทางสติปัญญาของบุคคลในการซึมซับรับเอาและเชื่อมโยงข้อมูลใหม่เข้ากับข้อมูลเดิม ทำให้บุคคลเกิดภาวะที่สมดุลและเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (ราชบัณฑิตยสถาน, 2551: 30)

2. การปรับกระบวนการรู้คิด (accommodation) หมายถึง กระบวนการทางสติปัญญาในการปรับความคิดและพฤติกรรมให้เข้ากับสถานการณ์และสิ่งแวดล้อมใหม่ ๆ ซึ่งส่งผลต่อการปรับหรือขยายโครงสร้างทางสติปัญญาของบุคคลอันเป็นการต่อเนื่องจากการซึมซับ (ราชบัณฑิตยสถาน, 2551: 6)

แนวคิดดังกล่าวอธิบายได้ว่า นักเรียนสร้างความรู้จากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ หรือที่เรียกว่า schemas (Llewellyn, 2002: 43) เมื่อนักเรียนเข้าไปในห้องเรียนพร้อมกับความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้จากประสบการณ์ส่วนตัว แล้วเผชิญกับข้อมูลและแนวคิดใหม่ นักเรียนจะพยายามทำความเข้าใจโดยเชื่อมโยงกับสิ่งที่รู้อยู่แล้ว (Bloom, 2006: 74; Byrnes, 1996: 14) ซึ่งการเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสติปัญญาของบุคคลในการสร้างความรู้และความหมายของสิ่งต่าง ๆ ที่ตนได้รับผ่านกระบวนการซึมซับ (assimilation) คือการนำข้อมูลหรือความรู้ใหม่ที่ได้รับไปเชื่อมโยงอย่างกลมกลืนกับโครงสร้างความรู้ที่ตนมีอยู่ และการปรับกระบวนการรู้คิด (accommodation) คือการคิดค้นหาวิธีการต่าง ๆ มาใช้ในการสร้างความเข้าใจจนเกิดเป็นความรู้ที่มีความหมายต่อตนเอง ดังนั้นการเรียนรู้จึงเป็นกระบวนการภายในที่แต่ละบุคคลต้องเป็นผู้สร้างด้วยตนเอง และสามารถทำได้ดียิ่งขึ้น หากได้รับการสนับสนุนช่วยเหลือจากผู้อื่น

ข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่าทฤษฎีสรรคนิยมกล่าวว่า เด็กเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลหรือสิ่งรอบตัวโดยกระบวนการซึมซับ (assimilation) เชื่อมโยงประสบการณ์ใหม่เข้ากับความรู้เดิมที่สอดคล้องกัน แต่ถ้าประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับความรู้เดิมจะเกิดเปลี่ยนแปลงความคิดและพฤติกรรมใหม่โดยการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) ซึ่งเป็นการปรับตัวเข้าสู่ภาวะสมดุล (equilibrium)

การเรียนการสอนโดยใช้วิธีออกแบบมีลักษณะสำคัญเหมือนกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (problem-based learning) ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสนใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ (Uden and Beaumont, 2006: 36-37) ดังนี้

1. การเรียนรู้จะเกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพเมื่อนักเรียนได้รับการกระตุ้นและเรียนรู้ผ่านบริบทที่นำความรู้ไปใช้

2. นักเรียนสามารถเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อนักเรียนให้ความสำคัญต่อปัญหาที่เผชิญ

3. นักเรียนจำเป็นต้องมีทักษะแก้ปัญหา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการเรียนรู้ด้วยตนเองนอกเหนือจากเนื้อหาความรู้

4. นักเรียนได้รับความคาดหวังในการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิต

5. ครูต้องการให้นักเรียนมีทักษะการรับรู้

6. ไม่มีนักเรียนคนใดมีความสามารถครบถ้วน นักเรียนถูกคาดหวังให้ทำงานเป็นทีมหรือเป็นกลุ่มเพื่อแก้ปัญหาร่วมกัน

1.2 ความหมายของการเรียนการสอนโดยใช้วิธีออกแบบ

การเรียนการสอนโดยใช้วิธีออกแบบ คือ กระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยการกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนวิเคราะห์และเสนอวิธีการแก้ปัญหาจากข้อมูล เพื่อนำไปสู่การสร้างผลผลิตที่ตอบสนองต่อความต้องการแก้ปัญหา

1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีออกแบบ

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วิธีออกแบบแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหาหรือความต้องการ (Need) นักเรียนแสดงความสนใจต่อเรื่องที่จะศึกษา โดยตั้งคำถามเพื่อระบุปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ครูเป็นผู้กำหนด ศึกษาหาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำลังเป็นปัญหา ตลอดจนรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

2. ขั้นวิเคราะห์แนวทางในการออกแบบ (Analysis) นักเรียนนำข้อมูลที่ศึกษามารวมกันแล้วสรุปเป็นประเด็นต่าง ๆ เสนอวิธีแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ และอภิปรายร่วมกับเพื่อน บันทึกข้อสรุปจากข้อมูลที่ศึกษาและความคิดเห็นภายในกลุ่มเพื่อให้ได้วิธีแก้ปัญหา

3. ขั้นกำหนดวิธีการออกแบบ (Development) นักเรียนใช้ข้อมูลจากการศึกษาค้นคว้าในการอธิบายคำจำกัดความ และหลักการที่เชื่อมโยงประสบการณ์กับการสร้างสิ่งประดิษฐ์ ฟังและพยายามทำความเข้าใจคำอธิบายของเพื่อน กำหนดวิธีการสร้างสิ่งประดิษฐ์เป็นขั้นตอน

4. ขั้นออกแบบและปฏิบัติงาน (Realisation) นักเรียนกำหนดรายการอุปกรณ์ที่ใช้และขั้นตอนในการปฏิบัติงาน สร้างแบบจำลองเพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ ตลอดจนดำเนินการสร้างสิ่งประดิษฐ์ตามขั้นตอนที่กำหนด

5. ขั้นประเมินผลงาน (Effectiveness) นักเรียนทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของสิ่งประดิษฐ์ อภิปรายผลการทำงานของสิ่งประดิษฐ์และขั้นตอนในการปฏิบัติงาน

1.4 บทบาทของครูและนักเรียน

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบมีการกำหนดบทบาทของครูและนักเรียนเพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ มีรายละเอียดต่อไปนี้

บทบาทของครู

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ ครูมีบทบาทสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวทางที่วางไว้ตามที่ Deacon (1996: 51-64) และ Roger (1996: 154) ได้เสนอถึงบทบาทครูโดยสรุปดังนี้

1. มอบหมายงานให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบ
2. จัดกิจกรรมสนับสนุนการแสดงความคิดเห็นและการตัดสินใจ
3. อำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียน จัดเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์
4. ให้คำแนะนำแก่นักเรียน
5. ประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง

บทบาทของนักเรียน

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ นักเรียนมีบทบาทสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามที่ Deacon (1996: 51-64) ได้เสนอถึงบทบาทนักเรียนโดยสรุปดังนี้

1. ระบุปัญหาที่ต้องการแก้ไข
2. อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และอธิบายแนวทางแก้ปัญหาในกลุ่มเพื่อน
3. เสนอแนวทางแก้ปัญหาอย่างน้อย 2-3 วิธี ก่อนสรุปวิธีแก้ปัญหาที่สามารถทำได้
4. ใช้คำถามขณะทำการอภิปรายเพื่อให้ดำเนินตามเป้าหมาย
5. เขียนแบบร่างลงบนกระดาษก่อนสรุปวิธีแก้ปัญหาก่อนทำการสร้างสิ่งประดิษฐ์
6. สร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุที่ครูกำหนดให้
7. อธิบายและสาธิตการทำงานของสิ่งประดิษฐ์
8. ประเมินการปฏิบัติงานของตน
9. แนะนำวิธีการแก้ปัญหาแก่เพื่อน

1.5 ประโยชน์ของการเรียนการสอนโดยใช้วิธีออกแบบ

1. นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างตื่นตัวจากการลงมือปฏิบัติ (Lusted, 1996: 93)
2. นักเรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็นผ่านการเขียนแบบร่าง ทำให้เข้าใจง่าย (McCandlish, 1996: 109)

3. นักเรียนสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของวัสดุ (Owen-Jackson, 2000: 8)

4. นักเรียนได้รับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ (Owen-Jackson, 2000: 8; Rogers, 1996: 155) นำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างอิสระ (Rogers, 1996: 155)

5. นักเรียนได้รับการพัฒนาทักษะต่าง ๆ ได้แก่ ทักษะการสืบค้น (Lusted, 1996: 93) ทักษะการใช้เครื่องมือ (Owen-Jackson, 2000: 8; Rogers, 1996: 155) จากการออกแบบและสร้างผลผลิต

6. นักเรียนได้ฝึกการบริหารจัดการ (Owen-Jackson, 2000: 8) การทำงานร่วมกันส่งเสริมการสื่อสารและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นที่หลากหลาย (Design Council, 2010: Online)

7. นักเรียนมีโอกาสพัฒนากระบวนการทำงานและสร้างผลผลิต เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ (Owen-Jackson, 2000: 8)

2. การอนุรักษ์พลังงาน

2.1 ความหมายของพลังงาน

นักวิชาการ นักวิทยาศาสตร์ ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับพลังงาน ดังนี้

ศศิเกษม ทองยงค์ (2523: 2) กล่าวว่า พลังงานคือ ความสามารถของของบางอย่าง หรือของมนุษย์ที่ทำให้เกิดหรือผลิตงานขึ้นมาได้ เปลวไฟที่เผากาน้ำจะเปลี่ยนน้ำให้เป็นไอน้ำและความดันของไอน้ำก็จะดันฝากาน้ำเผยอขึ้นได้

วิจิตร คงพูล (2524: 1) กล่าวว่า พลังงานคือ ความสามารถที่จะทำงานได้ ความสามารถเป็นความสามารถของวัตถุ นั้นคือ วัตถุใดมีพลังงาน วัตถุนั้นก็ย่อมสามารถจะทำ

สุทิน สัมปัตตะวนิช (2526: 348) กล่าวว่า พลังงาน หมายถึง ความสามารถในการทำงานของเทหวัตถุหรือระบบใด ๆ พลังงานเป็นสิ่งที่แฝงอยู่ในเทหวัตถุ หรือระบบใด ๆ แล้วนำให้มันสามารถทำงานได้

ระวิ สงวนทรัพย์ (2529: 169) กล่าวว่า พลังงาน หมายถึง ความสามารถในการที่จะทำงานได้

มานิต รุจิวโรดม (2533: 171) กล่าวว่า พลังงาน หมายถึง สิ่งที่ได้จากการทำงานหรือความสามารถในการทำงาน พลังงานมีอยู่หลายรูปด้วยกัน เช่น พลังงานกล พลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานเคมี พลังงานความร้อน พลังงานนิวเคลียร์ พลังงานไฟฟ้า และพลังงานจากการแผ่รังสี เป็นต้น พลังงานอาจเปลี่ยนรูปไปมาได้

พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 (กระทรวงพลังงาน, 2552: Online) ให้นิยามของพลังงานว่า ความสามารถในการทำงานซึ่งมีอยู่ในตัวของสิ่งที่อาจให้งานได้

ได้แก่ พลังงานหมุนเวียน พลังงานสิ้นเปลือง และให้หมายความรวมถึงสิ่งที่อาจให้งานได้ เช่น เชื้อเพลิง ความร้อน และไฟฟ้า เป็นต้น

ความหมายของพลังงานที่นักการศึกษา นักวิทยาศาสตร์กล่าวไว้สรุปได้ว่า พลังงาน หมายถึง ความสามารถในการทำงานวัตถุ โดยส่งผลให้วัตถุเกิดการเคลื่อนที่หรือเปลี่ยนประเภทไปจากเดิม

การอนุรักษ์พลังงานประกอบด้วย 2 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ ความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานและการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

2.2 ความหมายของความตระหนักรู้

ความตระหนักรู้ เป็นองค์ประกอบหนึ่งของการรับรู้ (receiving) ที่จัดว่าเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ทางด้านจิตพิสัยขั้นแรก เริ่มจากการจดจำสิ่งเร้าจนเกิดความสนใจ ซึ่งได้แปลภาษาอังกฤษมาจากคำว่า awareness มีนักจิตวิทยาการศึกษาให้คำแปลเป็นภาษาไทยโดยใช้คำว่า ความตระหนักรู้ ความตระหนัก การรู้จัก โดยมีนักการศึกษา นักจิตวิทยา ให้ความหมายดังนี้

กู้ด (Good, 1973: 54) ให้ความหมายของความตระหนักรู้ว่า หมายถึง การกระทำที่แสดงว่าจำได้ การรับรู้หรือมีความรู้ ซึ่งความตระหนักรู้มีความหมายเหมือนกับความสำนึก

แครทโวล บลูม และมาเซีย (Krathwohl, Bloom and Masia, 1973: 99) กล่าวว่า ความตระหนักรู้เป็นขั้นต่ำสุดของอารมณ์และความรู้สึก ความตระหนักรู้คล้ายกับความรู้ตรงที่ไม่แสดงลักษณะของสิ่งเร้า แต่ความตระหนักรู้ไม่ระบุถึงปรากฏการณ์หรือสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ความตระหนักรู้เกิดขึ้นได้เมื่อมีสิ่งมาเร้า

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2543: 14) นิยามความหมายของความตระหนักรู้ว่าเป็นพฤติกรรมขั้นแรกที่คนรู้จักกับสิ่งเร้าว่ามันเป็นอะไรเป็นการรู้จักเบื้องต้นผิวเผินเท่านั้น ยังไม่เห็นความสำคัญ เป็นเพียงการสังเกตเห็นปรากฏการณ์นั้นโดยปราศจากความสนใจ เช่น รู้จักสี รูปแบบ การจัดอันดับ ฯลฯ

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545: 37) ให้ความหมายของความตระหนักรู้ไว้ว่า หมายถึง ขั้นที่บุคคลเริ่มมีความรู้สึกว่ามีสิ่งเร้าเข้ามา และยอมให้สิ่งเร้านั้นเข้ามาอยู่ในความสนใจของตน

ราชบัณฑิตยสถาน (2551: 35) ให้ความหมายของความตระหนักรู้ว่า คือภาวะความรู้ชัดเกี่ยวกับตนเอง ผู้อื่น และเหตุการณ์ต่าง ๆ

แนวคิดของนักจิตวิทยาการศึกษาดังกล่าวสรุปได้ว่า ความตระหนักรู้ หมายถึง พฤติกรรมขั้นแรกของบุคคลที่แสดงออกถึงการรับรู้หรือสังเกตเห็นว่ามีความรู้เมื่อมีสิ่งเร้าเข้ามาเกี่ยวข้อง และยอมให้สิ่งเร้านั้นเข้ามาอยู่ในความสนใจของตน

2.3 แนวทางการวัดความตระหนักรู้

ความตระหนักรู้ (Awareness) เป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านจิตพิสัยเกี่ยวกับการรู้สำนึกว่าสิ่งนั้นมีอยู่ จำแนกและรับรู้ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่ละเอียดอ่อนเกี่ยวกับด้านความรู้สึกและอารมณ์ ดังนั้นการที่จะทำการวัดและการประเมิน จึงต้องมีหลักการและวิธีการ ตลอดจนเทคนิคเฉพาะ จึงจะวัดความรู้สึกและอารมณ์นั้นมีหลายประเภทด้วยกัน โดยมีนักการศึกษาได้ให้แนวทางการวัดพฤติกรรมด้านจิตพิสัย ดังนี้

ล้วน สายยศ (2543: 45) เสนอแนวทางการวัดเจตคติ สรุปได้ดังนี้

1. การสัมภาษณ์ เป็นการพูดคุยกันอย่างมีจุดมุ่งหมาย โดยยึดตามแนววัตถุประสงค์ที่จะวัดและบันทึกไว้ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งการวัดเจตคติโดยการสัมภาษณ์จะต้องสร้างคำถามในการสัมภาษณ์ให้ดี ข้อคำถามแต่ละข้อจะต้องกระตุ้น ยุแหย่ให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ตอบความรู้สึกต่อเป้าเจตคติที่ผู้ทำการสัมภาษณ์ต้องการได้ ข้อคำถามควรถามคลุมทั้งทางบวกและทางลบ เพื่อจะได้ใช้ประเมินเปรียบเทียบความรู้สึกที่แท้จริง การสัมภาษณ์มีทั้งแบบมาตรฐานและแบบไม่มาตรฐาน

2. การสังเกต คือการเฝ้ามองดูสิ่งหนึ่งสิ่งใดอย่างมีจุดมุ่งหมาย มีการกำหนดข้อรายการ (Checklist) ที่จะใช้ในการสังเกต ผู้สังเกตควรมีความสามารถในการรับรู้ดี เพื่อให้ลดคลาดเคลื่อนในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3. การรายงานตนเอง เป็นการให้ผู้สอบแสดงความรู้สึกอย่างตรงไปตรงมาตามสิ่งเร้าที่ได้รับ ได้แก่ สิ่งเร้าที่เป็นข้อความ ข้อคำถาม หรือเป็นภาระงาน แบบทดสอบหรือมาตรวัดที่ถือว่าเป็นแบบมาตรฐาน (Standard form) เป็นแนวการสร้างของเทอร์สโตน (Thurstone) กัตแมน (Guttman) ลิเคิร์ต (Likert) และออสกูด (Osgood) วีธีการวัดประเภทนี้ยังไม่ถือว่าเป็นรูปแบบมาตรฐาน ขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายของการสร้าง

4. เทคนิคการจิตนาการ เป็นให้ผู้สอบแสดงความรู้สึกต่อสถานการณ์ที่กำหนดให้ ทำให้ผู้สอบจะต้องจินตนาการออกมาตามแต่ประสบการณ์เดิมของตน แต่ละคนแสดงออกมาไม่เหมือนกัน เช่น ประเภทให้เติมประโยคให้สมบูรณ์ ภาพนามธรรมเติมเรื่องราวสั้น ๆ เล่านิทานจากภาพ ฯลฯ การแปลความหมายอาศัยผลจากการตอบสิ่งที่กล่าวมาแล้วเพื่อให้ทราบเป้าเจตคติที่ต้องการวัด

5. การวัดทางสรีระภาพ เป็นวัดโดยอาศัยเครื่องมือในการสังเกตการเปลี่ยนแปลงสภาพของร่างกาย เช่น การใช้เครื่องกัลวานอมิเตอร์ชนิดหนึ่ง เพื่อวัดดูความต้านทานกระแสไฟฟ้าในผิวหนัง เมื่อคนเกิดการเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ ส่วนผสมของสารเคมีต่าง ๆ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ ส่วนผสมของสารเคมีต่างๆ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพปกติ เรียกว่ามีกระแสไฟฟ้าไหลสามารถเปลี่ยนแปลงขนาดได้ เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าก็จะสามารถวัดตรวจสอบเปรียบเทียบกับขณะที่ร่างกายอยู่ในสภาพปกติได้ เครื่องมือจับเท็จอาศัยหลักการนี้

ณัฏภรณ์ หลาวทอง (2546: 199-201) เสนอวิธีที่ใช้วัดจิตพิสัยออกเป็น 5 วิธี คือ

1. การรายงานตนเอง (Self-report) เป็นการให้ผู้รับการทดสอบแสดงความรู้สึกของตนเองตามสิ่งเร้าที่ได้สัมผัส ซึ่งสิ่งเร้าอาจเป็นข้อความหรือสถานการณ์ต่าง ๆ โดยผู้ตอบมีโอกาสตอบได้ตามความคิดความรู้สึกของตนเอง (การตอบแบบปลายเปิด) หรือเลือกคำตอบที่มีการจัดเตรียมไว้แล้ว (การตอบปลายปิด) จากกมาตรวัดต่าง ๆ เช่น มาตรอันตรภาคปรากฏเท่ากันของเทอร์สโตน (Thurstone) มาตรรวมการประมาณค่าของลิเคิร์ต (Likert) และมาตรจำแนกความหมายของออสกูด (Osgood)

2. การสังเกตพฤติกรรม (observation) เป็นการใช้ประสาทสัมผัสโดยเฉพาะตาและหู ในการบันทึกจดจำพฤติกรรมอย่างมีจุดมุ่งหมาย แล้วจดลงในแบบที่มีลักษณะเป็น แบบตรวจสอบรายการ (checklist) หรือแบบมาตรประมาณค่า (rating scale) การที่จะสังเกตให้สอดคล้องตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด แบบบันทึกพฤติกรรมจะต้องมีรายละเอียดของสิ่งที่สังเกตอย่างชัดเจนเป็นรูปธรรม และมีประเด็นการสังเกตที่ครอบคลุมพฤติกรรมที่จะปรากฏขึ้นด้วย

3. การสังเกตร่องรอยของพฤติกรรม (obtusive) เป็นการตรวจสอบข้อมูลย้อนหลังจากหลักฐานอื่นที่ใช้อ้างอิงถึงความถี่ของพฤติกรรม เช่น ร่องรอยการยืมหนังสือจากห้องสมุด ประเภทของหนังสือที่มีการยืมอ่านมากที่สุด ร่องรอยของการใช้อุปกรณ์กีฬา การบำรุงรักษา เป็นต้น

4. การสัมภาษณ์ (interview) เป็นวิธีวัดที่เกิดการปฏิสัมพันธ์พูดคุยระหว่างผู้สัมภาษณ์และผู้รับการสัมภาษณ์ โดยอาจเป็นการสัมภาษณ์เป็นกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้ สำหรับรูปแบบของการสัมภาษณ์แบ่งออกเป็นการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ซึ่งมีข้อคำถามเตรียมไว้เรียบร้อยแล้วเหมือนกับแบบสอบถามปลายเปิด ส่วนการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง จะมีเพียงแต่ประเด็นในการสัมภาษณ์ การซักถามจึงมีความยืดหยุ่น และข้อคำถามที่หลากหลาย ผู้สัมภาษณ์จึงต้องอาศัยความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ที่มากพอ เพื่อให้ผู้รับการสัมภาษณ์เกิดความไว้วางใจเชื่อถือ และอยากตอบคำถามตามความเป็นจริง โดยในระหว่างการสัมภาษณ์ นอกจากผู้สัมภาษณ์จะต้องมีทักษะการพูดที่ดีแล้ว ยังจะต้องมีทักษะการฟังที่ดีด้วย

5. เทคนิคการจินตนาการ (projective techniques) เป็นการใช้สถานการณ์หรือสิ่งเร้าไปกระตุ้นให้ผู้ทดสอบแสดงพฤติกรรมหรือความคิดจินตนาการของตนออกมา เช่น การเติมประโยคหรือเรื่องให้สมบูรณ์ การสร้างความคิดบรรยายความรู้สึกจากภาพ การโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึกกับคำต่าง ๆ เป็นต้น การแปลความหมายอาศัยผลจากการตอบสิ่งที่กล่าวมาแล้ว ก็พอจะรู้ได้ว่าผู้นั้นมีความรู้สึกอย่างไรต่อเป้าหมายที่ตั้งไว้

เอมอร จังศิริพรปกรณ์ (2550: 45-48) เสนอเครื่องมือวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านจิตพิสัย โดยแบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. แบบตรวจสอบรายการ เป็นการสร้างรายการพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ ค่านิยม คุณธรรม จริยธรรม เจตคติที่ต้องการแล้วประเมินว่ามีหรือไม่มี ทำหรือไม่ทำ ใช่หรือไม่ใช่ตามรายการที่กำหนด

2. แบบมาตรประมาณค่า เป็นการสร้างรายการพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ ค่านิยม คุณธรรม จริยธรรม เจตคติที่ต้องการเช่นเดียวกับแบบตรวจสอบรายการ แต่ต่างกันที่มาตรประมาณค่าต้องการทราบรายละเอียดที่ชัดเจนยิ่งขึ้นว่ามีมากน้อย อยู่ในระดับใด รูปแบบของมาตรประมาณค่ามีอยู่หลายรูปแบบ ได้แก่

2.1 มาตรประมาณค่าแบบบรรยาย เป็นการใช้ข้อความบอกระดับที่ให้ผู้ตอบพิจารณาเลือก จำนวนระดับอาจจะเป็น 3 4 หรือ 5 ก็ได้

2.2 มาตรประมาณค่าแบบตัวเลข เป็นการใช้ตัวเลขบอกระดับที่ให้ผู้ตอบพิจารณาเลือก จำนวนระดับอาจจะเป็น 3 4 หรือ 5 ก็ได้

2.3 มาตรประมาณค่าแบบเส้นหรือกราฟ เป็นการใช้เส้นหรือกราฟบอกระดับที่ให้ผู้ตอบพิจารณาเลือก จำนวนระดับอาจจะเป็น 3 4 หรือ 5 ก็ได้

2.4 มาตรประมาณค่าแบบสัญลักษณ์ เป็นการใช้สัญลักษณ์บอกระดับที่ให้ผู้ตอบพิจารณาเลือก จำนวนระดับอาจจะเป็น 3 4 หรือ 5 ก็ได้

2.5 มาตรประมาณค่าแบบให้จัดอันดับ เป็นการใช้ตัวเลขเรียงลำดับความสำคัญหรือให้จัดเรียงใหม่

2.6 มาตรประมาณค่าของออสกูด เป็นการกำหนดคุณศัพท์ที่มีความหมายตรงข้ามโดยมีตัวเลขแสดงพฤติกรรมตั้งแต่สูงสุดไปยังต่ำสุด ส่วนใหญ่ใช้ 7 ระดับ

3. แบบวัดสถานการณ์ เป็นการสร้างหรือจำลองสถานการณ์เรื่องราวต่าง ๆ ขึ้นเพื่อให้บุคคลแสดงความรู้สึกว่าตนเองจะกระทำ หรือมีความคิดเห็นอย่างไรต่อสถานการณ์ที่กำหนด

จากการศึกษาแนวทางการวัดความตระหนักรู้ สรุปได้ดังนี้

1. ใช้การสังเกต
2. ใช้การสัมภาษณ์
3. ใช้แบบวัดสถานการณ์
4. ใช้แบบตรวจสอบรายการ
5. ใช้แบบมาตรประมาณค่า

2.4 ความหมายของการปฏิบัติ

พิศาล สร้อยธุหร่ำ (2525: 47) ให้ความหมายของทักษะปฏิบัติว่า หมายถึง ทักษะในการใช้เครื่องมือต่างๆ การสังเกต การจัดประเภท การพิจารณาโครงสร้างและหาความสัมพันธ์ และการรายงานผลอย่างมีประสิทธิภาพ

สุนันท์ ศลโกสุม (2533: 6) กล่าวว่าวิธีปฏิบัติ เป็นกระบวนการของการกระทำจากการปฏิบัติที่กำลังดำเนินการ จะแสดงออกในรูปของขั้นตอนในการทำงาน และการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอนตามวิธีการนั้น ๆ

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543: 68) ให้ความหมายของทักษะว่า หมายถึง ความสามารถในการที่จะทำงานได้คล่องแคล่วว่องไว โดยไม่มีผิดหรือคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริงในสิ่งนั้น การแสดงออก บวก ลบ คูณ หารได้รวดเร็ว ถูกต้อง พิมพ์รายงานได้รวดเร็วถูกต้อง

สุวิมล ว่องวานิช (2547: 2) ให้ความหมายของคำว่า ทักษะปฏิบัติ หมายถึง การปฏิบัติงานที่ต้องอาศัยการประสานสัมพันธ์ของอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเพื่อทำงานให้สำเร็จ และเมื่อทำบ่อย ๆ จะเกิดความชำนาญและเกิดการเรียนรู้ขึ้น

การศึกษาความหมายของทักษะการปฏิบัติสรุปได้ว่า การปฏิบัติ หมายถึง ความ สามารถที่จะทำงานให้สำเร็จอย่างรวดเร็วปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ จนเกิดความชำนาญและเกิดการเรียนรู้

2.5 แนวทางการวัดการปฏิบัติ

การวัดทักษะปฏิบัติ เป็นการวัดผลในด้านความสามารถในการแสดงออกด้วยทักษะใดทักษะหนึ่งซึ่งเป็นผลรวมจากการเรียนรู้ ผู้ปฏิบัติจะต้องมีความรู้ ความสามารถทั้งในด้านทฤษฎีและปฏิบัติ เพื่อแสดงทักษะของตนออกมา

สุนันท์ ศลโกศุม (2532: 132) แบ่งเครื่องมือวัดการปฏิบัติการออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบบันทึกผลการปฏิบัติ ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

1.1 รายงานในการตรวจสอบความสามารถในการปฏิบัติงาน ทั้งในด้านผลผลิตและกระบวนการ

1.2 การให้น้ำหนักคะแนนแต่ละข้อรายการ การกำหนดค่าน้ำหนักทำได้หลายวิธีเป็น 0, 1 หรือมาตราส่วนประมาณค่า

รูปแบบของเครื่องมือในการบันทึกทำได้หลายรูปแบบ เช่น แบบตรวจสอบรายการ หรือมาตราส่วนประมาณค่า

2. การสังเกต การสังเกตเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่วัดความสามารถในการกระทำของผู้ปฏิบัติ

ศิริชัย กาญจนวาสี (2535:153-154) ได้แบ่งเครื่องมือวัดการปฏิบัติไว้ดังนี้

1. เครื่องมือประเภทที่ใช้ในการวัดกระบวนการปฏิบัติ ใช้ประเมินทักษะความสามารถในการทำงาน ความถูกต้องการปฏิบัติ ลำดับการทำงาน วิธีการวัดที่มีความตรงคือการใช้การสังเกตประเมินพฤติกรรมการทำงาน เครื่องมือที่ใช้ในการสังเกต ได้แก่ แบบตรวจสอบรายการ (check list) ระเบียนพฤติการณ์ (anecdotal Record) มาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) แผนภูมิการส่วนร่วม (participation chart)

2. เครื่องมือประเภทที่ใช้ในการวัดผลงาน ใช้ประเมินคุณภาพของผลงานที่ผู้เรียนทำส่ง ไม่ว่าจะเป็นผลงาน รายการ การทดลอง หรือโครงการ สามารถประเมินได้ โดยใช้แบบประเมิน หรือแบบตรวจสอบคุณภาพ แบบประเมินดังกล่าวก็เหมือนกับมาตราส่วนประมาณค่าแบบวัดที่นำมาใช้วัดความสามารถการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ที่นิยมคือ

1. แบบตรวจสอบรายการ (checklist)
2. มาตราส่วนประมาณค่า (rating scale)
3. ระเบียนพฤติการณ์ (anecdotal record)
4. แบบสอบด้วยข้อเขียน (paper-pencil test)

สุวิมล ว่องวาณิชและ เพียงใจ ศุขโรจน์ (2546: 243) กล่าวถึงแนวทางการวัดพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย สรุปได้ดังนี้

1. การสังเกต เป็นวิธีการที่ใช้วัดการกระทำหรืออาการที่แสดงให้ผู้อื่นเห็นได้ คุณภาพของข้อมูลขึ้นอยู่กับผู้สังเกต ซึ่งต้องเป็นผู้ที่ช่างสังเกต เที่ยงตรง ยุติธรรม ไม่ลำเอียง ตรงไปตรงมา บันทึกหรือรายงานตามการกระทำที่สังเกตเห็น การสังเกตจะเป็นเครื่องมือที่ใช้มากกับการวัดพฤติกรรมที่แสดงถึงกระบวนการปฏิบัติงาน

2. แบบสอบถามหรือแบบตรวจสอบรายการ เป็นเครื่องมือที่ใช้การวัดพฤติกรรมโดยให้ผู้ถูกประเมินรายงานพฤติกรรมของตนเอง มีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า

เอมอร จังศิริพรปกรณ์ (2550: 48-50) เสนอแนวทางการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านทักษะพิสัย ดังนี้

1. แบบสอบภาคปฏิบัติ อาจเป็นสถานการณ์จำลองหรือสถานการณ์จริงที่ให้ผู้สอบได้ปฏิบัติ การประเมินสามารถประเมินจากกระบวนการที่เป็นวิธีการในขั้นตอนต่าง ๆ ของการปฏิบัติหรือจากผลงานที่เป็นผลผลิตของกระบวนการก็ได้

2. แบบตรวจสอบรายการ มีลักษณะเดียวกันกับแบบตรวจสอบรายการในเครื่องมือวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านจิตพิสัย แต่รายการประเมินจะแตกต่างไป คือเป็นรายการที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติ ซึ่งอาจแยกรายการย่อยของการปฏิบัติเป็น ขั้นเตรียม ขั้นปฏิบัติ ผลผลิต โดยอาศัยการสังเกตในการประเมินแต่ละรายการว่า มี/ไม่มี ใช่/ไม่ใช่

3. มาตรประมาณค่า มีลักษณะเดียวกันกับมาตราประมาณค่าในเครื่องมือวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านจิตพิสัย แต่รายการประเมินจะเกี่ยวข้องกับการปฏิบัติ และมาตรประมาณค่าต้องการทราบรายละเอียดที่ชัดเจนยิ่งขึ้นว่ามีมากน้อย อยู่ในระดับใด ดังตัวอย่างมาตราประมาณค่าในการฝึกสอน

4. การประเมินตามสภาพจริง เป็นการวัดทักษะการปฏิบัติที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงที่มีการปฏิบัติหลาย ๆ เรื่อง เป็นการกระทำตลอดเวลา เน้นการใช้ความคิดระดับสูง การพิจารณาไตร่ตรองและแก้ปัญหา มากกว่าการประเมินเฉพาะทักษะพื้นฐาน ดังนั้นการประเมินตามสภาพจริงจึงไม่สามารถประเมินได้จากข้อมูลหรือใช้วิธีการประเมินวิธีเดียว เครื่องมือที่ใช้ประเมินจึงต้องมีความหลากหลาย

5. แฟ้มสะสมผลงาน เป็นเครื่องมือลักษณะหนึ่งของการประเมินตามสภาพจริง เป็นการสะสมผลงานของผู้เรียนอย่างมีจุดมุ่งหมายและเป็นระบบเพื่อแสดงให้เห็นถึงความพยายาม ความก้าวหน้า และผลสัมฤทธิ์ด้านใดด้านหนึ่งของผู้เรียน ลักษณะที่สำคัญของแฟ้มสะสมผลงาน คือ เป็นการสะสมงานของผู้เรียนที่เน้นผลผลิตมากกว่ากระบวนการปฏิบัติ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และบ่งชี้ถึงจุดเด่นมากกว่าจุดด้อย

จากการศึกษาแนวทางวัดการปฏิบัติสรุปได้ดังนี้

1. ใช้การสังเกต
2. ใช้แบบตรวจสอบรายการ
3. ใช้มาตราส่วนประมาณค่า
4. ใช้แบบสอบภาคปฏิบัติ

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของการแก้ปัญหาและการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การแก้ปัญหาเป็นแบบแผน วิธีการ ที่มีการกำหนดขั้นตอนเพื่อหาทางออกของปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน และเป็นสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนที่กระทรวงศึกษาธิการกำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 4) ซึ่งมีนักจิตวิทยาการศึกษาและนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหา การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

กานเย่ (Gagne 1970: 64) อธิบายความหมายของการคิดแก้ปัญหาว่า เป็นรูปแบบของการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยความรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่สองประเภทขึ้นไป และใช้หลักการนั้นผสมผสานกันจนเป็นความสามารถใหม่ที่เรียกว่า ความสามารถทางด้านการคิดแก้ปัญหา

กู้ด (Good, 1973: 439) ได้ให้ความหมายของวิธีการแก้ปัญหาว่า มีความหมายเดียวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ คือแบบแผนหรือวิธีดำเนินการซึ่งอยู่ในสภาวะที่มีความยุ่งยากลำบาก หรืออยู่ในสภาพที่พยายามตรวจสอบข้อมูลที่หามาได้ซึ่งมีความเกี่ยวข้องปัญหา มีการตั้งสมมติฐาน และการตรวจสอบสมมติฐานภายใต้การควบคุม มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง เพื่อหาความสัมพันธ์นั้นว่าจริงหรือไม่

Llewellyn (2002: 85-86) อธิบายความหมายของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (scientific problem solving) โดยสรุปว่า เป็นแนวความคิดและกระบวนการที่นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการออกแบบผลงานหรือสิ่งประดิษฐ์ นักเรียนได้รับความเข้าใจจากประสบการณ์ที่มีความหมายโดยเป็นผู้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

Krulik (2003: 6) อธิบายความหมายของการแก้ปัญหาว่า คือกระบวนการที่บุคคลใช้ความรู้ทักษะ และความเข้าใจที่มีอยู่เดิมเพื่อตอบสนองความต้องการในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย โดยเริ่มจากการเริ่มต้นเผชิญปัญหาและสรุปเมื่อได้รับคำตอบแล้วโดยพิจารณาจากเงื่อนไขที่กำหนดขึ้น นักเรียนต้องสังเคราะห์ความรู้ที่มีอยู่และประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่

สมบูรณ์ ชิตพงศ์ (2539: 70) อธิบายแนวคิดแก้ปัญหาว่า เป็นพฤติกรรมหรือคุณลักษณะที่บุคคลเลือกกระทำหรือปฏิบัติ ในการหาทางออกกับปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ต้องเผชิญ

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2544: 35) ได้อธิบายถึงการแก้ปัญหาว่า เป็นทักษะทางปัญญาซึ่งถือว่าเป็นสิ่งที่เฉพาะของแต่ละบุคคล การแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์จะเน้นการวางแผนการทดลอง การรวบรวม และการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อจุดประสงค์ในการค้นพบและอธิบายแบบแผนที่เกี่ยวข้อง

กับวัตถุและปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ดังนั้นการแก้ปัญหาจึงเป็นการนำเอาเนื้อหาวิชาและทักษะกระบวนการที่เหมาะสมมาใช้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในการแก้ปัญหานี้จะเกี่ยวข้องกับเจตคติด้วย

จากความเห็นของนักจิตวิทยาการศึกษา นักการศึกษาวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปความหมายของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ว่า หมายถึง วิธีดำเนินการที่ต้องอาศัยความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ มาประยุกต์ใช้หรือปฏิบัติ เพื่อตอบสนองความต้องการในสถานการณ์ใหม่ ผลงานที่ได้จากกระบวนการจะแสดงออกถึงความรู้ ความเข้าใจของผู้ปฏิบัติ

3.2 กระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการแก้ปัญหามีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของวิธีดำเนินการ แต่มีลักษณะการทำงานที่เป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งมีนักการศึกษากล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ดังนี้

Llewellyn (2002: 87-89) กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยมีลักษณะเป็นวงจร มีขั้นตอนดำเนินการอย่างเป็นระบบ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

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

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

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

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

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

6. การประเมินและสื่อสาร (Evaluating and communicating the results) นักเรียนทบทวนข้อมูลที่ได้เก็บมาและประเมินวิธีแก้ปัญหา โดยการเขียนบันทึกหรือการนำเสนอหน้าชั้นเรียน ซึ่งข้อมูลที่ได้อาจสนับสนุนวิธีแก้ปัญหา แต่ในบางกรณีอาจจะต้องมีการคิดวิธีแก้ปัญหาใหม่ ซึ่งจะทำให้นักเรียนต้องกลับไปดำเนินการในขั้นตอนที่ 2 อีกครั้ง

Nitko (2004: 208) กล่าวถึงองค์ประกอบของการแก้ปัญหา ดังนี้

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

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544: 44-45) กล่าวถึงขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาประกอบด้วย 8 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่ปัญหา เป็นการศึกษาสภาพของปัญหา สาเหตุของปัญหา ซึ่งเป็นการค้นหาสาเหตุของปัญหาที่อาจจะเป็นไปได้ให้มากที่สุด
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา เป็นการศึกษา วิเคราะห์ วิพากษ์ วิจารณ์ ให้ทราบถึงปัญหาที่ต้องการแก้ไข
3. ขั้นระบุปัญหา เป็นการนำเอาปัญหาที่เป็นสาเหตุแท้จริงมาเป็นจุดสำคัญในการศึกษา
4. ขั้นกำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดเป้าหมายเพื่อการแก้ปัญหานั้น ๆ โดยระบุวัตถุประสงค์ที่สามารถมองเห็นเป็นการกระทำได้
5. ขั้นตั้งสมมติฐาน เป็นการเสนอแนวทางและวิธีการในการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา
6. ขั้นทดลองหรือตรวจสอบสมมติฐาน เป็นการนำวิธีการแก้ปัญหาในขั้นตั้งสมมติฐานไปใช้ในการแก้ปัญหา
7. ขั้นสรุปผล
8. ขั้นนำไปใช้

จากกระบวนการแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีขั้นตอนแตกต่างกัน สามารถสรุปกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ทั้งหมด 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุปัญหาที่ต้องการแก้ไข
2. รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
3. กำหนดวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้
4. เลือกและออกแบบแผนงานเพื่อการแก้ปัญหา
5. ดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนงาน
6. ประเมินและสื่อสารผลการแก้ปัญหา

3.3 แนวทางการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นการวัดความรู้ความคิด และกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนในการหาคำตอบของปัญหาที่ยังไม่มีการหาคำตอบมาก่อน อาจเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน แนวทางแก้ปัญหาต้องใช้เทคนิค โดยมีแนวทางการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ศิริชัย กาญจนวาสี (2535: 153-154) ได้แบ่งเครื่องมือวัดการปฏิบัติไว้ดังนี้

1. เครื่องมือประเภทที่ใช้ในการวัดกระบวนการปฏิบัติ ใช้ประเมินทักษะความสามารถในการทำงาน ความถูกต้องการปฏิบัติ ลำดับการทำงาน วิธีการวัดที่มีความตรงคือการใช้การสังเกตประเมินพฤติกรรมการทำงาน เครื่องมือที่ใช้ในการสังเกต ได้แก่ แบบตรวจสอบรายการ (Check list) ระเบียนพฤติการณ์ (Anecdotal Record) มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) แผนภูมิการส่วนร่วม (Participation Chart)

2. เครื่องมือประเภทที่ใช้ในการวัดผลงาน ใช้ประเมินคุณภาพของผลงานที่ผู้เรียนทำส่ง ไม่ว่าจะเป็นผลงาน รายการ การทดลอง หรือโครงการ สามารถประเมินได้ โดยใช้แบบประเมินหรือแบบตรวจสอบคุณภาพ แบบประเมินดังกล่าวก็เหมือนกับมาตราส่วนประมาณค่าแบบวัดที่นำมาใช้วัดความสามารถการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ที่นิยมคือ

1. แบบตรวจสอบรายการ (checklist)
2. มาตราส่วนประมาณค่า (rating scale)
3. ระเบียนพฤติการณ์ (anecdotal record)
4. แบบสอบด้วยข้อเขียน (paper-pencil test)

ณุทธ์ สุทธจิตต์ (2540: 443-446) เสนอแนวทางการวัดทักษะปฏิบัติออกเป็น 2 ประเภท ตามลักษณะงานที่ได้รับมอบหมายและพฤติกรรมตามเงื่อนไข ดังนี้

1. แบบวัดทักษะปฏิบัติเชิงกระบวนการ มีวัตถุประสงค์เพื่อดูความสามารถในการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติ เพื่อนำผลมาใช้ในการพัฒนาความรู้ความสามารถในเชิงปฏิบัติทักษะ โดยปกติมักไม่มีการกำหนดคะแนน จะเป็นการสังเกตรวบรวมข้อมูลเพื่อประเมินผลกลับไปให้ผู้ปฏิบัติแก้ไข พัฒนาทักษะของตนให้ก้าวหน้าและดียิ่งขึ้น

2. แบบวัดทักษะปฏิบัติเชิงผลงาน มีวัตถุประสงค์เพื่อนำผลที่ได้มาประเมินความสามารถในการปฏิบัติทักษะ จึงมีการให้คะแนนและมีการจัดลำดับเป็นเกรดต่อไป ผลของการวัดเชิงผลงานอาจจะนำมาใช้เพื่อพัฒนาความสามารถ หรือแก้ไขข้อบกพร่องของผู้ปฏิบัติได้

สุวิมล ว่องวาณิช (2546: 223-224) เสนอวิธีการวัดการปฏิบัติงาน ดังนี้

1. การให้เขียนตอบ การวัดแบบนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของงานที่ให้ทำ เช่น การคัดไทย การวาดภาพ การสร้างข้อสอบ ฯลฯ นอกจากนี้ ยังมีงานบางประเภทที่ต้องทำการวัดความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติด้วยการสอบข้อเขียน ก่อนที่จะให้ผู้เรียนไปปฏิบัติจริง เพื่อตรวจสอบทักษะความสามาถในงานที่ทำ โดยเฉพาะงานที่แล้วมีความเสี่ยงอันตรายสูง เช่น การกระโดดร่ม การดำน้ำ

2. การให้ผู้เรียนปฏิบัติงานให้ดูในสถานการณ์จำลองหรือสถานการณ์จริง เช่น ในห้องเรียน โรงงาน โรงพยาบาล ห้องทดลอง ไม่ว่าสถานการณ์ของการปฏิบัติงานจะเป็นแบบใดก็ตาม การวัดการปฏิบัติงานอาจทำได้โดยให้ผู้ถูกทดสอบรู้ตัวว่ากำลังถูกทดสอบ หรืออาจวัดโดยผู้ถูกทดสอบไม่รู้ตัวก็ได้ คือ ปล่อยให้ผู้เรียนมีการปฏิบัติงานตามปกติ แล้วผู้ทดสอบบันทึกพฤติกรรมการปฏิบัติงาน

3. การวัดตัวอย่างของงานที่ได้จากการปฏิบัติจริงการวัดโดยวิธีนี้ใช้สำหรับการวัดผลการปฏิบัติงานเป็นส่วนใหญ่โดยพิจารณาจากชิ้นส่วนของงานที่ผู้เรียนต้องส่ง (work sample) โดยปกติแล้วชิ้นส่วนของงานที่ผู้เรียนส่งจะอยู่ในรูปของการเขียนตอบแต่ก็ไม่จำเป็นเสมอไป เช่น การให้ผู้เรียนส่งรายงานผลการทดลอง งานฝีมือ งานศิลปะ บทประพันธ์ที่ให้แต่ง การให้อ่านทำนองเสนาะ หรือร้องเพลงใส่เทป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550: 30) กล่าวว่าการประเมินจากรายงานหรือการทดสอบโดยใช้ข้อเขียนที่มีใช้กันทั่วไป ส่วนใหญ่มี 2 แบบคือ

1. การประเมินจากรายงานที่นักเรียนเขียนส่งจากการทำปฏิบัติการเสร็จแล้ว ส่วนมากการประเมินจากรายงานมักจะทำได้คร่าวๆในด้านการตั้งปัญหา และคำตอบสำหรับการแก้ปัญหา การแปลข้อมูลไม่ได้ประเมินการปฏิบัติจริง

2. การทดสอบโดยใช้ข้อสอบที่เขียนเป็นการสอบเกี่ยวกับภาคปฏิบัติ ไม่ใช่การสอบภาคปฏิบัติจริง ข้อสอบอาจจะประเมินความรู้ที่ได้จากการทดลอง การวางแผน การรู้จักเครื่องมือหรือบอกประโยชน์ของเครื่องมือ แต่ไม่สามารถวัดได้ว่านักเรียนรู้จักใช้หรือไม่

จากการศึกษาแนวทางการวัดความสามารถแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ใช้แบบประเมินกระบวนการปฏิบัติ
2. ใช้แบบสอบข้อเขียน
3. ใช้แบบตรวจสอบรายการ
4. ใช้มาตราส่วนประมาณค่า

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนโดยใช้วิธีออกแบบที่มีต่อการอนุรักษ์พลังงานและความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่ามีการศึกษาชุดฝึกอบรม สื่อการเรียนรู้ ชุดกิจกรรม โปรแกรมและโครงงาน ยังไม่มีงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องโดยตรง โดยพบงานวิจัยต่าง ๆ ดังนี้

4.1 งานวิจัยในประเทศ

สุจินต์ เลี้ยงจรูญรัตน์ (2544) ศึกษาผลของการเรียนด้วยกระบวนการคอนสตรักติวิซึมและการใช้แฟ้มสะสมผลงานที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องพลังงานกับชีวิตและเครื่องใช้ ไฟฟ้าในบ้าน ความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 108 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ 1) แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง พลังงานกับชีวิตและเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน 2) แบบวัดความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน และ 3) แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการทดลองพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการคอนสตรักติวิซึมและทำแฟ้มผลงานมีความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการคอนสตรักติวิซึมแต่ไม่ได้ทำแฟ้มผลงานและสูงกว่ากลุ่มควบคุม

นฤมล มณีงาม (2547) ศึกษาผลของการใช้โปรแกรมสร้างจิตสำนึกเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานตามหลักการเรียนรู้ด้วยการรับใช้สังคมที่มีต่อความรู้เรื่องการประหยัดพลังงานและจิตสำนึกเกี่ยวกับการประหยัดพลังงาน กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ 1)แบบทดสอบความรู้เรื่องการประหยัดพลังงาน 2)แบบประเมินตนเองเกี่ยวกับพฤติกรรมการประหยัดพลังงาน 3)แบบประเมินโดยเพื่อนเกี่ยวกับ

พฤติกรรมการประหยัดพลังงาน 4)แบบบันทึกพฤติกรรมการใช้พลังงานของนักเรียนและ 5)แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับเหตุผลของพฤติกรรมและผลกระทบของพฤติกรรมการประหยัดพลังงานที่มีต่อสังคม ผลการทดลองพบว่า นักเรียนที่เข้าร่วมโปรแกรมส่วนใหญ่มีจิตสำนึกเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานอยู่ในระดับที่ 3 และมีคะแนนเฉลี่ยเกี่ยวกับพฤติกรรมการประหยัดพลังงานสูงกว่าก่อนเข้าร่วมโปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นาตยา ช่วยชูเชิด (2548) ศึกษาผลของการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์เรื่อง การแก้ปัญหาเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำ ที่มีต่อเจตคติต่อทรัพยากรน้ำ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 47 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบวัดเจตคติต่อทรัพยากรน้ำ ผลการทดลองพบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อทรัพยากรน้ำหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นิตยา วิมลศักดิ์ (2548) ศึกษาผลของการนำชุดฝึกอบรมเรื่อง มลพิษสิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวัน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องมลพิษสิ่งแวดล้อมและความตระหนักต่อมลพิษสิ่งแวดล้อม กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบความรู้เรื่องมลพิษสิ่งแวดล้อม และแบบวัดความตระหนักต่อมลพิษสิ่งแวดล้อม ผลการทดลองพบว่า นักเรียนมีความตระหนักต่อมลพิษสิ่งแวดล้อมหลังได้รับฝึกอบรมสูงกว่าก่อนฝึกอบรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ยุพดี เส้นขาว (2548) ศึกษาประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้บูรณาการระหว่างรายวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” กับวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยีเรื่อง “การออกแบบและเทคโนโลยี” ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดเห็นของนักเรียน และความคิดเห็นของครู กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 83 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ 1)แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี 2)แบบวัดความคิดเห็นต่อหน่วยการเรียนรู้บูรณาการ 3)แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน และ 4)แบบประเมินความเหมาะสมของการใช้หน่วยการเรียนรู้ ผลการทดลองพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนและครูมีความคิดเห็นต่อหน่วยการเรียนรู้บูรณาการดีขึ้นโดยมีค่าเฉลี่ยมากกว่า 3.5

ศิริรัตน์ ศิริชีพชัยยันต์ (2548) ศึกษาผลของชุดการเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิตที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตสำนึกต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบวัดผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบวัดจิตสำนึกต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ผลการทดลองพบว่า นักเรียนมีจิตสำนึกต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อรพินท์ ชื่นชอบ (2548) ศึกษาผลของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 46 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ ผลการทดลองพบว่า นักเรียนมีความความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์สูงกว่าเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กระจ่างจิต แก้วชล (2549) ศึกษาผลของการพัฒนาชุดฝึกอบรมเรื่อง การอนุรักษ์น้ำ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ความตระหนักต่อการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า และความพึงพอใจต่อชุดฝึกอบรมเรื่องการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ 1)แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2)แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม 3)แบบประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรม ผลการทดลองพบว่า นักเรียนมีความตระหนักต่อการอนุรักษ์พลังงานน้ำหลังฝึกอบรมสูงกว่าก่อนฝึกอบรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ณัฐพร เลิศพิทยภูมิ (2549) ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานในกลุ่มสาระสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและพฤติกรรมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 74 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม และแบบสำรวจการเกิดพฤติกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ผลการทดลองพบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีพฤติกรรมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมสูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ

นารีรัตน์ เรืองจันทร์ (2551) ศึกษาผลของการใช้ชุดกิจกรรมการเผชิญสถานการณ์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 44 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผลการ

ทดลองพบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รักษ์ ห้วยเรไร (2551) ศึกษาประสิทธิภาพของโปรแกรมพัฒนาความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของนักเรียนวัยรุ่น กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 3 จำนวน 28 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เข้าร่วมโปรแกรมพัฒนาการตระหนักรู้ในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ 14 คน และกลุ่มควบคุม 14 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามการตระหนักรู้ในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้และโปรแกรมพัฒนาการตระหนักรู้ในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ ผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองกับนักเรียนวัยรุ่นกลุ่มควบคุมมีการตระหนักรู้ในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้โดยรวมและรายด้านทุกด้าน สูงขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วรรณา รุ่งลักษมีศรี (2551) ศึกษาผลของการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 70 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน ผลการทดลองพบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วัลลภ งามกิตติคุณ (2551) ศึกษาผลของการพัฒนาชุดฝึกอบรมเรื่องการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ความตระหนักต่อการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า และความพึงพอใจต่อชุดฝึกอบรมเรื่องการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ 1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2) แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และ 3) แบบประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรม ผลการทดลองพบว่า นักเรียนมีความตระหนักต่อการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าหลังฝึกอบรมสูงกว่าก่อนฝึกอบรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อรวรรณ บุญส่ง (2551) ศึกษาผลการใช้กิจกรรมสิ่งแวดล้อมศึกษาประกอบการประเมินตามสภาพจริง กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 25 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสังเกตพฤติกรรมการมีจิตสำนึกในการอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม และแบบสอบถามวัดจิตสำนึกในการอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม ผลการทดลองพบว่า นักเรียนมี

จิตสำนึกในการอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อมสูงขึ้นกว่าก่อนการจัดกิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รุ่งศักดิ์ เยื่อใย (2552) ศึกษาผลการใช้บทเรียนวีดีทัศน์เรื่อง ภาวะโลกร้อน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 108 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวัดคือ 1) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2) แบบวัดความพึงพอใจ และ 3) แบบประเมินคุณภาพบทเรียนวีดีทัศน์ ผลการทดลองพบว่า นักเรียนที่ศึกษาจากบทเรียนวีดีทัศน์รูปแบบสารคดีและบทเรียนวีดีทัศน์รูปแบบสัมภาษณ์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Fatma Aggul, Mehmet Yalcin, Metin Acikyildiz และ Erdal Sonmez (2008) ศึกษาการเรียนการสอนด้วยการสาธิตและสถานการณ์จำลองที่มีต่อการอนุรักษ์พลังงาน กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (เกรด 7) จำนวน 59 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบวัดมโนทัศน์เรื่องการอนุรักษ์พลังงาน ผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีมโนทัศน์เรื่องการอนุรักษ์พลังงานหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ

Xorman S. Apedoe, Birdy Reynolds, Michelle R. Ellefson และ Christian D. Schunn (2008) ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการออกแบบทางวิศวกรรมที่มีต่อมโนทัศน์ทางเคมี ความสนใจและความตระหนักรู้ต่อวิชาชีพทางวิศวกรรมศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (เกรด 9-12) จำนวน 271 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดมโนทัศน์ทางเคมี แบบสำรวจความสนใจและความตระหนักรู้ต่อวิชาชีพทางวิศวกรรมศาสตร์ ผลการทดลองพบว่า การเรียนการสอนโดยเน้นการออกแบบในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ความร้อนและความเย็น ทำให้นักเรียนมีมโนทัศน์ทางเคมีหลังการทดลองสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความสนใจและความตระหนักรู้ต่อวิชาชีพทางวิศวกรรมศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มควบคุม

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบที่มีต่อการอนุรักษ์พลังงานและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (quasi-experimental research) กลุ่มตัวอย่างมีเพียงกลุ่มเดียว คือ กลุ่มทดลองที่ได้รับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ มีการเก็บข้อมูลก่อนและหลังการทดลอง (pretest-posttest) ดังภาพที่ 4

กลุ่มทดลอง	O_1	X	O_2

O_1 หมายถึง การเก็บรวมรวมข้อมูลก่อนการทดลอง

X หมายถึง การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ

O_2 หมายถึง การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง

ภาพที่ 4 รูปแบบการวิจัยแบบ One - group pretest-posttest design (Mason and Bramble, 1989)

การวิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

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

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน กรุงเทพมหานคร

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนคริสต์ธรรมศึกษา จังหวัดกรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน โดยดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

1) การเลือกโรงเรียน

ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) โดยเลือกโรงเรียนคริสต์ธรรมศึกษาเขตวัฒนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร เป็นตัวแทนสถานศึกษาสำหรับการวิจัย เนื่องจากเป็นโรงเรียนที่นักเรียนมีระดับความสามารถและองค์ประกอบต่าง ๆ ไม่แตกต่างจากโรงเรียนมัธยมศึกษาที่สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน และผู้อำนวยการโรงเรียนตลอดจนอาจารย์ภายในโรงเรียนให้ความอนุเคราะห์และความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี

2) การเลือกกลุ่มตัวอย่าง ใช้เกณฑ์การคัดเลือกดังนี้

เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงโดยเลือกนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เนื่องจากเนื้อหาที่ใช้เป็นตัวแทนของเนื้อหาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 โดยเปิดรายวิชาพิเศษ รหัสวิชา ว32202 อนุรักษ์พลังงานเพื่อคุณภาพชีวิต แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ และผู้วิจัยปฏิบัติหน้าที่เป็นครูสอนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 จึงใช้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นกลุ่มทดลอง

2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินการอนุรักษ์พลังงานและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตัวแปรตาม	เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
1. การอนุรักษ์พลังงาน	
1.1 ความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงาน	1) แบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยนักเรียน 2) แบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยผู้ปกครอง
1.2 การปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน	1) แบบสำรวจการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน 2) แบบบันทึกการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	1) แบบประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 2) แบบประเมินผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ

รายละเอียดของการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มี 2 ประเภท คือ 1) การอนุรักษ์พลังงาน แบ่งเป็น 1.1) ความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานมีเครื่องมือ 2 ฉบับ ได้แก่ แบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยนักเรียน และแบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยผู้ปกครอง 1.2) การปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน มีเครื่องมือ 2 ฉบับ ได้แก่ แบบสำรวจการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน และแบบบันทึกการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน 2) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีเครื่องมือ 2 ฉบับ ได้แก่ แบบประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

รายละเอียดของการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีดังนี้

2.1.1 การอนุรักษ์พลังงาน แบ่งเป็น

1) ความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงาน เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกถึงการรับรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงาน โดยประเมินความคิดเห็นของนักเรียนและผู้ปกครองก่อนและหลังการเรียนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ ดังนั้นจึงมีเครื่องมือ 2 ฉบับ ได้แก่ แบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยนักเรียน และแบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยผู้ปกครอง

1.1) แบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยนักเรียน ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลก่อนเรียนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบประเมินจากระดับความคิดเห็นของนักเรียน โดยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1.1.1) ศึกษา และรวบรวมข้อมูลจากเอกสารที่เกี่ยวกับความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงาน

1.1.2) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยนักเรียน

1.1.3) รวบรวมพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานจากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.1.4) สร้างแบบวัดความตระหนักรู้แบบมาตราส่วนประมาณค่า แบ่งเป็นข้อความแสดงประเภทของการใช้พลังงานในชีวิตประจำวันของนักเรียน 7 ประเภท ได้แก่ 1)การใช้หลอดแสงสว่าง 2)การใช้ตู้เย็น 3)การรับชมโทรทัศน์ 4)การเปิดพัดลม 5)การใช้โทรศัพท์มือถือ 6)การใช้คอมพิวเตอร์ 7)การใช้น้ำ ประกอบด้วยข้อความเชิงนิมานจำนวน 18 ข้อ และข้อความเชิงนิเสธ จำนวน 17 ข้อ รวม 35 ข้อ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อ มีดังนี้

ข้อความเชิงนิมาน	ข้อความเชิงนิเสธ	ความหมาย
4	1	นักเรียนมีพฤติกรรมที่แสดงออกในการอนุรักษ์พลังงานมากที่สุด
3	2	นักเรียนมีพฤติกรรมที่แสดงออกในการอนุรักษ์พลังงานมาก
2	3	นักเรียนมีพฤติกรรมที่แสดงออกในการอนุรักษ์พลังงานน้อย
1	4	นักเรียนมีพฤติกรรมที่แสดงออกในการอนุรักษ์พลังงานน้อยที่สุด

1.1.5) นำแบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยนักเรียนที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

1.1.6) นำแบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยนักเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิปรากฏในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด (IOC) โดยเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อความที่มีคุณภาพควรมีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ง ตารางที่ 15) รวมถึงความถูกต้องเหมาะสมของข้อความเชิงนิมานและข้อความเชิงนิเสธ จากนั้นจึงนำข้อมูลที่รวบรวมได้จากข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแบบวัดที่สร้างขึ้น โดยสรุปข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิเป็นประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1) ด้านแบบฟอร์ม มีสิ่งที่ควรปรับปรุงดังนี้

1.1) แก้จาก *มีความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานมากที่สุด* เป็น *มีพฤติกรรมที่แสดงออกมากที่สุดในการอนุรักษ์พลังงาน* เพื่อให้เกิดความชัดเจน

2) ด้านภาษา มีสิ่งที่ควรปรับปรุงดังนี้

2.1) แก้จาก *ยินยอม* เป็น *มักจะ* หรือ *ยินดีที่* เพราะแสดงถึงความเต็มใจที่จะกระทำ

2.2) แก้จาก *แนะนำ* เป็น *ชักชวน* เพราะเป็นคำกิริยาของนักเรียนที่สื่อสารกับผู้ใหญ่

2.3) แก้จาก *ฉันสังเกตสวิตซ์ไฟก่อนออกจากบ้าน* เป็น *ฉันฝึกตรวจสอบการปิดสวิตซ์ไฟก่อนออกจากบ้าน* เพราะการสังเกตเป็นพฤติกรรมที่ตรวจพิจารณายาก

2.4) แก้จาก *ฉันส่งเสริมให้คนในบ้านเปิดหลอดไฟเท่าที่จำเป็น* เป็น *ฉันเปิดหลอดไฟเท่าที่จำเป็น* เพราะไม่ตรงกับแบบประเมินความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยผู้ปกครอง

2.5) แก้จาก *เปิดตู้เย็นหลายครั้ง* เป็น *เปิดตู้เย็นบ่อย ๆ วันละมากกว่า 10 ครั้ง* เพื่อให้เกิดความชัดเจน

2.6) แก้จาก *เดินไปปิดสวิตซ์โทรทัศน์แทนการใช้รีโมทคอนโทรล* เป็น *เดินไปปิดสวิตซ์โทรทัศน์ด้วยตนเองแทนการใช้รีโมทคอนโทรล* เพื่อให้เกิดความชัดเจน

2.7) แก้จาก *เดินไปถอดปลั๊กพัดลมเมื่อไม่มีใครอยู่* เป็น *ถอดปลั๊กพัดลมเมื่อไม่ต้องการใช้แล้ว* เพื่อให้เกิดความชัดเจน

2.8) แก้จาก *พูดคุยผ่านโทรศัพท์มือถือไม่เกินครั้งละ 1 ชั่วโมง* เป็น *พูดคุยผ่านโทรศัพท์มือถือไม่เกินครั้งละ 15 นาที* เพราะระยะเวลานานเกินไปจะทำให้เสียพลังงาน

2.9) แก้จาก *ตรวจพิจารณาก๊อกน้ำก่อนออกจากบ้าน* เป็น *ตรวจพิจารณาก๊อกน้ำว่าปิดสนิทก่อนออกจากบ้าน* เพื่อให้เกิดความชัดเจน

3) ด้านเนื้อหา มีสิ่งที่ควรปรับปรุงดังนี้

3.1) แก้จาก *เปิดพัดลมร่วมกับเครื่องปรับอากาศ* เป็น *เปิดพัดลมร่วมกับเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิต่ำกว่า 27 องศาเซลเซียส* เพราะการเปิดพัดลมร่วมกับเครื่องปรับอากาศจะประหยัดพลังงานเมื่อใช้เครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส

1.1.7) นำแบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยนักเรียนที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในโรงเรียนคริสต์ธรรมศึกษา จำนวน 27 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทั้งฉบับในด้านความเที่ยง โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α-Coefficient) ของครอนบาค โดยค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จะต้องมีค่าความเที่ยงตั้งแต่ 0.7 ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยนักเรียนมีค่าเท่ากับ 0.78 ซึ่งถือว่ามีความเที่ยง

1.1.8) พิจารณาผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดรายข้อ โดยเลือกข้อความที่มีค่าความสัมพันธ์เชิงบวก มีข้อความที่ใช้ได้จำนวน 30 ข้อ และปรับปรุงแก้ไขภาษาให้มีความกระชับ

1.1.9) นำแบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยนักเรียนที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว จำนวน 30 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเดิม แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาคุณภาพโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α-Coefficient) ของครอนบาค ผลการ

วิเคราะห์ปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยนักเรียนมีค่าเท่ากับ 0.81

1.2) แบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยผู้ปกครอง ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลก่อนเรียนและหลังการเรียนการสอนของโดยใช้วิธีออกแบบประเมินจากระดับความคิดเห็นของผู้ปกครองที่มีต่อนักเรียน โดยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1.2.1) ศึกษา และรวบรวมข้อมูลจากเอกสารที่เกี่ยวกับความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงาน

1.2.2) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยผู้ปกครอง

1.2.3) รวบรวมพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความตระหนักในการอนุรักษ์พลังงานจากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2.4) สร้างแบบวัดความตระหนักรู้แบบมาตราส่วนประมาณค่า แบ่งเป็นข้อความแสดงประเภทของการใช้พลังงานในชีวิตประจำวันของนักเรียน 7 ประเภท ได้แก่ 1)การใช้หลอดแสงสว่าง 2)การใช้ตู้เย็น 3)การรับชมโทรทัศน์ 4)การเปิดพัดลม 5)การใช้โทรศัพท์มือถือ 6)การใช้คอมพิวเตอร์ 7)การใช้น้ำ ประกอบด้วยข้อความเชิงนิมานจำนวน 18 ข้อ และข้อความเชิงนิเสธ จำนวน 17 ข้อ รวม 35 ข้อ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อ มีดังนี้

ข้อความเชิงนิมาน	ข้อความเชิงนิเสธ	ความหมาย
4	1	บุตรหลานของท่านมีพฤติกรรมที่แสดงออกในการอนุรักษ์พลังงานมากที่สุด
3	2	บุตรหลานของท่านมีพฤติกรรมที่แสดงออกในการอนุรักษ์พลังงานมาก
2	3	บุตรหลานของท่านมีพฤติกรรมที่แสดงออกในการอนุรักษ์พลังงานน้อย
1	4	บุตรหลานของท่านมีพฤติกรรมที่แสดงออกในการอนุรักษ์พลังงานน้อยที่สุด

1.2.5) นำแบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยผู้ปกครองที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

1.2.6) นำแบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยผู้ปกครองที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิปรากฏในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด (IOC) โดยเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อความที่มีคุณภาพควรมีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ง ตารางที่ 16) รวมถึงความถูกต้องเหมาะสมของข้อความเชิงนิมานและข้อความเชิงนิเสธ จากนั้นจึงนำข้อมูลที่รวบรวมได้จากข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแบบวัดที่สร้างขึ้น โดยสรุปข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิเป็นประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1) ด้านแบบฟอร์ม มีสิ่งที่ควรปรับปรุงดังนี้

1.1) แก้จาก *มีความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานมากที่สุด* เป็น *มีพฤติกรรมที่แสดงออกมากที่สุดในการอนุรักษ์พลังงาน* เพื่อให้เกิดความชัดเจน

2) ด้านภาษา มีสิ่งที่ควรปรับปรุงดังนี้

2.1) แก้จาก *ยินยอม* เป็น *มักจะ* หรือ *ยินดีที่* เพราะแสดงถึงความเต็มใจที่จะกระทำ

2.2) แก้จาก *แนะนำ* เป็น *ชักชวน* เพราะเป็นคำกิริยาของนักเรียนที่สื่อสารกับผู้ใหญ่

2.3) แก้จาก *สังเกตสวิตซ์ไฟก่อนออกจากบ้าน* เป็น *ตรวจพิจารณาสวิตซ์ไฟก่อนออกจากบ้าน* เพราะการสังเกตเป็นพฤติกรรมที่ตรวจพิจารณายาก

2.4) แก้จาก *เปิดตู้เย็นหลายครั้ง* เป็น *เปิดตู้เย็นบ่อย ๆ วันละมากกว่า 10 ครั้ง* เพื่อให้เกิดความชัดเจน

2.5) แก้จาก *เดินไปปิดสวิตซ์โทรทัศน์แทนการใช้รีโมทคอนโทรล* เป็น *เดินไปปิดสวิตซ์โทรทัศน์ด้วยตนเองแทนการใช้รีโมทคอนโทรล* เพื่อให้เกิดความชัดเจน

2.6) แก้จาก *เดินไปถอดปลั๊กพัดลมเมื่อไม่มีใครอยู่* เป็น *ถอดปลั๊กพัดลมเมื่อไม่ต้องการใช้แล้ว* เพื่อให้เกิดความชัดเจน

2.7) แก้จาก *พูดคุยผ่านโทรศัพท์มือถือไม่เกินครั้งละ 1 ชั่วโมง* เป็น *พูดคุยผ่านโทรศัพท์มือถือไม่เกินครั้งละ 15 นาที* เพราะระยะเวลานานเกินไปจะทำให้เสียพลังงาน

2.8) แก้จาก *ตรวจพิจารณาก๊อกน้ำก่อนออกจากบ้าน* เป็น *ตรวจพิจารณาก๊อกน้ำว่าปิดสนิทก่อนออกจากบ้าน* เพื่อให้เกิดความชัดเจน

3) ด้านเนื้อหา มีสิ่งที่ควรปรับปรุงดังนี้

3.1) แก้จาก *เปิดพัดลมร่วมกับเครื่องปรับอากาศ* เป็น *เปิดพัดลมร่วมกับเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิต่ำกว่า 27 องศาเซลเซียส* เพราะการเปิดพัดลมร่วมกับเครื่องปรับอากาศจะประหยัดพลังงานเมื่อใช้เครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส

1.2.7) นำแบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยผู้ปกครองที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปทดลองใช้ (Try out) กับผู้ปกครองนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในโรงเรียนคริสต์ธรรมศึกษา จำนวน 15 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α-Coefficient) ของครอนบาคโดยค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จะต้องมีค่าความเที่ยงตั้งแต่ 0.7 ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยผู้ปกครองมีค่าเท่ากับ 0.77 ซึ่งถือว่ามีความเที่ยง

1.2.8) พิจารณาผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดรายข้อ โดยเลือกข้อความที่มีค่าความสัมพันธ์เชิงบวก มีข้อความที่ใช้ได้จำนวน 30 ข้อ และปรับปรุงแก้ไขภาษาให้มีความกระชับ

1.2.9) นำแบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยผู้ปกครองที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว จำนวน 30 ข้อ ไปทดลองใช้กับผู้ปกครองกลุ่มเดิม แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาคุณภาพโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α-Coefficient) ของครอนบาค ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยผู้ปกครองมีค่าเท่ากับ 0.83

2) การปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน เป็นเครื่องมือที่ใช้บันทึกพฤติกรรมเกี่ยวกับการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียน โดยประเมินจากการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ และการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานระหว่างการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ ดังนั้นจึงมีเครื่องมือ 2 ฉบับได้แก่ แบบสำรวจการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานและแบบบันทึกการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

2.1) แบบสำรวจการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน เป็นแบบวัดพฤติกรรมของนักเรียนเกี่ยวกับการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลก่อนเรียนและหลังเรียน โดยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

2.1.1) ศึกษา และรวบรวมข้อมูลจากเอกสารที่เกี่ยวกับการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

2.1.2) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบสำรวจการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

2.1.3) รวบรวมพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานจากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1.4) สร้างแบบสำรวจการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานแบบมาตราส่วนประมาณค่า แบ่งเป็นข้อความแสดงประเภทของการใช้พลังงานในชีวิตประจำวันของนักเรียน 7 ประเภท ได้แก่ 1) การใช้หลอดแสงสว่าง 2) การใช้ตู้เย็น 3) การรับชมโทรทัศน์ 4) การเปิดพัดลม 5) การใช้โทรศัพท์มือถือ 6) การใช้คอมพิวเตอร์ 7) การใช้น้ำ ประกอบด้วยข้อความเชิงนิมาน จำนวน 18 ข้อ และข้อความเชิงนิเสธ จำนวน 17 ข้อ รวม 35 ข้อ โดยเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อมีดังนี้

ข้อความเชิงนิมาน	ข้อความเชิงนิเสธ	ความหมาย
2	0	ปฏิบัติเป็นประจำ
1	1	ปฏิบัติเป็นบางครั้ง
0	2	ไม่เคยปฏิบัติ

2.1.5) นำแบบสำรวจการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

2.1.6) นำแบบสำรวจการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิปรากฏในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด (IOC) เกณฑ์ในการคัดเลือกข้อความที่มีคุณภาพควรมีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ง ตารางที่ 17) รวมถึงความถูกต้องเหมาะสมของข้อความเชิงนิมานและข้อความเชิงนิเสธ จากนั้นจึงนำข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิที่รวบรวมได้มาปรับปรุงแบบสำรวจที่สร้างขึ้น โดยสรุปข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิเป็นประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1) ด้านภาษา มีสิ่งที่ควรปรับปรุงดังนี้

1.1) แก้จาก *ฉันเปิดพัดลมมากกว่า 1 ตัวหรือเปิดพัดลมร่วมกับเครื่อง ปรับอากาศ* เป็น *เปิดพัดลมร่วมกับเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิต่ำกว่า 27 องศาเซลเซียส* เพื่อให้เกิดความชัดเจน

1.2) แก้จาก *ฉันควบคุมเวลาการพูดคุยผ่านโทรศัพท์มือถือไม่เกินครั้งละ 1 ชั่วโมง* เป็น *ฉันพูดคุยผ่านโทรศัพท์มือถือไม่เกินครั้งละ 15 นาที* เพราะใช้ระยะเวลานานเกินไป

2) ด้านเนื้อหา มีสิ่งที่ควรปรับปรุง ดังนี้

2.1) ควรเพิ่มเนื้อหาเกี่ยวกับการใช้พลังงานจากน้ำมัน เพราะพลังงานสิ้นเปลืองไม่ได้ประกอบด้วยการใช้พลังงานจากไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว

2.2) ควรระบุถึงพฤติกรรมการดื่มน้ำในเรื่องการใช้น้ำเพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหา

2.3) ควรเพิ่มประเด็นเรื่องการแยกขยะและรีไซเคิลเพราะเป็นส่วนหนึ่งของการอนุรักษ์พลังงาน

2.4) ควรระบุชนิดของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานมากและนิยมใช้เป็นส่วนใหญ่ เช่น เครื่องปรับอากาศ กาต้มน้ำร้อน เป็นต้น เพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหา

2.1.7) นำแบบสำรวจการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในโรงเรียนคริสต์ธรรมศึกษา จำนวน 27 คน โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α-Coefficient) ของครอนบาค โดยค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จะต้องมีค่าตั้งแต่ 0.7 จึงถือว่ามีความเที่ยง ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบสำรวจการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานมีค่าเท่ากับ 0.56

2.1.8) พิจารณาผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดรายข้อ โดยเลือกข้อความที่มีค่าความสัมพันธ์เชิงบวก มีข้อความที่ใช้ได้จำนวน 30 ข้อ และปรับปรุงแก้ไขภาษาให้มีความกระชับ

2.1.9) นำแบบวัดการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว จำนวน 30 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเดิม แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาคุณภาพโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α-Coefficient) ของครอนบาค ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยนักเรียนมีค่าเท่ากับ 0.63

2.2) แบบบันทึกการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกความรู้ ความคิด และความรู้สึกส่วนตัวเกี่ยวกับการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน แล้วครูเขียนตอบกลับมายังนักเรียน ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างเรียน โดยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

2.2.1) ศึกษา และรวบรวมข้อมูลจากเอกสารที่เกี่ยวกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้

2.2.2) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบบันทึกการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน โดยให้นักเรียนเขียนการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียน มีประเด็นการเขียนบันทึกประกอบด้วย กิจกรรมที่นักเรียนได้ปฏิบัติ กิจกรรมที่เกี่ยวกับพลังงาน การปฏิบัติของ

นักเรียนที่เป็นการอนุรักษ์พลังงาน พฤติกรรมที่ควรปฏิบัติเพิ่มเติม และการประเมินพฤติกรรมตนเอง

2.2.3) สร้างแบบบันทึกการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานโดยข้อคำถามในแบบวัดสอดคล้องกับระดับวุฒิภาวะของนักเรียน มีลักษณะเป็นอัตนัยโดยให้ผู้ตอบสะท้อนความคิดเมื่อสิ้นสุดกิจกรรมแล้ว

2.2.4) นำแบบบันทึกการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

2.2.5) นำแบบบันทึกการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิปรากฏในภาคผนวก ก) พิจารณาความเหมาะสมของแบบบันทึกการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ความชัดเจนของข้อคำถาม โดยสรุปข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิเป็นประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1) ด้านแบบฟอร์ม มีสิ่งที่ควรปรับปรุงดังนี้

1.1) การประเมินนักเรียนแต่ละกิจกรรมควรเพิ่มเติมความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมดังกล่าว เพื่อประเมินการปฏิบัติในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียน

1.2) ข้อคำถามว่า *ฉันปฏิบัติพฤติกรรมที่เป็นการอนุรักษ์พลังงาน ดังนี้* ควรมีตัวเลือกตอบมากกว่าให้เขียนอิสระ เพราะเป็นคำถามกว้างและไม่เหมาะสมสำหรับเด็กเล็ก

1.3) ข้อคำถามว่า *ฉันมีข้อสงสัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานในชีวิตประจำวัน ดังนี้* ควรจัดเป็นกิจกรรมโต้ตอบในห้องเรียน เพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม

1.4) แก้จาก ระดับการประเมิน 3 ระดับ ได้แก่ ดีมาก ดี ควรปรับปรุง เป็น 4 ระดับ ได้แก่ ดีมาก ดี พอใช้ ควรปรับปรุง เพื่อให้เกิดความชัดเจน

2) ด้านภาษา มีสิ่งที่ควรปรับปรุง ดังนี้

2.1) แก้จาก *ความรู้สึกที่ฉันมีต่อกิจกรรมการอนุรักษ์พลังงาน* เป็น *ฉันจะเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติตัวเพื่ออนุรักษ์พลังงานแต่ละชนิดอย่างไร และให้เหตุผลประกอบ* เพื่อให้เกิดความชัดเจน

2.2.6) นำแบบบันทึกการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษานำไปใช้ทดลองต่อไป

2.1.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถของนักเรียนในการประยุกต์ใช้ความรู้ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่กำหนดให้สร้างระหว่างเรียนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ โดยประเมินทั้งกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จึงมีเครื่องมือ 2 ฉบับ ได้แก่ แบบประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และแบบประเมินผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

1) แบบประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ใช้สังเกตระหว่างการทำกิจกรรมตามขั้นตอนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ ประเมินจากภาระงานโดยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1.1) ศึกษา และรวบรวมข้อมูลจากเอกสารที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และขั้นตอนต่าง ๆ ที่ใช้ประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จากเอกสาร บทความวิชาการต่าง ๆ

1.2) กำหนดรายการประเมินโดยให้ครอบคลุมกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ศึกษาและกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ สามารถจำแนกได้เป็น 6 ข้อ ได้แก่ 1) การระบุปัญหาที่ต้องการแก้ไข 2) การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา 3) การสร้างแนวทางในการแก้ปัญหา 4) การเลือกและออกแบบกลยุทธ์เพื่อแก้ปัญหา 5) การลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนด 6) การประเมินและสื่อสาร โดยทุกรายการประเมินมีสัดส่วนน้ำหนักเท่ากันคือร้อยละ 16.7 จากนั้นกำหนดพฤติกรรมที่ต้องการวัดในแต่ละรายการประเมินแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 รายการประเมินและพฤติกรรมที่ต้องการวัดในแบบประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	พฤติกรรมที่ต้องการวัด
1. การระบุปัญหาที่ต้องการแก้ไข	รับรู้และระบุสภาพปัญหาในการศึกษาค้นคว้าสอดคล้องกับสภาพที่เป็นอยู่และสภาพที่ปรารถนาจะให้เป็น
2. การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา	รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาโดยมีแนวคิดหลักรองรับ แหล่งข้อมูลสามารถอ้างอิงได้ และนำมาเป็นพื้นฐานในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา
3. การสร้างแนวทางในการแก้ปัญหา	อธิบายภายในกลุ่มเพื่อระบุวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายโดยใช้แบบจำลองที่สมาชิกสร้างขึ้น และประเมินเพื่อหาวิธีการที่สอดคล้องกับสภาพปัญหาได้
4. การเลือกและออกแบบกลยุทธ์เพื่อแก้ปัญหา	เลือกวิธีการที่สอดคล้องกับสภาพปัญหาโดยมีแนวคิดหลักรองรับอย่างสมเหตุสมผล กิจกรรมการแก้ปัญหามีลำดับขั้นตอนและสอดคล้องกัน โดยระบุวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่เหมาะสม
5. การลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนด	ดำเนินกิจกรรมตามที่ออกแบบ มีการบันทึก การจัดกระทำข้อมูล และมีการปรับปรุงแก้ไขการดำเนินกิจกรรม
6. การประเมินและสื่อสาร	ประเมินวิธีการแก้ปัญหา และนำเสนอผลการดำเนินการ ระบุสิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไข

1.3) สร้างแบบประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกซ์ (Enger and Yager, 2001: 63) (รายละเอียดปรากฏใน ภาคผนวก ข) แบ่งเกณฑ์การประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 ระดับ และกำหนดรายละเอียดที่บ่งชี้ถึงพฤติกรรมที่ต้องการวัดตามระดับความสามารถในแต่ละรายการประเมิน

ระดับความสามารถ	ความหมาย
4	มีกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในระดับดีมาก
3	มีกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในระดับดี
2	มีกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในระดับพอใช้
1	มีกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในระดับควรปรับปรุง

1.4) นำแบบประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

1.5) นำแบบประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิปรากฏในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ของแบบประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในด้านความสอดคล้องของรายการประเมินพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความถูกต้องของภาษา (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ง ตารางที่ 18) พร้อมข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขแบบประเมิน จากนั้นจึงนำข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิที่รวบรวมได้มาปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินที่สร้างขึ้น โดยสรุปข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิเป็นประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1) ด้านการกำหนดเกณฑ์การประเมิน มีสิ่งที่ควรปรับปรุง ดังนี้

1.1) แก้ไขระดับคะแนน 4 และ 3 ในขั้นระบุปัญหาให้ชัดเจน เพื่อความสะดวกต่อการประเมินโดยใช้วิธีสังเกต

1.2) ระบุการวิเคราะห์ให้ละเอียดมากขึ้น เช่น วิเคราะห์ข้อมูลที่นำมาใช้เป็นต้น

1.3) เพิ่มเติมรายละเอียดของข้อมูลในขั้นเสนอวิธีการที่เป็นไปได้ เพื่อลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการสังเกต

1.4) แก้ไขคำอธิบายในขั้นดำเนินการแก้ปัญหาให้ชัดเจน เพื่อความสะดวกต่อการประเมินโดยใช้วิธีสังเกตซึ่งแตกต่างจากการใช้ความรู้สึกในการประเมิน เช่น ดีมาก ดี เป็นต้น

1.5) เพิ่มการสื่อสารในขั้นประเมินและสื่อสารการแก้ปัญหา เพราะเป็นประเด็นหนึ่งที่มีความสำคัญในการประเมิน

1.6) นำแบบประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนในระหว่างเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พลังงานสร้างได้ โดยมีครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์จำนวน 1 ท่านร่วมประเมินเพื่อนำคะแนนที่ได้มาหาค่าความสอดคล้องในการตรวจให้คะแนนระหว่างผู้วิจัยกับครูผู้สอนโดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman Rank Correlation) โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ที่ได้จะต้องเท่ากับ 0.7 ขึ้นไปจึงถือว่ามีความสอดคล้องในการตรวจให้คะแนนในระดับสูง (เอมอร จังศิริพรปกรณ์, 2550:152) ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของการตรวจให้คะแนนระหว่างผู้วิจัยกับครูผู้สอนมีค่าเท่ากับ 0.88 ที่ระดับนัยสำคัญ .01 ซึ่งถือว่ามีความสอดคล้องในการตรวจให้คะแนน

1.7) นำแบบประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หาค่าความเที่ยงในการตรวจของผู้วิจัยจากการหาค่าความสอดคล้องระหว่างการตรวจให้คะแนนแบบประเมินครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 โดยเว้นระยะห่างกันเป็นเวลา 1 เดือน จากนั้นนำคะแนนทั้ง 2 ครั้งของผู้วิจัยมาทำการวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงในการตรวจให้คะแนน โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman Rank Correlation) ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของผลการตรวจให้คะแนนในระหว่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ของผู้วิจัยเท่ากับ 0.78 ที่ระดับนัยสำคัญ .05 จึงถือว่ามีความเที่ยงในการตรวจให้คะแนน จากนั้นจึงนำแบบประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง (แบบประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ปรากฏในภาคผนวก ข)

2) แบบประเมินผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ ประเมินผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้างขึ้นโดยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

2.1) ศึกษา และรวบรวมข้อมูลจากเอกสารที่เกี่ยวกับการประเมินชิ้นงานโครงงานสิ่งประดิษฐ์จากเอกสาร บทความวิชาการต่าง ๆ

2.2) กำหนดรายการประเมินโดยให้ครอบคลุมนิยามเชิงปฏิบัติการ สามารถจำแนกได้เป็น 4 ข้อ ได้แก่ 1) องค์ประกอบและการทำงาน 2) การใช้วัสดุและความประณีตสวยงาม 3) ความคิดสร้างสรรค์ 4) คุณค่าของงาน โดยทุกรายการประเมินมีสัดส่วนน้ำหนักเท่ากันคือร้อยละ 25 จากนั้นกำหนดพฤติกรรมที่ต้องการวัดในแต่ละรายการประเมินแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 รายการประเมินและพฤติกรรมที่ต้องการวัดในแบบประเมินผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	พฤติกรรมที่ต้องการวัด
1. องค์ประกอบและการทำงาน	ผลผลิตทำงานเป็นไปตามจุดประสงค์ และมีส่วนประกอบของผลผลิตตรงตามที่ออกแบบไว้
2. การใช้วัสดุและความประณีต สวยงาม	สร้างจากวัสดุที่หาได้ในโรงเรียนหรือชุมชน มีรูปร่างเหมาะสมกับลักษณะของงาน สอดคล้องกับบริบทของโรงเรียนและสังคม
3. ความคิดสร้างสรรค์	สร้างผลผลิตที่ไม่เคยมีหรือปรากฏมาก่อน มีลักษณะเฉพาะตัวและมีความน่าสนใจ
4. คุณค่าของงาน	สามารถนำผลผลิตมาใช้แก้ปัญหาได้จริง โดยมีข้อมูลแสดงการเปลี่ยนแปลง อุปกรณ์มีราคาเหมาะสม มีการเผยแพร่ ตลอดจนนำไปใช้ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน

2.3) สร้างแบบประเมินผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกซ์ (Enger and Yager, 2001: 63) (รายละเอียดปรากฏใน ภาคผนวก ข) แบ่งเกณฑ์การประเมินผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ระดับ และกำหนดรายละเอียดที่บ่งชี้ถึงพฤติกรรมที่ต้องการวัดตามระดับความสามารถในแต่ละรายการประเมิน

ระดับความสามารถ	ความหมาย
3	มีกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในระดับดีมาก
2	มีกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในระดับดี
1	มีกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในระดับพอใช้

2.4) นำแบบประเมินผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

2.5) นำแบบประเมินผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิปรากฏในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ของแบบประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในด้านความสอดคล้องของรายการประเมินพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความถูกต้องของภาษา (รายละเอียดปรากฏใน ภาคผนวก ง) พร้อมข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขแบบประเมิน จากนั้นจึงนำข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิที่รวบรวมได้มาปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินที่สร้างขึ้น โดยสรุปข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิเป็นประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1) ด้านการกำหนดเกณฑ์การประเมิน มีสิ่งที่ควรปรับปรุง ดังนี้

1.1) ควรเน้นการทำงานของสิ่งประดิษฐ์ตามจุดประสงค์ เพราะการทำงานมีความสำคัญมากกว่าส่วนประกอบของสิ่งประดิษฐ์

1.2) ปรับปรุงการประเมินส่วนประกอบของสิ่งประดิษฐ์ให้ชัดเจน เพราะมีความเป็นไปได้ที่ส่วนประกอบถูกต้องตามที่ออกแบบแต่อาจมีจำนวนไม่ครบถ้วน

1.3) เพิ่มเติมความประณีตสวยงามให้ชัดเจนเพราะอาจมีความหมายกว้างกว่ารูปร่างและลักษณะของผลงาน

1.4) เพิ่มเติมคุณค่าของงานให้ชัดเจน เช่น ด้านความรู้วิธีการ ด้านประโยชน์ต่อส่วนรวม ด้านการแก้ปัญหา เป็นต้น

1.5) ระบุการนำไปใช้เฉพาะกลุ่มให้เหมาะสม เช่น ในโรงเรียนหรือชุมชน เป็นต้น

2.6) นำแบบประเมินผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนในระหว่างเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พลังงานสร้างได้ โดยมีครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์จำนวน 1 ท่านร่วมประเมินเพื่อนำคะแนนที่ได้มาหาค่าความสอดคล้องในการตรวจให้คะแนนระหว่างผู้วิจัยกับครูผู้สอนโดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman Rank Correlation) โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ที่ได้จะต้องเท่ากับ 0.7 ขึ้นไปจึงถือว่ามีความสอดคล้องในการตรวจให้คะแนนในระดับสูง (เอมอร จังศิริพรปกรณ์, 2550: 152) ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของการตรวจให้คะแนนระหว่างผู้วิจัยกับครูผู้สอนมีค่าเท่ากับ 0.79 ที่ระดับนัยสำคัญ .01 ซึ่งถือว่ามีความสอดคล้องในการตรวจให้คะแนน

2.7) นำแบบประเมินผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หาค่าความเที่ยงในการตรวจของผู้วิจัยจากการหาค่าความสอดคล้องระหว่างการตรวจให้คะแนนแบบประเมินครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 โดยเว้นระยะห่างกันเป็นเวลา 1 เดือน จากนั้นนำคะแนนทั้ง 2 ครั้งของผู้วิจัยมาทำการวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงในการตรวจให้คะแนน โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman Rank Correlation) ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของผลการตรวจให้คะแนนในระหว่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ของผู้วิจัยเท่ากับ 0.93 ที่ระดับนัยสำคัญ .01 จึงถือว่ามีความเที่ยงในการตรวจให้คะแนน จากนั้นจึงนำแบบประเมินผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง (แบบประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ปรากฏในภาคผนวก ข)

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบรายวิชา อนุรักษ์พลังงานเพื่อคุณภาพชีวิต โดยมีขั้นตอนในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

2.2.1) ศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ วัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และเนื้อหารายวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง พลังงาน จากหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และคู่มือครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อนำไปพัฒนาเป็นรายวิชา อนุรักษ์พลังงานเพื่อคุณภาพชีวิต ประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ จำนวน 4 หน่วย

ได้แก่ พลังงานสร้างได้ พลังงานเลือกได้ พลังงานไม่มีวันหมด และพลังงานยุคพอเพียง ให้สอดคล้องกับการพัฒนาการอนุรักษ์พลังงานและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.2.2) นำเนื้อหาสาระของแต่ละหน่วยการเรียนรู้มากำหนดเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ระยะยาว โดยนำขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ 5 ขั้น คือ 1) ขั้นระบุปัญหาหรือความต้องการ 2) ขั้นวิเคราะห์แนวทางในการออกแบบ 3) ขั้นกำหนดวิธีการออกแบบ 4) ขั้นออกแบบและปฏิบัติงาน 5) ขั้นประเมินผลงาน มากำหนดหัวข้อ จำนวนชั่วโมง และผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 กิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบในแต่หน่วยการเรียนรู้และผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ รายวิชา อนุรักษ์พลังงานเพื่อคุณภาพชีวิต

หน่วยการเรียนรู้	ขั้นตอนการสอน	จำนวนชั่วโมง	ผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
พลังงานสร้างได้: ความหมายของพลังงาน	1. ขั้นระบุปัญหาหรือความต้องการ	1	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดพกพา
	2. ขั้นวิเคราะห์แนวทางในการออกแบบ	1	
	3. ขั้นกำหนดวิธีการออกแบบ	1	
	4. ขั้นออกแบบและปฏิบัติงาน	2	
	5. ขั้นประเมินผลงาน	1	
พลังงานเลือกได้: ประเภทและประโยชน์ของพลังงาน	1. ขั้นระบุปัญหาหรือความต้องการ	1	เครื่องกรองน้ำพลังแสงอาทิตย์
	2. ขั้นวิเคราะห์แนวทางในการออกแบบ	1	
	3. ขั้นกำหนดวิธีการออกแบบ	1	
	4. ขั้นออกแบบและปฏิบัติงาน	2	
	5. ขั้นประเมินผลงาน	1	
พลังงานไม่มีวันหมด: การเปลี่ยนรูปพลังงาน	1. ขั้นระบุปัญหาหรือความต้องการ	1	เตาอบพลังแสงอาทิตย์
	2. ขั้นวิเคราะห์แนวทางในการออกแบบ	1	
	3. ขั้นกำหนดวิธีการออกแบบ	1	
	4. ขั้นออกแบบและปฏิบัติงาน	2	
	5. ขั้นประเมินผลงาน	1	
พลังงานยุคพอเพียง: การอนุรักษ์พลังงาน	1. ขั้นระบุปัญหาหรือความต้องการ	1	แบตเตอรี่ปลอดสารพิษ
	2. ขั้นวิเคราะห์แนวทางในการออกแบบ	1	
	3. ขั้นกำหนดวิธีการออกแบบ	1	
	4. ขั้นออกแบบและปฏิบัติงาน	2	
	5. ขั้นประเมินผลงาน	1	
	รวม	**24**	

2.2.3) นำข้อมูลจากตารางที่ 4 จัดทำแผนรายหน่วยจำนวนทั้งหมด 4 หน่วย ได้แก่ พลังงานสร้างได้ พลังงานเลือกได้ พลังงานไม่มีวันหมด และพลังงานยุคพอเพียง โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง จำนวน 12 สัปดาห์ แล้วจัดการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง จำนวน 4 สัปดาห์ รวมทั้งหมด 32 ชั่วโมง หรือ 16 สัปดาห์ ใน 1 ภาคการศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 จำนวนชั่วโมงของแผนการจัดการเรียนรู้และการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาอนุรักษ์พลังงานเพื่อคุณภาพชีวิต

สัปดาห์ที่	หัวข้อเรื่อง	ชั่วโมงที่	จำนวนชั่วโมง	จำนวนแผน
1	พลังงานสร้างได้: ความหมายของพลังงาน	1-2	6	1
2		3-4		
3		5-6		
4	พลังงานเลือกได้:ประเภทและประโยชน์ของพลังงาน	7-8	6	1
5		9-10		
6		11-12		
7	พลังงานไม่มีวันหมด: การเปลี่ยนรูปพลังงาน	13-14	6	1
8		15-16		
9		17-18		
10	พลังงานยุคพอเพียง: การอนุรักษ์พลังงาน	19-20	6	1
11		21-22		
12		23-24		
13	การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	25-26	8	-
14		27-28		
15		29-30		
16		31-32		
	รวม		**32**	**4**

2.2.4) เขียนแผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วยทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ จำนวน 4 แผน ตามเนื้อหาสาระที่กำหนดไว้ให้ครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการสอน โดยวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ โดยศึกษาจากหนังสือ เอกสาร วารสารและงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบและการทำโครงงานสิ่งประดิษฐ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2.5) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ พิจารณาตรวจสอบเพื่อให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบแต่ละขั้นตอน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.2.6) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจจำนวน 3 ท่าน (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในภาคผนวก ก) ตรวจพิจารณาในด้านความตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนความเหมาะสมของเนื้อหาที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาการอนุรักษ์พลังงานและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.2.7) นำข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิที่รวบรวมได้มาปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น โดยสรุปข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิเป็นประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1) ด้านเนื้อหา มีสิ่งที่ควรปรับปรุง ดังนี้

1.1) ขั้นพัฒนาควรเพิ่มคำถามเชื่อมโยงไปสู่วิธีแก้ปัญหา เพื่อช่วยสรุปแนวทางแก้ปัญหาของกลุ่มให้ชัดเจน เช่น คำถามเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา วิธีการทดสอบ การใช้วัสดุอุปกรณ์ เวลาที่ใช้ในการประดิษฐ์ ค่าใช้จ่าย ประสิทธิภาพ ความประหยัด ความสะดวกรวดเร็ว ฯลฯ

1.2) การกำหนดรายการอุปกรณ์ที่ใช้และขั้นตอนในการปฏิบัติงานควรอยู่ในขั้นออกแบบมากกว่าขั้นสร้างความเข้าใจ เพราะมีความเหมาะสมมากกว่า

1.3) วิธีการออกแบบควรอยู่ในขั้นพัฒนามากกว่าขั้นวิเคราะห์ เพื่อให้เป็นไปตามขั้นตอนของวิธีออกแบบ

1.4) ในขั้นพัฒนาควรเพิ่มข้อคำถามให้นักเรียนได้วาดรูปหรือออกแบบสิ่งประดิษฐ์เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการสร้างสิ่งประดิษฐ์มากขึ้น

1.5) ขั้นประเมินประสิทธิผลควรเพิ่มเติมรายละเอียด เช่น ความสะดวกรวดเร็ว ความประหยัด การคุ้มทุน และประสิทธิภาพที่พึงพอใจของผู้ใช้ เป็นต้น เพื่อให้เข้าใจผลดีของสิ่งประดิษฐ์

2.2.8) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อหาข้อบกพร่องของแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วนำมาแก้ไขปรับปรุงอีกครั้งหนึ่งก่อนนำ ไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการทดลองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองด้วยตนเอง โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.1 ขั้นเตรียมก่อนการทดลอง

ดำเนินการก่อนการทดลองโดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง เพื่อแนะนำการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ ดังต่อไปนี้

3.1.1) ชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบให้นักเรียนเข้าใจในเรื่องต่อไปนี้

1) กิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบตามขั้นตอนต่าง ๆ

2) วัตถุประสงค์ เงื่อนไขในการเรียน ภาระงานที่ต้องปฏิบัติ ตลอดจนข้อตกลงในการเรียนที่ระบุไว้ในประมวลรายวิชา (course syllabus)

3) บทบาทของนักเรียนในกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ

3.2 ขั้นดำเนินการทดลอง

ดำเนินการจัดการเรียนการสอนทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้คือ หน่วยที่ 1 เรื่อง พลังงานสร้างได้ หน่วยที่ 2 เรื่อง พลังงานเลือกได้ หน่วยที่ 3 เรื่อง พลังงานไม่มีวันหมด และหน่วยที่ 4 พลังงานยุคพอพียง ใช้เวลาหน่วยละ 6 ชั่วโมง รวมเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยเริ่มทำการสอนตั้งแต่วันที่ 6 พฤศจิกายน 2552 สิ้นสุดวันที่ 29 มกราคม 2553

3.3 ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1) การเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลอง ดำเนินการวัดพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนกลุ่มทดลองด้วยแบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยนักเรียนและแบบสำรวจการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียน โดยใช้เวลา 20 นาที และให้แบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยผู้ปกครองแก่นักเรียนเพื่อนำส่งผู้ปกครองในสัปดาห์แรกก่อนการทดลอง จากนั้นนำผลการวัดเฉพาะความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยนักเรียนและความตระหนักรู้ในการ

อนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยผู้ปกครองมาทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยโดยใช้สถิติทดสอบค่าที (t-test) พบว่า คะแนนเฉลี่ยความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยนักเรียนและประเมินโดยผู้ปกครองไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.3.2) การเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการทดลอง เมื่อเสร็จสิ้นการสอนแต่ละหน่วยการเรียนรู้แล้วให้นักเรียนส่งผลงานที่ได้ปฏิบัติ ได้แก่ ผังระบุความต้องการแก้ปัญหา แบบจำลองการสร้างผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ รายงานการสร้างสิ่งประดิษฐ์ แบบบันทึกผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้างขึ้น ได้แก่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดพกพา เครื่องกรองน้ำพลังแสงอาทิตย์ ตู้อบพลังแสงอาทิตย์ แบตเตอรี่ปลอดสารพิษ มาวิเคราะห์คะแนนเพื่อทดสอบสมมติฐาน โดยประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลงานที่นักเรียนปฏิบัติ

แบบประเมิน	ผลงานที่นักเรียนปฏิบัติ
1. แบบประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	1. ผังระบุความต้องการแก้ปัญหา 2. แบบจำลองการสร้างผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 3. แบบบันทึกผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
2. แบบประเมินผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	1. ผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้างขึ้น

3.3.3) การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนการสอนแล้วให้นักเรียนทำการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบสอบกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ใช้เวลา 8 ชั่วโมง และวัดพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนด้วยแบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยนักเรียนและแบบสำรวจการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียน ใช้เวลา 20 นาที และให้แบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยผู้ปกครองแก่นักเรียนเพื่อนำส่งผู้ปกครองในสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์(Statistical Package for the Social Science: SPSS version 15.0) โดยมีรายละเอียดดังนี้

สถิติที่ใช้ในการทำวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

1.1 สถิติที่ใช้หาคุณภาพของแบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียน แบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยผู้ปกครอง และแบบวัดการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ใช้การหาคุณภาพของแบบวัดทั้งฉบับในด้านความเที่ยงโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α-Coefficient) ของครอนบาคด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 15.0

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 สถิติที่ใช้วิเคราะห์คะแนนความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียน ใช้ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) จากแบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียน และแบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยผู้ปกครอง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 15.0 พิจารณาข้อมูลโดยรวม และข้อมูลจำแนกตามประเภทของการใช้พลังงานในชีวิตประจำวัน แล้วประเมินผลคะแนนโดยนำค่าเฉลี่ยมาจัดระดับความความตระหนักรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนด (กรมวิชาการ, 2535: 24)

ระดับคะแนน	ระดับพฤติกรรม	ความหมาย
3.5 ขึ้นไป	4	ความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานอยู่ในระดับดีมาก
2.75 - 3.49	3	ความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานอยู่ในระดับดี
1.75 - 2.74	2	ความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานอยู่ในระดับพอใช้
ต่ำกว่า 1.75	1	ความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานอยู่ในระดับควรปรับปรุง

2.2 สถิติที่ใช้วิเคราะห์คะแนนความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงาน โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนจากแบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียน และแบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยผู้ปกครอง แล้วเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองทั้งก่อนและหลังการทดลองด้วยสถิติทดสอบค่าที (t-test) พิจารณาข้อมูลโดยรวมและข้อมูลตามประเภทของการใช้พลังงานในชีวิตประจำวัน

2.3 สถิติที่ใช้วิเคราะห์คะแนนการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียน ใช้ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนจากแบบวัดการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียน จากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 15.0 พิจารณาข้อมูลโดยรวมและข้อมูลตามประเภทของการใช้พลังงานในชีวิตประจำวัน แล้วประเมินผลคะแนนโดยนำค่าเฉลี่ยมาจัดระดับการปฏิบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด (กรมวิชาการ, 2535: 24)

ระดับคะแนน	ระดับพฤติกรรม	ความหมาย
2.5 ขึ้นไป	3	การปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานอยู่ในระดับดีมาก
1.50 - 2.49	2	การปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานอยู่ในระดับดี
0.5 - 1.49	1	การปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานอยู่ในระดับพอใช้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4 สถิติที่ใช้วิเคราะห์คะแนนการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนจากแบบสำรวจการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียน แล้วเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองทั้งก่อนและหลังการทดลอง พิจารณาข้อมูลโดยรวมและข้อมูลจำแนกตามประเภทของการใช้พลังงานในชีวิตประจำวัน ด้วยสถิติทดสอบค่าที (t-test)

2.5 สถิติที่ใช้วิเคราะห์คะแนนกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) จากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 15.0 แล้วประเมินผลคะแนนโดยนำค่าเฉลี่ยมาจัดระดับความสามารถตามเกณฑ์ที่กำหนด (กรมวิชาการ, 2545)

ระดับคะแนน	ระดับความสามารถ	ความหมาย
3.5 ขึ้นไป	4	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก
2.75 - 3.49	3	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี
1.75 - 2.74	2	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้
ต่ำกว่า 1.75	1	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับควรปรับปรุง

2.6 สถิติที่ใช้วิเคราะห์คะแนนผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) จากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 15.0 แล้วประเมินผลคะแนนโดยนำค่าเฉลี่ยมาจัดระดับความสามารถตามเกณฑ์ที่กำหนด (กรมวิชาการ, 2545)

ระดับคะแนน	ระดับความสามารถ	ความหมาย
2.50 ขึ้นไป	3	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก
1.5 - 2.49	2	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี
0.5 - 1.49	1	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบที่มีต่อการอนุรักษ์พลังงานและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ตอน ตามลำดับสมมติฐานการวิจัยดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติคะแนนเฉลี่ยการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนก่อนการเรียนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ ดังนี้

1.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติคะแนนความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานก่อนการเรียนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ

1.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติคะแนนการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานก่อนการเรียนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างเรียนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ ดังนี้

2.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติคะแนนกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ

2.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติคะแนนผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติคะแนนเฉลี่ยการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนก่อนการเรียนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ

1.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติคะแนนความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานก่อนการเรียนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ

จากการวิเคราะห์คะแนนความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนก่อนการเรียนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบประเมินโดยนักเรียน มีคะแนนเต็มเท่ากับ 4 คะแนน ปรากฏผลดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานตามการรับรู้ของนักเรียน ก่อนการเรียนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ

กลุ่มทดลอง	$\bar{X}$	SD	t-test
ก่อนการเรียน	3.18	0.31	1.136
หลังการเรียน	3.23	0.25	

$p < .05$

จากตารางที่ 7 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบมีคะแนนเฉลี่ยความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานก่อนการเรียนเท่ากับ 3.18 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.31 และคะแนนเฉลี่ยหลังการเรียนเท่ากับ 3.23 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.25 จัดอยู่ในเกณฑ์ความสามารถระดับดี โดยมีคะแนนเฉลี่ยความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานก่อนการเรียนและหลังการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาคะแนนความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานจำแนกตามประเภทของการใช้พลังงาน ปรากฏผลดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนตามการรับรู้ของนักเรียน ก่อนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบจำแนกตามประเภทของการใช้พลังงาน

ประเภทของการใช้พลังงาน	ความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานตามการรับรู้ของนักเรียน				
	ก่อนการเรียน		หลังการเรียน		t-test
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD	
1. การใช้หลอดแสงสว่าง	3.09	0.53	3.05	0.45	0.356
2. การใช้ตู้เย็น	3.11	0.49	3.30	0.32	1.744
3. การรับชมโทรทัศน์	3.20	0.48	3.25	0.55	0.463
4. การเปิดพัดลม	3.21	0.45	3.27	0.38	0.504
5. การใช้โทรศัพท์มือถือ	3.04	0.49	3.32	0.47	2.908*
6. การใช้คอมพิวเตอร์	3.29	0.48	3.19	0.46	1.056
7. การใช้น้ำ	3.34	0.47	3.28	0.47	0.574

$p < .05$

จากตารางที่ 8 เมื่อวิเคราะห์คะแนนความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานจำแนกตามประเภทของการใช้พลังงานตามการรับรู้ของนักเรียนพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบมีคะแนนเฉลี่ยความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานประเภทการใช้โทรศัพท์มือถือหลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนก่อนการเรียนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบตามการรับรู้ของผู้ปกครอง มีคะแนนเต็มเท่ากับ 4 คะแนน ปรากฏผลดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานตามการรับรู้ของผู้ปกครอง ก่อนการเรียนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ

กลุ่มทดลอง	$\bar{X}$	SD	t-test
ก่อนการเรียน	2.57	0.43	1.571
หลังการเรียน	2.71	0.38	

$p < .05$

จากตารางที่ 9 เมื่อวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบมีคะแนนเฉลี่ยความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนตามการรับรู้ของผู้ปกครองก่อนการเรียนเท่ากับ 2.57 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.43 และคะแนนเฉลี่ยหลังการเรียนเท่ากับ 2.71 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.38 จัดอยู่ในเกณฑ์ความสามารถระดับพอใช้ โดยมีคะแนนเฉลี่ยความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนตามการรับรู้ของผู้ปกครองก่อนการเรียนและหลังการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาคะแนนความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานจำแนกตามประเภทของการใช้พลังงาน ปรากฏผลดังตารางที่ 10

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนตามการรับรู้ของผู้ปกครอง ก่อนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบจำแนกตามประเภทของการใช้พลังงาน

ประเภทของการใช้พลังงาน	ความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานตามการรับรู้ของผู้ปกครอง				
	ก่อนการเรียน		หลังการเรียน		t-test
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD	
1. การใช้หลอดแสงสว่าง	2.38	0.39	2.59	0.55	2.008
2. การใช้ตู้เย็น	2.52	0.63	2.84	0.54	1.971
3. การรับชมโทรทัศน์	2.92	0.69	2.66	0.65	1.979
4. การเปิดพัดลม	2.43	0.49	2.45	0.62	0.157
5. การใช้โทรศัพท์มือถือ	2.56	0.69	2.80	0.64	1.224
6. การใช้คอมพิวเตอร์	2.41	0.62	2.72	0.56	2.215*
7. การใช้น้ำ	2.82	0.54	2.93	0.59	0.702

$p < .05$

จากตารางที่ 10 เมื่อวิเคราะห์คะแนนความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานจำแนกตามประเภทของการใช้พลังงานตามการรับรู้ของผู้ปกครองพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบมีคะแนนเฉลี่ยความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานประเภทการใช้คอมพิวเตอร์หลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติคะแนนการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานก่อนการเรียนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ

จากการวิเคราะห์คะแนนความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนก่อนการเรียนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ ซึ่งมีคะแนนเต็มจากแบบวัดการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนเท่ากับ 3 คะแนน ปรากฏผลดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานก่อนการเรียนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ

กลุ่มทดลอง	$\bar{X}$	SD	t-test
ก่อนการเรียน	1.12	0.22	0.500
หลังการเรียน	1.15	0.20	

$p < .05$

จากตารางที่ 11 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบมีคะแนนเฉลี่ยการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานก่อนการเรียนเท่ากับ 1.12 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.22 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังการเรียนเท่ากับ 1.15 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.20 จัดอยู่ในเกณฑ์ความสามารถระดับพอใช้ โดยมีคะแนนเฉลี่ยการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานก่อนการเรียนและหลังการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาคะแนนการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานจำแนกตามประเภทของการใช้พลังงานปรากฏผลดังตารางที่ 12

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ก่อนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ จำแนกตามประเภทของการใช้พลังงาน

ประเภทของการใช้พลังงาน	การปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน				
	ก่อนการเรียน		หลังการเรียน		t-test
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD	
1. การใช้หลอดแสงสว่าง	1.04	0.24	1.10	0.24	1.071
2. การใช้ตู้เย็น	1.17	0.37	1.05	0.30	1.376
3. การรับชมโทรทัศน์	1.06	0.40	1.01	0.47	0.411
4. การเปิดพัดลม	1.06	0.36	1.25	0.27	2.282*
5. การใช้โทรศัพท์มือถือ	1.32	0.40	1.32	0.53	0.000
6. การใช้คอมพิวเตอร์	0.98	0.43	1.01	0.39	0.440
7. การใช้น้ำ	1.25	0.43	1.34	0.37	0.952

$p < .05$

จากตารางที่ 12 เมื่อวิเคราะห์คะแนนการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานจำแนกตามประเภทของการใช้พลังงานพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบมีคะแนนเฉลี่ยการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานประเภทการเปิดพัดลมหลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ

2.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติคะแนนกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ

จากการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์พิจารณาจากคะแนนกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างเรียนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ ซึ่งมีคะแนนเต็มเท่ากับ 4 คะแนน ปรากฏผลดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$) ของคะแนนกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และระดับความสามารถของนักเรียนระหว่างเรียนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบในแต่ละหน่วยการเรียนรู้และการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ / รายการประเมิน	พลังงานสร้างได้: ความหมายของพลังงาน		พลังงานเลือกได้: ประเภทและประโยชน์ของพลังงาน		พลังงานไม่มีวันหมด: การเปลี่ยนรูปพลังงาน		พลังงานยุคพอเพียง: การอนุรักษ์พลังงาน		การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	
	คะแนนเฉลี่ย	ระดับความสามารถ	คะแนนเฉลี่ย	ระดับความสามารถ	คะแนนเฉลี่ย	ระดับความสามารถ	คะแนนเฉลี่ย	ระดับความสามารถ	คะแนนเฉลี่ย	ระดับความสามารถ
1. ระบุปัญหาที่ต้องการแก้ไข	2.37	พอใช้	2.11	พอใช้	2.41	พอใช้	2.63	พอใช้	2.89	ดี
2. รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	1.30	ควรปรับปรุง	1.07	ควรปรับปรุง	1	ควรปรับปรุง	1.81	พอใช้	2.63	พอใช้
3. กำหนดวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้	1	ควรปรับปรุง	2.59	พอใช้	2.59	พอใช้	3.15	ดี	2.63	พอใช้
4. เลือกและออกแบบแผนงานเพื่อการแก้ปัญหา	1.37	ควรปรับปรุง	2.15	พอใช้	2.41	พอใช้	3	ดี	3.37	ดี
5. ดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนงาน	1	ควรปรับปรุง	1	ควรปรับปรุง	1.11	ควรปรับปรุง	2	พอใช้	3	ดี
6. ประเมินและสื่อสารผลการแก้ปัญหา	1	ควรปรับปรุง	1	ควรปรับปรุง	2	พอใช้	1	ควรปรับปรุง	3.11	ดี
คะแนนเฉลี่ย	1.34	ควรปรับปรุง	1.65	ควรปรับปรุง	1.92	พอใช้	2.27	พอใช้	2.94	ดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	33.49		41.56		47.99		56.64		73.46	

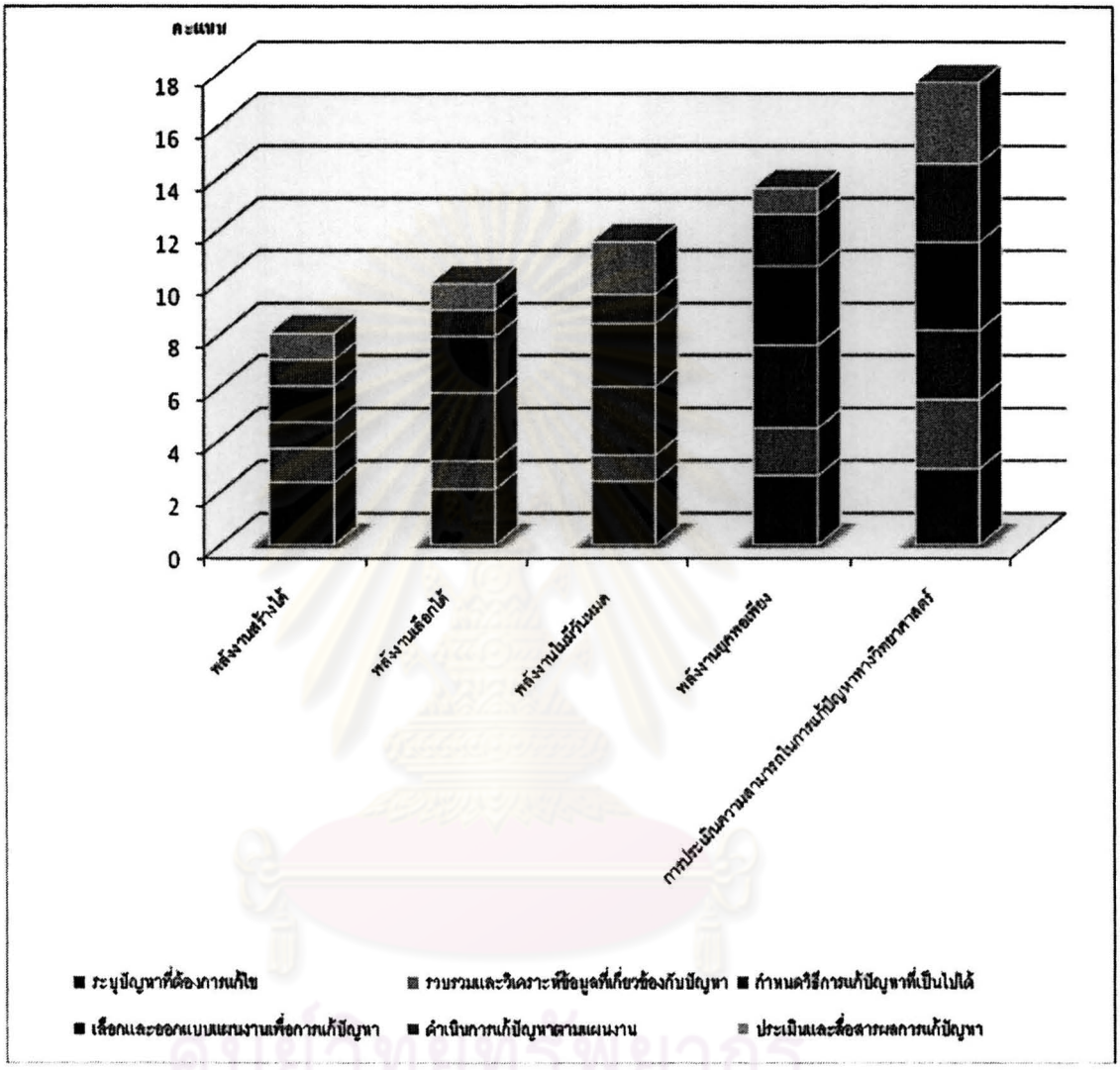
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 13 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบมีคะแนนเฉลี่ยกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องพลังงานสร้างได้ พลังงานเลือกได้ พลังงานไม่มีวันหมด และพลังงานยุคพอเพียง เท่ากับ 1.34 1.65 1.92 และ 2.27 คิดเป็นร้อยละ 33.49 41.56 47.99 และ 56.64 ตามลำดับ เพิ่มขึ้นจากความสามารถระดับควรปรับปรุงเป็นระดับพอใช้ และจากการประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละด้านกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เท่ากับ 2.94 คิดเป็นร้อยละ 73.46 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70 จัดอยู่ในเกณฑ์ความสามารถระดับดี

จากการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ดังภาพที่ 5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 5 คะแนนเฉลี่ยกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ



2.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติคะแนนผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ

จากการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์พิจารณาจากคะแนนผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างเรียนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ ซึ่งมีคะแนนเต็มเท่ากับ 3 คะแนน ปรากฏผลดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)และค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$) ของคะแนนผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และระดับความสามารถของนักเรียนระหว่างเรียนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบในแต่ละหน่วยการเรียนรู้และการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้	พลังงานสร้างได้: ความหมายของพลังงาน		พลังงานเลือกได้: ประเภทและประโยชน์ของพลังงาน		พลังงานไม่มีวันหมด: การเปลี่ยนรูปพลังงาน		พลังงานยุคพอเพียง: การอนุรักษ์พลังงาน		การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	
รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ย	ระดับความสามารถ	คะแนนเฉลี่ย	ระดับความสามารถ	คะแนนเฉลี่ย	ระดับความสามารถ	คะแนนเฉลี่ย	ระดับความสามารถ	คะแนนเฉลี่ย	ระดับความสามารถ
1. องค์ประกอบและการทำงาน	1.11	พอใช้	2.15	ดี	3	ดีมาก	2.11	ดี	2.67	ดีมาก
2. การใช้วัสดุและความประณีตสวยงาม	1.15	พอใช้	2.15	ดี	1.63	ดี	1	พอใช้	1.96	ดี
3. ความคิดสร้างสรรค์	1.41	พอใช้	2.11	ดี	1.96	ดี	1	พอใช้	2	ดี
4. คุณค่าของงาน	1	พอใช้	2	ดี	2.11	ดี	1	พอใช้	1.78	ดี
คะแนนเฉลี่ย	1.17	พอใช้	2.10	ดี	2.18	ดี	1.28	พอใช้	2.10	ดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	38.93		70.08		72.50		42.58		70.08	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 14 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบมีคะแนนเฉลี่ยกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องพลังงานสร้างได้ พลังงานเลือกได้ พลังงานไม่มีวันหมด และพลังงานยุคพอเพียง เท่ากับ 1.17 2.10 2.18 และ 1.28 คิดเป็นร้อยละ 38.93 70.08 72.50 และ 42.58 ตามลำดับ และจากการประเมินผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละด้านกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เท่ากับ 2.10 คิดเป็นร้อยละ 70.08 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70 จัดอยู่ในเกณฑ์ความสามารถระดับดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบที่มีต่อการอนุรักษ์พลังงานและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นก่อนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ ดังนี้ 1.1) เปรียบเทียบความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นก่อนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ 1.2) เปรียบเทียบการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นก่อนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ 2) เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ ดังนี้ 2.1) ศึกษากระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ 2.2) ศึกษาผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ ประชากรที่ศึกษา คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนคริสต์ธรรมศึกษา จังหวัดกรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน จำนวน 27 คน โดยมี 1 ห้องเรียนที่จัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ ใช้ระยะเวลาในการสอนทั้งสิ้น 16 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 32 ชั่วโมง เก็บรวบรวมข้อมูลโดยวัดการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนทั้งก่อนและหลังการทดลอง และวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลอง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และสถิติทดสอบค่าที (t-test)

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยเพื่อศึกษาการอนุรักษ์พลังงานและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบมีคะแนนเฉลี่ยการอนุรักษ์พลังงาน สรุปดังนี้

1.1 คะแนนเฉลี่ยความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อวิเคราะห์ประเภทของการใช้พลังงานพบว่า คะแนนเฉลี่ยความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานประเภทการใช้โทรศัพท์มือถือตามการรับรู้ของนักเรียนหลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคะแนนเฉลี่ยความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานประเภทการใช้คอมพิวเตอร์ตามการรับรู้ของผู้ปกครองหลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2 คะแนนเฉลี่ยการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อวิเคราะห์ประเภทของการใช้พลังงานพบว่า คะแนนเฉลี่ยการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานประเภทการเปิดพัดลมหลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

2.1 คะแนนกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ คิดเป็นร้อยละ 73.46 จัดอยู่ในเกณฑ์ที่มีความสามารถระดับดี

2.2 คะแนนผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ คิดเป็นร้อยละ 70.08 จัดอยู่ในเกณฑ์ที่มีความสามารถระดับดี

อภิปรายผล

การอภิปรายผลการวิจัย แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

1. ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบที่มีต่อการอนุรักษ์พลังงาน ดังนี้

1.1 ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบที่มีต่อความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงาน

1.2 ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบที่มีต่อการปฏิบัติเพื่ออนุรักษ์พลังงาน

2. ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

2.1 ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบที่มีต่อกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.2 ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบที่มีต่อผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

อภิปรายตามลำดับ ดังนี้

1. ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบที่มีต่อการอนุรักษ์พลังงาน

1.1 ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบที่มีต่อความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงาน

จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบในรายวิชา อนุรักษ์พลังงานเพื่อคุณภาพชีวิต พิจารณาตามสมมติฐานการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนตามการรับรู้ของนักเรียนหลังการเรียนมีค่าเท่ากับ 3.23 และคะแนนเฉลี่ยความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนตามการรับรู้ของผู้ปกครองหลังการเรียนมีค่าเท่ากับ 2.71 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการเรียนพบว่า คะแนนเฉลี่ยความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานตามการรับรู้ของนักเรียนและผู้ปกครองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1.1 แต่เมื่อวิเคราะห์ประเภทของการใช้พลังงานพบว่า คะแนนเฉลี่ยความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานประเภทการใช้โทรศัพท์มือถือตามการรับรู้ของนักเรียนหลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคะแนนเฉลี่ยความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์

พลังงานประเภทการใช้คอมพิวเตอร์ตามการรับรู้ของผู้ปกครองหลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู รายวิชา อนุรักษ์พลังงานเพื่อคุณภาพชีวิต ไม่ได้สอดแทรกวิธีการอนุรักษ์พลังงานในการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน แม้ว่าครูได้กำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน และกำหนดภาระงานโดยสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องพลังงานแก่นักเรียนแล้วก็ตาม สอดคล้องกับงานวิจัยของกระจ่างจิต แก้วชล (2549) พบว่า ความตระหนักเป็นการปลูกฝังในเรื่องความรู้สึก อารมณ์ จำเป็นที่ต้องพยายามสอดแทรกในทุกเวลาและโอกาสเท่าที่จะทำได้ แม้พฤติกรรมนี้จะไม่เกิดขึ้นทันทีทันใดก็ตาม การพัฒนาเจตคติต่อการประหยัดพลังงานจึงเป็นกระบวนการที่ต้องการช่วงเวลานานและต่อเนื่อง

2. สถานการณ์ให้นักเรียนสร้างผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อาจไม่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนที่มีพฤติกรรมเป็นผู้บริโภคมากกว่าเป็นผู้ผลิต นักเรียนจึงเกิดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ วัลลภ งามกิตติคุณ (2551) กล่าวว่า “นักเรียนที่ได้รับการฝึกอบรมให้มีความเข้าใจในสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัว ซึ่งเป็นชีวิตจริงที่นักเรียนสัมผัสในชีวิตประจำวัน ตลอดจนเข้าใจปัญหา และผลกระทบของการใช้พลังงานไฟฟ้า ทำให้นักเรียนเกิดความตระหนักในการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า”

1.2 ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบที่มีต่อการปฏิบัติเพื่ออนุรักษ์พลังงาน

จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบในรายวิชา อนุรักษ์พลังงานเพื่อคุณภาพชีวิต พิจารณาตามสมมติฐานการวิจัยการปฏิบัติเพื่อการพลังงานพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานเท่ากับ 1.15 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการเรียนพบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1.2 แต่เมื่อวิเคราะห์ประเภทของการใช้พลังงานพบว่า คะแนนเฉลี่ยการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานประเภทการเปิดพัดลมหลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

1. สถานการณ์ที่ครูกำหนดให้นักเรียนปฏิบัติในห้องเรียนสอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องพลังงานยุคพอเพียง โดยกำหนดสถานการณ์เกี่ยวกับอันตรายจาก

แบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการวิเคราะห์ปัญหา การทำงานเป็นกลุ่ม การลงมือสร้างผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับความเห็นของนักเรียนในการอนุรักษ์พลังงาน พบว่า การสร้างแบตเตอรี่ที่ผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้วัสดุปลอดสารพิษทำได้ยาก จึงทำให้นักเรียนเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้พลังงานและมีการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานหลังการเรียนสูงขึ้น

2. นักเรียนได้ปฏิบัติเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานระหว่างการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ ในขั้นเสนอแนวคิดในการออกแบบและดำเนินการสร้างผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ซึ่งกำหนดให้นักเรียนใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่อย่างจำกัด และส่งเสริมการเลือกวัสดุเหลือใช้แทนวัสดุสิ้นเปลือง เช่น กล่องกระดาษลูกฟูก กล่องนม ขวดน้ำพลาสติก เป็นต้น ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการสร้างผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สอด คล้องกับความเห็นของนักเรียนในการอนุรักษ์พลังงาน เช่น ฉันจะแยกขยะที่สามารถนำไปรีไซเคิล ฉันใช้แสงอาทิตย์แทนการเปิดไฟเวลากลางวัน ฉันใช้แก้วแทนการใช้มือรองน้ำขณะแปรงฟัน ฉันตั้งเวลาใช้คอมพิวเตอร์ เป็นต้น สะท้อนถึงการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานในชีวิตประจำวันของนักเรียน

3. นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองจากการสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงานโดยมีการประเมินประสิทธิผลของสิ่งประดิษฐ์ แต่ยังไม่มีกิจกรรมเปรียบเทียบประสิทธิผลของสิ่งประดิษฐ์ในด้านการประหยัดพลังงานอย่างเป็นรูปธรรม สอดคล้องกับงานวิจัยของนิตยา วิมลศักดิ์ (2548) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมให้ความรู้เกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบที่เกิดจากมลพิษสิ่งแวดล้อม ทำให้นักเรียนทราบถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดมลพิษทางสิ่งแวดล้อม และต้องการหาวิธีการป้องกันตนเองจากมลพิษสิ่งแวดล้อม การที่นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงทำให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ มีเหตุผลในตัดสินใจ สอดคล้องกับความคิดเห็นของนักเรียนที่ระบุข้อสงสัยเกี่ยวกับการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน เช่น หากเปิดพัดลมแทนเครื่องปรับอากาศจะช่วยลดพลังงานมากกว่าเท่าใด วิธีอะไรที่จะสามารถประหยัดพลังงานได้มากที่สุด อยากทราบวิธีที่ทำให้ประหยัดพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพมากกว่านี้ เป็นต้น

จากการอภิปรายความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานและการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน สามารถสรุปการอภิปรายได้ว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบสามารถพัฒนานักเรียนให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานได้ระดับหนึ่ง แต่เนื่องจากการวัดความตระหนักรู้ซึ่งเป็นการวัดอารมณ์ความรู้สึกของนักเรียนไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ในเวลาอันสั้น ต้องใช้เวลานาน

สอดคล้องกับงานวิจัยของจินตนา ยูนิพันธ์ (2528) ที่พบว่า นักเรียนที่มีความตระหนักรู้ถึงความสำคัญของปัญหาด้านพลังงานในระดับสูงมีความรู้เกี่ยวกับปัญหาด้านพลังงานพอสมควร แต่ยังมีการปฏิบัติจริงค่อนข้างน้อย แสดงให้เห็นว่าความรู้เป็นปัจจัยหนึ่งในการเปลี่ยนแปลงเจตคติด้วย สอดคล้องกับสุวรรณา สถานอานันท์ (2543: 8) กล่าวถึงปรัชญาของขงจื๊อในด้านการศึกษาว่า "กิจกรรมทางปรัชญาแบบขงจื๊อเป็นเรื่องของการคิดและกระบวนการปฏิบัติที่สอดคล้องกัน" ดังนั้นการศึกษาเพื่อพัฒนาความตระหนักรู้และการปฏิบัติควรมีการส่งเสริมกระบวนการคิดในกิจกรรมการเรียนการสอนทุกขั้นตอน สอดคล้องกับ Chaille (2003: 17) กล่าวถึงการเรียนการสอนตามทฤษฎีสรรคนิยมว่า "ลักษณะของกิจกรรมโดยการลงมือปฏิบัติจริง (hands-on) คือส่วนสำคัญของหลักสูตรตามทฤษฎีสรรคนิยม แต่กิจกรรมที่เป็นสาระสำคัญคือการฝึกกระบวนการคิดให้กับนักเรียนไม่ใช่การฝึกให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง" เพื่อทำให้นักเรียนรับรู้ถึงปัญหา รู้จักหน้าที่ความรับผิดชอบของตนเอง นำไปสู่การเห็นคุณค่าของพลังงาน สอดคล้องกับงานวิจัยของ อรวรรณ บุญส่ง (2551) ที่พบว่า นักเรียนได้เรียนรู้เรื่องราวเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ได้ร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาและลงมือปฏิบัติเพื่อการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม ทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าความสำคัญของสิ่งแวดล้อม เกิดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานและนำไปสู่การปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานต่อไป

2. ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.1 ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบที่มีต่อกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบในรายวิชา อนุรักษ์พลังงานเพื่อคุณภาพชีวิต พิจารณาตามสมมติฐานการวิจัยด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีคะแนนกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เท่ากับร้อยละ 73.46 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70 จัดอยู่ในเกณฑ์ที่มีความสามารถระดับดี เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2.1 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

1. การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบมีการทำงานที่มีลำดับขั้นตอนตั้งแต่ขั้นระบุปัญหาหรือความต้องการ ขั้นวิเคราะห์แนวทางในการออกแบบ ขั้นกำหนดวิธีการออกแบบ ขั้นออกแบบและปฏิบัติงาน และขั้นประเมินผลงาน เช่นเดียวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ แต่มี

วัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนสร้างผลผลิตเพื่อตอบสนองความต้องการ โดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แล้วเสนอความคิดจากการอภิปรายในกลุ่มเพื่อนออกมาเป็นแบบจำลองที่มีการกำหนดขนาด รูปร่าง สี รวมถึงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ในการสร้างผลผลิต ทำให้ลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นขณะลงมือสร้างผลผลิตตามขั้นตอนที่นักเรียนได้กำหนดขึ้นนั้น ตลอดจนแสดงถึงความรู้ของนักเรียนที่ใช้ในการสร้าง เช่น ในการสร้างเตาอบพลังแสงอาทิตย์ นักเรียนจะต้องสร้างแบบจำลองให้มีสีดำเนื่องจากมีคุณสมบัติในการดูดกลืนแสงได้ดี ควรมีฝาปิดสนิทเพื่อเก็บกักความร้อนและลดการพาความร้อนของอากาศ และใช้วัสดุที่ทนต่อความร้อนในการห่ออาหารเพื่อความสะอาด เป็นต้น ทำให้นักเรียนมีความตื่นตัวกับการเรียนการสอนและฝึกให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มด้วย สอดคล้องกับ Uden and Beaumont (2006: 36) พบว่า การเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem-based learning) ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เมื่อถูกกระตุ้นความสนใจด้วยบริบทที่ใช้ความรู้ ใช้ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะการเรียนรู้แบบควบคุมตนเอง

2. ผลงานที่ครูกำหนดให้นักเรียนปฏิบัติในรายวิชา อนุรักษ์พลังงานเพื่อคุณภาพชีวิต ครูให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นโดยอิสระจากการนำข้อมูลที่ศึกษามารวมกันเพื่อเสนอแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ ทำให้เกิดแนวทางที่หลากหลาย ส่งผลให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียน สอดคล้องกับการเรียนการสอนทางวิศวกรรม (Museum of Science, 2010: Online) ที่กระตุ้นนักเรียนจากการเรียนรู้ผ่านการสร้างสิ่งประดิษฐ์และทดสอบการทำงาน การลงมือปฏิบัติ ส่งเสริมการแก้ปัญหา เพิ่มความตระหนักรู้ของนักเรียนที่มีต่ออาชีพทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นข้อมูล ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการตั้งสมมติฐาน รวมถึงทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ การคิดสังเคราะห์ ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ

2.2 ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบที่มีต่อผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบในรายวิชา อนุรักษ์พลังงานเพื่อคุณภาพชีวิต พิจารณาตาม

สมมติฐานการวิจัยด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีคะแนนผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เท่ากับร้อยละ 70.08 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70 จัดอยู่ในเกณฑ์ที่มีความสามารถระดับดี เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2.2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

1. นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองจากการปฏิบัติจริง โดยลงมือสร้างผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาและทดสอบการทำงานด้วยตนเอง การรับฟังความคิดเห็นจากเพื่อนภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม และคำแนะนำจากครูผู้สอน รวมถึงการทดสอบการทำงานของผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาเพื่อประเมินความสามารถของนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจใคร่รู้และมีความต้องการปรับปรุงแก้ไขผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาให้สามารถทำงานได้ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของปิยะณัฐ นันทการณ์ (2551) ที่พบว่า การเรียนรู้จากข้อผิดพลาดและความล้มเหลว ทำให้นักเรียนเกิดประสบการณ์ที่จะสามารถนำความรู้ไปพัฒนาผลงานของตนเองให้ดียิ่งขึ้น จนเกิดความรู้สึกภาคภูมิใจในตนเองที่ผลผลิตสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ เช่นเดียวกับความเห็นของนักเรียนที่กล่าวถึงการนำแนวคิดจากการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบไปใช้ เช่น จะเอาความรู้ไปประดิษฐ์เครื่องกำเนิดไฟฟ้าอีก เป็นต้น

2. นักเรียนได้ฝึกเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับจากการลองผิดลองถูก ประสบการณ์และความรู้เดิมของนักเรียน ตลอดจนการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ไปใช้ในการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในชีวิตประจำวันโดยการสร้างผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาที่สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ ทำให้นักเรียนเกิดแนวคิดใหม่ ๆ เพื่อการแก้ปัญหาและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ด้วยตนเองสอดคล้องกับชัยยุทธ รัตตานุกูล (2541: 24) ที่กล่าวถึงประโยชน์ของการออกแบบผลิตภัณฑ์ ทำให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ รวมถึงความคิดในการปรับปรุงของเดิมที่มีอยู่แล้วเพื่อวัตถุประสงค์ด้านประโยชน์ใช้สอย

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยพบว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบสามารถพัฒนาการอนุรักษ์พลังงานและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ จึงมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิทยาศาสตร์

1.1 ข้อเสนอแนะสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิทยาศาสตร์

หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ควรมีการสร้างและนำหลักสูตรที่ใช้วิธีออกแบบในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รวมทั้งจัดทำเอกสารประกอบหลักสูตร เช่น คู่มือครู ประมวลการสอน เพื่อเป็นการเสนอทางเลือกในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แก่ครูวิทยาศาสตร์

1.2 ข้อเสนอแนะสำหรับครูวิทยาศาสตร์

ครูวิทยาศาสตร์ควรนำการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบไปใช้ในการวางแผนและจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาการอนุรักษ์พลังงานและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และนำไปใช้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยสร้างรายวิชาเพิ่มเติมที่เป็นองค์ความรู้และทักษะที่จัดเพิ่มเติมจากรายวิชาพื้นฐาน เพื่อให้นักเรียนได้เลือกเรียนตามความถนัดและความสนใจ หรือเพื่อการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น หรือเป็นพื้นฐานในการประกอบวิชาชีพในอนาคตตามความเหมาะสม

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

จากการดำเนินการวิจัยและผลการวิจัยที่พบในครั้งนี้ จึงมีข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

2.1 ควรศึกษาวิจัยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบกับสาขาอื่น ๆ ได้แก่ เคมี ชีววิทยา ดาราศาสตร์ และกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ เช่น การงานอาชีพและเทคโนโลยี เป็นต้น

2.2 ควรมีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบเพื่อการบูรณาการระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการผสมผสานเนื้อหาสาระระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้ตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป ภายใต้หัวเรื่อง (theme) มโนทัศน์ (concept) หรือปัญหา (problem) เดียวกันได้แก่ คณิตศาสตร์ สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม การงานอาชีพและเทคโนโลยี

2.3 ควรทำการศึกษาวิจัยตัวแปรตามอื่น ๆ นอกเหนือจากการอนุรักษ์พลังงานและความสามารถในการแก้ปัญหา เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นต้น ทั้งในสาขาวิทยาศาสตร์และกลุ่มสาระอื่น ๆ

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กระจ่างจิต แก้วชล. 2549. การพัฒนาชุดฝึกอบรมเรื่อง การอนุรักษ์น้ำ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

กรีนพีซเอเชียตะวันออกเฉียงใต้. 2553. ภาวะโลกร้อน:ผลกระทบต่อประเทศไทย[Online]. แหล่งที่มา: http://www.greenpeace.org/seasia/th/solargen/ climate-change/impacts /impacts-thailand. [18 มกราคม 2553]

คณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. 2545. แนวทางการวัดและประเมินผลในชั้นเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. 2544. สร้างสรรค์นักคิด: คู่มือการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านทักษะความคิดระดับสูง. กรุงเทพมหานคร: รัตนพรชัย.

จินตนา ยูนิพันธ์. 2528. รูปแบบการพัฒนาทัศนคติต่อการประหยัดพลังงาน. ครุศาสตร์. 13: 50-66.

ชัยยุทธ รัตตานุกูล. 2541. การออกแบบ เขียนแบบ. กรุงเทพมหานคร: กรมอาชีวศึกษา.

ณัฏภรณ์ หลาวทอง. 2546. การประเมินจิตพิสัย ใน สุวิมล ว่องวาณิช. การประเมินผลการเรียนรู้แนวใหม่, 199-201. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณัฐพร เลิศพิทยภูมิ. 2549. ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานในกลุ่มสาระสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและพฤติกรรมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาประถมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. 2545. หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา, พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : เฮ้าส์ ออฟ เคอร์มีสท์.

นฤมล มณีงาม. 2547. การพัฒนาโปรแกรมสร้างจิตสำนึกเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานตามหลักการเรียนรู้ด้วยการรับใช้สังคม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาประถมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นาตยา ช่วยชูเชิด. 2548. การศึกษาเจตคติต่อทรัพยากรน้ำโดยใช้การสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์เรื่องการแก้ปัญหาเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

นารีรัตน์ เรืองจันทร์. 2551. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเผชิญสถานการณ์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

นิตยา วิมลศักดิ์. 2548. การศึกษาความรู้และความตระหนักเกี่ยวกับมลพิษสิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวันโดยใช้ชุดฝึกอบรมสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

นโยบายและแผนพลังงาน, สำนักงาน. 2552. สถานการณ์พลังงานในปี 2551 และแนวโน้มปี 2552[Online]. แหล่งที่มา: http://www.eppo.go.th/engy/WP04-B.html. [30 ธันวาคม 2552]

ประเวศ วะสี. 2547. แนวคิดเกี่ยวกับระบบพัฒนาการเรียนรู้. ใน สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, ข้อเสนอยุทธศาสตร์การปฏิรูปการศึกษา, หน้า 75-83. กรุงเทพมหานคร: 21 เซ็นจูรี.

ปิยะณัฐ นันทการณ์. 2551. ผลของการเรียนรู้ด้วยการออกแบบที่มีต่อมโนทัศน์ทางชีววิทยาและความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, สำนักงาน. 2551. รับมือภาวะโลกร้อนด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ปทุมธานี: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

พิศาล สร้อยธุหร่ำ. 2525. ข้อสอบวิทยาศาสตร์เขียนอย่างไรให้มีคุณภาพ. กรุงเทพมหานคร: วิคเตอรี่เพาเวอร์พอยท์.

ไพรัตน์ พงษ์พานิชย์. 2552. น้ำมัน(ใกล้)หมด. มติชน. (12 พฤศจิกายน 2552): 32

มานิต รุจิวโรดม. 2533. ปทานุกรมวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: อักษรวัฒนา.

ยุพดี เส้นขาว. 2548. การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง "สารและสมบัติของสาร" กับวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยีเรื่อง "การออกแบบเทคโนโลยี" สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตรศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ระวิ สงวนทรัพย์. 2529. พจนานุกรมศัพท์วิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โอ เอส พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

รักษ์ ห้วยเรไร. 2551. การศึกษาและการสร้างโปรแกรมพัฒนาการตระหนักรู้ในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของนักเรียนวัยรุ่น. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ราชบัณฑิตยสถาน. 2551. พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ อักษร A-L ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์.

รุ่ง แก้วแดง. 2547. การปฏิรูปการศึกษาไทย ตาม พ.ร.บ. การศึกษาแห่งชาติ. ใน สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, ข้อเสนอยุทธศาสตร์การปฏิรูปการศึกษา, หน้า 35-57. กรุงเทพมหานคร: 21 เซ็นจูรี.

รุ่งศักดิ์ เยื่อใย. 2552. การพัฒนาบทเรียนวีดิทัศน์วิชาสังคมศึกษาเรื่อง สภาวะโลกร้อน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543. การวัดด้านจิตพิสัย. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.

เลขาธิการสภาการศึกษา, สำนักงาน. 2547. ข้อเสนอยุทธศาสตร์การปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: 21เซ็นจูรี่.

เลขาธิการสภาการศึกษา, สำนักงาน. 2552. สรุปผลการดำเนินงาน 9 ปี ของการปฏิรูปการศึกษา (พ.ศ. 2542 - 2551). พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: วีทีซี คอมมิวนิเคชัน.

วรนาฏ ลือวรรณ. 2543. ประสิทธิผลโครงการห้องเรียนสีเขียว. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชานิเทศศาสตรพัฒนาการ คณะนิเทศศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วรรณทิพา รอดแรงค้า. 2544. การประเมินทักษะกระบวนการและการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

วรรณา รุ่งลักษมีศรี. 2551. ผลของการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวน การทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานของนักเรียนในมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนสาธิต. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วัลลภ งามกิตติคุณ. 2551. การพัฒนาชุดฝึกอบรมเรื่อง การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอัสสัมชัญ กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วิจิตร คงพูล. 2524. พลังงานกับชีวิต. กรุงเทพมหานคร: พีระพัธนา.

ศศิเกษม ทองยงค์. 2523. พลังงาน. กรุงเทพมหานคร: ชวนพิมพ์.

ศิริชัย กาญจนวาสี. 2541. ทฤษฎีการวัดและประเมินผล. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริรัตน์ ศิริชีพชัยยันต์. 2548. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเยนวิทยาศาสตร์และจิตสำนึกต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. 2551. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สมบูรณ์ ชิตพงศ์. 2539. การแก้ปัญหา. ใน คณะกรรมการอำนวยการจัดงานฉลองสิริราชสมบัติฯ, สารานุกรมศึกษาศาสตร์ ฉลองสิริราชสมบัติครบ 50 ปี. กรุงเทพมหานคร: ม.ป.ท.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,สถาบัน. 2550. การวัดผลประเมินผลเพื่อคุณภาพการเรียนรู้และตัวอย่างข้อสอบจากโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ เอกสารเพื่อการพัฒนาวิชาชีพครูสำหรับครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สุรางค์ โค้วตระกูล. 2552. จิตวิทยาการศึกษา, ครั้งที่ 8. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุวรรณา สถาอานันท์. 2543. กระแสธารปรัชญาจีน: ข้อโต้แย้งเรื่องธรรมชาติ อำนาจและจารีต. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุจินต์ เลี้ยงจรูญรัตน์. 2544. ผลการใช้กระบวนการเรียนแบบคอนสตรักติวิซึมและการใช้แฟ้มผลงานในการสอนหัวข้อเรื่อง พลังงานกับชีวิตและเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ศึกษาศาสตร์ ม.ศิลปากร 16: 73-89.

สุทิน สัมปัตตะวนิช. 2526. พจนานุกรมศัพท์วิทยาศาสตร์, ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: แพร่พิทยา.

สุวิมล ว่องวาณิช. 2546. การประเมินการปฏิบัติงาน ใน สุวิมล ว่องวาณิช. การประเมินผลการเรียนรู้แนวใหม่, 215-240. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวิมล ว่องวาณิชและ เพียงใจ ศุขโรจน์. 2546. การประเมินพฤติกรรมที่เกี่ยวกับคุณธรรมของผู้เรียน ใน สุวิมล ว่องวาณิช. การประเมินผลการเรียนรู้แนวใหม่, 241-253. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานสิ่งแวดล้อมไทย. 2550. คู่มือการจัดการเรียนรู้เพื่อการพิทักษ์ภูมิอากาศ สำหรับครูที่สอนระดับช่วงชั้นที่ 3 (มัธยมศึกษาปีที่ 1-3). กรุงเทพมหานคร: รุ่งเรืองวิริยะพัฒนา.

อรวรรณ บุญส่ง. 2551. ผลการพัฒนาจิตสำนึกในการอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมสิ่งแวดล้อมศึกษาประกอบการประเมินตามสภาพจริง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อรพินท์ ชื่นชอบ. 2548. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา. หลักสูตรและการสอน. 1 (ตุลาคม 2549 - มีนาคม 2550): 37-44.

อนันต์ ศรีโสภา. 2524. การวัดและการประเมินผลการศึกษา, พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.

เอมอร จังศิริพรปกรณ์. 2550. สถิติประยุกต์ทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Aggul F., Yalcin M., Acikyildiz M., Sonmez E. 2008. Investigation of Effectiveness of Demonstration-Simulation Based Instruction in Teaching Energy Conservation at 7th Grade. Journal of Baltic Science Education. 7: 64-77.

Apedoe, X. S.; Reynolds, B.; Ellefson M. R.; and Schunn, C. D. 2008. Bringing Engineering Design into High School Science Classrooms: The Heating/Cooling Unit. Journal of Science Education and Technology[Online]. Available from: http://www.lrdc.pitt.edu/schunn/research/papers/ApedoeChem-2008.pdf. [2008, Aug 31]

Bloom, J. W. 2006. Creating a classroom community of young scientists. 2nd ed. New York: Taylor & Francis Group.

Byrnes, J. P. 1996. Cognitive Development and Learning in Instructional Contexts. Massachusetts: Allyn and Bacon.

Chaille C. 2003. The Young Child As Scientist: a constructivist approach to early childhood science education. 3rd ed. New York: Pearson Education.

Deacon, H. 1996. Mixed ability children and the single open-ended task. Understanding Design and Technology in Primary School: cases from teachers' research. New York: Routledge.

Enger, R. and Yager, R. E. 2001. Assessing student understanding in science: a standards-based K-12 handbook. California: Corwin Press.

Ebenezer, J. V. and Conner, S. 1998. Learning to teach science: a model for the 21st century. New Jersey: Prentice-Hall.

Gagne, R.M. 1970. The conditions of learning. 2nd ed. New York: Holt, Rinehart and Winston.

Good, C. V. 1945. Dictionary of Education, 3rd ed. New York: MaGraw-Hill.

Hope, G. 2004. Teaching Design and Technology 3-11: The Essential Guide for Teachers. London: Continuum.

Jordan, E.A. 2006. Educational Psychology: a problem-based approach. United States of America: Pearson Education.

Krathwohl, D.R., Bloom, B.S. and Masia, B.B. 1973. Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals handbook II : affective domain. London: Longman.

Krulik, S. and Rudnick, J. A. 1993. Reasoning and problem solving : a handbook for elementary school teachers. Boston: Allyn & Bacon.

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

Lusted, S. 1996. Change from rigid teaching. Understanding Design and Technology in Primary School: cases from teachers' research. New York: Routledge.

Mason, E.J. and Bramble, W.J. 1989. Understanding and Conducting Research: applications in education and the behavioral sciences. New York: McGraw-Hill Book.

McCandlish, A. 1996. Mental images and design drawing. Understanding Design and Technology in Primary School: cases from teachers' research. New York: Routledge.

Museum of Science. 2010. Engineering For Children [Online]. Available from: http://www.mos.org/eie/pdf/downloads/engineering_for_children.pdf. [2010, May 5]

Nitko, A.J. 2004. Educational Assessment of Students. 4th ed. New Jersey: Pearson Education.

Owen-Jackson G. 2000. Learning to Teach Design and Technology in The Secondary School: a companion to school experience. London: Routledge Falmer.

Rees, D. 1999. Design And Technology. Singapore: Longman.

Rogers, C. 1996. Children's choices. Understanding Design and Technology in Primary School: cases from teachers' research. New York: Routledge.

Schomburg A. 2008. The Better Boat Challenge. Science Children. 46: 36-39.

Singapore Examinations and Assessment Board. 2009. Design and Technology: GCE Ordinary Level (Subject 6049)[Online]. Available from: http://www.seab.gov.sg/SEAB/oLevel/syllabus/2009_GCE_O_Level_Syllabuses/6049_2009.pdf. [2009, June 29]

Uden, L. and Beaumont, C. 2006. Technology and Problem-Based Learning. London: Information Science Publishing.

United Nations. 2009. World Population to 2300 [Online]. Available from: http://www.un.org/esa/population/publications/longrange2/WorldPop2300final.pdf. [2009, December 30]

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแผนการจัดการเรียนรู้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยุพดี เส้นขาว	อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
2. อาจารย์อุปการ จีระพันธุ	หัวหน้าโครงการเทคโนโลยี สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
3. อาจารย์สุรสิงห์ นิรชร	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม)

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงาน ได้แก่

1. **แบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยนักเรียน**
2. **แบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยผู้ปกครอง**

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พงษ์ ทรงพงษ์	อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. อาจารย์ ดร. สนอง ทองปาน	อาจารย์ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. อาจารย์วัฒน วัฒนากูล	อาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบประเมินการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ได้แก่

1. **แบบสำรวจการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน**
2. **แบบบันทึกการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน**

1. อาจารย์ ดร. สธน วิจารณ์วรรณลักษณ์	อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. อาจารย์ ดร. สุนันทา มนัสมงคล	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม)
3. อาจารย์ธารี กาเมือง	ผู้จัดการโครงการ สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่

1. **แบบประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์**
2. **แบบประเมินผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์**

1. ว่าที่ ร.ต. ดร. มนัส บุญประกอบ	อาจารย์ประจำสถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชูชัย รัตนภิญโญพงษ์	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม)
3. อาจารย์ไชยยันต์ ศิริโชติ	หัวหน้าสาขาฟิสิกส์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงาน ได้แก่
   1.1 แบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยนักเรียน
   1.2 แบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยผู้ปกครอง
2. แบบประเมินการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ได้แก่
   1.1 แบบสำรวจการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
   1.2 แบบบันทึกการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
3. แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่
   3.1 แบบประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
   3.2 แบบประเมินผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยนักเรียน

คำชี้แจง :

1. แบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยนักเรียน ฉบับนี้มีจำนวน 30 ข้อ

2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องท้ายข้อความที่แสดงพฤติกรรมในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนมากที่สุด โดยแต่ละช่องมีความหมายดังนี้

4 หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรมที่แสดงออก***มากที่สุด***ในการอนุรักษ์พลังงาน

3 หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรมที่แสดงออก***มาก***ในการอนุรักษ์พลังงาน

2 หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรมที่แสดงออก***น้อย***ในการอนุรักษ์พลังงาน

1 หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรมที่แสดงออก***น้อยที่สุด***ในการอนุรักษ์พลังงาน

3. หากต้องการเปลี่ยนแปลงคำตอบให้ขีดทับด้วยเส้นตรง 2 เส้นทับเครื่องหมายเดิม แล้วเลือกคำตอบใหม่ที่ต้องการ

ตัวอย่างการตอบคำถาม

ข้อ	ข้อความ	4	3	2	1
A.	ฉันมักจะปิดเครื่องปรับอากาศเมื่ออยู่ในห้องคนเดียว	√			
B.	ฉันชักชวนเพื่อนให้รับประทานอาหารในห้องที่มีเครื่องปรับอากาศ		~~√~~	√	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อ	ข้อความ	4	3	2	1
1.	ฉันยอมรับว่าฉันเปิดไฟทิ้งไว้เมื่อไม่มีใครอยู่ในห้อง				
2.	ฉันอาสาทำความสะอาดหลอดไฟหรือโคมไฟด้วยตนเอง				
3.	ฉันยินดีเปิดหลอดไฟเท่าที่จำเป็น				
4.	ฉันมักจะเปิดไฟเพิ่มขณะที่มีแสงสว่างเพียงพอ				
5.	ฉันฝึกตรวจสอบการปิดสวิตซ์ไฟก่อนออกจากบ้าน				
6.	ฉันชักชวนสมาชิกในบ้านเปิดตู้เย็นบ่อย ๆ วันละมากกว่า 10 ครั้ง				
7.	ฉันพยายามไม่เปิดตู้เย็นทิ้งไว้				
8.	ฉันมักจะนำของสิ่งร้อนหรืออาหารที่ร้อนเข้าไปแช่ในตู้เย็น				
9.	ฉันยินดีที่ใส่ของแช่ในตู้เย็นจนแน่น				
10.	ฉันชักชวนสมาชิกในบ้านสังเกตน้ำแข็งที่ผนังภายในตู้เย็นวันละครั้ง				
11.	ฉันปิดโทรทัศน์โดยกดสวิตซ์ปิดแทนการใช้รีโมทคอนโทรล				
12.	ฉันชักชวนสมาชิกในบ้านดูโทรทัศน์ด้วยกัน				
13.	ฉันจัดแจงถอดปลั๊กเครื่องเล่นวีดีโอเมื่อไม่ใช้งาน				
14.	ฉันชักชวนสมาชิกในบ้านให้เปิดโทรทัศน์ทิ้งไว้เพื่อรอชมรายการที่ชื่นชอบ				
15.	ฉันชักชวนสมาชิกในบ้านให้เปิดหน้าต่างแทนการเปิดพัดลม				
16.	ฉันถอดปลั๊กพัดลมเมื่อไม่ต้องการใช้แล้ว				
17.	ฉันปรับความเร็วของพัดลมให้เหมาะสม				
18.	ฉันชักชวนให้สมาชิกในบ้านเปิดพัดลมร่วมกับเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิต่ำกว่า 27^{o}C				
19.	ฉันฟังเพลงผ่านโทรศัพท์มือถือตลอดทั้งคืน				
20.	ฉันมักจะเสียบที่ชาร์จโทรศัพท์ทิ้งไว้โดยไม่มีโทรศัพท์มือถือ				
21.	ฉันควบคุมเวลาการพูดคุยผ่านโทรศัพท์มือถือไม่เกินครั้งละ 15 นาที				
22.	ฉันมักจะเล่นเกมส์ผ่านโทรศัพท์มือถือไม่ต่ำกว่าครั้งละ 15 นาที				
23.	ฉันยินยอมถอดปลั๊กคอมพิวเตอร์ออกเมื่อเลิกใช้งาน				
24.	ฉันยินยอมเปิดสวิตซ์ลำโพงคอมพิวเตอร์ทิ้งไว้เมื่อไม่ใช้งาน				
25.	ฉันควบคุมเวลาการใช้คอมพิวเตอร์ทุกครั้ง				
26.	ฉันยินยอมเปิดคอมพิวเตอร์ทิ้งไว้ขณะไม่มีคนอยู่				
27.	ฉันชักชวนให้สมาชิกในบ้านใช้มือรองน้ำขณะแปรงฟัน				
28.	ฉันพยายามปิดก๊อกน้ำให้สนิททุกครั้ง				
29.	ฉันยินยอมให้ปล่อยเศษอาหารลงท่อน้ำขณะล้างจาน				
30.	ฉันชักชวนให้สมาชิกในบ้านแยกประเภทเสื้อผ้าก่อนซัก				

แบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยผู้ปกครอง

คำชี้แจง :

1. แบบวัดนี้เป็นแบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนสำหรับผู้ปกครองฉบับนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อต้องการทราบการแสดงออกถึงความสำนึกในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียน โดยมีลักษณะการตอบเป็นมาตราส่วนประเมินค่า จำนวน 30 ข้อ โดยมีการประเมินจากการทำแบบวัดก่อนเรียนและหลังเรียน

2. ท่านสามารถเลือกตอบตามการแสดงออกถึงความสำนึกในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียน ***ข้อมูลจากแบบวัดฉบับนี้ไม่มีผลใด ๆ ต่อผลการเรียนของนักเรียน***

3. วิธีตอบแบบวัดความตระหนักรู้ ขอให้ผู้ปกครองอ่านข้อความแต่ละข้อให้เข้าใจโดยทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องด้านขวาของแต่ละข้อความที่ตรงกับความสำนึกในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียน โดยใน 1 ข้อ ท่านสามารถทำเครื่องหมาย ได้เพี√ ช่อง เมื่อเปลี่ยนแปลงคำตอบให้ขีดทับด้วยเส้นตรง 2 เส้นทับเครื่องหมายเดิมแล้วเลือกคำตอบใหม่ที่ต้องการ

4. ความหมายของคำตอบในแต่ละระดับความคิดเห็น มีดังนี้

4 หมายถึง ท่านลงความเห็นว่าบุตรหลานของท่านมีพฤติกรรมที่แสดงออก**มากที่สุด**ในการอนุรักษ์พลังงาน

3 หมายถึง ท่านลงความเห็นว่าบุตรหลานของท่านมีพฤติกรรมที่แสดงออก**มาก**ในการอนุรักษ์พลังงาน

2 หมายถึง ท่านลงความเห็นว่าบุตรหลานของท่านมีพฤติกรรมที่แสดงออก**น้อย**ในการอนุรักษ์พลังงาน

1 หมายถึง ท่านลงความเห็นว่าบุตรหลานของท่านมีพฤติกรรมที่แสดงออก**น้อยที่สุด**ในการอนุรักษ์พลังงาน

ตัวอย่างการตอบคำถาม

ข้อ	พฤติกรรมของบุตรหลานของท่าน ที่แสดงถึงความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงาน	4	3	2	1
A.	ปิดเครื่องปรับอากาศเมื่ออยู่ในห้องคนเดียว	√			
B.	รับประทานอาหารในห้องที่มีเครื่องปรับอากาศ		√	√	

ข้อ	พฤติกรรมของบุตรหลานของท่าน ที่แสดงถึงความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงาน	4	3	2	1
1.	เปิดไฟทิ้งไว้เมื่อไม่มีใครอยู่ในห้อง				
2.	อาสาทำความสะอาดหลอดไฟหรือโคมไฟโดยไม่ต้องบอก				
3.	เปิดหลอดไฟเท่าที่จำเป็น				
4.	เปิดไฟเพิ่มขณะมีแสงสว่างเพียงพอ				
5.	ตรวจสอบสวิตซ์ไฟก่อนออกจากบ้าน				
6.	เปิดตู้เย็นบ่อย ๆ วันละมากกว่า 10 ครั้ง				
7.	เปิดตู้เย็นแล้วรีบปิดทันทีเมื่อหยิบของเสร็จแล้ว				
8.	นำสิ่งของร้อนหรืออาหารที่ร้อนเข้าไปแช่ในตู้เย็น				
9.	ใส่ของแช่ในตู้เย็นจนแน่น				
10.	สังเกตน้ำแข็งที่ผนังภายในตู้เย็นวันละครั้ง				
11.	ปิดโทรทัศน์โดยกดสวิตซ์ปิดแทนการใช้รีโมทคอนโทรล				
12.	ชักชวนสมาชิกในบ้านดูโทรทัศน์ด้วยกัน				
13.	ถอดปลั๊กเครื่องเล่นวีดีโอเมื่อไม่ใช้งาน				
14.	เปิดโทรทัศน์ทิ้งไว้เพื่อรอชมรายการที่ชื่นชอบ				
15.	ชักชวนสมาชิกในบ้านให้เปิดหน้าต่างแทนการเปิดพัดลม				
16.	ถอดปลั๊กพัดลมเมื่อไม่ต้องการใช้แล้ว				
17.	ปรับระดับความเร็วของพัดลมตามความเหมาะสม				
18.	เปิดพัดลมร่วมกับเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิต่ำกว่า $27^{o}C$				
19.	ฟังเพลงผ่านโทรศัพท์มือถือตลอดทั้งคืน				
20.	เสียบที่ชาร์จโทรศัพท์ทิ้งไว้โดยไม่มีโทรศัพท์มือถือ				
21.	พูดคุยผ่านโทรศัพท์มือถือไม่เกินครั้งละ 15 นาที				
22.	เล่นเกมส์หรือใช้อินเทอร์เน็ตผ่านโทรศัพท์มือถือไม่ต่ำกว่าครั้งละ 15 นาที				
23.	ถอดปลั๊กคอมพิวเตอร์ออกเมื่อเลิกใช้งาน				
24.	เปิดสวิตซ์ลำโพงคอมพิวเตอร์ทิ้งไว้เมื่อไม่ใช้งาน				
25.	กำหนดเวลาการใช้คอมพิวเตอร์ทุกครั้ง				
26.	เปิดคอมพิวเตอร์ทิ้งไว้ขณะไม่มีคนอยู่				
27.	ชักชวนให้สมาชิกในบ้านใช้มือรองน้ำขณะแปรงฟัน				
28.	ปิดก๊อกน้ำจนสนิททุกครั้ง				
29.	ทิ้งเศษอาหารลงท่อน้ำขณะล้างจาน				
30.	แยกประเภทเสื้อผ้าก่อนซัก				

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

แบบสำรวจการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องว่างตามความเป็นจริง

ข้อ	ข้อความ	ทำเป็นประจำ	ทำเป็นบางครั้ง	ไม่เคยทำเลย
1.	ฉันเปิดไฟทิ้งไว้เมื่อไม่มีใครอยู่ในห้อง			
2.	ฉันทำความสะอาดหลอดไฟหรือโคมไฟ			
3.	ฉันเปิดหลอดไฟเท่าที่จำเป็น			
4.	ฉันเปิดสวิตซ์ไฟเพิ่มขณะที่มีแสงสว่างเพียงพอ			
5.	ฉันสังเกตสวิตซ์ไฟก่อนออกจากบ้าน			
6.	ฉันเปิดตู้เย็นมากกว่า 3 ครั้ง ในเวลา 1 ชั่วโมง			
7.	ฉันไม่เปิดตู้เย็นทิ้งไว้			
8.	ฉันนำของร้อนเข้าไปแช่ ในตู้เย็น			
9.	ฉันใส่ของในตู้เย็นจนแน่นทุกครั้ง			
10.	ฉันสังเกตน้ำแข็งที่ผนังภายในตู้เย็นวันละครั้ง			
11.	ฉันเดินไปปิดสวิตซ์โทรทัศน์แทนการใช้รีโมทคอนโทรล			
12.	ฉันดูโทรทัศน์ร่วมกับสมาชิกในบ้านพร้อมกัน			
13.	ฉันถอดปลั๊กเครื่องเล่นวีดีโอเมื่อไม่ใช้			
14.	ฉันเปิดโทรทัศน์ทิ้งไว้เพื่อรอชมรายการที่ชอบ			
15.	ฉันเปิดหน้าต่างแทนการเปิดพัดลม			
16.	ฉันถอดปลั๊กพัดลมเมื่อไม่มีใครอยู่			
17.	ฉันปรับความเร็วของพัดลมให้เหมาะสม			
18.	ฉันเปิดพัดลมร่วมกับเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิต่ำกว่า $27^{o}C$			
19.	ฉันฟังเพลงผ่านโทรศัพท์มือถือตลอดทั้งคืน			
20.	ฉันเสียบที่ชาร์จโทรศัพท์ทิ้งไว้โดยไม่มีโทรศัพท์มือถือ			
21.	ฉันพูดคุยผ่านโทรศัพท์มือถือไม่เกินครั้งละ 15 นาที			
22.	ฉันเล่นเกมส์ผ่านโทรศัพท์มือถือไม่ต่ำกว่าครั้งละ 15 นาที			
23.	ฉันดึงปลั๊กคอมพิวเตอร์ออกเมื่อเลิกใช้งาน			
24.	ฉันเปิดสวิตซ์ลำโพงทิ้งไว้เมื่อไม่ใช้งาน			
25.	ฉันกำหนดเวลาการใช้คอมพิวเตอร์ทุกครั้ง			
26.	ฉันเปิดคอมพิวเตอร์ทิ้งไว้ขณะไม่มีคนอยู่			
27.	ฉันปล่อยน้ำทิ้งระหว่างแปรงฟัน			
28.	ฉันปิดก๊อกน้ำให้สนิททุกครั้งที่ใช้			
29.	ฉันทิ้งเศษอาหารลงท่อน้ำขณะล้างจาน			
30.	ฉันแยกประเภทเสื้อผ้าก่อนนำไปซัก			

แบบบันทึกการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

คำชี้แจง: ให้นักเรียนบันทึกกิจกรรมการอนุรักษ์พลังงานที่นักเรียนได้ปฏิบัติ ดังต่อไปนี้

1. ฉันปฏิบัติพฤติกรรมที่เป็นการอนุรักษ์พลังงาน ดังนี้

ฉันประหยัดพลังงาน ดังนี้	ฉันใช้พลังงานเท่าที่จำเป็น ดังนี้	ฉันใช้พลังงานอย่างอื่นทดแทน ดังนี้
1.	1.	1. .....
2.	2.	2. .....
3.	3.	3. .....

2. ฉันจะเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติตัวเพื่ออนุรักษ์พลังงานแต่ละชนิดอย่างไร จงให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

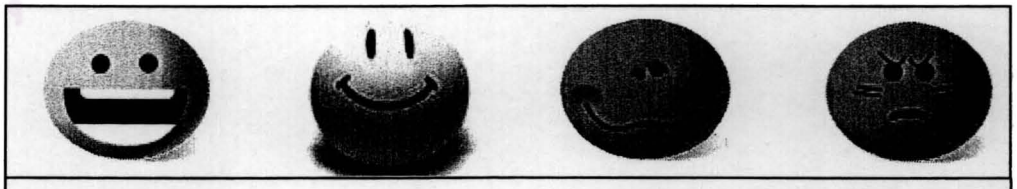
3. ฉันจะนำความรู้จากกิจกรรมการอนุรักษ์พลังงานไปใช้ ดังนี้

4. ฉันมีข้อสงสัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานในชีวิตประจำวัน ดังนี้

.....

.....

5. ประเมินการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานของฉัน



( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ควรปรับปรุง

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของครู

.....

.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
เรื่อง "ส่องสว่างแม้ยามมืดมิด"

กลุ่มที่ .....

สมาชิกกลุ่ม 1) ..... ห้อง ..... เลขที่ .....
2) ..... ห้อง ..... เลขที่ .....
3) ..... ห้อง ..... เลขที่ .....

จุดประสงค์การทำกิจกรรม

1. ปฏิบัติกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเรื่อง พลังงานตามที่ได้รับมอบหมายได้
2. อธิบายความหมายของพลังงานได้
3. สร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดพกพาได้

วัสดุอุปกรณ์

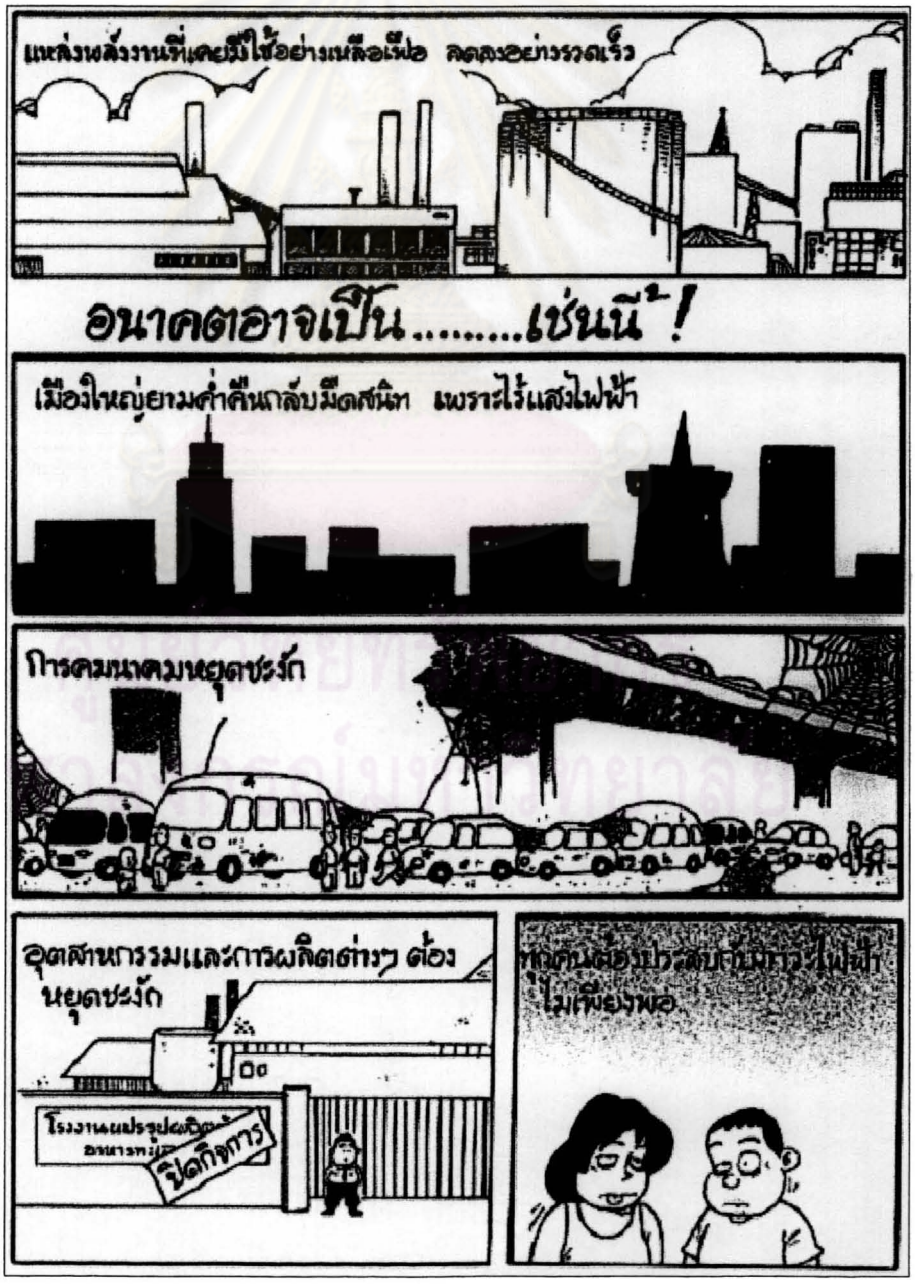
1)	แม่เหล็กขนาด 2 cm x 5 cm	2	แท่ง
2)	ลวดทองแดงยาว 5 m	1	ม้วน
3)	LED	1	ตัว
4)	แผ่นทองแดงขนาด 2 cm x 10 cm	2	แผ่น
5)	แผ่นสังกะสีขนาด 2 cm x 10 cm	2	แผ่น
6)	สายไฟยาว 30 cm	2	เส้น
7)	เทปใส	1	ม้วน
8)	กระดาษลูกฟูกขนาด 30 cm x 30 cm	4	แผ่น
9)	กระดาษโปสเตอร์สี	4	แผ่น
10)	กระดาษปรู๊ฟ	1	แผ่น

วิธีการทำกิจกรรม

1. ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ เรื่อง "เมื่อพลังงานไม่พอเพียง"
2. อภิปรายกลุ่มเพื่อระบุปัญหาและสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา
3. เสนอวิธีการแก้ปัญหาที่สามารถทำได้
4. ระบุวิธีการออกแบบเพื่อแก้ไขปัญหาและเลือกวิธีการที่ดีที่สุดเพื่อนำไปสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดพกพา

5. กำหนดรายการอุปกรณ์ที่ใช้ ดำเนินการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดพกพา
6. ระบุขั้นตอนที่ใช้ในการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดพกพา
7. สร้างแบบจำลองเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดพกพาเพื่อประเมินความเป็นไปได้
8. ดำเนินการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดพกพาตามขั้นตอนที่ออกแบบ
9. ทดสอบและประเมินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดพกพา
10. บันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ลงในแบบบันทึกผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สถานการณ์ เรื่อง “เมื่อพลังงานไม่พอเพียง”



ขั้นที่1 ขั้นระบุปัญหาวิเคราะห์

1. ปัญหาที่พบจากสถานการณ์เรื่อง "เมื่อพลังงานไม่พอเพียง" คืออะไร

.....

2. สาเหตุของปัญหามีอะไรบ้าง

.....

.....

3. นักเรียนคิดว่าสิ่งประดิษฐ์อะไรบ้างที่สามารถแก้ปัญหาดังกล่าว ระบุเป็นข้อ ๆ

.....

.....

.....

4. นักเรียนมีเกณฑ์การทดสอบสิ่งประดิษฐ์อย่างไรบ้าง พร้อมระบุวิธีการทดสอบ

.....

.....

.....

.....

5. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้มีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

6. จากกิจกรรมในขั้นตอนนี้ นักเรียนรู้สึกอย่างไร อะไรทำให้นักเรียนรู้สึกเช่นนั้น

.....

.....

.....

7. จากกิจกรรมในขั้นตอนนี้ นักเรียนคิดว่าตนเองควรจะได้ระดับคะแนนเท่าไร เพราะเหตุใด

.....

8. นักเรียนจะทำอย่างไรต่อไป

.....

.....

ขั้นที่3 ขั้นพัฒนาแนวคิดกลุ่ม

9. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดพกพามีอะไรบ้าง ระบุเป็นข้อ ๆ

1) ..... 6) .....

2) ..... 7) .....

3) ..... 8) .....

4) ..... 9) .....

5) ..... 10) .....

10. ให้นักเรียนวาดรูปแสดงแนวคิดเพื่อสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดพกพาภายในเวลา 100 นาที โดยใช้อุปกรณ์ในข้อ 9 เป็นส่วนประกอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

11. จากกิจกรรมในขั้นตอนนี้ นักเรียนรู้สึกอย่างไร อะไรทำให้นักเรียนรู้สึกเช่นนั้น

.....

12. จากกิจกรรมในขั้นตอนนี้ นักเรียนคิดว่าตนเองควรจะได้ระดับคะแนนเท่าไร เพราะเหตุใด

.....

13. นักเรียนจะทำอย่างไรต่อไป

.....

ขั้นที่4 ขั้นสร้างความเข้าใจ

14. ขั้นตอนในการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดพกพา มีดังนี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

15. จากกิจกรรมในขั้นตอนนี้ นักเรียนรู้สึกอย่างไร อะไรทำให้นักเรียนรู้สึกเช่นนั้น

.....

16. จากกิจกรรมในขั้นตอนนี้ นักเรียนคิดว่าตนเองควรจะได้ระดับคะแนนเท่าไร เพราะเหตุใด

.....

17. นักเรียนจะทำอย่างไรต่อไป

.....

.....

ขั้นที่5 ขั้นประเมินประสิทธิผล

18. จากกิจกรรมในขั้นตอนนี้ นักเรียนรู้สึกอย่างไร อะไรทำให้นักเรียนรู้สึกเช่นนั้น

.....

19. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดพกพาที่นักเรียนสร้างขึ้นทำงานได้หรือไม่ สังเกตจากสิ่งใด

.....

20. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดพกพาที่นักเรียนสร้างขึ้นมีข้อควรปรับปรุงอย่างไร

.....

.....

.....

21. จากกิจกรรมในขั้นตอนนี้ นักเรียนคิดว่าตนเองควรจะได้ระดับคะแนนเท่าไร เพราะเหตุใด

.....

.....

22. นักเรียนคิดว่าจะปรับปรุงตนเองอย่างไรเพื่อให้การสร้างสิ่งประดิษฐ์สำเร็จตามเป้าหมาย

.....

.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ระบุปัญหาที่ต้องการแก้ไข	ระบุสภาพปัญหาที่สามารถศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง สอดคล้องกับสภาพที่เป็นอยู่ และสภาพที่ปรารถนาจะให้เป็น	ระบุสภาพปัญหาที่สามารถศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง สอดคล้องกับสภาพที่เป็นอยู่	ระบุสภาพปัญหาที่สามารถศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง	ระบุสภาพปัญหาโดยครูเป็นผู้แนะนำแนวทางศึกษาค้นคว้า
2. รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	รวบรวมข้อมูลที่สอดคล้องกับสภาพปัญหาและความต้องการ โดยมีแนวคิดหลักรองรับอย่างสมเหตุสมผล มีแหล่งข้อมูลที่สามารถอ้างอิงได้ และนำมาเป็นพื้นฐานในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	รวบรวมข้อมูลที่สอดคล้องกับสภาพปัญหาและความต้องการ โดยมีแนวคิดหลักรองรับอย่างสมเหตุสมผล มีแหล่งข้อมูลที่สามารถอ้างอิงได้	รวบรวมข้อมูลที่สอดคล้องกับสภาพปัญหาและความต้องการ โดยมีแนวคิดหลักรองรับอย่างสมเหตุสมผล	รวบรวมข้อมูลที่สอดคล้องกับสภาพปัญหาและความต้องการ
3. กำหนดวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้	สมาชิกกลุ่มทุกคนสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายวิธีการแก้ปัญหา โดยสร้างแบบประเมินที่มีความสอดคล้องกับสภาพปัญหา	สมาชิกกลุ่มทุกคนสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายวิธีการแก้ปัญหาโดยมีวิธีการประเมินที่สอดคล้องกับสภาพปัญหา	สมาชิกกลุ่มบางคนสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายวิธีการแก้ปัญหาโดยมีวิธีการประเมินที่สอดคล้องกับสภาพปัญหา	สมาชิกกลุ่มบางคนสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายวิธีการแก้ปัญหา

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
4. เลือกและออกแบบแผนงานเพื่อการแก้ปัญหา	เลือกวิธีการที่สอดคล้องกับสภาพปัญหาโดยมีแนวคิดหลักรองรับอย่างสมเหตุสมผล สามารถอ้างอิงได้ กิจกรรมการแก้ปัญหามีลำดับขั้นตอนและสอดคล้องกันทุกกิจกรรม โดยระบุวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา	เลือกวิธีการที่สอดคล้องกับสภาพปัญหาโดยมีแนวคิดหลักรองรับอย่างสมเหตุสมผล กิจกรรมการแก้ปัญหามีลำดับขั้นตอนและสอดคล้องกันทุกกิจกรรม โดยระบุวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา	เลือกวิธีการที่สอดคล้องกับสภาพปัญหาโดยมีแนวคิดหลักรองรับอย่างสมเหตุสมผล กิจกรรมการแก้ปัญหามีลำดับขั้นตอน โดยระบุวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา	เลือกวิธีการที่สอดคล้องกับสภาพปัญหาโดยมีแนวคิดหลักรองรับอย่างสมเหตุสมผล กิจกรรมการแก้ปัญหามีลำดับขั้นตอน
5. ดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนงาน	ดำเนินกิจกรรมตามที่ออกแบบทุกขั้นตอน มีการบันทึกและจัดกระทำข้อมูล มีการปรับปรุงการดำเนินกิจกรรม แสดงให้เห็นการพัฒนาที่สอดคล้องกับแนวคิดหลักอย่างต่อเนื่อง	ดำเนินกิจกรรมตามที่ออกแบบทุกขั้นตอน มีการบันทึกและจัดกระทำข้อมูล มีการปรับปรุงการดำเนินกิจกรรมแสดงให้เห็นการพัฒนา	ดำเนินกิจกรรมตามที่ออกแบบทุกขั้นตอน มีการบันทึกและจัดกระทำข้อมูล มีการปรับปรุงการดำเนินกิจกรรม	ดำเนินกิจกรรมตามที่ออกแบบทุกขั้นตอน มีการบันทึกและจัดกระทำข้อมูล
6. ประเมินและสื่อสารผลการแก้ปัญหา	ประเมินวิธีการแก้ปัญหาตรงตามจุดประสงค์และเป้าหมายอย่างครบถ้วน มีข้อมูลแสดงให้เห็นผลการดำเนินการที่ดีขึ้นและระบุสิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไข	ประเมินวิธีการแก้ปัญหาตรงตามจุดประสงค์และเป้าหมายอย่างครบถ้วน มีข้อมูลแสดงให้เห็นผลการดำเนินการที่ดีขึ้นหรือระบุสิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไข	ประเมินวิธีการแก้ปัญหาตรงตามจุดประสงค์และเป้าหมายอย่างครบถ้วน	ประเมินวิธีการแก้ปัญหาตรงตามจุดประสงค์บางส่วน

ตารางประเมินผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. องค์ประกอบและการทำงาน	สามารถทำงานได้ตามจุดประสงค์ มีส่วนประกอบตรงตามที่ออกแบบไว้อย่างครบ ถ้วน	ไม่สามารถทำงานได้ส่วนประกอบตรงตามที่ออกแบบแต่ไม่ครบถ้วน	ไม่สามารถทำงานได้ส่วนประกอบไม่ตรงตามที่ออกแบบและไม่ครบถ้วน
2. การใช้วัสดุและความประณีตสวยงาม	ใช้วัสดุที่หาได้ในโรงเรียนและชุมชน มีรูปร่างเหมาะสมกับลักษณะของงาน สอดคล้องกับบริบทของโรงเรียนและสังคม	ใช้วัสดุที่หาได้ในโรงเรียนและชุมชน มีรูปร่างเหมาะสมกับลักษณะของงาน สอด คล้องกับบริบทของโรงเรียน	ใช้วัสดุที่หาได้ในโรงเรียนและชุมชน มีรูปร่างไม่เหมาะสมกับลักษณะของงาน
3. ความคิดสร้างสรรค์	เป็นผลผลิตที่ไม่เคยมีหรือปรากฏมาก่อน มีลักษณะเฉพาะตัวและมีความน่าสนใจ	เป็นผลผลิตที่มีอยู่แล้ว แต่นำมาปรับปรุงใหม่ มีลักษณะเฉพาะตัว	เป็นผลผลิตที่มีอยู่แล้ว แต่นำมาปรับปรุงบางส่วน
4. คุณค่าของงาน	แก้ปัญหาตรงตามความต้องการอย่างครบถ้วนโดยมีข้อมูลแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้น อุปกรณ์มีต้นทุนเหมาะสม มีการเผยแพร่ และมีการนำไปใช้ทั้งในและนอกโรงเรียน	แก้ปัญหาตรงตามความต้องการอย่างครบถ้วนโดยมีข้อมูลแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดี อุปกรณ์มีต้นทุนเหมาะ สม มีการเผยแพร่และนำไปใช้ภายในโรงเรียน	แก้ปัญหาตรงตามความต้องการอย่างครบถ้วนโดยมีข้อมูลแสดงถึงการเปลี่ยนแปลง อุปกรณ์มีต้นทุนสูง มีการเผยแพร่และนำไปใช้เฉพาะกลุ่มในโรงเรียน

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่าง

แผนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง พลังงานสร้างได้

สาระที่ 5 พลังงาน รายวิชา อนุรักษ์พลังงานเพื่อคุณภาพชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เวลา 6 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบคาบเรียนนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. ปฏิบัติกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเรื่อง พลังงานตามที่ได้รับมอบหมายได้
2. อธิบายความหมายของพลังงานได้
3. สร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดพกพาได้

สาระ/ เนื้อหา

พลังงาน คือ ความสามารถในการทำงาน โดยเกิดขึ้นจากการที่วัตถุเกิดการเคลื่อนที่หรือเปลี่ยนประเภทไปจากเดิม

สื่อการเรียนรู้

1) ชุดการทดลองเรื่อง เครื่องกำเนิดไฟฟ้าอย่างง่าย
2) ใบกิจกรรม เรื่อง “พลังงานเกิดขึ้นได้อย่างไร”
3) แหล่งเรียนรู้ในห้องสมุดและอินเทอร์เน็ต
4) แบบบันทึกผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
5) วัสดุและอุปกรณ์ต่อกลุ่ม

5.1 แม่เหล็กขนาด 2 cm x 5 cm	2	แท่ง
5.2 ลวดทองแดงยาว 5 m	1	ม้วน
5.3 LED	1	ตัว
5.4 แผ่นทองแดงขนาด 2 cm x 10 cm	2	แผ่น
5.5 แผ่นสังกะสีขนาด 2 cm x 10 cm	2	แผ่น
5.6 สายไฟยาว 30 cm	2	เส้น
5.7 เทปใส	1	ม้วน
5.8 กระดาษลูกฟูกขนาด 30 cm x 30 cm	4	แผ่น
5.9 กระดาษโปสเตอร์สี	4	แผ่น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.9 กระดาษโปสเตอร์สี	4	แผ่น
5.10 กระดาษปรู๊ฟ	1	แผ่น

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่1 ขั้นระบุปัญหาหรือความต้องการ (60 นาที)

1. ครูให้นักเรียนชมวีดีทัศน์เรื่อง "พลังงาน ... สิ่งที่คุณอาจไม่รู้" แล้วใช้คำถามต่อไปนี้
   1.1 ไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านของนักเรียนมาจากที่ใด
   (โรงไฟฟ้า หรือ โรงงานผลิตกระแสไฟฟ้า)
   1.2 ถ้าปริมาณไฟฟ้าไม่เพียงพอ นักเรียนจะประสบปัญหาใดบ้าง
   (บ้านไม่มีแสงสว่างเพราะหลอดไฟไม่ทำงาน อากาศร้อนเพราะ
   เครื่องปรับอากาศไม่ทำงาน อาหารบูดเพราะตู้เย็นไม่ทำงาน ฯลฯ)
   1.3 พลังงาน หมายถึงอะไร
2. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 4 คน ทำการทดลองตามใบกิจกรรม เรื่อง
   พลังงานเกิดขึ้นได้อย่างไร
3. ครูมอบหมายให้นักเรียนค้นคว้าเพิ่มเติมเกี่ยวกับความหมายของพลังงานและ
   เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากแหล่งเรียนรู้

ขั้นที่2 ขั้นวิเคราะห์แนวทางการออกแบบ (60 นาที)

1. นักเรียนทำแบบศึกษาสถานการณ์ เรื่อง "ส่องสว่างแม้ยามมืดมิด"
2. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ระบุปัญหาและความต้องการแก้ปัญหา
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายโดยใช้คำถามต่อไปนี้
   3.1 ปัญหาที่พบจากสถานการณ์เรื่อง "เมื่อพลังงานไม่พอเพียง" คืออะไร
   3.2 สาเหตุของปัญหามีอะไรบ้าง
   3.3 วิธีแก้ไขปัญหาดังกล่าวมีอะไรบ้าง ระบุเป็นข้อ ๆ
   3.4 วิธีแก้ไขปัญหาที่สามารถทำได้โดยการสร้างสิ่งประดิษฐ์คือข้อใด
   3.5 วิธีการออกแบบสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวมีกี่ขั้นตอน อะไรบ้าง
4. ครูให้นักเรียนแต่ละคนประเมินการเรียนรู้ของตนเองโดยใช้คำถามต่อไปนี้
   4.1 จากกิจกรรมในขั้นตอนนี้ นักเรียนรู้สึกอย่างไร อะไรทำให้นักเรียนรู้สึก
   เช่นนั้น
   4.2 จากกิจกรรมในขั้นตอนนี้ นักเรียนคิดว่าตนเองควรจะได้ระดับคะแนน
   เท่าไร เพราะเหตุใด
   4.3 นักเรียนจะทำอย่างไรต่อไป

ต้นฉบับไม่มีหน้า 113-115

NO PAGE 113-115 IN ORIGINAL

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ความสว่างของหลอดไฟก่อนหมุนและเมื่อหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอย่างง่ายช้าและเร็ว

การทดลองหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอย่างง่าย	ความสว่างของหลอดไฟ
ก่อนหมุน	
หมุนช้า	
หมุนเร็ว	

คำถามหลังทำกิจกรรม

1. หลอดไฟทำงานได้ต้องอาศัยพลังงานชนิดใด

.....

2. เพราะเหตุใดหลอดไฟจึงทำงานได้

.....

3. ความสว่างของหลอดไฟก่อนหมุนและเมื่อหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอย่างง่ายช้าและเร็ว เหมือนกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

4. พลังงาน คืออะไร

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบบันทึกผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ-สกุล ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

1. นักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างจากกิจกรรมนี้
2. นักเรียนมีความเข้าใจเรื่องการอนุรักษ์พลังงานมากเพียงใด มีข้อสงสัยหรือข้อคำถามอะไรบ้าง
3. นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรต่อการเรียนและมีแนวทางจะนำความรู้ไปใช้ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์อย่างไร
4. ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของครูหลังอ่านแบบบันทึกผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงาน ได้แก่
   1.1 แบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยนักเรียน
   1.2 แบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยผู้ปกครอง
2. แบบสำรวจการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
3. แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่
   3.1 แบบประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
   3.2 แบบประเมินผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 15 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จำแนกเป็นรายข้อของแบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยนักเรียน

ข้อที่	ค่า IOC	ความหมาย
1	1	วัดได้สอดคล้อง
2	1	วัดได้สอดคล้อง
3	1	วัดได้สอดคล้อง
4	1	วัดได้สอดคล้อง
5	1	วัดได้สอดคล้อง
6	0.67	วัดได้สอดคล้อง
7	1	วัดได้สอดคล้อง
8	1	วัดได้สอดคล้อง
9	1	วัดได้สอดคล้อง
10	0.67	วัดได้สอดคล้อง
11	1	วัดได้สอดคล้อง
12	1	วัดได้สอดคล้อง
13	1	วัดได้สอดคล้อง
14	1	วัดได้สอดคล้อง
15	1	วัดได้สอดคล้อง
16	1	วัดได้สอดคล้อง
17	1	วัดได้สอดคล้อง
18	0.67	วัดได้สอดคล้อง
19	0.67	วัดได้สอดคล้อง
20	1	วัดได้สอดคล้อง
21	0.67	วัดได้สอดคล้อง
22	0.67	วัดได้สอดคล้อง
23	1	วัดได้สอดคล้อง
24	1	วัดได้สอดคล้อง
25	1	วัดได้สอดคล้อง
26	1	วัดได้สอดคล้อง
27	1	วัดได้สอดคล้อง
28	1	วัดได้สอดคล้อง
29	1	วัดได้สอดคล้อง
30	1	วัดได้สอดคล้อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 16 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จำแนกเป็นรายข้อของแบบวัดความตระหนักรู้ในการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนประเมินโดยผู้ปกครอง

ข้อที่	ค่า IOC	ความหมาย
1	1	วัดได้สอดคล้อง
2	1	วัดได้สอดคล้อง
3	1	วัดได้สอดคล้อง
4	1	วัดได้สอดคล้อง
5	1	วัดได้สอดคล้อง
6	0.67	วัดได้สอดคล้อง
7	1	วัดได้สอดคล้อง
8	1	วัดได้สอดคล้อง
9	1	วัดได้สอดคล้อง
10	0.67	วัดได้สอดคล้อง
11	1	วัดได้สอดคล้อง
12	1	วัดได้สอดคล้อง
13	1	วัดได้สอดคล้อง
14	1	วัดได้สอดคล้อง
15	1	วัดได้สอดคล้อง
16	1	วัดได้สอดคล้อง
17	1	วัดได้สอดคล้อง
18	0.67	วัดได้สอดคล้อง
19	0.67	วัดได้สอดคล้อง
20	1	วัดได้สอดคล้อง
21	0.67	วัดได้สอดคล้อง
22	0.67	วัดได้สอดคล้อง
23	1	วัดได้สอดคล้อง
24	1	วัดได้สอดคล้อง
25	1	วัดได้สอดคล้อง
26	1	วัดได้สอดคล้อง
27	1	วัดได้สอดคล้อง
28	1	วัดได้สอดคล้อง
29	1	วัดได้สอดคล้อง
30	1	วัดได้สอดคล้อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 17 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จำแนกเป็นรายข้อของแบบสำรวจการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

ข้อที่	ค่า IOC	ความหมาย
1	1	วัดได้สอดคล้อง
2	1	วัดได้สอดคล้อง
3	1	วัดได้สอดคล้อง
4	1	วัดได้สอดคล้อง
5	1	วัดได้สอดคล้อง
6	1	วัดได้สอดคล้อง
7	1	วัดได้สอดคล้อง
8	1	วัดได้สอดคล้อง
9	1	วัดได้สอดคล้อง
10	0.67	วัดได้สอดคล้อง
11	1	วัดได้สอดคล้อง
12	1	วัดได้สอดคล้อง
13	1	วัดได้สอดคล้อง
14	1	วัดได้สอดคล้อง
15	1	วัดได้สอดคล้อง
16	1	วัดได้สอดคล้อง
17	1	วัดได้สอดคล้อง
18	0.67	วัดได้สอดคล้อง
19	1	วัดได้สอดคล้อง
20	1	วัดได้สอดคล้อง
21	0.67	วัดได้สอดคล้อง
22	0.67	วัดได้สอดคล้อง
23	1	วัดได้สอดคล้อง
24	1	วัดได้สอดคล้อง
25	1	วัดได้สอดคล้อง
26	1	วัดได้สอดคล้อง
27	0.67	วัดได้สอดคล้อง
28	0.67	วัดได้สอดคล้อง
29	0.67	วัดได้สอดคล้อง
30	0.67	วัดได้สอดคล้อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 18 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างรายการประเมินกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ค่า IOC	ความหมาย
1. ระบุปัญหาที่ต้องการแก้ไข	รับรู้และระบุสภาพปัญหาในการศึกษาค้นคว้าสอดคล้องกับสภาพที่เป็นอยู่และสภาพที่ปรารถนาจะให้เป็น	0.67	วัดได้สอดคล้อง
2. รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาโดยมีแนวคิดหลักรองรับ แหล่งข้อมูลสามารถอ้างอิงได้ และนำมาเป็นพื้นฐานในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	1	วัดได้สอดคล้อง
3. กำหนดวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้	อธิบายภายในกลุ่มเพื่อระบุวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายโดยใช้แบบจำลองที่สมาชิกสร้างขึ้น และประเมินเพื่อหาวิธีการที่สอดคล้องกับสภาพปัญหาได้	0.67	วัดได้สอดคล้อง
4. เลือกและออกแบบแผนงานเพื่อการแก้ปัญหา	เลือกวิธีการที่สอดคล้องกับสภาพปัญหาโดยมีแนวคิดหลักรองรับอย่างสมเหตุสมผล กิจกรรมการแก้ปัญหามีลำดับขั้นตอนและสอดคล้องกัน โดยระบุวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่เหมาะสม	0.67	วัดได้สอดคล้อง
5. ดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนงาน	ดำเนินกิจกรรมตามที่ออกแบบ มีการบันทึก การจัดกระทำข้อมูล และมีการปรับปรุงแก้ไขการดำเนินกิจกรรม	0.67	วัดได้สอดคล้อง
6. ประเมินและสื่อสารผลการแก้ปัญหา	ประเมินวิธีการแก้ปัญหา และนำเสนอผลการดำเนินการ ระบุสิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไข	0.67	วัดได้สอดคล้อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 19 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างรายการประเมินกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบประเมินผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ค่า IOC	ความหมาย
1. องค์ประกอบและการทำงาน	ผลผลิตทำงานเป็นไปตามจุดประสงค์และมีส่วนประกอบของผลผลิตตรงตามที่ออกแบบไว้	0.67	วัดได้สอดคล้อง
2. การใช้วัสดุและความประณีตสวยงาม	สร้างจากวัสดุที่หาได้ในโรงเรียนหรือชุมชน มีรูปร่างเหมาะสมกับลักษณะของงาน สอด คล้องกับบริบทของโรงเรียนและสังคม	0.67	วัดได้สอดคล้อง
3. ความคิดสร้างสรรค์	สร้างผลผลิตที่ไม่เคยมีหรือปรากฏมาก่อน มีลักษณะเฉพาะตัวและมีความน่าสนใจ	1	วัดได้สอดคล้อง
4. คุณค่าของงาน	สามารถนำผลผลิตมาใช้แก้ปัญหาได้จริง โดยมีข้อมูลแสดงการเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์มีราคาเหมาะสม มีการเผยแพร่ตลอดจนนำไปใช้ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน	1	วัดได้สอดคล้อง

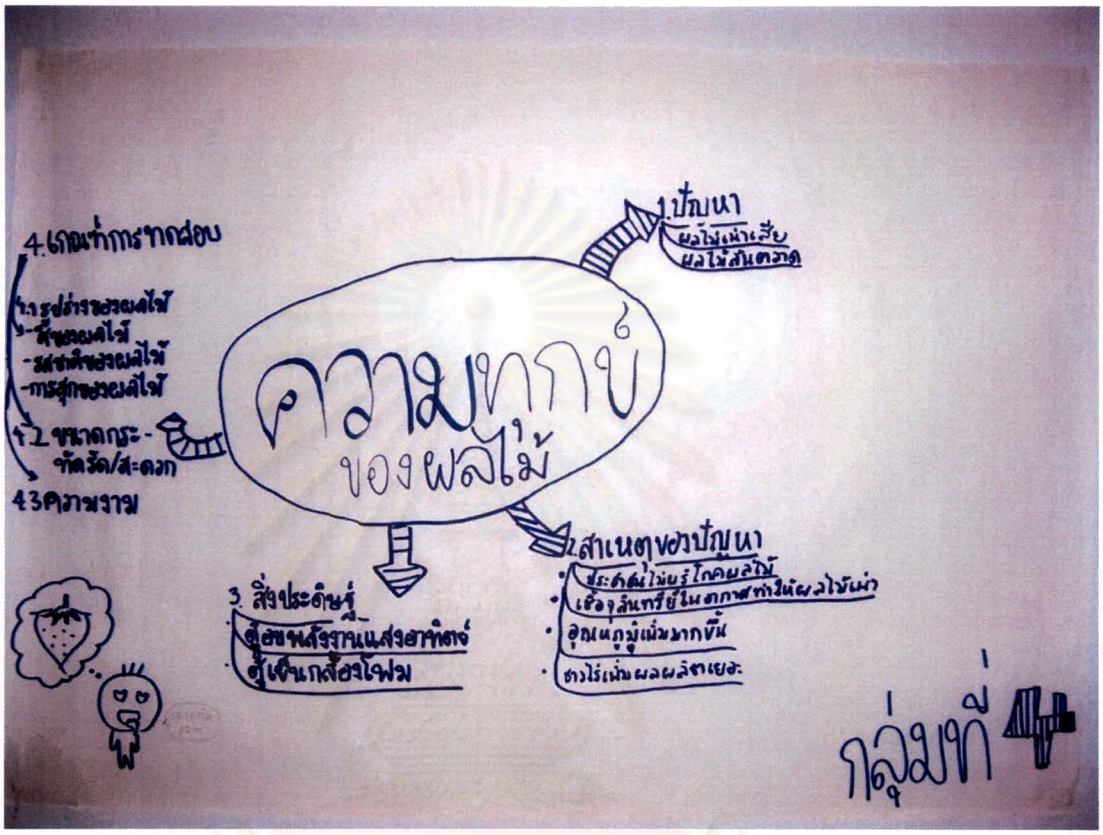
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

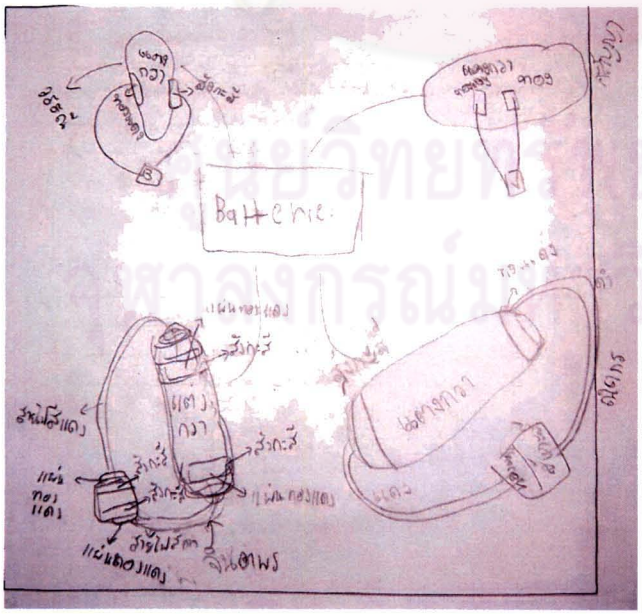
ภาคผนวก จ

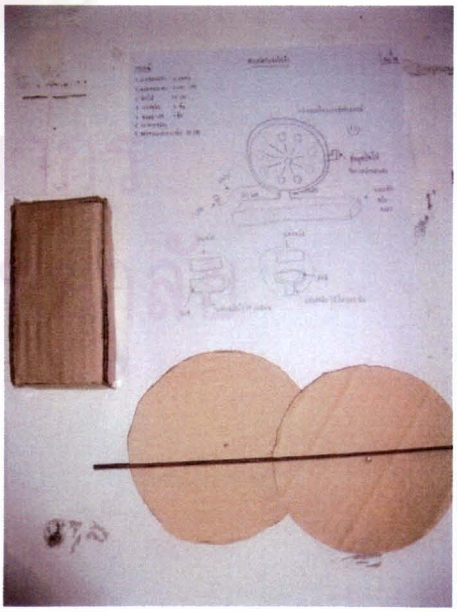
ภาพกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

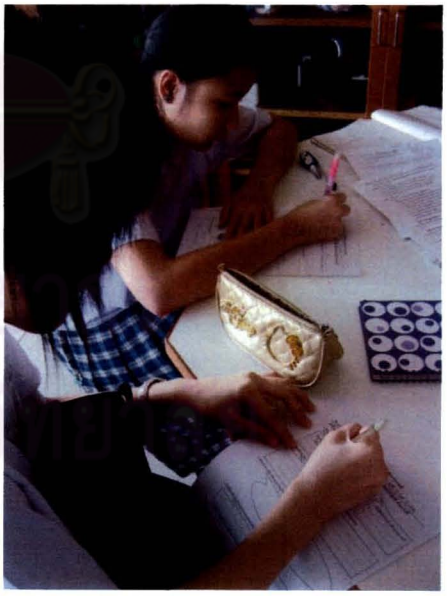
กำหนดวิธีการแก้ปัญหา



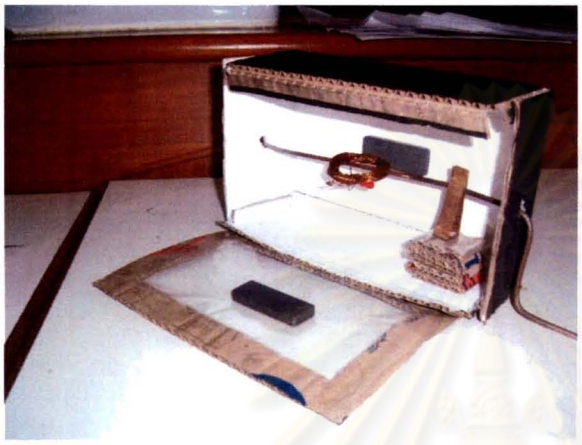


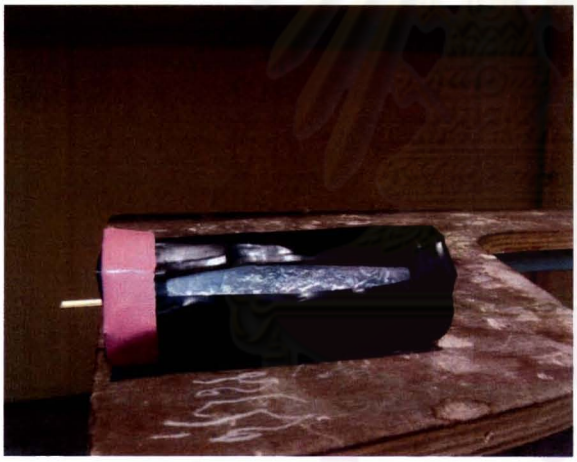


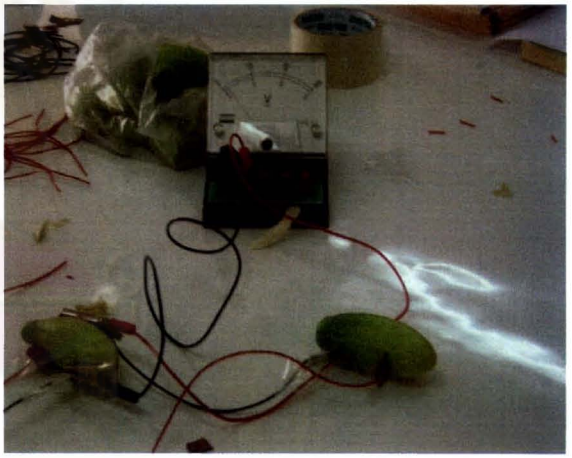
การดำเนินการสร้างสิ่งประดิษฐ์ตามขั้นตอน



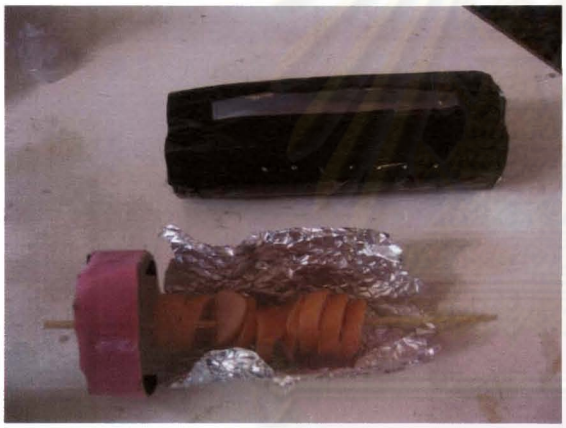
ผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์







การทดสอบผลผลิตจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายวุฒิพัฒน์ รักษ์สาคร เกิดวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2524 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ในปีการศึกษา 2545 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2550 ปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนคริสต์ธรรมศึกษา จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย