

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
กันยายน 2559

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
กันยายน 2559
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
กันยายน 2559

จินตนา วิชาเหล็ก. (2559). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน. ปริญญาโท กศ.ม. (วิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์.

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน รายวิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดราชาธิวาส เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 34 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยเลือก ระยะเวลาทดลองจำนวน 30 คาบ โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ One-Group Pretest-Posttest Design

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น 2) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน 3) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4) แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และ 5) แบบวัดจิตวิทยาาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ t-test for dependent samples และ one sample t-test

ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานมีจิตวิทยาาสตร์หลังเรียนอยู่ในเกณฑ์ดี (ค่าเฉลี่ย = 52.51) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

A STUDY OF THE LEARNING ACHIEVEMENT OF SEVENTH GRADE STUDENTS,
SCIENTIFIC PROBLEM-SOLVING ABILITIES AND THE DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC
MINDS THROUGH THE 5E LEARNING CYCLE AND PROJECT-BASED LEARNING



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education Degree in Education Science and Learning Management
at Srinakharinwirot University
September 2016

Jintana Wichalek. (2016). *A study of the learning achievement of seventh grade students, scientific problem-solving abilities and the development of scientific minds through the 5E learning cycle and project-based learning*. Master thesis, M.Ed. (Education Science and Learning Management). Bangkok: Graduate School. Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Asst. Prof. Dr. Porntip Siripatrachai.

The purpose of this research was to study the learning achievement, scientific problem-solving abilities and the development of scientific minds through the 5E learning cycle and project-based learning with seventh grade students. The topic was the subject of the use of renewable energy. The cluster random sampling technique was used and thirty four seventh grade students at Rajadivivas School in Dusit, Bangkok were selected. This study took place in the second semester of the 2015 academic year. The duration of this study was thirty periods and the research design was One-Group Pretest-Posttest Design.

The instruments included the following : 1) 5E learning cycle lesson plans, 2) project-based learning lesson plans, 3) an achievement test, 4) a scientific problem solving thinking ability test and 5) a scientific minds test. The data were analyzed, using a t-test for the dependent samples and a one sample t-test.

The results of the research are as followd:

The posttest scores of the learning achievement of students were higher than the pretest scores at a statistically significant level of .05 and higher than the criterion (70%) at a statistically significant level of .05.

The posttest scores of the scientific problem-solving abilities of the students were higher than the pretest scores at a statistically significant level of .05 and higher than the criterion (60%) but not significantly different.

The posttest scores of scientific mind test met the criterion (mean = 52.51) at a statistically significant level of .05.

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ เพราะผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรทิพย์ ศิริภัทรราชัย อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ที่คอยเสียสละเวลาในการดูแลเอาใจใส่ ให้คำปรึกษา คอยชี้แนะ และแก้ไขข้อบกพร่องในการทำปริญญานิพนธ์ จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.ชนะวัฒน์ บุณนาค และรองศาสตราจารย์ ดร.สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์ ที่ให้ความกรุณาเป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ และให้คำแนะนำในการปรับปรุงปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ประสงค์ เมธีพินิจกุล อาจารย์อัจนรา องค์กรวิทยา อาจารย์ นันทกานต์ เมืองพิล อาจารย์บุษยาณี ปุชิตากร และอาจารย์พฤตสิริคุณ ไทยเจริญสุข ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย และให้คำแนะนำในการปรับปรุงเครื่องมือวิจัย

ขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ และน้องสาว ที่ให้การสนับสนุนทั้งด้านทุนทรัพย์และกำลังใจที่สำคัญยิ่งให้กับผู้วิจัยมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน รองผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครู และนักเรียน โรงเรียนวัดราชาธิวาส ที่ให้ความอนุเคราะห์และร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมือวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอบคุณนิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ (การจัดการเรียนรู้อริยศาสตร์) ปีการศึกษา 2555 ทุกคน ที่คอยเป็นกำลังใจ ให้ความช่วยเหลือเป็นที่ปรึกษา และร่วมผลักดันมาโดยตลอด

ขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่ได้เอ่ยนามในที่นี้ คุณประโยชน์อันเกิดจากงานวิจัยนี้ขอมอบให้เป็นอันสงฆ์แด่ผู้มีพระคุณทุกท่านตามที่กล่าวมา

จินตนา วิชาเหล็ก

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	4
ความสำคัญของการวิจัย	5
ขอบเขตของการวิจัย	5
กรอบแนวคิดในการวิจัย	6
นิยามศัพท์เฉพาะ	7
สมมติฐานในการวิจัย	10
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น	11
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน	23
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	65
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	73
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาาสตร์	86
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	91
3 วิธีดำเนินการวิจัย	101
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	101
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	102
การเก็บรวบรวมข้อมูล	108
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล	108
4 ผลการศึกษา	110
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	110
การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	110
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	110

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	114
สรุปผลการวิจัย	116
อภิปรายผลการวิจัย	116
ข้อเสนอแนะ	120
บรรณานุกรม	121
ภาคผนวก	130
ภาคผนวก ก	131
ภาคผนวก ข	133
ภาคผนวก ค	163
ภาคผนวก ง	184
ประวัติย่อผู้วิจัย	186

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 บทบาทของครูและนักเรียนตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น	19
2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน	42
3 บทบาทของครูและนักเรียนตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน	51
4 การประเมินผลการทำงานโครงงานวิทยาศาสตร์จากการทำกิจกรรมในกระบวนการเรียนรู้	62
5 การประเมินผลการทำงานโครงงานวิทยาศาสตร์จากการดำเนินงาน	63
6 แบบแผนการวิจัย	102
7 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	113
8 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น และการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน และเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70)	111
9 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน และเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60)	112
10 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนตามขั้นตอนการคิดแก้ปัญหา	112
11 จิตวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (ค่าเฉลี่ย = 52.51)	113
12 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น	164
13 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน	168
14 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์	172
15 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	174
16 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์	176
17 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์	177

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
18 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถในการคิด แก้ปัญหาวิทยาศาสตร์	178
19 ค่าอำนาจจำแนก (t) ของแบบวัดจิตวิทยาาสตร์	179
20 คะแนนแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน	180
21 คะแนนแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและ หลังเรียน	182



บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	7
2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน	185



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ในการจัดการศึกษาที่ผ่านมา นั้น คุณภาพการศึกษายังไม่เป็นที่พอใจของสังคม โดยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาหลักของระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน (O-Net) ได้แก่ ภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสังคมศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50 ส่วนในการแข่งขันระดับนานาชาติ เช่น Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) ในปี พ.ศ. 2550 พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ 441 คะแนน และวิชาวิทยาศาสตร์ 471 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งยังต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติ นอกจากนี้แล้วยังมีผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของ The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) ซึ่ง The Programme for International Student Assessment (PISA) ที่ประเมินจากผู้จบการศึกษาภาคบังคับหรือกลุ่มอายุ 15 ปี ก็พบว่า คะแนนเฉลี่ยยังต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD (สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. 2555: 6)

โลกยุคโลกาภิวัตน์ เป็นยุคที่สังคมในศตวรรษที่ 21 มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ความรู้เพิ่มมากขึ้นอย่างมหาศาล อย่างว่องไว เด็กไทย เยาวชนไทย คนไทยจึงต้องเป็นนักเรียนรู้ ด้วยการเป็นนักสืบสอบ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง การอยู่ร่วมกันในสังคมต้องมีปฏิสัมพันธ์กัน มีความเอื้ออาทรและแบ่งปันกัน รวมทั้งเรียนรู้การทำงานเป็นทีม แสดงความเป็นภาวะผู้นำ (Leadership) นอกจากนี้มีความจำเป็นอย่างยิ่งต้องสร้างคนไทยเป็นนักผลิตแทนการเป็นนักบริโภค คือ เป็นผู้สร้างองค์ความรู้ใหม่ แนวทางใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ หรือเรียกว่าสร้างนวัตกรรม ดังนั้นจึงต้องเสริมสร้างเด็กไทยให้เป็นนวัตกรรม (Innovator) กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถเสริมสร้างความเป็นนักผลิตหรือนวัตกรรม คือ การสอนโครงการหรือเป็นแนวการเรียนรู้ที่ใช้โครงการเป็นฐาน (Project-based Learning) (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์; พเยาว์ ยินดีสุข; และราชน มีศรี. 2556) ซึ่งการจัดการเรียนการสอนโดยโครงการ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความสามารถและพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มที่ เป็นไปตามธรรมชาติ ความถนัด และความสนใจ เน้นเรื่องคุณธรรม กระบวนการเรียนรู้อย่างมีขั้นตอนในเรื่องที่เกี่ยวกับตนเอง สังคม วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ศิลปวัฒนธรรม ภูมิปัญญาไทย ความรู้ และทักษะด้านคณิตศาสตร์ ภาษา และการประกอบอาชีพต่างๆ ที่สามารถนำไปใช้ในการดำรงชีวิตอย่างมีความสุข การจัดการเรียนการสอนโดยโครงการเป็นการสอนที่เป็นพื้นฐานในการฝึกทักษะกระบวนการคิด การแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่างๆ เป็นการเรียนรู้ตลอดเวลาทุกสถานที่ ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีความสุข เกิดการพัฒนาด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ และสังคม สามารถประเมินการเรียนรู้ควบคู่ไปกับการร่วมกิจกรรมตามวัย และระดับความสามารถของนักเรียนโดยครูให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือ

และสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการสนใจ และกำลังใจในการทำโครงการ (บุญเลี้ยง ทุมทอง. 2550: 70-71)

กระบวนการเรียนรู้ที่แท้จริงของนักเรียนไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครู หรือนักเรียน เพียงแต่จดจำแนวคิดต่าง ๆ ที่มีผู้บอกให้เท่านั้น แต่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีการเสริมสร้างความรู้ เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สืบสวนตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใดๆ มาเผชิญหน้า ดังนั้นการที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (กรมวิชาการ. 2546: 219) การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง ให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา ครูวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการเตรียมสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ ศึกษาโครงสร้างของกระบวนการสอนการจัดลำดับเนื้อหา โดยครูทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วย และนักเรียนทำหน้าที่คล้ายผู้จัดวางแผนการเรียน นักเรียนเป็นผู้เริ่มต้นในการจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้โดยวิธีการเช่นเดียวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และเปลี่ยนแนวความคิดจากการที่เป็นผู้รับความรู้มาเป็นผู้แสวงหาความรู้และใช้ความรู้ (ภพ เลหาไพบุลย์. 2542: 123)

กระทรวงศึกษาธิการ มุ่งเน้นพัฒนาคุณภาพการศึกษา และสร้างโอกาสทางการศึกษาให้คนไทยได้เรียนรู้ตลอดชีวิต เพื่อให้คนไทยทุกกลุ่มทุกวัยมีคุณภาพ มีความพร้อม ทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา มีจิตสำนึกของความเป็นไทย ความเป็นพลเมืองที่ดี ตระหนักและรู้คุณค่าของขนบธรรมเนียมประเพณี ศิลปะ วัฒนธรรมที่ดีงาม มีภูมิคุ้มกันต่อการเปลี่ยนแปลง และตอบสนองต่อทิศทางการพัฒนาประเทศ จึงได้จัดทำแผนพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ ฉบับที่ 11 พ.ศ. 2555-2559 ขึ้น เพื่อใช้เป็นกรอบแนวทางการดำเนินงาน ซึ่งมีกลยุทธ์และแนวทางการดำเนินงานเพื่อเร่งรัดพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานผู้เรียน คือ พัฒนาการกระบวนการจัดการเรียนรู้ และจัดกิจกรรมเสริมทักษะพัฒนาผู้เรียนในรูปแบบที่หลากหลาย โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีกระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ และมีทักษะวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และภาษาต่างประเทศ เช่น การวิจัย การทำโครงการ เป็นต้น (สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. 2555?: 13-16) การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นวิธีการที่สอดคล้องกับแนวการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หมวด 4 แนวการจัดการศึกษา มาตรา 24(2) กล่าวว่าไว้ว่าฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา และมาตรา 24(3) กล่าวว่าไว้ว่าจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา. 2553: ไม่ปรากฏเลขหน้า)

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีวัตถุประสงค์สำคัญเพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจแนวความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ โดยผ่านกิจกรรมที่ใช้การสืบเสาะหาความรู้ ได้พัฒนาทักษะและกระบวนการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ คิดวิจารณ์ ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับสิ่งแวดล้อม รู้จักนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิตของตนเองและสังคม รวมถึงต้องพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ การจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้เป็นหัวใจสำคัญของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). 2555: 208) สำหรับรายวิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ เป็นการพัฒนาเนื้อหาที่เน้นองค์ความรู้เกี่ยวกับการนำพลังงานที่มีอยู่ในธรรมชาติมาใช้เป็นพลังงานทดแทน ซึ่งแหล่งพลังงานทดแทนบางแหล่งเป็นแหล่งพลังงานที่มีอยู่ในท้องถิ่นของตนเอง เช่น พลังงานน้ำ พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานชีวมวล ซึ่งการนำพลังงานเหล่านี้มาใช้ประโยชน์ต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับศักยภาพของแหล่งพลังงาน รวมถึงการทำความเข้าใจเกี่ยวกับการนำพลังงานนิวเคลียร์มาใช้ทดแทนเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ในการผลิตไฟฟ้า เพื่อให้ประเทศมีความมั่นคงทางด้านพลังงานไฟฟ้า และเพื่อเป็นการส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากพลังงานทดแทนได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม จึงได้กำหนดเป็นเป้าหมายสำหรับผู้เรียนทุกคนที่จะได้รับการพัฒนาทั้งด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการคิด การแก้ปัญหา ความสามารถในการสื่อสาร การตัดสินใจ การนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ทั้งต่อตนเอง ต่อสังคมและประเทศ ตลอดจนมีจิตวิทยาศาสตร์ คุณค่าและค่านิยมที่ถูกต้องเหมาะสม (สสวท. 2556)

การคิดแก้ปัญหา เป็นสิ่งสำคัญต่อวิถีการดำเนินชีวิตในสังคมของมนุษย์ เป็นความจำเป็นและสำคัญสำหรับทุกคน เพราะต้องนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งจะต้องใช้การคิดเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นตลอดเวลา ทักษะความสามารถและกระบวนการคิดแก้ปัญหา เป็นทักษะที่เกี่ยวข้องและมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตที่วันนายสืบสนได้เป็นอย่างดี ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลนั้นจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับระดับของสติปัญญา ความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ ตลอดจนได้รับการพัฒนา อันมีผลทำให้สามารถเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม ซึ่งวิธีการคิดแก้ปัญหานั้นไม่แน่นอนตายตัวเสมอไป วิธีการที่ใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบจะมีมากมายหลากหลายวิธีขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของแต่ละคนและสถานการณ์ของปัญหาที่เกิดขึ้น ผู้ที่มีทักษะและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาจะสามารถเผชิญกับภาวะสังคมสืบสนวันนายได้อย่างเข้มแข็ง มั่นคง ทักษะการแก้ปัญหาจึงมิใช่เป็นเพียงการรู้จักคิดและรู้จักการใช้สมองหรือมุ่งพัฒนาสติปัญญาเพื่อแก้ปัญหาแต่เพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่ยังสามารถพัฒนาทัศนคติ วิธีคิด ค่านิยม ความรู้ ความเข้าใจในสภาพการณ์ของสังคมได้ดีอีกด้วย (Stanish; & Eberle. 1996: 9) ดังนั้น การพัฒนาการคิดแก้ปัญหาจึงต้องมีการฝึกฝน จึงจะทำให้ทุกคนสามารถคิดแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการจัดการเรียนรู้ให้กับเด็กและเยาวชนเป็นสิ่งจำเป็นและมีส่วนสำคัญอย่างมากที่จะส่งผลให้ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาดีขึ้นได้ ทั้งนี้ ในระบบการศึกษาจำเป็นต้องให้ความสำคัญในการพัฒนา ฝึกฝนเยาวชน ทั้งในและนอกโรงเรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะการคิด

แก้ปัญหาให้มาก ควรที่จะต้องมีการกำหนดไว้ในสาระและมาตรฐานของหลักสูตร การจัดกิจกรรมในโรงเรียนและสอดแทรกไว้ในกิจกรรมการเรียนการสอนของครู (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. 2556: 157) การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนถ้าทำให้ผู้เรียนมีความชอบ สนใจหรือมีความรู้สึกที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และกระบวนการค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จัดเป็นการพัฒนาคุณลักษณะของจิตวิทยาศาสตร์ในเบื้องต้นที่ส่งผลให้ผู้เรียนมีจิตใจไปในทางที่ดีต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เกิดเป็นพลังแห่งการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเป็นผู้ใฝ่รู้ในวิทยาศาสตร์ไปตลอดชีวิต และมีการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องเหมาะสม ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ได้ดีทั้งในด้านพุทธิพิสัยและทักษะพิสัย จากการที่ผู้เรียนมีความชอบ ความสนใจหรือมีความรู้สึกที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และกระบวนการค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนมีความตั้งใจในการเรียนและมีผลการเรียนดีขึ้น สามารถเลือกใช้อุปกรณ์ เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ รวมถึงสามารถนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในการคิดตัดสินใจ การค้นคว้าหาความรู้และการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดี จิตวิทยาศาสตร์เป็นคุณลักษณะที่ทำให้ผู้เรียนสามารถนำผลการเรียนรู้ทั้งในด้านพุทธิพิสัยและทักษะพิสัยที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์และมีคุณค่าต่อการดำรงชีวิตของผู้เรียนอย่างแท้จริง และเป็นส่วนสำคัญที่จะต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน (สสวท. 2555: 147)

จากการศึกษาความสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน และการสังเกตการสอนในชั้นเรียน ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน ในรายวิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ เพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่เกี่ยวข้องทางด้านการศึกษา ที่จะนำผลการวิจัยมาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และส่งเสริมให้นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์ เพื่อประโยชน์ต่อสังคมและประเทศชาติ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายของการวิจัยไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

ความสำคัญของการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้เป็นแนวทางที่ทำให้ทราบถึง

1. ทำให้ทราบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน
2. เป็นแนวทางสำหรับครูในการวางแผนการจัดการเรียนการสอนรายวิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดราชาธิวาส เขตดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 6 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 200 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดราชาธิวาส เขตดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 34 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ใช้เวลาในการทดลองสอน 30 คาบ คาบละ 50 นาที ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) 50 นาที และทดสอบหลังเรียน (Post-test) 50 นาที รวม 32 คาบ

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

บทเรียนที่ 1 พลังงานน้ำ

บทเรียนที่ 2 พลังงานลม

บทเรียนที่ 3 พลังงานแสงอาทิตย์

บทเรียนที่ 4 พลังงานชีวมวล

บทเรียนที่ 5 พลังงานนิวเคลียร์

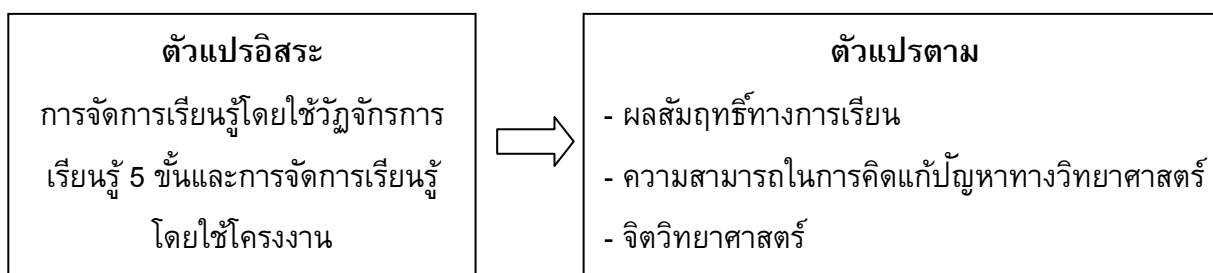
ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.2 ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
 - 2.3 จิตวิทยาศาสตร์

กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น และการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน พบว่ามีความสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หมวด 4 แนวการจัดการศึกษา มาตรา 24(2) กล่าวไว้ว่าฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา และมาตรา 24(3) กล่าวไว้ว่าจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง ดังนั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น และการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่สามารถทำให้นักเรียนได้รู้จักการศึกษา การค้นคว้า และการแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งกระบวนการเรียนรู้นั้นสามารถนำมาปรับและประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น และการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานตามสถานการณ์ที่ครูจัดให้ จากการรวบรวมกระบวนการเรียนรู้ที่ครูนำมาใช้ ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย ทำให้นักเรียนนำไปใช้ในการดำรงชีวิตประจำวัน และเป็นความรู้ที่ติดตัว โดยผู้วิจัยได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น และการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1.ขั้นสร้างความสนใจ 2.ขั้นสำรวจและค้นหา 3.ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4.ขั้นขยายความรู้ 5.ขั้นประเมิน และกระบวนการจัดการเรียนการสอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1.ขั้นนำ 2.ขั้นวางแผน 3.ขั้นดำเนินโครงการ 4.ขั้นสรุปและอภิปรายผล และ 5.ขั้นนำเสนอผล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานในรายวิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ ซึ่งมีกรอบแนวคิดในการวิจัยดังนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่ครูจะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม นักเรียนจะเป็นผู้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของคำถามนั้น ซึ่งผู้วิจัยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน (กรมวิชาการ. 2546: 219-220) ดังนี้

1.1 ขั้นสร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งเกิดขึ้นจากความสงสัยหรือความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้ออกมาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนมากขึ้น อาจรวมทั้งการรับรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่างๆ ที่จะช่วยให้เข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

1.2 ขั้นสำรวจและค้นหา เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางสำหรับการตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสังเกต หรือปรากฏการณ์ต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

1.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลข้อสังเกตที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

1.4 ขั้นขยายความรู้ เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

1.5 ชั้นประเมิน เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้ ใดบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากชั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่เกิดจากความสนใจของผู้เรียน โดยผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติและศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มีการวางแผนการปฏิบัติงานล่วงหน้าและมีวิธีการศึกษาอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งมีครู อาจารย์และผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้คำปรึกษา แนะนำ ซึ่งผู้วิจัยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ โครงงานประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ขั้นนำ เป็นขั้นตอนที่ครูและนักเรียนค้นหาปัญหาหรือหัวข้อสำหรับทำโครงงาน โดยครูคอยกระตุ้นหรือจัดกิจกรรมเร้าให้นักเรียนสนใจปัญหาใดปัญหาหนึ่ง ซึ่งนักเรียนเลือกหัวข้อ หรือปัญหาตามความต้องการ ความสนใจ ความถนัดของนักเรียนหรือของกลุ่ม ปัญหาหรือหัวข้อที่จะศึกษานั้น ควรเป็นเรื่องที่เฉพาะเจาะจง ชัดเจนว่าทำอะไร ควรเน้นเรื่องที่อยู่ใกล้ตัวและเกิด ประโยชน์

2.2 ขั้นวางแผน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนหาแหล่งข้อมูล ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ได้ข้อมูลเพิ่มเติมในเรื่องที่จะทำการศึกษา โดยครูต้องจัดเตรียมหรือชี้แนะแหล่งความรู้ต่างๆ ที่นักเรียนจะต้องใช้ค้นคว้าหาคำตอบ และนักเรียนต้องกำหนดวัตถุประสงค์ของเรื่อง ปัญหาให้ ชัดเจน กำหนดสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง วางแผนการดำเนินงานโดยการจัดทำโครงร่างของ โครงงานให้ครูพิจารณาแผนการดำเนินงาน

2.3 ขั้นดำเนินโครงงาน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนดำเนินงานตามแผนที่วางไว้ เพื่อ ทดสอบสมมติฐาน ซึ่งนักเรียนต้องมีการจดบันทึกข้อมูลต่างๆ ไว้อย่างละเอียด และนักเรียนควรมี การประชุม ปรึกษาหารือ ประเมินผลการทำงานเป็นระยะๆ นักเรียนจะได้รับเรียนรู้ สร้างความรู้ ประสบการณ์ใหม่จากการศึกษาในโครงงาน เกิดทักษะปฏิบัติและทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ โดยมีครูคอยดูแล ให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด

2.4 ขั้นสรุปและอภิปรายผล เป็นขั้นตอนที่นักเรียนช่วยกันสรุปผลของโครงงานที่ทำ ทั้งหมด โดยมีครูคอยดูแล ให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด คอยสังเกตติดตาม แนะนำนักเรียน

2.5 ขั้นนำเสนอผล เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำเสนอผลงานในรูปแบบต่างๆ เพื่อเผยแพร่ ให้ผู้ปกครอง ครูอาจารย์ และเพื่อนๆ ได้ชมผลงานและกิจกรรมที่จัดขึ้น เมื่อเสร็จกิจกรรมแล้วครูและ นักเรียนประเมินผลงานของตนเองหรือของกลุ่ม พร้อมทั้งเสนอแนะข้อคิดเห็น

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การประมวลความรู้ ความสามารถของผู้เรียนตาม จุดประสงค์ของวิชา และเนื้อหาที่สอน ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ รายวิชาพลังงานทดแทนกับการ ใช้ประโยชน์ แบ่งเป็น 6 ชั้น เรียงลำดับจากชั้นต่ำไปชั้นสูง (ภพ เลหาไพบูลย์. 2542: 97-98) ดังนี้

3.1 ความรู้ (Knowledge) เป็นความสามารถในการรับรู้และจำเรื่องต่างๆ อาจจำแนกย่อยได้เป็นความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์หรือทอมเฉพาะ ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความรู้ในแบบแผน ข้อตกลง ลำดับขั้นตอนและแนวโน้ม การจัดประเภท เกณฑ์ และเทคนิควิธีการ

3.2 ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นความสามารถในการแปลความ การตีความ การขยายความ สรุปอ้างอิง อธิบาย บรรยายในเรื่องราวและเหตุการณ์ต่างๆ

3.3 การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการนำหลักการ กฎเกณฑ์ ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้

3.4 การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแยกแยะความรู้ต่างๆ เป็นการห่องค์ประกอบย่อย จนกระทั่งมองเห็นความสำคัญ และหาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ข้อมูลย่อยๆ เหล่านั้น และหาหลักการของความรู้นั้นได้

3.5 การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยเข้าเป็นเรื่องราวเดียวกัน การสังเคราะห์แบ่งออกได้เป็น การสังเคราะห์เป็นผลผลิตเป็นเรื่องราวต่างๆ การสังเคราะห์เป็นแผนงานหรือกิจกรรมที่จะปฏิบัติ การสังเคราะห์เป็นนามธรรม หรือการสร้างหลักการ ทฤษฎีต่างๆ

3.6 การประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการวินิจฉัยหรือตัดสินเกี่ยวกับคุณค่าของการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดลงไป โดยยึดถือเกณฑ์เป็นหลัก

4. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิด โดยอาศัยความรู้ ประสบการณ์ กระบวนการคิดที่หลากหลาย และการปฏิบัติอย่างมีระบบเพื่อหาคำตอบของปัญหาโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาประกอบด้วย 4 ขั้นตอน (Weir. 1974: 18) ดังนี้

4.1 ขั้นระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุปัญหา ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้มากที่สุด ภายในขอบเขตข้อเท็จจริง ที่กำหนดให้

4.2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุสาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดปัญหา โดยพิจารณาจากข้อเท็จจริง ของสถานการณ์ที่กำหนด

4.3 ขั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการคิดค้น วางแผน เสนอแนวทางแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หรือเสนอข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อนำไปสู่การคิดแก้ปัญหา ที่ระบุได้อย่างสมเหตุสมผล

4.4 ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายได้ว่าผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีคิดแก้ปัญหานั้น สอดคล้องกับปัญหาที่ระบุไว้หรือไม่ หรือผลที่ได้เป็นอย่างไร

5. จิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด คุณลักษณะ หรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่มีต่อความคิด การกระทำ และการตัดสินใจของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผลของความรู้สึกนึกคิด

จะแสดงถึงพฤติกรรมการแสดงออกของบุคคล ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยปรับปรุงจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ โดยการประเมินจิตวิทยาศาสตร์ในตัวบุคคลจะทำการประเมินจาก 5 คุณลักษณะ (สสวท. 2555: 149-151) ดังนี้

5.1 ความอยากรู้อยากเห็น หมายถึง ความต้องการที่จะรู้หรือปรารถนาที่จะเสาะแสวงหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ที่ตนสนใจหรือต้องการค้นพบสิ่งใหม่ ซึ่งผู้มีความอยากรู้อยากเห็นจะแสดงออกโดยการถามคำถาม หรือมีความสงสัยในสิ่งที่ตนเองสนใจอยากรู้ และมีความกระตือรือร้นในการเสาะแสวงหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ตนเองสนใจ

5.2 ความมีเหตุผล หมายถึง ความสามารถในการแสดงความคิดเห็น การตรวจสอบความถูกต้องและการยอมรับในคำอธิบายอย่างมีเหตุผล โดยการแสวงหาข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลองที่เชื่อถือได้มาสนับสนุนอย่างเพียงพอและอย่างมีเหตุผลก่อนที่จะยอมรับหรือให้คำอธิบายใดๆ

5.3 ความพยายามมุ่งมั่น หมายถึง ความตั้งใจแน่วแน่ต่อการค้นหาความรู้ ไม่ท้อถอยเมื่อผลการทดลองล้มเหลวหรือมีอุปสรรค ทำงานที่ได้รับมอบหมายให้เสร็จสมบูรณ์ หรือดำเนินการแก้ปัญหาจนถึงที่สุด หรือจนกว่าจะได้รับคำตอบ

5.4 ความรับผิดชอบ หมายถึง ความมุ่งมั่นภายในจิตใจที่จะปฏิบัติงานในหน้าที่ให้สำเร็จด้วยดี และตระหนักถึงผลของงานที่จะส่งผลต่อสังคม มีความละเอียดรอบคอบในการปฏิบัติงาน เพื่อให้บรรลุผลสำเร็จตามความคาดหวัง

5.5 ความร่วมมือช่วยเหลือ หมายถึง การใช้ทักษะทางสังคมและการมีปฏิสัมพันธ์กับคนอื่น ๆ ได้แก่ การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับบุคคลอื่น การยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น การขอความช่วยเหลือและความร่วมมือจากผู้อื่น เพื่อความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม หรือการทำงานใดงานหนึ่งให้ดำเนินไปจนบรรลุจุดมุ่งหมาย

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70)

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60)

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานมีจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในเกณฑ์ดี (ค่าเฉลี่ย=52.51)

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาศาสตร์
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ
 - 6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องภายนอกประเทศ

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น

1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น

กรมวิชาการ (2546: 219) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น คือ กระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สืบรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใดๆ มาเผชิญหน้า ดังนั้นการที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542: 123) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น คือ การสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่างๆ ด้วยตนเอง ให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา ครูวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการเตรียมสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ ศึกษาโครงสร้างของกระบวนการสอนการจัดลำดับเนื้อหา โดยครูทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วย และนักเรียนทำหน้าที่คล้ายผู้จัดวางแผนการเรียนรู้ นักเรียนเป็นผู้เริ่มต้นในการจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้โดยวิธีการเช่นเดียวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และเปลี่ยนแนวความคิดจากการที่เป็นผู้รับความรู้มาเป็นผู้แสวงหาความรู้และใช้ความรู้

ทิศนา ขัมมณี (2553: 141) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น คือ การดำเนินการเรียนการสอน โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ครูช่วยอำนวยความสะดวก

สะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่างๆ ให้แก่นักเรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งเรียนรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น

นวลจิตต์ เชาวศิริพิงศ์ (2558: 3) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น คือ วิธีการที่ครูใช้ในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาอย่างมีระบบระเบียบ นักเรียนจะได้ความรู้จากการคิดสืบสวน สอบสวน และได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาไปด้วยพร้อมๆ กัน

สรุปได้ว่าความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่ครูจะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม นักเรียนจะเป็นผู้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของคำถามนั้น

1.2 หลักการของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น

คุสแลน; และ สโตน (ภพ เลหาไพบูลย์. 2542: 128-129; อ้างอิงจาก Kuslan; & Stone. 1969. *Teaching Children Science : and Inquiry Approach*. pp. 138-140) กล่าวว่าเป็นการสอนที่ครูและนักเรียนได้ศึกษาปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และด้วยจิตใจเป็นนักวิทยาศาสตร์ มีหลักการของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ดังนี้

1. ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การวัด การประมาณค่า การทำนาย การเปรียบเทียบ การจำแนกประเภท การทดลอง การสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การวิเคราะห์ การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป นักเรียนและครูมีความเคยชินในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์จนเป็นนิสัย

2. เวลาไม่ใช่สิ่งสำคัญ ไม่ต้องรีบร้อนสอนให้จบตามหัวข้อ ให้ทันตามกำหนด ไม่ต้องเร่งรัดเวลา

3. นักเรียนจะต้องไม่ทราบคำตอบล่วงหน้า ควรเลือกหนังสือเรียนและคู่มือที่ถามคำถามเป็นปัญหา และเสนอแนะแนวทางในการหาคำตอบ แต่ไม่บอกคำตอบ

4. นักเรียนมีความสนใจที่จะหาคำตอบ

5. เนื้อหาในการสืบเสาะหาความรู้ ไม่จำเป็นต้องต่อเนื่อง หรือสัมพันธ์กับเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนแล้วหรือกำลังจะเรียนต่อไป

6. การเรียนการสอนเน้นคำถามว่า “ทำไม” ตัวอย่างคำถาม เช่น “เราทราบได้อย่างไร” “เราพอใจกับข้อสันนิษฐานไหม” และ “เราพอใจกับข้อสรุปนี้ไหม” เป็นลักษณะของการสืบเสาะหาความรู้

7. ปัญหาบางอย่างจำเป็นต้องระบุให้ชัดเจน และตั้งปัญหาให้แคบเข้ามาจนพอที่จะให้นักเรียนแก้ปัญหาในชั้นเรียนได้

8. ให้นักเรียนในชั้นเรียนช่วยกันตั้งข้อสมมติฐาน เพื่อเป็นแนวทางในการสืบเสาะหาความรู้

9. นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเสนอแนวทางในการเก็บข้อมูลจากการทดลอง การสังเกต การอ่าน และแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้อื่นๆ

10. มีการร่วมมือกันในการประเมินแนวทางในการปฏิบัติการ ระบุข้อสันนิษฐาน ข้อจำกัด และความยากให้ชัดเจนทุกครั้ง

11. นักเรียนทำการสำรวจ เก็บข้อมูล โดยช่วยกันทำเป็นกลุ่มเล็ก ทำทั้งชั้น และทำเป็นรายบุคคลในการเก็บข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

12. นักเรียนสรุปข้อมูลที่ได้ และนำไปสู่การสรุปข้อสมมติฐาน และใช้ความพยายามที่จะให้มีคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้ได้

13. ข้อสรุปและคำอธิบายต่างๆ เป็นประโยชน์ในการนำไปสู่หัวข้อ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ทิศนา แคมมณี (2553: 141) กล่าวว่าหลักการของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น มีดังนี้

1. ครูมีกระบวนการสอน/กิจกรรมการสอนที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดวิเคราะห์ในเรื่องที่เรียน จนสามารถตั้งคำถามที่ต้องการจะสืบเสาะหาคำตอบด้วยตนเองได้

2. ครูมีเอกสาร วัสดุ หรือสื่อที่นักเรียนสามารถใช้ประกอบการคิด วิเคราะห์ หรือการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ในเรื่องที่เรียน

3. นักเรียนมีการศึกษาค้นคว้าหาความรู้/คำตอบ โดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ที่เหมาะสม

4. ครูมีการช่วยพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับนักเรียนในการศึกษา วิเคราะห์ และสรุปข้อมูล หรือสร้างความรู้ที่มีความหมายต่อตัวนักเรียน เช่น ทักษะการสืบค้นหาแหล่งเรียนรู้/แหล่งข้อมูล การอ่าน การวิเคราะห์สิ่งที่อ่าน การสังเคราะห์ข้อมูล การสรุปข้อมูล การนำเสนอข้อมูล การอภิปรายและโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานกลุ่ม เป็นต้น

5. ครูมีการวัดและประเมินผลการเรียนทั้งทางด้านเนื้อหาสาระและกระบวนการสืบสอบหาความรู้

นวลจิตต์ เชาวกิริติพงศ์ (2558: 6) กล่าวว่าหลักการของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น มีดังนี้

1. การกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดปัญหา/ข้อสงสัย เพื่อให้ผู้เรียนตั้งคำถาม/กำหนดปัญหาที่จะศึกษาได้ ผู้สอนจะต้องใช้ความสามารถในการจัดสถานการณ์ที่น่าสงสัย/จัดหาและนำเสนอข้อมูลที่ขาดความสมบูรณ์หรือมีประเด็นที่ชวนสงสัย และใช้คำถามช่วยกระตุ้นให้เกิดความสงสัย โดยไม่รีบร้อนตั้งข้อสงสัยเสียเอง

2. การเสริมแรง ในขณะที่ผู้เรียนกำลังดำเนินการสืบค้นข้อมูล/ดำเนินการทดลองเพื่อหาคำตอบข้อสงสัยของตนเอง ผู้สอนต้องไม่รีบร้อนที่จะให้คำตอบกับผู้เรียนเสียเอง

3. การนำการอภิปราย เพื่อช่วยให้ผู้เรียนวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น/ทดลอง นำไปสู่การสรุปข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบายคำตอบที่ค้นพบ

สรุปได้ว่าหลักการของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น มีดังนี้

1. ผู้สอนต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัย จนสามารถตั้งคำถามได้ด้วยตนเอง และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาคำตอบ
2. ผู้สอนจะต้องอำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียนในการศึกษาค้นคว้าเพื่อหาคำตอบของคำถาม
3. นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการด้านต่างๆ

1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น

คาริน; และ ซันด์ (Carin; & Sund. 1975: 98-99) ได้กล่าวถึงกระบวนการในการ สืบเสาะหาความรู้ว่าแบ่งออกเป็นขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. การสร้างสถานการณ์หรือปัญหา

เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของปัญหา เพื่อกระตุ้นหรือท้าทายให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหา นั้น อาจกระทำได้หลายรูปแบบ เช่น ใช้การอภิปราย การซักถาม การเล่าเหตุการณ์ การใช้อุปกรณ์สร้างสถานการณ์ที่น่าสงสัยแปลกใจ (Discrepant events) สถานการณ์หรือปัญหานั้นควรเป็นสถานการณ์หรือปัญหาที่อยู่ใกล้ตัวจะช่วยสร้างความสนใจให้แก่ นักเรียน และสามารถโยงไปสู่การออกแบบการทดลองที่ต้องการได้

2. การตั้งสมมติฐาน

จะต้องอาศัยสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหาในขั้นแรกเป็นหลัก ใช้คำถามที่ต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน เพื่อนำไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้

3. การออกแบบการทดลอง

ครูอาจใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนไปสู่การออกแบบการทดลอง และระบุวิธีในการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. การทดสอบสมมติฐาน

กิจกรรมในขั้นตอนนี้ ได้แก่ การทำการทดลองและบันทึกผลที่ได้จากการทดลอง โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น

5. ข้อสรุปที่ได้จากการทดสอบสมมติฐาน

ครูอาจใช้คำถามโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลองเพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้ปัญหาข้างต้น และควรมีคำตอบที่สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ด้วย กรมวิชาการ (2546: 219-220) กล่าวว่า กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

6. ขั้นสร้างความสนใจ

เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา

เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนมากขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่างๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

7. ขั้นสำรวจและค้นหา

เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางสำหรับการตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสังเกต หรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

8. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสังเกตที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือวาดรูป สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ได้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

9. ขั้นขยายความรู้

เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

10. ขั้นประเมิน

เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้ะไรบ้างอย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ

สาขาชีววิทยา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545: Online) กล่าวว่าขั้นตอนการสอนของรูปแบบการเรียนรู้แบบ Inquiry Cycle (5Es) มีรายละเอียด ดังนี้

1. การสร้างความสนใจ (Engage)

เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรือความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนมาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจจะจัด กิจกรรมหรือสถานการณ์เพื่อกระตุ้น ยั่วเย้า หรือท้าทายให้นักเรียนตื่นเต้น สงสัย ใครรู้ อายากรู้ อยากเห็น หรือขัดแย้ง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา การศึกษาค้นคว้า หรือการทดลอง แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือปัญหาที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะศึกษา ทำได้หลายแบบ เช่น สาธิต ทดลอง นำเสนอข้อมูล เล่าเรื่อง/เหตุการณ์ ให้ค้นคว้า/อ่านเรื่อง อภิปราย/พูดคุย สนทนา ใช้เกม ใช้สื่อ วัสดุอุปกรณ์ สร้างสถานการณ์/ปัญหาที่น่าสนใจ ที่น่าสนใจแปลกใจ

2. การสำรวจและค้นคว้า (Explore)

นักเรียนดำเนินการสำรวจ ทดลอง ค้นหา และรวบรวมข้อมูล วางแผนกำหนดการสำรวจตรวจสอบ หรือออกแบบการทดลอง ลงมือปฏิบัติ เช่น สังเกต วัด ทดลอง รวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ

3. การอธิบาย (Explain)

นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นคว้าวิเคราะห์ แปลผล สรุปและอภิปราย พร้อมทั้งนำเสนอผลงานในรูปแบบต่างๆ ซึ่งอาจเป็นรูปวาด ตาราง แผนผัง ผลงานมีความหลากหลาย สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือโต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนดไว้ โดยมีการอ้างอิงความรู้ประกอบการให้เหตุผลสมเหตุสมผล การลงข้อสรุปถูกต้อง เชื่อถือได้ มีเอกสารอ้างอิงและหลักฐานชัดเจน

4. การขยายความรู้ (Elaborate)

4.1 ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ลึกซึ้งขึ้น หรือขยายกรอบความคิดกว้างขึ้นหรือเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่หรือนำไปสู่การศึกษาค้นคว้า ทดลอง เพิ่มขึ้น เช่น ตั้งประเด็นเพื่อให้นักเรียน ชี้แจงหรือร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ชักถามให้นักเรียนชัดเจนหรือกระจ่างในความรู้ที่ได้หรือเชื่อมโยงความรู้ที่ได้กับความรู้เดิม

4.2 นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม เช่น อธิบายและขยายความรู้เพิ่มเติมมีความละเอียดมากขึ้น ยกสถานการณ์ ตัวอย่าง อธิบายเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เป็นระบบและลึกซึ้งยิ่งขึ้น หรือสมมุติละเอียดขึ้น นำไปสู่ความรู้ใหม่หรือความรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในเรื่องอื่นหรือสถานการณ์อื่นๆ หรือสร้างคำถามใหม่และออกแบบการสำรวจ ค้นหา และรวบรวมเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่

5. การประเมินผล (Evaluate)

5.1 นักเรียนระบุสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งด้านกระบวนการและผลผลิต

5.2 นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้ เช่น วิเคราะห์วิจารณ์แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน คิดพิจารณาให้รอบคอบทั้งกระบวนการและผลงาน อภิปราย ประเมินปรับปรุงเพิ่มเติมและสรุป ถ้ายังมีปัญหา ให้ศึกษาทบทวนใหม่อีกครั้ง อ้างอิงทฤษฎีหรือหลักการและเกณฑ์เปรียบเทียบผลกับสมมติฐาน เปรียบเทียบความรู้ใหม่กับความรู้เดิม

5.3 นักเรียนทราบจุดเด่น จุดด้อยในการศึกษาค้นคว้า หรือทดลอง ภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (2558: Online) กล่าวว่านักการศึกษาจากกลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Society) ได้เสนอกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์หรือความรู้เดิม เป็นความรู้หรือแนวคิดของนักเรียนเอง เรียกรูปแบบการสอนนี้ว่า Inquiry cycle หรือ 5Es มีขั้นตอนดังนี้

6. การสร้างความสนใจ (Engage)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการเรียนรู้ที่จะนำเข้าสู่บทเรียน จุดประสงค์ที่สำคัญของขั้นตอนนี้ คือ ทำให้นักเรียนสนใจ ใคร่รู้ในกิจกรรมที่จะนำเข้าสู่บทเรียน ควรจะเชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้เดิมกับปัจจุบัน และควรเป็นกิจกรรมที่คาดว่าจะเกิดขึ้น ซึ่งทำให้นักเรียนสนใจจดจ่อที่จะศึกษาความคิดรวบยอด กระบวนการ หรือทักษะ และเริ่มคิดเชื่อมโยงความคิดรวบยอด กระบวนการ หรือทักษะกับประสบการณ์เดิม

7. การสำรวจและค้นหา (Explore)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ร่วมกันในการสร้างและพัฒนาความคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะ โดยการให้เวลาและโอกาสแก่นักเรียนในการทำกิจกรรมการสำรวจและค้นหาสิ่งที่นักเรียนต้องการเรียนรู้ตามความคิดเห็นนักเรียนแต่ละคน หลังจากนั้นนักเรียนแต่ละคนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับการคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะในระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรมสำรวจและค้นหา เป็นโอกาสที่นักเรียนจะได้ตรวจสอบหรือเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความคิดรวบยอดของนักเรียนที่ยังไม่ถูกต้องและยังไม่สมบูรณ์ โดยการให้นักเรียนอธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับความคิดเห็นของนักเรียน ครูควรระลึกอยู่เสมอเกี่ยวกับความสามารถของนักเรียนตามประเด็นปัญหา ผลจากการที่นักเรียนมีใจจดจ่อในการทำกิจกรรม นักเรียนควรจะสามารถเชื่อมโยงการสังเกต การจำแนกตัวแปร และคำถามเกี่ยวกับเหตุการณ์นั้นได้

8. การอธิบาย (Explain)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ทำให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายความคิดรวบยอดที่ได้จากการสำรวจและค้นหา ครูควรให้โอกาสแก่นักเรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเกี่ยวกับทักษะหรือพฤติกรรมการเรียนรู้ การอธิบายนั้นต้องการให้นักเรียนได้ใช้ข้อสรุปร่วมกันในการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ ในเวลาที่เหมาะสมนี้ครูควรชี้แนะนักเรียนเกี่ยวกับการสรุปและการอธิบายรายละเอียด แต่อย่างไรก็ตามครูควรระลึกอยู่เสมอว่ากิจกรรมเหล่านี้ยังคงเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นั่นคือ นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายด้วยตัวนักเรียนเอง บทบาทของครูเพียงแต่ชี้แนะผ่านทางกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนมีโอกาสดังเดิมที่ในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจ

ในความคิดรวบยอดให้ชัดเจน ในที่สุดนักเรียนควรจะสามารถอธิบายความคิดรวบยอดได้อย่างเข้าใจ โดยเชื่อมโยงประสบการณ์ ความรู้เดิมและสิ่งที่เรียนรู้เข้าด้วยกัน

9. การขยายความรู้ (Elaborate)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้ยืนยันและขยายหรือเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น และยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกทักษะและปฏิบัติตามที่นักเรียนต้องการ ในกรณีที่นักเรียนไม่เข้าใจหรือยังสับสนอยู่หรืออาจจะเข้าใจเฉพาะข้อสรุปที่ได้จากการปฏิบัติการสำรวจและค้นหาเท่านั้น ควรให้ประสบการณ์ใหม่ นักเรียนจะได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น เป้าหมายที่สำคัญของขั้นนี้ คือ ครูควรชี้แนะให้นักเรียนได้นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน จะทำให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะเพิ่มขึ้น

10. การประเมินผล (Evaluate)

ขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการอธิบายความรู้ความเข้าใจของตนเอง ระหว่างการเรียนการสอนในขั้นนี้ของรูปแบบการสอน ครูต้องกระตุ้นหรือส่งเสริมให้นักเรียนประเมินความรู้ความเข้าใจและความสามารถของตนเอง และยังเปิดโอกาสให้ครูได้ประเมินความรู้ความเข้าใจและพัฒนาทักษะของนักเรียนด้วย

สรุปได้ว่าขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)
2. ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration)
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)
4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)
5. ขั้นประเมิน (Evaluation)

1.4 บทบาทของครูและนักเรียนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น

นวลจิตต์ เชาวศิริพิงศ์ (2558: Online) และภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (2558: Online) กล่าวถึงบทบาทของครู และบทบาทของนักเรียนในแต่ละขั้นตอนดังนี้

ตาราง 1 บทบาทของครูและนักเรียนตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ขั้นสร้างความสนใจ	1. จัดกิจกรรม/สร้างสถานการณ์ เพื่อกระตุ้น ยั่วเย้าให้นักเรียน เกิดความสนใจ อยากรู้ อยาก เห็น เพื่อให้นักเรียนตั้งคำถาม	1. ตั้งคำถาม/กำหนดประเด็น ปัญหาที่จะศึกษา
ขั้นสำรวจและค้นหา	2. อำนวยความสะดวก ให้ คำแนะนำ ส่งเสริมให้นักเรียน ได้ตั้งสมมติฐาน และทำการ ทดลอง/สืบค้น และรวบรวม ข้อมูล เพื่อสำรวจตรวจสอบ สมมติฐานที่ตั้งไว้	2. สำรวจข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ ปัญหา - ตั้งสมมติฐานของคำตอบ - ทดลอง/สืบค้นข้อมูลด้วยวิธี ต่างๆ เพื่อตรวจสอบ สมมติฐาน
ขั้นอธิบาย	3. ส่งเสริมให้นักเรียนนำข้อมูลมา วิเคราะห์ แนะนำวิธีการจัด กระทำข้อมูล ใช้คำถาม กระตุ้นให้นักเรียนแสดง ความสัมพันธ์ของข้อมูล ตั้ง คำถามนำทางให้นักเรียน สรุปผลและอภิปรายผลการ ทดลองอย่างมีเหตุผลกระตุ้น ให้นักเรียนตรวจสอบความ สอดคล้องของผลการทดลอง กับสมมติฐาน	3. สร้างองค์ความรู้ใหม่ของ ตนเอง โดยการอธิบาย ความคิดของตนเอง พร้อม แสดงหลักฐานประกอบ คำอธิบาย แสดงผลการ ตรวจสอบผลการทดลองว่า สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้ง ไว้หรือไม่
ขั้นขยายความรู้	4. จัดสถานการณ์เพื่อกระตุ้นและ อำนวยความสะดวกให้นักเรียน ได้ตรวจสอบ/เพิ่มเติมความ สมบูรณ์/ขยายกรอบความคิด ของความรู้ที่สร้างขึ้นใหม่ โดย	4. แสดงการตรวจสอบ/เพิ่มเติม ความสมบูรณ์/ขยายกรอบ ความคิดของความรู้ที่สร้างขึ้น ใหม่โดย - อธิบาย/แสดงความคิดเห็น เพิ่มเติมเกี่ยวกับความรู้ใหม่ที่ นำเสนอไว้

ตาราง 1 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
	- ตั้งประเด็นให้นักเรียนอภิปราย แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับความรู้ใหม่ที่นักเรียนนำเสนอไว้ - ชักถามให้นักเรียนเกิดความชัดเจนหรือกระจ่างในความรู้/ข้อค้นพบที่นักเรียนนำเสนอไว้	- ตอบคำถาม/ขยายความ/ให้ตัวอย่างเพิ่มเติมในเรื่องของความรู้/ข้อค้นพบที่ได้นำเสนอไว้ - แสดงการเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่สร้างขึ้นกับความรู้เดิมที่มีอยู่ด้วยวิธีการต่างๆ
ขั้นขยายความรู้	5. จัดสถานการณ์เพื่อกระตุ้นและอำนวยความสะดวกให้นักเรียนได้ตรวจสอบ/เพิ่มเติมความสมบูรณ์/ขยายกรอบความคิดของความรู้ที่สร้างขึ้นใหม่ โดย - ตั้งประเด็นให้นักเรียนอภิปราย แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับความรู้ใหม่ที่นักเรียนนำเสนอไว้ - ชักถามให้นักเรียนเกิดความชัดเจนหรือกระจ่างในความรู้/ข้อค้นพบที่นักเรียนนำเสนอไว้	5. แสดงการตรวจสอบ/เพิ่มเติมความสมบูรณ์/ขยายกรอบความคิดของความรู้ที่สร้างขึ้นใหม่โดย - อธิบาย/แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับความรู้ใหม่ที่นำเสนอไว้ - ตอบคำถาม/ขยายความ/ให้ตัวอย่างเพิ่มเติมในเรื่องของความรู้/ข้อค้นพบที่ได้นำเสนอไว้ - แสดงการเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่สร้างขึ้นกับความรู้เดิมที่มีอยู่ด้วยวิธีการต่างๆ
	- ตั้งคำถาม/ประเด็น ให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่สร้างขึ้นกับความรู้เดิม หรือ - กระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นคว้าเพิ่มเติมในประเด็นที่สนใจ	- นำเสนอวิธีการและข้อมูลที่ได้ทำการค้นคว้าเพิ่มเติมตามประเด็นที่สนใจ - ลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากหลักฐานที่ปรากฏ

ตาราง 1 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ขั้นประเมินผล	5. จัดสถานการณ์เพื่อกระตุ้นให้ นักเรียนได้ประเมินจุดเด่น จุด ด้อยในกระบวนการเสาะ แสวงหาความรู้ของตนเอง โดย - ให้นักเรียนตรวจสอบความรู้ ของตนเองกับนักเรียนคนอื่นๆ	5. แสดงการประเมิน ตรวจสอบ ประยุกต์ใช้ความรู้ที่สร้างขึ้น และเริ่มต้นความสนใจในการ เสาะแสวงหาความรู้เรื่องใหม่ - ตอบคำถามปลายเปิดโดยใช้ การสังเกตหลักฐาน และ คำอธิบายที่ยอมรับมาแล้ว - พูดยธิบายวิธีการเสาะแสวงหา ความรู้ของตนเอง
ขั้นประเมินผล	- ให้นักเรียนพูดถึงวิธีการเสาะ แสวงหาความรู้ของตนเอง - ให้นักเรียนนำความรู้หรือ แบบจำลองหรือแผนผังความรู้ ไปอธิบายหรือประยุกต์ใช้กับ เหตุการณ์หรือเรื่องอื่นๆ	- แสดงออกถึงความรู้ความ เข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบ ยอดหรือทักษะที่ได้เรียนรู้ - ประเมินความก้าวหน้าหรือ ความรู้ของตนเอง - ถามคำถามที่เกี่ยวข้องเพื่อ ส่งเสริมให้มีการสำรวจ ตรวจสอบต่อไป

ที่มา: นวลจิตต์ เขาวีรดิพงษ์. (2558). การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based learning). สืบค้นเมื่อ 25 กันยายน 2558. จาก <http://www.lic.chula.ac.th/web/ediaflash/Inquiry/Inquiry/inquiring.pdf>.

ภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. (2558). การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้. สืบค้นเมื่อ 25 กันยายน 2558, จาก <http://www.physics.science.cmu.ac.th/teacherworkshop/2552/whatis.htm>

1.5 ข้อดีของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542: 126-127) กล่าวว่าข้อดีของการสอบแบบสืบเสาะหาความรู้มีดังนี้

1. นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาด้วยตนเอง จึงมีความอยากเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา

2. นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดและฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิด และวิธีสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองทำให้ความรู้คงทนและถาวรโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่อีกด้วย

3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

4. นักเรียนสามารถเรียนรู้โมโนติ และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น

5. นักเรียนจะเป็นผู้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ (2544: 60) กล่าวถึงข้อดีของการสอบแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. เป็นการพัฒนาศักยภาพทางด้านสติปัญญาคือให้ฉลาดขึ้นเป็นนักคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นนักจัดระเบียบ

2. การค้นพบด้วยตนเองทำให้เกิดแรงจูงใจภายในมากกว่าการเรียนแบบท่องจำ

3. ฝึกให้นักเรียนรู้วิธีหาความรู้แก้ปัญหาด้วยตนเอง

4. ช่วยให้จดจำความรู้ได้นานและสามารถถาวรโยงความรู้ได้

5. นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอนจะทำให้เกิดการเรียนที่มีความหมายและเป็นการเรียนที่มีชีวิตชีวา

6. ช่วยพัฒนาอัตโนมัติแก่นักเรียน

7. พัฒนานักเรียนให้มีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์

8. ช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นว่าจะทำการสิ่งใด ๆ จะสำเร็จด้วยตนเองสามารถคิดและหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเองไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค

9. นักเรียนได้ประสบการณ์ตรงฝึกทักษะการแก้ปัญหาและพัฒนาการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์

10. สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

1.6 ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542: 157) กล่าวว่าข้อจำกัดของการสอบแบบสืบเสาะหาความรู้มีดังนี้

1. ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง

2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่ทำให้นักเรียนเปลี่ยนแปลงใจ จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย และถ้าครูไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ในการสอนวิธีนี้มุ่งควบคุมพฤติกรรมของนักเรียนมากเกินไปจะทำให้ นักเรียนไม่มีโอกาสได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง

3. นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำและเนื้อหาวิชาค่อนข้างยาก นักเรียนอาจจะไม่สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้

4. นักเรียนบางคนที่ยังไม่เป็นผู้ใหญ่พอ ทำให้ขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหาและนักเรียนที่ต้องการแรงกระตุ้นเพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมากๆ อาจจะพอดอบคำถามได้ แต่ นักเรียนจะไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนด้วยวิธีนี้เท่าที่ควร

5. ถ้าใช้การสอนแบบนี้อยู่เสมออาจทำให้ความสนใจของนักเรียนในการศึกษาค้นคว้า ลดลง

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ (2544: 61) กล่าวถึงข้อจำกัดของการสอบแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้งบางครั้งอาจได้เนื้อเรื่องไม่ครบตามที่กำหนดไว้
2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างไม่ชวนสงสัยไม่ชวนติดตามจะทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายไม่
อยากเรียน

3. นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำหรือไม่มีการกระตุ้นมากพอจะไม่สามารถเรียนด้วยวิธีสอน
แบบนี้ได้

4. เป็นการลงทุนสูงซึ่งอาจได้ผลไม่คุ้มค่ากับการสอน

5. ถ้านักเรียนไม่รู้จักหลักการทำงานกลุ่มที่ถูกต้องอาจทำให้นักเรียนบางคนหลีกเลี่ยงงาน
ซึ่งไม่เกิดการเรียนรู้

6. ครูต้องใช้เวลาวางแผนมากถ้าครูมีภาระมากอาจเกิดปัญหาด้านอารมณ์ซึ่งมีผลต่อ
บรรยากาศในห้องเรียน

7. ข้อจำกัดเรื่องเนื้อหาและสติปัญญาอาจทำให้นักเรียนไม่สามารถศึกษาด้วยวิธีสอน
แบบนี้

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน

2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน

ธีระชัย ปุณณโชติ (2531: 1) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน วิทยาศาสตร์ คือ การศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้การแนะนำปรึกษาและการดูแลของครูหรือผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นๆ อาจใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่างๆ ช่วยในการศึกษาค้นคว้า เพื่อให้การศึกษาค้นคว้านั้นบรรลุผลตามวัตถุประสงค์

มาลัย สิงหะ (2544: 5) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน คือ การจัดการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนเลือกหัวข้อที่สนใจเรียนเองลงมือศึกษาค้นคว้าและปฏิบัติด้วยตนเอง ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มและสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง การสรุปความรู้ให้นักเรียนออกแบบ

การนำเสนอเอง อาจเป็นการบรรยายหรือนำเสนอเป็นแบบผังความคิดก็ได้ แล้วร่วมกันสร้างเกณฑ์ ประเมินผลงาน และประเมินร่วมกัน

กิตติชัย สุทธาสิโนบล (2546: 1) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน คือ กิจกรรมการเรียนรู้ในรูปของกระบวนการวิจัยสำหรับนักเรียน ที่จัดขึ้นในโรงเรียน อาจใช้ช่วงเวลาจัด กิจกรรมการเรียนรู้ในเวลาเรียนปกติหรือนอกเวลาก็ได้ โดยไม่จำกัดสถานที่ กิจกรรมโครงงานนี้อาจ จัดเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มได้ตามความเหมาะสม ซึ่งนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยอาศัยทักษะกระบวนการคิด กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการปฏิบัติจริง กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์เข้าไปสอดแทรกในการจัดการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่างๆ ซึ่งเป็นการเรียนรู้ในลักษณะองค์รวม การบูรณาการภายใต้การแนะนำ ปรัชญาของอาจารย์ที่ปรึกษาหรือผู้เชี่ยวชาญอย่างใกล้ชิด อาจใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่างๆ ช่วยในการศึกษา เพื่อให้การศึกษาค้นคว้านั้นบรรลุวัตถุประสงค์โดยมีเป้าหมายการเรียนรู้ที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญ มุ่งให้นักเรียนเกิดทักษะในการคิด การค้นคว้า การแสวงหาความรู้ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง สามารถสร้างสรรค์ผลงานที่สามารถนำไปแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่นได้

ชาติรี เกิดธรรม (2547: 5) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน คือ เป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้คิด และได้ลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง เป็นการเสริมสร้างศักยภาพการเรียนรู้ให้กับนักเรียนนักเรียนได้ เรียนโดยวิธีเรียนรู้ของตนเองทำให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งรู้จักวางแผนการทำงาน การลงมือปฏิบัติ ได้ตรวจสอบผลงานเพื่อการปรับปรุงงานหรือแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติด้วยตนเอง

ถวัลย์ มาศจรัส; และ มณี เรืองขำ (2549: 16) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน คือ การเรียนโดยผ่านกิจกรรมที่เกิดจากความสนใจ การศึกษา ค้นคว้า และการปฏิบัติจริงของนักเรียนที่มีการจัดระบบ และกระบวนการในการเรียนรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพื่อให้ได้คำตอบที่ตนเองต้องการเรียนรู้อย่างลึกซึ้งทุกขั้นตอนจากประสบการณ์จริงด้วยตนเอง หรือ ด้วยกลุ่มความสนใจของนักเรียน

พิรุฬาวณิช มีนิล (2550: 48) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน คือ เป็น การศึกษาค้นคว้าสิ่งต่างๆ ที่สนใจหรืออยากรู้คำตอบให้ลึกซึ้งโดยใช้กระบวนการ วิธีการศึกษาอย่าง มีระบบเป็นขั้นตอน มีการวางแผนในการศึกษาอย่างละเอียด ปฏิบัติงานตามแผนที่ได้วางไว้ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่เป็นคำตอบในเรื่องนั้นๆ ทั้งนี้โดยมีครูหรือผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาและเทคนิควิธีของเรื่อง นั้นๆ เป็นที่ปรึกษาคอยให้ความช่วยเหลือแนะนำ การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานจะเปิดโอกาสให้ นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง สร้างสิ่งที่ชอบ สิ่งที่น่าสนใจหรือถนัดโดยใช้ เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และนำเสนอข้อมูลความรู้ที่ได้นั้นภายใต้บรรยากาศและ สภาพแวดล้อมที่ดี

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550: 1) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน คือ กระบวนการแสวงหาความรู้ หรือการค้นคว้าหาคำตอบในสิ่งที่นักเรียนอยากรู้หรือ

สงสัยด้วยวิธีการต่างๆ เป็นวิธีการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เลือกศึกษาตามความสนใจของตนเองหรือกลุ่ม เป็นการตัดสินใจร่วมกัน จนได้ชิ้นงานที่สามารถนำผลการศึกษาไปใช้ได้ในชีวิตจริง

วราภรณ์ ตระกูลสฤษดิ์ (2551: 4-5) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน คือ นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการกระทำกิจกรรมโครงงานร่วมกันกับเพื่อน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายตามจุดประสงค์ของโครงงาน ทำให้สมาชิกต้องมีการช่วยเหลือกันในการทำกิจกรรมเพื่อให้ได้ผลตามต้องการ ฝึกการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นภายในกลุ่ม เน้นกระบวนการคิดตัดสินใจ วางแผนการทำงานด้วยวิธีการปฏิบัติจริง เพื่อเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหา อันนำไปสู่ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แสวงหาข้อมูล

ลัดดา ภูเกียรติ (2552: 22) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน คือ วิธีการเรียนรู้ที่เกิดจากความสนใจใคร่รู้ของนักเรียนที่อยากจะศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือหลายๆ สิ่งที่ยสงสัย หรืออยากรู้คำตอบให้ลึกซึ้งชัดเจน หรือต้องการเรียนรู้ในเรื่องนั้นๆ ให้มากขึ้นกว่าเดิม โดยใช้ทักษะกระบวนการและปัญหาหลายๆ ด้าน มีวิธีศึกษาอย่างเป็นระบบ และมีขั้นตอนอย่างต่อเนื่อง มีการวางแผนในการศึกษาอย่างละเอียด และลงมือปฏิบัติตามที่วางแผนไว้จนได้ข้อสรุปหรือผลการศึกษาหรือคำตอบเกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ

ทิตนา เขมมณี (2553: 139) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน คือ การจัดสภาพการณ์ของการเรียนการสอน โดยให้นักเรียนได้ร่วมกันเลือกทำโครงการที่ตนสนใจ โดยร่วมกันสำรวจ สังเกต และกำหนดเรื่องที่ตนสนใจ วางแผนในการทำโครงการร่วมกัน ศึกษาหาข้อมูลความรู้ที่จำเป็น และลงมือปฏิบัติงานตามแผนงานที่วางไว้จนได้ข้อค้นพบหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่แล้วจึงเขียนรายงานและนำเสนอต่อสาธารณชน เก็บข้อมูล แล้วนำผลงานและประสบการณ์ทั้งหมดมาอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดค้น และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์ที่ได้รับทั้งหมด

วัฒนา มัคคสมัน (2554: 24) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน คือ การจัดประสบการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างลุ่มลึก โดยเรื่องที่เรียนและประเด็นปัญหาที่ศึกษามาจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมุ่งให้นักเรียนมีประสบการณ์ตรงกับเรื่องที่ศึกษานั้น โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สังเกตอย่างใกล้ชิดจากแหล่งความรู้เบื้องต้น อาจใช้ระยะเวลาที่ยาวนานอย่างเพียงพอตามความสนใจของนักเรียน เพื่อที่จะให้นักเรียนได้ค้นพบคำตอบและคลี่คลายความสงสัยใคร่รู้ ในการจัดกิจกรรมนักเรียนอาจประสบกับทั้งความสำเร็จและความล้มเหลวในวิธีการแสวงหาความรู้ตามวิธีการของนักเรียนเอง อาจเป็นงานเขียน งานวาดภาพระบายสี การสร้างแบบจำลอง การเล่นเกมละคร การทำหนังสือ หรือรูปแบบอื่นๆ โดยจะนำเสนอความรู้ต่อเพื่อนๆ คุณครู ผู้ปกครองและคนอื่นๆ ทำให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจในความสำเร็จนั้น

พิมพันธ์ เตชะคุปต์; พเยาว์ ยินดีสุข; และ ราชน มีศรี (2556: 25) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานคือ การศึกษาเพื่อค้นพบความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่และวิธีการใหม่ด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีครูอาจารย์และผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้

คำปรึกษา ความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ และวิธีการใหม่นั้นทั้งนักเรียนและครูไม่เคยรู้หรือมีประสบการณ์มาก่อน

สรุปได้ว่าความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่เกิดจากความสนใจของนักเรียน โดยนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติและศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มีการวางแผนการปฏิบัติงานล่วงหน้าและมีวิธีการศึกษาอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งมีครูอาจารย์และผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้คำปรึกษา แนะนำ

2.2 วัตถุประสงค์และหลักการของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน

ธีระชัย ปุณณโชติ (2531: 1) กล่าวว่าหลักการที่สำคัญของกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ มีดังต่อไปนี้ คือ

1. เพื่อให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการศึกษาค้นคว้าหรือวิจัยเบื้องต้นทางวิทยาศาสตร์ภายในขอบเขตของความรู้และประสบการณ์ตามขั้นตอนของตน
2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรักและความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์และมีโอกาสแสดงออก
4. เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียนในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา

5. เพื่อให้นักเรียนรู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์
 6. เพื่อพัฒนาความรับผิดชอบและสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
 7. เพื่อให้นักเรียนตระหนักถึงคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์; สุวัฒนา อุทัยรัตน์; และ กมลพร บัณฑิตยานนท์ (2544: 204-205) กล่าวว่า หลักการสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานมีดังนี้

1. การเรียนรู้จากการทำโครงงานเป็นยุทธวิธีการเรียนการสอนที่ให้การทำโครงงานเป็นหัวใจของหลักสูตร
2. นักเรียนได้แสดงความรับผิดชอบต่อตนเองและเพื่อน และเรียนรู้การควบคุมตนเอง
3. นักเรียนได้ร่วมกันทำงานที่มีความเชื่อมโยงระหว่างโลกในห้องเรียนกับโลกนอกห้องเรียน จากการทำงานทั้งในและนอกเวลาเรียนตามสภาพจริง
4. นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการถูกกระตุ้นด้วยประเด็นหรือคำถามที่ยั่วๆ ทำให้เกิดความสนใจที่จะสำรวจเรื่องที่สำคัญให้ลึกซึ้ง
5. นักเรียนมีโอกาสเรียนรู้จากประสบการณ์การทำงาน ได้แก่ การนำเสนอผลงาน การจัดนิทรรศการ และการประเมินในกลุ่มเพื่อน เป็นต้น
6. การเรียนรู้จากการทำโครงงานมีผลต่อการเรียนรู้ในรายวิชาของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ และส่งผลต่อทักษะชีวิตและทักษะกระบวนการ

กิตติชัย สุทธาสีโนบล (2546: 2) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน มีวัตถุประสงค์ที่สำคัญ ดังนี้

1. เพื่อมุ่งให้นักเรียนพัฒนาความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ มีทักษะพื้นฐานในการติดต่อสื่อสาร การคิดคำนวณ การคิดวิเคราะห์ โดยเน้นการเรียนรู้ตามสภาพจริง ได้ปฏิบัติจริง อย่างมีความสุข
2. เพื่อมุ่งให้นักเรียนเกิดทักษะในการคิด การค้นคว้า แสวงหาความรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเองอย่างสร้างสรรค์ พร้อมทั้งสามารถนำเสนอผลงานเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่นได้
3. เพื่อมุ่งให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจตนเอง ปฏิบัติกิจกรรมตามความถนัด และความต้องการของตนเอง
4. เพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนเรียนรู้โดยผ่านกระบวนการทักษะทางสังคม จริยธรรม เพื่อค้นคว้าหาคำตอบอย่างนักแสวงหาความรู้ สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตประจำวัน

บุญเลี้ยง ทูมทอง (2550: 84-85) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน เป็นการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับแนวทางปฏิรูปการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ มีประเด็นสำคัญและวัตถุประสงค์ดังนี้

1. นักเรียนได้เลือกเรื่อง/ประเด็นปัญหาที่ต้องการศึกษาด้วยตนเอง
2. นักเรียนเลือกและหาวิธีการ ตลอดจนแหล่งข้อมูลที่หลากหลายด้วยตัวเอง
3. นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตัวเอง หรือเรียนรู้ด้วยตนเองแสดงให้เห็นถึงความรู้ ความชำนาญของนักเรียน
4. นักเรียนสามารถบูรณาการทักษะ / ประสบการณ์ / ความรู้ / สิ่งแวดล้อมรอบตัวในขณะที่ยังเรียนรู้ด้วยโครงงาน และจัดโอกาสให้นักเรียนประยุกต์ใช้ทักษะของตนเอง
5. นักเรียนเป็นผู้สรุปด้วยตนเองหรือสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง
6. นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้จากผู้อื่น
7. เป็นการหาคำตอบ ข้อสงสัยโดยใช้ทักษะการเรียนรู้และปัญหาหลายด้าน
8. เป็นวิธีการเรียนรู้ที่บูรณาการหลักสูตรกับการจัดการเรียนรู้ได้อย่างกลมกลืน
9. เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่สร้างให้นักเรียนมีทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิต
10. เป็นวิธีการเรียนรู้ที่เกิดจากความสนใจ ใคร่รู้คำตอบของตัวนักเรียนเอง เน้นถึงพลังความอยากรู้ อยากเห็นของนักเรียน
11. เป็นวิธีการเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างลึกซึ้ง มีระบบขั้นตอนและต่อเนื่อง ส่งเสริมให้นักเรียนตัดสินใจว่าทำอะไร และคิดว่านักเรียนเป็นผู้มีความรู้ความชำนาญในเรื่องที่นักเรียนอยากรู้
12. เป็นวิธีการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเอง

พิรุณวัฒน์ มีนิล (2550: 48-49) กล่าวว่าหลักการของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน มีดังนี้

1. เน้นการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

เป็นการสนับสนุนให้นักเรียนใช้ความสามารถของตนเองในการทำโครงงาน วิทยาศาสตร์ นักเรียนจะเป็นผู้ริเริ่มวางแผน ดำเนินการศึกษาและแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทางและให้คำปรึกษา

2. เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

โดยเริ่มจากการเลือกหัวข้อที่ตนจะศึกษา กำหนดปัญหา วางแผนการศึกษาค้นคว้า ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ทำการทดลอง และสรุปผลการศึกษาค้นคว้า

3. หลักความจริงและการนำไปใช้ประโยชน์

หมายถึง โครงงานวิทยาศาสตร์ได้ทำขึ้นโดยยึดหลักความจริงตามธรรมชาติจากบุคคลอื่นๆ รวมทั้งจากวงการวิทยาศาสตร์ด้วย

4. หลักของเสรีภาพและเศรษฐกิจ

หมายถึง การให้เสรีภาพแก่ผู้ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ในการเลือกเรื่องที่จะทำ โดยคำนึงถึงวัสดุอุปกรณ์และเงินทุนที่มีอยู่ ตลอดจนเป็นการดำเนินการอย่างประหยัดและคุ้มค่ากับการทำโครงงาน

ลัดดา ภูเกียรติ (2552: 53) กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานตั้งอยู่บนพื้นฐานของความเชื่อและหลักการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้ คือต้องเชื่อมั่นในศักยภาพการเรียนรู้ของนักเรียน ภายใต้หลักการของการจัดการเรียนรู้ที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญ คือ

1. นักเรียนเลือกเรื่องหรือประเด็น หรือปัญหาที่ต้องการศึกษาด้วยตนเอง

2. นักเรียนเป็นผู้เลือกและแสวงหาวิธีการ ตลอดจนแหล่งข้อมูลต่างๆ อย่างหลากหลายด้วยตนเอง

3. นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ เรียนรู้และค้นคว้าด้วยตนเอง

4. นักเรียนสามารถบูรณาการทักษะ ประสบการณ์ ความรู้และสิ่งแวดล้อมต่างๆ ตามสภาพจริงได้

5. นักเรียนเป็นผู้สรุปข้อค้นพบ หรือสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

6. นักเรียนได้ร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น

7. นักเรียนได้นำความรู้ ข้อค้นพบไปใช้ในชีวิตจริง

ทิตนา แชมมณี (2553: 138-139) กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานในการสอนตั้งอยู่บนพื้นฐานความเชื่อและหลักการต่อไปนี้

1. โครงการหรือโครงงาน เป็นกิจกรรมที่มีบริบทจริงเชื่อมโยงอยู่ ดังนั้นการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจึงสัมพันธ์กับความเป็นจริง สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตจริง จึงเป็นการเรียนรู้ที่เป็นประโยชน์ต่อนักเรียน

2. การให้นักเรียนทำโครงการหรือโครงงาน เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เข้าสู่กระบวนการสืบสอบ (Process of Inquiry) ซึ่งเป็นกระบวนการที่นักเรียนต้องใช้การคิดขั้นสูงที่ซับซ้อนขึ้น ดังนั้นจึงเป็นช่องทางที่ดีในการพัฒนากระบวนการทางสติปัญญาของนักเรียน

3. การจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงการเป็นหลักช่วยให้นักเรียนได้ผลิตงานที่เป็นรูปธรรมออกมา ผลผลิตที่แสดงออกถึงความรู้ความคิดของนักเรียนนี้สามารถนำมาอภิปรายแลกเปลี่ยนและวิพากษ์วิจารณ์ได้อย่างชัดเจน ซึ่งผลการวิจัยทางด้านสติปัญญาและการเรียนรู้ได้ชี้ชัดว่า การเรียนรู้จะพัฒนาขึ้นหากความรู้และทักษะต่างๆ สามารถแสดงออกให้เห็นได้อย่างชัดเจน

4. การแสดงผลงานต่อสาธารณชน สามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้และการทำงานให้แก่นักเรียนได้ ซึ่งแรงจูงใจจะมีผลต่อความใส่ใจ ความกระตือรือร้นและความอดทน ในการแสวงหาความรู้ การศึกษาความรู้ และการใช้ความรู้

5. การให้นักเรียนทำโครงการหรือโครงงาน นอกจากจะช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะกระบวนการในการสืบสอบและการแก้ปัญหาแล้ว ยังสามารถช่วยดึงศักยภาพต่างๆ ที่มีอยู่ในตัวของนักเรียนออกมาใช้ประโยชน์ด้วย

วัฒนา มัคคสมัน (2554: 39) กล่าวว่าหลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน มีดังนี้

1. นักเรียนศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างลุ่มลึกลงไปในเรื่องละเอียดของเรื่องนั้นด้วยกระบวนการคิด และแก้ปัญหาของนักเรียนเอง จนพบคำตอบที่ต้องการ
2. เรื่องที่ศึกษากำหนดโดยนักเรียนเอง
3. ประเด็นที่ศึกษา เกิดจากข้อสงสัยหรือปัญหาของนักเรียนเอง
4. นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงกับเรื่องที่ศึกษาโดยการสังเกตอย่างใกล้ชิดจากแหล่งความรู้เบื้องต้น
5. ระยะเวลาการสอนยาวนานอย่างเพียงพอตามความสนใจของนักเรียน
6. นักเรียนได้ประสบทั้งความล้มเหลว และความสำเร็จในการศึกษา ตามกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน
7. ความรู้ใหม่ที่ได้จากกระบวนการศึกษาและการแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นสิ่งที่นักเรียนใช้กำหนดประเด็นศึกษาขึ้นใหม่ หรือใช้ปฏิบัติกิจกรรมที่นักเรียนต้องการ
8. นักเรียนได้นำเสนอกระบวนการศึกษา และผลงานต่อคนอื่น
9. ครูไม่ใช่ผู้ถ่ายทอดความรู้ หรือกำหนดกิจกรรมให้นักเรียนทำ แต่เป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์อื่นๆ เพื่อจัดระบบความคิด และสนับสนุนให้นักเรียนใช้ความรู้ทักษะที่มีอยู่คิดแก้ปัญหาด้วยตัวเอง

สสวท. (2555: 77) กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์ มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยการสร้างความรู้ด้วยตนเองจากการศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูล และวางแผนการปฏิบัติที่นำไปสู่การแก้ปัญหา

2. เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการคิดระดับสูง
4. เพื่อให้นักเรียนได้รายงานผลการปฏิบัติและนำเสนอผลงานด้วยการเขียนรายงาน และการจัดแสดงผลงาน

สรุปได้ว่าวัตถุประสงค์และหลักการของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นการบูรณาการหลักสูตรกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน ที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญ ซึ่งมีหลักการสำคัญและวัตถุประสงค์ดังนี้

1. นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการถูกกระตุ้นด้วยประเด็นปัญหาหรือคำถามที่ยั่วยุ ทำให้เกิดความสนใจ และต้องการศึกษาเรื่องนั้นด้วยตนเองอย่างลึกซึ้ง อย่างมีระบบขั้นตอน
2. นักเรียนเกิดการเรียนรู้โดยการแสวงหาความรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเอง เน้นการเรียนรู้ตามสภาพจริงและการปฏิบัติจริงมีประสบการณ์ตรงกับเรื่องที่ศึกษา
3. นักเรียนเลือกและแสวงหาวิธีการ รวมทั้งแหล่งข้อมูลที่หลากหลายด้วยตนเอง
4. นักเรียนบูรณาการทักษะการเรียนรู้ ทักษะชีวิต ทักษะกระบวนการ และประสบการณ์ ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิต นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้
5. นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการคิด และใช้ความรู้ความสามารถ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการแก้ปัญหาอย่างเป็นกระบวนการ
6. นักเรียนได้แสดงความรับผิดชอบต่อตนเองและเพื่อน
7. นักเรียนเห็นคุณค่าในตนเอง โดยการนำเสนอผลงาน และเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากผู้อื่น

2.3 ประเภทของโครงงาน

กิตติชัย สุราสีโนบล (2546: 4-6) ชาตรี เกิดธรรม (2547: 6-7) บุรชัย ศิริมหาสาคร (2548: 19) พิรุฬาวัดน์ย์ มีนิล (2550: 50-51) และ ลัดดา ภูเกียรติ (2552: 25-28) กล่าวว่าโครงงานสามารถแบ่งตามลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. โครงงานประเภทสำรวจรวบรวมข้อมูล

โครงงานประเภทนี้ไม่มีการระบุตัวแปรหรือตั้งสมมติฐาน เป็นการศึกษาหรือทำความเข้าใจเกี่ยวกับสภาพต่างๆ ที่มีอยู่ในธรรมชาติ โดยการสังเกตแล้วจดบันทึกเพื่อรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ต้องการศึกษาจากสภาพธรรมชาติ หรือนำมาศึกษาในห้องปฏิบัติการโดยจำลองให้เหมือนธรรมชาติ แล้วนำข้อมูลนั้นมาจำแนกเป็นหมวดหมู่ นำเสนอในรูปแบบต่างๆ อย่างมีระบบ เพื่อให้เห็นลักษณะหรือความสัมพันธ์ในเรื่องที่ต้องการศึกษาได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

2. โครงการประเภททดลอง

โครงการประเภทนี้เป็นการศึกษาความเป็นเหตุเป็นผล ต้องทำการทดลองเพื่อหาคำตอบของปัญหา ศึกษาว่าตัวแปรหนึ่งจะมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาอย่างไรบ้าง เมื่อควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนอื่นๆ มีขั้นตอนการดำเนินงานประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การตั้งสมมุติฐาน การกำหนดตัวแปร การออกแบบการทดลอง การรวบรวมข้อมูล การดำเนินการทดลอง การสรุปผล การทดลองและการอภิปรายผลการทดลอง

3. โครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์

โครงการประเภทนี้พัฒนาหรือประดิษฐ์เครื่องมือ เครื่องใช้ หรืออุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาใช้ประโยชน์ในการทำงานเพื่ออำนวยความสะดวกในการทำกิจกรรมต่างๆ โดยนำทฤษฎีหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ สิ่งประดิษฐ์ดังกล่าวอาจเป็นสิ่งที่คิดขึ้นมาใหม่ หรือเป็นการดัดแปลงจากสิ่งประดิษฐ์ที่มีอยู่แล้วก็ได้เพื่อปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพดีกว่าเดิม หรือสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายแนวความคิดบางอย่างในการแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่ง

4. โครงการประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย

โครงการประเภทนี้เสนอแนวคิดหรือทฤษฎีใหม่ๆ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ที่แตกต่างไปจากแนวความคิดเดิม ซึ่งต้องอาศัยข้อมูล หรือทฤษฎีสนับสนุน โดยตั้งข้อตั้งทฤษฎีหรือกฏขึ้นมาเอง แล้วเสนอหลักการหรือแนวคิด หรือทฤษฎีในรูปแบบใหม่ที่ยังไม่มีใครคิดมาก่อน ดังนั้นผู้ที่ทำโครงการประเภทนี้ต้องเป็นผู้ที่มีพื้นฐานความรู้ในเรื่องนั้นๆ เป็นอย่างดี และต้องศึกษาค้นคว้าอย่างลึกซึ้ง กว้างขวาง

บุญเลี้ยง ทูมทอง (2550: 86-87) กล่าวว่าประเภทของโครงการมีดังนี้คือ

1. โครงการประเภทสำรวจ

เป็นโครงการที่ไม่กำหนดตัวแปร เก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนาม ในธรรมชาติ นำมาศึกษาในห้องทดลอง หรือจำลองธรรมชาติขึ้นมา นำข้อมูลมาจำแนกเป็นหมวดหมู่ นำเสนอในรูปแบบต่างๆ

2. โครงการประเภททดลอง

เป็นโครงการที่มีลักษณะการออกแบบ ทดลองเพื่อศึกษาผลของตัวแปรหนึ่งโดยควบคุมตัวแปรอื่นๆ โดยนักเรียนเริ่มต้นกำหนดคำถามที่ต้องการคำตอบ ตั้งสมมุติฐาน กำหนดแหล่งข้อมูลที่จะศึกษา ปฏิบัติการหาข้อมูลเพื่อหาคำตอบ รวบรวมข้อมูลนำมาสรุปเป็นองค์ความรู้ ขั้นตอนปฏิบัติเป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างสมบูรณ์

3. โครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์

เป็นโครงการที่ประดิษฐ์สิ่งใดสิ่งหนึ่ง เครื่องมือเครื่องใช้ อุปกรณ์การใช้สอย อาจประดิษฐ์คิดค้นขึ้นใหม่หรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงจากของเดิมที่มีอยู่ให้ประสิทธิภาพมากขึ้น

4. โครงการประเภททฤษฎี หลักการ หรือโครงการประเภทพัฒนาผลงาน

เป็นโครงการที่นำเสนอทฤษฎี หลักการ หรือแนวคิดใหม่ๆ หรือเป็นการจัดทำโดยการขยายทฤษฎีหรือแนวคิดเดิมที่ยังไม่มีผู้ใดคิดมาก่อน

5. โครงการตามความสนใจ

เป็นโครงการที่กว้างมาก เพราะความสนใจของนักเรียนจะแตกต่างกันออกไปตามประสบการณ์ของเรา ซึ่งจะเป็นหัวข้อในเรื่องใดหรือสิ่งใดที่นักเรียนมีความสนใจที่จะศึกษาค้นหาอย่างเจาะลึก ต้องการรู้คำตอบในสิ่งที่เขามีความสงสัย หรือยังไม่แน่ชัด และต้องการพิสูจน์ให้มีความชัดเจนมากขึ้น

6. โครงการตามสาระการเรียนรู้

เป็นโครงการที่เน้นเนื้อหาสาระในแต่ละกลุ่มวิชาเป็นเนื้อหาที่นักเรียนต้องเรียนรู้แล้ว เพียงแต่ต้องการขยายความรู้ให้กว้างออกไปในเชิงลึกกว่าเดิม ครูสามารถนำกิจกรรมโครงการมาช่วยในการจัดการเรียนการสอนในแต่ละเนื้อหาวิชา โดยการให้นักเรียนได้เลือกเรื่องที่นักเรียนสนใจ เนื้อหาสาระของหลักสูตรที่จำเป็นต้องรู้ตามสาระการเรียนรู้ทั้ง 8 กลุ่มสาระ

พิมพันธ์ เตชะคุปต์; พเยาว์ ยินดีสุข; และ ราชน มีศรี (2556: 28-29) กล่าวว่าโครงการที่ใช้เกณฑ์ของผลที่ได้รับแบ่งประเภท สามารถแบ่งโครงการเป็น 3 ประเภท คือ

1. โครงการสำรวจ

โครงการสำรวจเป็นการสำรวจความรู้ที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติหรือสภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน (What it is) โครงการประเภทนี้เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจนั้นมาจำแนกเป็นหมวดหมู่ และนำเสนอแบบต่างๆ อย่างมีแบบแผน เพื่อให้เห็นถึงลักษณะหรือความสัมพันธ์ของเรื่องดังกล่าวได้ชัดเจนยิ่งขึ้น การปฏิบัติตามโครงการนี้นักเรียนจะต้องไปศึกษา รวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่างๆ เช่น สอบถาม สัมภาษณ์ สำรวจโดยใช้เครื่องมือ เช่น แบบสังเกต แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ แบบบันทึก ฯลฯ ในการรวบรวมข้อมูลที่ต้องการศึกษา

2. โครงการทดลอง

โครงการประเภทนี้เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งว่าจะเกิดอะไรหรือจะมีอะไรเกิดขึ้น เมื่อมีการทดลองสิ่งที่จัดกระทำขึ้นคือ ตัวแปรต้น เพื่อศึกษาว่าจะมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาคือตัวแปรตามอย่างไร ด้วยมีการควบคุมตัวแปรอื่นๆ คือ ตัวแปรควบคุมที่อาจมีผลต่อตัวแปรตาม

3. โครงการประดิษฐ์

โครงการประเภทนี้เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์คือ การนำความรู้ ทฤษฎี หลักการ หรือแนวคิดมาประยุกต์ใช้ โดยการประดิษฐ์เป็นเครื่องมือ เครื่องใช้ต่างๆ เพื่อประโยชน์ในการเรียน การทำงาน หรือการใช้สอยอื่นๆ การประดิษฐ์คิดค้นตามโครงการนี้อาจเป็นการประดิษฐ์ขึ้นมาใหม่ โดยที่ยังไม่มีใครทำ หรืออาจเป็นการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง และดัดแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้วให้มี

ประสิทธิภาพสูงขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ รวมทั้งการสร้างแบบจำลองต่าง ๆ โครงการประเภทนี้มีการทดลองเพื่อปรับปรุงแก้ไขเป็นระยะจึงเรียกว่า โครงการทดลองเชิงพัฒนา

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งประเภทของโครงการสามารถแบ่งตามลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. โครงการประเภทสำรวจรวบรวมข้อมูล
2. โครงการประเภททดลอง
3. โครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์
4. โครงการประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย

2.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการ

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2526: 119) กล่าวว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการมีดังนี้

1. ขั้นเตรียมงาน

ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในปัญหาใดปัญหาหนึ่งตามความต้องการของนักเรียน โดยปัญหาเหล่านั้นอาจจะเป็นปัญหาที่ครูได้เขียนเป็นรายการไว้ให้นักเรียนเลือก หรือนักเรียนริเริ่มหัวข้อเรื่องและปัญหาของเรื่องเองก็ยิ่งดี และปัญหาเหล่านั้นควรอยู่ภายในขอบเขตที่จะเป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตร ขั้นเตรียมงานนี้สำหรับครูจึงเป็นการเตรียมหัวข้อเรื่องและ/หรือปัญหาไว้ให้นักเรียนนำไปค้นคว้า และเตรียมการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในโครงการนั้น ส่วนนักเรียนจะมีบทบาทในการเลือกหัวข้อเรื่องและ/หรือปัญหาตามความต้องการ ความสนใจ ตามความถนัดของตนเองหรือของกลุ่ม

2. ขั้นวางแผนงาน

เป็นขั้นที่นักเรียนจะกำหนดจุดประสงค์ของเรื่อง และปัญหาให้ชัดเจน กำหนดสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง หรือวางแผนดำเนินการรวบรวมข้อมูล โดยครูทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาโครงการ

3. ขั้นดำเนินงาน

นักเรียนจะดำเนินงานตามที่ได้ออกแบบไว้ และอยู่ภายใต้การดูแลของครู

4. ขั้นสรุปผลงาน

เมื่อนักเรียนดำเนินงานตามขั้นตอนต่างๆ แล้วนักเรียนก็จะช่วยกันสรุปผลงานที่ทำทั้งหมด ประเมินผลงานของตนเองหรือของกลุ่ม เสนอแนะข้อคิดเห็น กำหนดรูปแบบของการรายงานเพื่อเสริมสร้างทักษะการสื่อความหมาย เช่น การเขียนรายงาน การรายงานด้วยวาจา จัดป้ายนิเทศ จัดนิทรรศการ ฯลฯ

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542: 310-311) และ พิรุลาวัณย์ มีนิล (2550: 51-52) กล่าวว่า การทำโครงการวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนการทำที่สำคัญดังนี้ คือ

1. การคิดปัญหาหรือหัวข้อเรื่องที่จะศึกษา

นักเรียนควรเป็นผู้คิดหัวข้อ และเลือกหัวข้อเรื่องที่จะศึกษาด้วยตนเองตามความสนใจและความอยากรู้ของนักเรียนเอง โดยหัวข้อโครงการที่จะศึกษานั้นควรเป็นหัวข้อที่เหมาะสมกับระดับความรู้ความสามารถของนักเรียน สามารถหาเครื่องมืออุปกรณ์มาใช้ในการศึกษาได้ มีระยะเวลาในการทำให้สำเร็จได้ ครูอาจมีบทบาทหรือมีส่วนช่วยเหลือนักเรียนในขั้นตอนนี้ได้

2. การวางแผนการทำโครงการ

นักเรียนจะต้องวางแผนในการทำโครงการโดยการเขียนโครงร่างหรือเค้าโครงของโครงการเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อขอความเห็นชอบและคำแนะนำ เป็นการกำหนดปัญหาวัตถุประสงค์ ขอบเขตของการศึกษา วิธีดำเนินการ ประโยชน์ที่จะได้รับ สำหรับการเขียนและการจัดลำดับหัวข้อโครงร่างของโครงการวิทยาศาสตร์ควรประกอบด้วย ชื่อโครงการ ชื่อผู้ทำโครงการ ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่มาและความสำคัญของโครงการ วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้า สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า (ถ้ามี) วิธีดำเนินการ ประโยชน์หรือผลที่คาดว่าจะได้รับและเอกสารอ้างอิง ในการเขียนวิธีดำเนินการนั้น นักเรียนต้องระบุให้ชัดเจนว่า มีแนวทางในการศึกษาอย่างไร การออกแบบการทดลอง วิธีการสำรวจข้อมูลหรือวิธีการประดิษฐ์ จะต้องใช้หรือสร้างวัสดุอุปกรณ์อะไรบ้าง นอกจากนี้ ควรระบุวิธีการที่จะใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล และกำหนดระยะเวลาในการปฏิบัติงานในขั้นตอนต่างๆ จนเสร็จสิ้นการดำเนินงาน

3. การดำเนินการทำโครงการ

นักเรียนลงมือทำโครงการโดยปฏิบัติตามแผนดำเนินงานที่วางไว้ล่วงหน้า ซึ่งเป็นการปฏิบัติตามขั้นตอนของโครงร่างที่ผ่านความเห็นชอบของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูล การสร้างหรือการประดิษฐ์ หรือเป็นการปฏิบัติทดลอง แล้วแต่จะเป็นโครงการประเภทใด อาจมีการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมจากแผนงานที่วางไว้บ้างถ้าจะทำให้ผลงานดีขึ้น เมื่อดำเนินการทำโครงการ

4. การเขียนรายงาน

เป็นการเสนอผลงานของการศึกษาค้นคว้าเป็นเอกสารเพื่ออธิบายให้ผู้อื่นทราบรายละเอียดทั้งหมดของการทำโครงการ ปัญหาที่ศึกษา วิธีดำเนินการ ศึกษา ค้นคว้า ข้อมูลต่างๆ ที่รวบรวมได้ ผลของการศึกษา ตลอดจนประโยชน์และข้อเสนอแนะต่างๆ จากการทำโครงการ วิธีการเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์มีแนวทางในการเขียนเช่นเดียวกับการเขียนรายงานผลการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งควรประกอบด้วย ชื่อโครงการ ชื่อผู้ทำโครงการ ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา บทคัดย่อ ที่มา และความสำคัญของโครงการ วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้า สมมติฐาน (ถ้ามี) วิธีดำเนินการ ผลของการศึกษาค้นคว้า สรุปผลของการศึกษาค้นคว้า ข้อเสนอแนะ และเอกสารอ้างอิง

5. การแสดงผลงาน

เป็นการเสนอผลงานที่ได้ศึกษาค้นคว้าสำเร็จแล้วให้ผู้อื่นได้รับรู้และเข้าใจ อาจจัดในรูปแบบต่างๆ เช่น การจัดนิทรรศการ สาธิตการแสดงประกอบการรายงานปากเปล่าในการจัดแสดงผลงานการทำโครงการวิทยาศาสตร์ อาจกระทำได้ในหลายระดับ เช่น การจัดแสดงผลงาน

ภายในชั้นเรียน การจัดแสดงนิทรรศการภายในโรงเรียนเป็นการภายใน การส่งผลงานเข้าร่วมในงานแสดงหรือประกวดภายนอกโรงเรียนในระดับต่าง ๆ เป็นต้นว่า ระดับกลุ่มโรงเรียน ระดับจังหวัด ระดับเขตการศึกษา และระดับชาติ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์; สุวัฒนา อุทัยรัตน์; และ กมลพร บัณฑิตยานนท์ (2544: 209-211) กล่าวว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน แบ่งได้เป็น 3 ระยะ ดังนี้

1. ระยะที่ 1 ระยะเริ่มต้นโครงงาน

1.1 เลือกหัวข้อ

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเลือกหัวข้อ ตั้งคำถามหลักเพื่อทำการสืบสวนหาคำตอบ หัวข้อเรื่องซึ่งอาจกำหนดโดยครู ครูร่วมกับนักเรียน หรือนักเรียนเป็นคนกำหนด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวุฒิภาวะและประสบการณ์ของนักเรียน

1.2 เตรียมการและวางแผนการทำงาน

เมื่อเลือกหัวข้อได้แล้วครูและนักเรียนร่วมกันวางแผนการทำงาน กำหนดวัตถุประสงค์จากคำถามหลัก กำหนดขอบเขต และขั้นตอนการทำโครงงาน ในขั้นนี้นักเรียนอาจมีคำถามใหม่ที่เป็นคำถามรอง เกิดขึ้นอีกได้ ในการเขียนโครงร่างของโครงงานนี้นักเรียนจะได้นำความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ที่ได้เรียนมาแล้วใช้ในการวางแผนการทำงาน

2. ระยะที่ 2 ระยะปฏิบัติการ

นักเรียนเก็บข้อมูลหรือทำการทดลอง สืบค้น สืบสอบ และค้นหาข้อมูลจากแหล่งความรู้ทั้งที่มีอยู่ในโรงเรียนและนอกโรงเรียนตามลำดับขั้นตอนที่ได้วางแผนร่วมกัน ระยะปฏิบัติการนี้มีความสำคัญและถือเป็นหัวใจของการทำโครงงาน นักเรียนได้เรียนรู้และสร้างความรู้จากประสบการณ์จริงโดยตรง เกิดทักษะทางปัญญา เช่น การสังเกต การบันทึก การคำนวณ การพยากรณ์ เป็นต้น ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์และเครื่องมือทางเทคโนโลยี เช่น การใช้โปรแกรมสำหรับพิมพ์งาน การทำกราฟฟิก เป็นต้น และเกิดทักษะการดำรงชีวิต เช่น การจัดการเวลาของตนเอง การทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น ในระยะปฏิบัติการครูต้องคอยดูแลและให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด และควรมีการประชุมคณะทำงาน อภิปราย ประเมินผลการทำงานเป็นระยะๆ เพื่อให้ นักเรียนได้เรียนรู้การประเมินผลตนเองและการประเมินผลกลุ่ม และได้รับผลย้อนกลับตามสภาพจริง

3. ระยะที่ 3 ระยะสิ้นสุดโครงงานและสรุปผล

นักเรียนเตรียมนำเสนอและรายงานผลงานต่อกลุ่มเพื่อน คณะครูและนักเรียนในโรงเรียน และต่อห้องถิ่นหรือชุมชน ระยะนี้นักเรียนจะได้แสดงความรู้ความเข้าใจของตนผ่านการนำเสนอผลงาน

ชาติรี เกิดธรรม (2547: 9-22) และ บุญเลี้ยง ทุ่มทอง (2550: 88) กล่าวว่าขั้นตอนการทำโครงงาน แบ่งเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเลือกหัวข้อเรื่องโครงการ

การเลือกโครงการควรเป็นไปตามความสามารถ ความถนัด ความสนใจ และความต้องการของตนเอง การสำรวจและการเลือกเรื่องที่จะทำโครงการ เป็นขั้นตอนแรกของการทำโครงการ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก โดยครูจะต้องเป็นผู้กระตุ้นหรือจัดกิจกรรมเร้าให้นักเรียนคิดเรื่องที่จะทำด้วยความพอใจ

หัวเรื่องที่จะศึกษาคือ ปัญหาหรือข้อสงสัยที่ผู้ทำโครงการ อยากรู้ อยากเห็น และต้องการคำตอบ ซึ่งปัญหาหรือข้อสงสัยที่จะศึกษานั้น ควรเป็นเรื่องที่เฉพาะเจาะจง ชัดเจนว่าทำอะไร ควรเน้นเรื่องที่อยู่ใกล้ตัวและเกิดประโยชน์ อาจหมายถึงเรื่องที่เป็นปัญหาจริง ๆ ที่ประสบในชีวิตประจำวัน

หลังจากที่นักเรียนสามารถเลือกหัวเรื่องที่จะศึกษาทำโครงการได้แล้วว่าจะศึกษาสิ่งใด สิ่งที่ต้องทำต่อไปคือ การตั้งชื่อโครงการ ซึ่งชื่อเรื่องของโครงการจะเป็นสิ่งที่ชี้ให้ผู้อื่นเข้าใจปัญหาวิธีการศึกษาโครงการนั้น

ขั้นที่ 2 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องก็เพื่อจะได้ข้อมูลเพิ่มเติมในเรื่องที่จะทำการศึกษา ในขั้นนี้ครูจะต้องจัดเตรียมหรือชี้แนะแหล่งความรู้ต่าง ๆ ที่นักเรียนจะต้องใช้ค้นคว้าหาคำตอบจากเรื่องที่เขาสงสัยและสงสัย อาจเป็นประเภทเอกสาร ผู้รู้หรือผู้เชี่ยวชาญ สื่อประเภทโสตทัศน วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย ซึ่งจะช่วยให้โครงการประสบผลสำเร็จได้มากขึ้น

ขั้นที่ 3 การเขียนเค้าโครงของโครงการ

โดยการสร้างแผนที่ความคิดแล้วนำมาเขียนเค้าโครงโครงการ ประกอบด้วยหัวข้อต่าง ๆ ที่จำเป็น ซึ่งควรประกอบด้วยองค์ประกอบและรูปแบบดังต่อไปนี้

1. ชื่อโครงการ
2. ชื่อผู้ทำโครงการ
3. ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
4. ระยะเวลาดำเนินงาน
5. แนวคิด ที่มาและความสำคัญหรือปัญหา
6. หลักการและเหตุผล
7. จุดมุ่งหมายหรือวัตถุประสงค์ที่ศึกษา
8. สมมติฐานของการศึกษา
9. ขั้นตอนการดำเนินงาน
10. ผลที่คาดว่าจะได้รับ
11. เอกสารอ้างอิง/บรรณานุกรม

ขั้นที่ 4 การปฏิบัติโครงการ

การปฏิบัติโครงการเป็นการดำเนินงานตามแผนการดำเนินงานที่ได้กำหนดไว้ในเค้าโครงของโครงการ หลังจากที่ได้โครงการได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาหรือครูผู้สอนแล้วในการ

ปฏิบัติงานตามโครงการต้องปฏิบัติด้วยความรอบคอบ ประหยัด ต้องมีการจดบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ไว้ อย่างละเอียด ซึ่งรวมถึงปัญหา อุปสรรคต่าง ๆ ด้วย ต้องจัดข้อมูลให้เป็นระบบ ระเบียบ เพื่อที่จะได้นำเสนอข้อมูลได้ง่ายและถูกต้อง รวมทั้งเพื่อที่จะใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงการดำเนินงานในครั้งต่อไปด้วย และนักเรียนควรได้ฝึกทักษะจากกิจกรรม และแหล่งความรู้ที่หลากหลาย ตามความสนใจ เกิดการเรียนรู้ตามลำดับขั้นโดยการปฏิบัติจริงด้วยตนเอง ได้สนุกเพลิดเพลินกับการทำงาน ได้ทำงานอย่างมีความสุข เกิดความภูมิใจในผลงานที่ปรากฏ และสามารถนำความรู้นั้นไปใช้ได้ อย่างเหมาะสม

ขั้นที่ 5 การเขียนรายงาน

ขั้นตอนนี้เป็นการเขียนรายงานสรุปผล รายงานผล การดำเนินโครงการและประเมินผล งานของตนเอง เพื่อให้ผู้อื่นได้ทราบแนวคิด วิธีดำเนินงาน ผลการดำเนินโครงการ ตลอดจนข้อสรุป ว่าได้ผลตามจุดประสงค์เพียงใด มีข้อบกพร่องอย่างไร และมีข้อสังเกต/แนวคิดที่ได้จากการทำงานนี้ อย่างไร

การเขียนรายงาน ควรใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย กระชับ ชัดเจนและครอบคลุมประเด็นสำคัญของโครงการที่ได้ทำไปแล้ว อาจกำหนดเป็นหัวข้อต่าง ๆ หรือรายบท ได้ดังนี้ บทนำ เอกสารที่เกี่ยวข้อง การดำเนินการศึกษา ผลการศึกษา สรุปและข้อเสนอแนะ รวมทั้งภาคผนวกที่ต้องการนำเสนอในรายละเอียดด้วย

ขั้นที่ 6 การนำเสนอผลงาน การแสดงผลงาน

ขั้นตอนสุดท้ายของการทำโครงการเป็นการนำผลการดำเนินงานทั้งหมดมาเสนอให้ผู้อื่นได้ทราบ อาจนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ ขึ้นกับลักษณะของโครงการ อาจเป็นเอกสาร รายงาน ชิ้นงานแบบจำลอง สื่อสิ่งพิมพ์ การจัดทำเป็นสื่อแบบมัลติมีเดีย หรือนำเสนอในรูปแบบของแผนโครงการในการจัดนิทรรศการหรือนำเสนอหน้าชั้นเรียนด้วยวาจา การสาธิต การแสดง ฯลฯ

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550: 2-4) และ วัฒนา มัคคสมัน (2554: 46-58) กล่าวว่ากระบวนการสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ แบ่งเป็น 3 ระยะใหญ่ ๆ คือ

ระยะที่ 1 การเริ่มต้นโครงการ

เป็นระยะที่ครูต้องสังเกต/สร้างความสนใจให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน จากนั้นตกลงร่วมกันในการเลือกเรื่องที่ต้องการศึกษาอย่างละเอียด ครูสร้างความสนใจให้เกิดขึ้นกับนักเรียนซึ่งมีหลายวิธี โดยอาจศึกษาเรื่องจากการบอกเล่าของผู้ใหญ่หรือผู้รู้ จากประสบการณ์ของนักเรียน/ครู จากเอกสารสื่อสิ่งพิมพ์ หรือสื่อต่างๆ จากการเล่นของนักเรียน จากความคิดที่เกิดขึ้น จากวัตถุสิ่งของที่ครูนำมาในห้องเรียน หรือจากตัวอย่างโครงการที่ผู้อื่นทำไว้แล้ว เป็นต้น

เมื่อนักเรียนเกิดความสนใจก็จะถึงกระบวนการกำหนดหัวข้อโครงการ โดยนำเรื่องที่นักเรียนสนใจมาอภิปรายร่วมกัน แล้วกำหนดเรื่องนั้นเป็นหัวข้อโครงการ ทั้งนี้จะต้องคำนึงว่าการกำหนดหัวข้อโครงการนั้นจะกระทำหลังจากการตรวจสอบสมมติฐานเสร็จสิ้นแล้ว

ระยะที่ 2 ขั้นพัฒนาโครงการ

เป็นขั้นที่นักเรียนกำหนดหัวข้อคำถาม หรือประเด็นปัญหา ที่นักเรียนสนใจอยากรู้ แล้วตั้งสมมติฐานเพื่อตอบคำถามเหล่านั้น มีการทดสอบสมมติฐานด้วยการลงมือปฏิบัติ จนค้นพบคำตอบด้วยตนเอง ตามขั้นตอนดังนี้

1. นักเรียนกำหนดปัญหาที่จะศึกษา
2. นักเรียนตั้งสมมติฐานเบื้องต้น
3. นักเรียนตรวจสอบสมมติฐานเบื้องต้น
4. นักเรียนสรุปข้อความรู้จากผลการตรวจสอบสมมติฐาน

ในกรณีที่ผลการตรวจสอบไม่เป็นไปตามสมมติฐาน ครูควรให้กำลังใจนักเรียนเพื่อให้ นักเรียนไปแสวงหาความรู้เพิ่มเติม สิ่งที่ไม่ควรกระทำคือการตำหนิหรือกล่าวโทษ ครูควรกระตุ้นให้ นักเรียนมีกำลังใจจนสามารถตั้งสมมติฐานใหม่ได้

ในกรณีที่ผลการตรวจสอบเป็นไปตามสมมติฐาน ให้นักเรียนสรุปองค์ความรู้จากการ ค้นพบด้วยการลงมือปฏิบัติของนักเรียนเอง

เมื่อได้องค์ความรู้ใหม่แล้ว นักเรียนจะนำองค์ความรู้นั้นไปใช้ในการทำกิจกรรมตามความ สนใจต่อไปได้ นักเรียนอาจใช้ความรู้ที่ค้นพบเป็นพื้นฐานของการกำหนดประเด็นปัญหาขึ้นมาใหม่ เพื่อกำหนดเป็นโครงงานย่อยและศึกษารายละเอียดในเรื่องนั้นต่อไปอีก

ระยะที่ 3 ขั้นสรุป

เป็นระยะสุดท้ายของโครงการที่นักเรียนค้นพบคำตอบของปัญหาแล้วและได้แสดงให้เห็น นักเรียนเห็นว่าได้สิ้นสุดความสนใจในหัวข้อโครงงานเดิม และเริ่มหันเหความสนใจไปสู่เรื่องใหม่ ระยะนี้เป็นระยะที่ครูและนักเรียนจะได้แบ่งปันประสบการณ์การทำงานและแสดงให้เห็นถึง ความสำเร็จของการทำงานตลอดโครงงานแก่คนอื่น ๆ มีกิจกรรมที่นักเรียนให้นักเรียนดำเนินการใน ขั้นตอนนี้ ดังนี้

1. นักเรียนเขียนรายงานเป็นรูปแบบงานวิจัยเล็กๆ
2. นักเรียนนำเสนอผลงาน (แสดงเป็นแผงโครงงาน) ให้ผู้ที่สนใจรับรู้สรุปและนำไปใช้ใน

ชีวิตประจำวัน

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550: 4-5) กล่าวว่าขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ โครงงานมีดังนี้

1. ชี้นำเสนอ

หมายถึง ขั้นที่ครูให้นักเรียนศึกษาไปความรู้ กำหนดสถานการณ์ ศึกษาสถานการณ์ เล่นเกม ดูรูปภาพ หรือครูใช้เทคนิคการตั้งคำถามเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ที่กำหนดในแผนการ จัดการเรียนรู้แต่ละแผน เช่น สาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรและสาระการเรียนรู้ที่เป็นขั้นตอนของ โครงงานเพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการเรียนรู้

2. ขั้นวางแผน

หมายถึง ขั้นที่นักเรียนร่วมกันวางแผน โดยการระดมความคิด อภิปรายหรือข้อสรุปของกลุ่ม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติ

3. ขั้นปฏิบัติ

หมายถึง ขั้นที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เขียนสรุปรายงานผลที่เกิดขึ้นจากการวางแผนร่วมกัน

4. ขั้นประเมินผล

หมายถึง ขั้นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง โดยให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีครู นักเรียนและเพื่อนร่วมกันประเมิน

พิมพันธ์ เดชะคุปต์; เพียวร์ ยินดีสุข; และ ราเชน มีศรี (2556: 105) กล่าวว่าวงจรการเรียนรู้ 5E (5Es Learning Cycle) เป็นรูปแบบการสอนที่น่าสนใจและสามารถใช้จัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานได้ทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ มีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

เป็นขั้นที่กระตุ้นให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียนบทเรียน โดยการใช้คำถามของครู และนักเรียนเป็นผู้ระบุปัญหาที่สนใจศึกษา ระบุปัญหาเพื่อทำโครงงาน

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

เป็นขั้นที่นักเรียนต้องกำหนดแนวทางในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อตั้งสมมติฐานโดยจินตนาการวิธีแก้ปัญหา (imagine) แล้วเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด เพื่อวางแผน (plan) แนวทางแก้ไข

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลจากการสำรวจมาวิเคราะห์ แปลผลสรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ โดยนักเรียนจะสร้างสรรค์ผลผลิตตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนระหว่างครูกับนักเรียนและนักเรียนกับนักเรียนด้วยกัน

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้เชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือนำแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมไปอธิบายเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขวางขึ้น โดยนักเรียนจะสร้างสรรค์ผลผลิต (Create) ตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้

5. ขั้นประเมินผล (Evaluation)

เป็นขั้นสุดท้าย โดยนักเรียนจะประเมินการเรียนรู้ของตนเองในด้านกระบวนการปฏิบัติและผลงาน ซึ่งนักเรียนต้องปรับปรุง (Improve) กระบวนการออกแบบ ขั้นตอนการปฏิบัติจนถึงผลงานของกลุ่มแล้วอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ซึ่งอาจเกิดปัญหาใหม่ หรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้

ประสาธ เนืองเฉลิม (2557: 193-194) กล่าวว่าลักษณะสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบโครงงานคือต้องเป็นไปตามความสนใจของนักเรียนแต่ละคน แต่ละกลุ่ม แต่ละระดับชั้น โดยมีขั้นตอนในการทำโครงงาน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดปัญหา หรือสำรวจความสนใจ ครูเสนอสถานการณ์หรือตัวอย่างที่เป็นปัญหาและกระตุ้นให้นักเรียนหาวิธีการแก้ปัญหาหรือยั่วยุให้นักเรียนมีความต้องการศึกษาในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

ขั้นที่ 2 ขั้นกำหนดจุดมุ่งหมายในการเรียน ครูแนะนำให้ให้นักเรียนกำหนดจุดมุ่งหมายให้ชัดเจนว่าเรียนเพื่ออะไร จะทำโครงงานนั้นเพื่อแก้ปัญหาอะไร ซึ่งทำให้นักเรียนกำหนดโครงงานได้ตามแนวทางในการดำเนินงานตรงจุดมุ่งหมาย

ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผนและวิเคราะห์โครงงาน ให้นักเรียนวางแผนแก้ปัญหา ซึ่งเป็นโครงงานเดี่ยวหรือกลุ่มก็ได้ แล้วเสนอแผนการดำเนินงานให้ครูพิจารณา ให้คำแนะนำช่วยเหลือและข้อเสนอแนะการวางแผนโครงงานของนักเรียน นักเรียนเขียนโครงงานตามหัวข้อซึ่งมีหัวข้อสำคัญ (ชื่อโครงงาน หลักการและเหตุผล วัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมาย เจ้าของโครงงาน ที่ปรึกษาโครงงาน แหล่งความรู้ สถานที่ดำเนินการ ระยะเวลาดำเนินการ งบประมาณ วิธีดำเนินการ เครื่องมือที่ใช้ ผลที่คาดว่าจะได้รับ)

ขั้นที่ 4 ขั้นลงมือปฏิบัติหรือแก้ปัญหา ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติหรือแก้ปัญหตามแผนการที่กำหนดไว้โดยมีครูเป็นที่ปรึกษา คอยสังเกต ติดตาม แนะนำให้นักเรียนรู้จักสังเกต เก็บรวบรวมข้อมูล บันทึกผลดำเนินการด้วยความมานะอดทน มีการประชุมอภิปรายปรึกษาหารือกันเป็นระยะๆ ครูจะเข้าไปเกี่ยวข้องเท่าที่จำเป็น นักเรียนเป็นผู้ใช้ความคิด ความรู้ในการวางแผนและตัดสินใจทำด้วยตนเอง

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผลระหว่างปฏิบัติงาน ครูแนะนำให้นักเรียนรู้จักประเมินผลก่อนดำเนินการ ระหว่างดำเนินการ และหลังดำเนินการ คือรู้จักพิจารณาว่าก่อนที่จะดำเนินการมีสภาพเป็นอย่างไร มีปัญหาอย่างไรระหว่างที่ดำเนินงานตามโครงงานนั้น ยังมีสิ่งใดที่ผิดพลาดหรือเป็นข้อบกพร่องอยู่ ต้องแก้ไขอะไรอีกบ้าง มีวิธีแก้ไขอย่างไร เมื่อดำเนินการไปแล้วนักเรียนมีแนวคิดอย่างไร มีความพึงพอใจหรือไม่ ผลของการดำเนินการตามโครงงาน นักเรียนได้ความรู้อะไร ได้ประโยชน์อย่างไร และสามารถนำความรู้นั้นไปพัฒนาปรับปรุงงานได้อย่างดียิ่งขึ้น หรือเอาความรู้นั้นไปใช้ในชีวิตได้อย่างไร โดยนักเรียนประเมินโครงงานของตนเองหรือเพื่อนร่วมประเมิน จากนั้นครูจึงประเมินผลโครงงานตามแบบประเมิน ซึ่งผู้ปกครองอาจจะมีส่วนร่วมในการประเมินด้วยก็ได้

ขั้นที่ 6 ขั้นสรุป รายงานผล และเสนอผลงาน เมื่อนักเรียนทำงานตามแผนและเก็บข้อมูลแล้วต้องทำการวิเคราะห์ข้อมูล สรุปและเขียนรายงานเพื่อนำเสนอผลงาน ซึ่งนอกเหนือจากรายงานเอกสารแล้ว อาจมีแผนภูมิ แผนภาพ กราฟ แบบจำลอง หรือของจริงประกอบการนำเสนอ อาจจัดได้หลายรูปแบบ เช่น การจัดนิทรรศการ การแสดงละคร ฯลฯ

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยกำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ชัยนำ

เป็นขั้นตอนที่ครูและนักเรียนค้นหาปัญหาหรือหัวข้อสำหรับทำโครงการ โดยครูคอยกระตุ้นหรือจัดกิจกรรมรื้อให้นักเรียนสนใจปัญหาใดปัญหาหนึ่ง ซึ่งนักเรียนเลือกหัวข้อหรือปัญหาตามความต้องการ ความสนใจ ความถนัดของนักเรียนหรือของกลุ่ม ปัญหาหรือหัวข้อที่จะศึกษานั้นควรเป็นเรื่องที่เฉพาะเจาะจง ชัดเจนว่าทำอะไร ควรเน้นเรื่องที่อยู่ใกล้ตัวและเกิดประโยชน์

2. ชัยวางแผน

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนหาแหล่งข้อมูลศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ได้ข้อมูลเพิ่มเติมในเรื่องที่จะทำการศึกษาค้นคว้าโดยครูต้องจัดเตรียมหรือชี้แนะแหล่งความรู้ต่างๆ ที่นักเรียนจะต้องใช้ ค้นคว้าหาคำตอบ และนักเรียนต้องกำหนดวัตถุประสงค์ของเรื่อง ปัญหาให้ชัดเจน กำหนดสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง วางแผนการดำเนินงานโดยการจัดทำโครงร่างของโครงการให้ครูพิจารณาแผนการดำเนินงาน

3. ชัยดำเนินโครงการ

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนดำเนินงานตามแผนที่วางไว้ เพื่อทดสอบสมมติฐาน ซึ่งนักเรียนต้องมีการจดบันทึกข้อมูลต่างๆ ไว้อย่างละเอียด และนักเรียนควรมีการประชุมปรึกษาหารือ ประเมินผลการทำงานเป็นระยะๆ นักเรียนจะได้รับเรียนรู้ สร้างความรู้ ประสบการณ์ใหม่จากการศึกษาในโครงการ เกิดทักษะปฏิบัติและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีครูคอยดูแลให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด

4. ชัยสรุปและอภิปรายผล

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนช่วยกันสรุปผลของโครงการที่ทำทั้งหมด โดยมีครูคอยดูแลให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด คอยสังเกตติดตาม แนะนำนักเรียน

5. ชัยนำเสนอผล

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำเสนอผลงานในรูปแบบต่างๆ เพื่อเผยแพร่ให้ผู้ปกครอง ครู อาจารย์ และเพื่อนๆ ได้ชมผลงานและกิจกรรมที่จัดขึ้น เมื่อเสร็จกิจกรรมแล้วครูและนักเรียนประเมินผลงานของตนเองหรือของกลุ่ม พร้อมทั้งเสนอแนะข้อคิดเห็น

ตาราง 2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โครงงาน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ขั้นนำ	- จัดบรรยากาศในการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียน รู้จักตั้งคำถาม กำหนดปัญหา และเลือกปัญหาที่น่าสนใจ เช่น การอ่านหนังสือ การฟังบรรยาย การทัศนศึกษา การได้พบเห็นสิ่งต่างๆ ในชีวิตประจำวัน - กระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น อยากรู้ ศึกษาค้นคว้าในการทำโครงงาน	เป็นผู้เลือก กำหนดหัวข้อหรือปัญหาโครงงานตามความสนใจของตนเอง
ขั้นวางแผน	- จัดเตรียมหรือชี้แนะแหล่งความรู้ต่างๆ ผู้รู้หรือผู้เชี่ยวชาญ ที่นักเรียนจะต้องใช้ค้นคว้าหาคำตอบ - พิจารณาแผนการดำเนินงาน ความเป็นไปได้ และคุณค่าในการเรียนรู้ พร้อมทั้งให้คำชี้แนะ	- หาแหล่งข้อมูลศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง - กำหนดวัตถุประสงค์ของเรื่อง กำหนดสมมติฐาน ออกแบบโครงร่าง วางแผนการดำเนินงาน งบประมาณ ฯ แล้วนำเสนอต่อครู
ขั้นดำเนินโครงงาน	- คอยให้คำชี้แนะ หรือให้คำปรึกษาแก่นักเรียนและเป็นผู้ดูแล ช่วยเหลือนักเรียนและให้กำลังใจในการทำโครงงาน - ใช้เทคนิคการตั้งคำถาม กระตุ้น เพื่อให้นักเรียนสะท้อนแนวความคิดการทำโครงงาน - ตรวจสอบการดำเนินงาน	- ดำเนินงานตามแผนที่วางไว้ - จัดบันทึกข้อมูลต่างๆ ไว้อย่างละเอียด - ประชุม ปรึกษาหารือ ประเมินผลการทำงานเป็นระยะๆ

ตาราง 2 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โครงงาน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ขั้นสรุปและอภิปรายผล	8. คอยดูแล ให้คำปรึกษาอย่าง ใกล้ชิด คอยสังเกตติดตาม แนะนำและให้กำลังใจ	7. ช่วยกันสรุปผลของโครงงานที่ ทำทั้งหมด เพื่อจัดทำรายงาน เป็นรูปเล่ม เตรียมนำเสนอ

2.5 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน

สมจิต สวรรณไพบูลย์ (2526: 119-120) กล่าวว่าประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน มีดังนี้

1. เป็นการสอนที่นักเรียนได้มีโอกาสฝึกปฏิบัติจริง มีใช้เรียนรู้ทางด้านทฤษฎีอย่างเดี่ยว
 2. ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ทั้งทางด้านตัวความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
 3. เสริมสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การรวบรวมข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การทดลอง ฯลฯ
 4. ฝึกการทำงานร่วมกัน ช่วยเหลือกัน แลกเปลี่ยนความคิดเห็น รับผิดชอบต่องาน เป็นการเสริมสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ทุกด้าน
 5. ช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกฝนช่วยตนเองให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
 6. ช่วยให้นักเรียนเห็นประโยชน์ของการเรียนที่สอดคล้องกับการแก้ปัญหา
- ธีระชัย ปุณณโชติ (2531: 3-4) ได้กล่าวถึงความสำคัญและประโยชน์ของโครงงานวิทยาศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

1. ช่วยส่งเสริมจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและการเรียนวิทยาศาสตร์ให้สัมฤทธิ์ผลสมบูรณ์ยิ่งขึ้น
2. ช่วยให้นักเรียนมีโอกาสเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงในกระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
3. ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วนสมบูรณ์ยิ่งขึ้นกว่าการเรียนในกิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติ นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์บางทักษะซึ่งไม่มีใครมีโอกาสในกิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติ เช่น ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการออกแบบการทดลอง และควบคุมตัวแปร เป็นต้น
4. ช่วยพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ และความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์

5. ช่วยให้นักเรียนเข้าใจลักษณะและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดียิ่งขึ้น เช่น เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ไม่ได้หมายถึงแต่ตัวความรู้ในเนื้อหาสาระที่เกี่ยวกับธรรมชาติเท่านั้นแต่ยัง หมายถึงกระบวนการแสวงหาความรู้เหล่านั้น และมีเจตคติหรือค่านิยมทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย การได้มาซึ่งความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติจะต้องใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลอย่างมีระบบโดยอาศัยการสังเกตเป็นพื้นฐานแต่ประสาทสัมผัสของมนุษย์ ซึ่งใช้ในการสังเกตมีขีดความสามารถจำกัดในการรับรู้ ดังนั้น วิทยาศาสตร์จึงมีขอบเขตจำกัดด้วย

5.1 ช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และความเป็นผู้มีวิจรรย์ญาณ

5.2 ช่วยพัฒนานักเรียนให้เกิดความเชื่อมั่นในตนเอง

5.3 ช่วยพัฒนานักเรียนให้เป็นคนที่คิดเป็น ทำเป็น และมีความสามารถในการแก้ปัญหา

5.4 ช่วยพัฒนาความรับผิดชอบ และสร้างวินัยในตนเองให้เกิดขึ้นกับนักเรียน

5.5 ช่วยให้นักเรียนได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์และมีคุณค่า

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542: 309-310) กล่าวว่าประโยชน์ที่นักเรียนได้รับจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน มีดังนี้

1. นักเรียนจะได้รับความรู้ในเนื้อหาวิชา ซึ่งเป็นผลจากการศึกษาค้นคว้าในการทำโครงงาน

2. นักเรียนจะได้ฝึกใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และทักษะในการแสวงหาความรู้ มีความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของกระบวนการแก้ปัญหาไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่นๆ และเป็นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน

3. นักเรียนได้รับการกระตุ้นให้มีความสนใจในวิทยาศาสตร์ มีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ มีความชื่นชมในผลงานของนักวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

4. นักเรียนได้รับการส่งเสริมให้มีการคิดอย่างอิสระ การคิดอย่างพินิจพิเคราะห์ มีความเชื่อมั่นในตนเอง เป็นการช่วยพัฒนานักเรียนแต่ละคนให้ถึงจุดสูงสุด

5. เป็นการช่วยทำให้หลักการทางวิทยาศาสตร์มีความหมายมากขึ้น และทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการใช้เครื่องมือและเทคนิคทางวิทยาศาสตร์

6. เป็นการช่วยให้นักเรียนได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์และมีคุณค่า

พิมพันธ์ เดชะคุปต์; สุวัฒนา อุทัยรัตน์; และ กมลพร บัณฑิตยานนท์ (2544: 209) กล่าวว่าประโยชน์ที่นักเรียนได้รับจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน มีดังนี้

1. นักเรียนได้พัฒนาวิธีการเรียนรู้และทักษะทางปัญญา

1.1 พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาที่ลึกซึ้งและซับซ้อน

1.2 พัฒนาทักษะการบูรณาการ นักเรียนได้นำทักษะและความรู้จากหลายวิชามาใช้ในการทำงาน

1.3 พัฒนาทักษะการสื่อสารกับผู้อื่น นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการติดต่อสื่อสารกับผู้อื่นอย่างมีประสิทธิภาพ

1.4 พัฒนาทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต นักเรียนได้เรียนรู้การทำงานที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงของตน เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่เปลี่ยนไปตามสภาพจริงได้

2. นักเรียนได้พัฒนาทักษะการดำรงชีวิต

2.1 พัฒนาความสามารถในการควบคุมตนเอง นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับตัวเอง สามารถจัดการเวลาและควบคุมอารมณ์ของตนเองได้

2.2 พัฒนาความสามารถในการอยู่ร่วมกับผู้อื่น นักเรียนได้เรียนรู้การทำงานร่วมกับผู้อื่น เข้าใจถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล เรียนรู้ที่จะอยู่ร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข

กิตติชัย สุธาสิโนบล (2546: 2-3) กล่าวว่าโครงการมีความสำคัญและให้คุณค่ากับนักเรียนและครูผู้สอน ซึ่งอาจแบ่งแยกเป็นส่วนๆ ดังนี้

ประโยชน์ของโครงการที่เกิดขึ้นกับนักเรียน มีดังนี้

1. นักเรียนจะได้รับการส่งเสริมพัฒนาการด้านปัญญาในการแสวงหาความรู้ เพื่อนำไปสร้างสรรค์ความรู้ของตนเอง

2. นักเรียนจะได้ฝึกกระบวนการคิด กระบวนการแสวงหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่ความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ และเป็นการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้อย่างสูงสุดเต็มตามศักยภาพของนักเรียน

3. นักเรียนได้รับการกระตุ้นให้มีความสนใจในสาระการเรียนรู้ต่างๆ มีความชื่นชมในผลงานของนักคิดนักประดิษฐ์ และเป็นการสร้างเจตคติที่ดีให้กับนักเรียน

4. นักเรียนจะได้เรียนรู้ในสาระการเรียนรู้ต่างๆ โดยใช้กระบวนการและวิธีการเรียนรู้ที่หลากหลาย เรียนรู้ตามสภาพจริง เรียนรู้ร่วมกัน เรียนรู้จากธรรมชาติ เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง เรียนรู้แบบบูรณาการ เรียนรู้โดยใช้กระบวนการวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ และเรียนรู้คู่คุณธรรม

5. นักเรียนได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์และมีคุณค่า เพื่อพัฒนาความเป็นมนุษย์ โดยเลือกเรียนในสิ่งที่ตนเองสนใจ เรียนรู้โดยใช้ทักษะกระบวนการกลุ่มในการสร้างสรรค์ผลงานให้เหมาะสมกับท้องถิ่นของตน

ประโยชน์ของโครงการที่เกิดขึ้นกับครูผู้สอน มีดังนี้

1. ดึงศักยภาพการเรียนรู้ของนักเรียนในด้านต่างๆ ส่งเสริมและสนับสนุนให้นักเรียนนำความรู้ ทักษะ ความคิดริเริ่ม ความคิดแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ อันเป็นการส่งเสริมศักยภาพแห่งการเรียนรู้ในตัวนักเรียน

2. พัฒนาคุณลักษณะนิสัยที่ดีในการปฏิบัติงานของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีความรับผิดชอบ รักการทำงาน สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น และปรับตัวเข้ากับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

3. ฝึกให้นักเรียนใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ สร้างสัมพันธภาพที่ดีระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียนนักเรียนกับนักเรียน และนักเรียนกับชุมชน

4. สร้างให้นักเรียนตระหนักถึงความยิ่งใหญ่ของสาระการเรียนรู้ต่างๆ ที่มีต่อสังคมการเรียนรู้เพื่อการดำรงชีวิต

5. ปลุกฝังเจตคติที่ดี ให้นักเรียนเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้

ชาตรี เกิดธรรม (2547: 5-6) กล่าวว่าการเรียนรู้แบบโครงงาน ได้ประโยชน์ ดังนี้ คือ

1. นักเรียนได้พัฒนาการเรียนรู้ เกิดการเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง
2. ส่งเสริมกระบวนการคิด ได้แสดงออกถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ลงมือปฏิบัติจริง สามารถสร้างผลงานและแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดจากการเรียนรู้ด้วยตนเองได้

3. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ พร้อมกับฝึกภาวะความเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดีได้

4. เป็นการบูรณาการความรู้ความคิดกับชีวิตประจำวัน ทำให้สามารถแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

บุรชัย ศิริมหาสาคร (2548: 16) กล่าวว่าประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน มีดังนี้

1. นักเรียนได้เลือกเรื่อง/ประเด็น/ปัญหา ที่ต้องการจะศึกษาด้วยตนเอง
2. นักเรียนเลือกและหาวิธีการ ตลอดจนแหล่งของข้อมูลที่หลากหลายด้วยตนเอง
3. นักเรียนลงมือปฏิบัติ (เรียนรู้) ด้วยตนเอง ทุกขั้นตอน
4. นักเรียนได้บูรณาการเชื่อมโยงทักษะ/ประสบการณ์/ความรู้/สิ่งแวดล้อมรอบตัวตามสภาพจริง

5. นักเรียนเป็นผู้สรุป (สร้างองค์ความรู้) ด้วยตนเอง

6. นักเรียนได้แลกเปลี่ยนการเรียนรู้กับผู้อื่น

7. นักเรียนได้นำความรู้ไปใช้จริง

8. ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสศึกษา หรือสำรวจสิ่งที่สนใจในเชิงลึก

9. ส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

10. ส่งเสริมด้านทักษะการจัดการเกี่ยวกับเวลา และการจัดการโครงการ

11. ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

12. ส่งเสริมเรื่องการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

พิรุณวัฒน์ มีนิล (2550: 49) กล่าวว่าประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน มีดังนี้

1. ช่วยส่งเสริมจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและการเรียนวิทยาศาสตร์ให้สัมฤทธิ์ผลสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2. ช่วยให้นักเรียนมีโอกาสเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงในกระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

3. ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วนสมบูรณ์ยิ่งขึ้นกว่าการเรียนรู้ในกิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติ นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์บางทักษะซึ่งไม่มีใครมีโอกาสในกิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติ เช่น ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการออกแบบการทดลอง และควบคุมตัวแปร เป็นต้น

4. ช่วยพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์

5. ช่วยให้นักเรียนเข้าใจลักษณะและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดียิ่งขึ้น เช่น เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ไม่ได้หมายถึงแต่ความรู้ในเนื้อหาสาระที่เกี่ยวกับธรรมชาติเท่านั้น แต่ยังหมายถึงกระบวนการแสวงหาความรู้เหล่านั้น และมีเจตคติหรือค่านิยมทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย

6. ช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และความเป็นผู้มีวิจรรย์ญาณ

7. ช่วยพัฒนานักเรียนให้เกิดความเชื่อมั่นในตนเอง

8. ช่วยพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้ที่คิดเป็น ทำเป็น และมีความสามารถในการแก้ปัญหา

9. ช่วยพัฒนาความรับผิดชอบ และสร้างวินัยในตนเองให้เกิดขึ้นกับนักเรียน

10. ช่วยให้นักเรียนได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์และมีคุณค่า

11. ช่วยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนและระหว่างนักเรียนด้วยกันให้มีโอกาสทำงานใกล้ชิดกันมากขึ้น

12. ช่วยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างชุมชนกับโรงเรียนให้ดีขึ้น โรงเรียนได้มีโอกาสเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีชุมชน ซึ่งจะช่วยกระตุ้นชุมชนให้สนใจวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากขึ้น

วรารณ ตระกูลสุทธิ (2551: 6-7) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานนี้ ช่วยให้นักเรียนสามารถจะนำความรู้ที่ได้มาจากการเรียนรู้ทั้งในและนอกห้องเรียน มาปรับใช้ได้ในการทำโครงงาน ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสในการเรียนรู้และพัฒนาในหลายด้านด้วยกัน ดังนี้

1. นักเรียนต้องนำเอาความรู้ที่ได้จากแหล่งการเรียนรู้บูรณาการเข้ากับกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือทำ เพื่อนำไปสู่ความรู้ใหม่ๆ ด้วยการศึกษาค้นคว้า หาความหมาย การแก้ปัญหา และเรียนรู้จากการค้นพบด้วยตนเอง

2. นักเรียนต้องสร้าง กำหนดความรู้จากความคิดหรือแนวคิดที่มีอยู่แล้วกับความคิดหรือแนวคิดที่เกิดขึ้นใหม่ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนความรู้ให้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งใหม่

3. การที่นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านโครงงาน ทำให้มองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างความคิดกับข้อเท็จจริง ซึ่งจะถูกเชื่อมโยงเข้าเป็นเรื่องเดียวกันในลักษณะของความสัมพันธ์ และการเชื่อมโยงอันจะสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นได้

4. การเรียนรู้จากโครงงานถือได้ว่าเป็นการเรียนรู้ร่วมกันภายในกลุ่ม เพราะทุกคนได้เข้ามามีส่วนร่วมในการศึกษา ค้นคว้า หาคำตอบ ความหมาย ตลอดจนแนวทางแก้ไขปัญหา มีการร่วมคิดร่วมทำงานส่งผลให้เกิดกระบวนการค้นพบกระบวนการเรียนรู้สิ่งต่างๆ ได้ด้วยตนเอง สามารถนำ

ความรู้ที่ได้รับมาแลกเปลี่ยนประสบการณ์ และแลกเปลี่ยนพื้นฐานความรู้ระหว่างนักเรียนด้วยกัน เป็นลักษณะของการเรียนรู้ร่วมกัน

5. ความรู้และความสามารถด้านต่างๆ ที่มีอยู่ในตัวของนักเรียนจะถูกกระตุ้นให้ได้แสดงออกมาอย่างเต็มที่ ขณะที่ปฏิบัติกิจกรรมเช่นเดียวกับทักษะต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับชีวิต เช่น ทักษะการทำงาน ทักษะการอยู่ร่วมกัน ทักษะการจัดการ ฯลฯ ก็จะถูกนำมาใช้อย่างเต็มศักยภาพ ในขณะที่ร่วมกันแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำโครงการ

6. การเรียนรู้แบบโครงการยังช่วยส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมทั้งหลายก็จะถูกปลูกฝัง และสั่งสมในตัวนักเรียน ได้แก่ การปลูกฝังความเป็นประชาธิปไตย การรู้จักรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความอดทน เสียสละ รู้จักให้อภัยในความผิดพลาดของผู้อื่น

7. การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการจึงต้องเน้นและให้ความสำคัญที่ตัวนักเรียน โดย

- 7.1 มุ่งให้นักเรียนได้พัฒนาขีดความสามารถของตนเองอย่างเต็มศักยภาพ
- 7.2 มีความสมดุลทั้งด้านจิตใจ ร่างกาย ปัญญา และสังคม
- 7.3 เป็นผู้รู้จักคิด วิเคราะห์
- 7.4 รู้จักรักการเรียนรู้ มีความสุขในการเรียน เพราะได้เรียน ได้ทำในสิ่งที่ตนเองชอบ และพอใจ
- 7.5 เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง สามารถพึ่งตนเองได้
- 7.6 มีวินัย มีความรับผิดชอบ
- 7.7 มีทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิต และทักษะทางอาชีพ
- 7.8 รู้จักการทำงานร่วมกับผู้อื่น
- 7.9 ฝึกการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า

สรุปได้ว่าประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการ มีดังนี้

1. นักเรียนได้ปฏิบัติจริง เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองทั้งด้านความรู้ กระบวนการแสวงหาความรู้ ทักษะบูรณาการความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. นักเรียนได้เรียนรู้การทำงานร่วมกับผู้อื่น มีความรับผิดชอบต่องาน และรักการทำงาน
3. นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดและทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิต เช่น ทักษะการทำงาน ทักษะการอยู่ร่วมกับผู้อื่น ทักษะการจัดการ ทักษะการสื่อสารและการตัดสินใจ
4. นักเรียนได้รับการปลูกฝัง ส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมอย่างต่อเนื่อง
5. นักเรียนได้ทำกิจกรรมตามความถนัด ความสนใจ ความสามารถ และมีความสุขในการเรียน

2.6 บทบาทของครูและนักเรียนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน

กิตติชัย สุทธาสีโนบล (2546: 9) กล่าวว่าในการจัดทำโครงงานตามสาระการเรียนรู้ต่างๆ ของนักเรียนนั้น อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานถือว่ามีสำคัญในการส่งเสริมให้นักเรียนทำโครงงานเป็นอย่างมาก ดังนั้นอาจารย์ที่ปรึกษาควรมีบทบาทสำคัญ ดังนี้

1. จัดบรรยากาศในการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนรู้จักตั้งคำถาม กำหนดปัญหา และเลือกปัญหาที่น่าสนใจ

2. กระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น โดยอาจใช้เทคนิคการตั้งคำถาม ซึ่งอาจใช้คำถาม เช่น ทำไม (Why?) , อะไร (What?) , อย่างไร (How?) , ถ้า แล้ว (If?)

3. ให้คำชี้แนะหรือให้คำปรึกษานักเรียนในด้านการคิดปัญหาโครงงาน การเขียนโครงร่าง การดำเนินการปฏิบัติกิจกรรม การเขียนรายงาน การจัดแสดงนิทรรศการโครงงาน ทั้งนี้อาจารย์ที่ปรึกษาต้องไม่ก้าวก่ายการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน จนทำให้นักเรียนขาดประสิทธิภาพด้านความคิด เสรีภาพด้านการพูด และเสรีภาพด้านการกระทำ

4. ให้กำลังใจแก่นักเรียนอย่างสม่ำเสมอโดยอาจแสดงออกในด้านคำพูดชมเชย ร่วมนเสนอแนะแนวทางการแก้ปัญหา คอยอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติกิจกรรมอย่างเป็นกันเองกับนักเรียนอย่างใกล้ชิด

5. ประเมินผลการจัดทำโครงงานของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนทราบข้อเด่น และสิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไขเพื่อปรับปรุงโครงงานให้ถูกต้องชัดเจนยิ่งขึ้น

ชาติรี เกิดธรรม (2547: 30) กล่าวว่าบทบาทครูกับการสอนโครงงาน มีดังนี้

1. ให้คำอธิบายเพื่อให้นักเรียนได้มีความรู้ ความเข้าใจในการเรียนรู้แบบโครงงาน ความหมาย ประเภทของโครงงาน ขั้นตอนการทำโครงงาน การเขียนเค้าโครงโครงงานและเขียนรายงานโครงงานให้สมบูรณ์ ก่อนที่จะให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการ

2. เป็นที่ปรึกษา ให้คำแนะนำ กำกับติดตามการทำงานและประเมินผลโครงงาน แต่ไม่ควรเป็นผู้คิดขั้นตอนการทำงานและลงมือทำให้นักเรียน นักเรียนจะต้องคิด วางแผนและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

3. เป็นผู้ช่วยเหลือนักเรียนในด้านการพิจารณาเค้าโครงโครงงาน การจัดหาแหล่งความรู้ หรือแหล่งเรียนรู้ แหล่งในการศึกษาค้นคว้า รวมถึงวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ

4. เป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ อยากศึกษาค้นคว้า เพื่อให้เห็นแสดงออกถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ผลงานที่เกิดจากโครงงานได้ด้วยตนเอง อีกทั้งให้การสนับสนุน ให้กำลังใจ และฝึกให้นักเรียนมีความอดทนต่อการทำงาน และสามารถแก้ไขปัญหาในการทำงานได้

5. ดูแลนักเรียนระหว่างทำโครงงาน ในเรื่องความสะดวก ปลอดภัยในการทำโครงงาน จะต้องชี้แจงและให้คำแนะนำด้วย

6. เป็นผู้แนะนำให้นักเรียนเขียนรายงานโครงงาน การจัดกระทำข้อมูลอย่างถูกต้อง

บุญเลี้ยง ทุมทอง (2550: 110-111) กล่าวว่าบทบาทของผู้เกี่ยวข้องในการทำโครงการประกอบด้วย

1. บทบาทของนักเรียน

การทำโครงการนั้น เป็นการเรียนรู้ในสิ่งที่นักเรียนต้องการที่จะศึกษาในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง มุ่งเน้นให้นักเรียนได้คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น โดยมีครูที่ปรึกษา ดูแลแนะนำในเรื่องต่างๆ ซึ่งนักเรียนเองก็มีบทบาทในการทำโครงการ ดังนี้

1.1 ได้ศึกษาวิชาความรู้ใหม่ๆ ที่ต้องไม่เคยรู้มาก่อน

1.2 สามารถใช้ทักษะกระบวนการเรียนรู้หลากหลายในการแสวงหาความรู้ที่ต้องการรู้ต้องการศึกษา

1.3 สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์บูรณาการกับวิชาอื่นๆ ได้

1.4 มีเจตคติที่ดีในการแสวงหาความรู้ที่ตนเองต้องการรู้ โดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.5 ได้สร้างสมคุณลักษณะนักวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตนเอง เช่น ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความรับผิดชอบในตนเอง เป็นต้น

2. บทบาทของครู

ครูที่ปรึกษาโครงการเป็นบุคคลที่สำคัญยิ่งในการสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้สนใจ ในการศึกษาค้นคว้า ในสิ่งที่ต้องการรู้ สามารถแสวงหาความรู้จนประสบผลสำเร็จ ซึ่งบทบาทของครูในการสอนแบบโครงการว่ามีแนวปฏิบัติดังนี้

2.1 กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการทำโครงการ

2.2 แนะนำให้นักเรียนรู้หลักการและวิธีการในการทำโครงการ

2.3 จัดกิจกรรมเพื่อช่วยให้นักเรียนได้แก้ปัญหา

2.4 แนะนำแนวทางแก่นักเรียนในการเลือกปัญหาที่จะศึกษา

2.5 ให้คำปรึกษาแก่นักเรียนในการวางแผนดำเนินงานโครงการ

2.6 อำนวยความสะดวกแก่นักเรียนในการทำโครงการ

2.7 ติดตามการทำโครงการของนักเรียนทุกระยะและให้คำแนะนำช่วยเหลือเมื่อจำเป็น

2.8 ให้คำปรึกษาแก่นักเรียนในการเขียนรายงานโครงการ

2.9 ให้โอกาสนักเรียนได้แสดงผลงานของตนเองในโอกาสและรูปแบบต่างๆ ตามเหมาะสม

2.10 ประเมินผลการทำโครงการของนักเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงการทำโครงการของนักเรียนได้ดีขึ้น

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550: 8-9) กล่าวว่าบทบาทของครูและนักเรียนแสดงตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ตาราง 3 บทบาทของครูและนักเรียนตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน

บทบาทของครู	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน	บทบาทของนักเรียน
1. จัดให้มีการปฐมนิเทศวิธีการเรียนรู้แบบโครงงาน เพื่อให้รู้ถึงหลักการ วัตถุประสงค์ ประโยชน์ ตัวแปร ปัจจัยสำคัญในการทำโครงงาน ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ อันอาจเกิดขึ้น	ขั้นนำเสนอ	1. เสนอแนวคิด เลือก และกำหนดหัวข้อโครงงาน
2. ให้คำปรึกษาในการดำเนินงานของนักเรียนทุกขั้นตอน	ขั้นวางแผน	2. เสนอแนวทาง ออกแบบการทำโครงงาน 3. วางแผนร่วมกันในการเรียนรู้แบบโครงงาน 4. ศึกษาค้นคว้าเอกสารเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ 5. เสนอเค้าโครงย่อของโครงงานต่อครู
3. ติดตาม สอบถามความก้าวหน้าดูแลการทำโครงงานของนักเรียนอย่างใกล้ชิด	ขั้นปฏิบัติ	6. ลงมือปฏิบัติโครงงานตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ 7. รวบรวมผลการทำโครงงาน 8. เสนอแนวทางแก้ไข ปรับปรุงผลการทำโครงงาน 9. เขียนรายงานหรือนำเสนอผลงานโครงงานต่อครู
4. สังเกตและประเมินการทำกิจกรรมของนักเรียน	ขั้นประเมินผล	10. เผยแพร่ผลงานต่อสาธารณชน 11. ประเมินผลการเรียนรู้แบบโครงงานของตนเอง
5. สรุปการทำงานและเสนอแนะการทำงาน of นักเรียนแต่ละกลุ่มโดยรวม		

ที่มา: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน.

วราภรณ์ ตระกูลสฤษดิ์ (2551: 23-24) กล่าวว่าบทบาทครูผู้สอนที่สำคัญในขั้นตอนการออกแบบการเรียนรู้ มีดังนี้

1. บทบาทหน้าที่แรกของครูผู้สอนคือ จะต้องกำหนดงาน (task) หรือสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนกระทำเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ และนำเสนอแจ้งให้นักเรียนได้รับทราบว่า ครูผู้สอนต้องการอะไรจากการเรียนในครั้งนี้ โดยการกำหนดงานนี้ต้องให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือตรงตามเป้าหมายของการเรียนรู้ที่ต้องการให้นักเรียนทุกคนได้บรรลุและเกิดการเรียนรู้

2. เป็นความรับผิดชอบของครูผู้สอนที่จะต้องออกแบบกิจกรรมให้ดี เพื่อช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบและได้รับประโยชน์จากการเรียนรู้ในการทำโครงงานร่วมกันในทีม เพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม

3. การมอบหมายหรือการชี้แจง ครูต้องทำให้นักเรียนทุกคนรู้และเข้าใจได้ทุกคนว่าสิ่งที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้และต้องทำกิจกรรมตามที่ครูตั้งจุดมุ่งหมายไว้ให้ได้ทุกคน

4. กิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูจัดขึ้นจะต้องวางแผนเพื่อช่วยให้นักเรียนได้รับการอำนวยความสะดวกและเอื้อให้กิจกรรมกลุ่มหรือการทำโครงงานประสบความสำเร็จ

5. บอกเกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้ โดยชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจอย่างชัดเจนว่าเขาจะถูกประเมินโดยใครโดยวิธีการใดบ้าง ทั้งในแง่ทักษะย่อยและการประเมินกลุ่มโดยรวม นั่นคือครูต้องมีเกณฑ์ชี้วัดในการประเมิน ซึ่งครูต้องแจ้งให้นักเรียนได้รับทราบข้อมูลทุกอย่างเกี่ยวกับการเรียนการสอนและการประเมินผลทั้งหมด

6. มีการให้ความรู้หรือข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นแก่นักเรียน เพื่อเป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้และวางแผนการทำกิจกรรมโครงงานร่วมกันกับเพื่อนภายในกลุ่มอย่างมีประสิทธิภาพ ได้ผลตรงตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

ลัดดา ภูเกียรติ (2552: 97-102) กล่าวว่าการทำงานใดๆ จะประสบความสำเร็จหรือไม่ต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยและความร่วมมือจากบุคคลที่เกี่ยวข้องหลายฝ่าย โดยที่บุคคลเหล่านี้ต้องรู้และกำหนดบทบาทของตนเองให้ชัดเจน ดังนี้

1. บทบาทของครูที่ปรึกษา

ผู้ที่มีความสำคัญมากเป็นอันดับแรกในการดูแลการทำโครงงานของนักเรียนคือ ครูพี่เลี้ยงหรือครูที่ให้คำปรึกษานั้นเอง ไม่ว่าจะเป็นโครงงานในระดับประถมศึกษา ระดับมัธยมศึกษา ระดับอาชีวศึกษา หรือระดับอุดมศึกษา ครูพี่เลี้ยงจะต้องเป็นมากกว่าการให้คำปรึกษา ในบางครั้งบางเวลาอาจต้องเข้าไปช่วยแก้ปัญหา ร่วมวางแผนในการทำงาน การตัดสินใจหรือกระตุ้นเตือนเมื่อพบข้อบกพร่องและให้กำลังใจอย่างใกล้ชิดเมื่อพบว่านักเรียนในความดูแลเกิดความท้อแท้ ครูพี่เลี้ยงจะต้องเป็นที่พึ่งให้นักเรียนตั้งแต่วันแรกที่เริ่มโครงงานจนกระทั่งถึงวันสุดท้ายของการทำโครงงาน ที่สำคัญที่สุดคือ ครูพี่เลี้ยงทั้งหลายจะต้องมีความเสียสละอย่างสูง ทั้งนี้เพราะต้องอุทิศเวลาให้กับการทำโครงงานของนักเรียนตลอดระยะเวลาการดำเนินงานของเขาเพื่อคอยดูแลสนับสนุนให้กำลังใจช่วยเหลือ แนะนำ ให้เขาประสบความสำเร็จกับงานนั้นๆ

ก่อนการดำเนินงาน ครูต้องมีการเตรียมความพร้อมของตนเองในทุก ๆ ด้านและทำการศึกษาให้ลึกซึ้งถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทำโครงการ โดยการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลให้พร้อมเพียงเพื่อที่นักเรียนจะได้ค้นหาได้ง่าย ทำการศึกษาสำรวจหาแหล่งความรู้อื่นๆ เช่น วิทยากรบุคคลที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง สถานที่ต่างๆ ที่นักเรียนจะไปศึกษาหาข้อมูลโดยการไปทัศนศึกษาและใช้ในการค้นคว้า จัดเตรียมหาแหล่งที่จะสนับสนุนในด้านงบประมาณ จัดเตรียมสถานที่ที่สะดวกสบายในการทำงาน จัดเตรียมเอกสารต่างๆ นอกเหนือจากที่มีอยู่ในห้องสมุดแต่เห็นว่ามีคามจำเป็นที่นักเรียนจะต้องใช้ดำเนินการวางแผนในการทำงานตั้งแต่เริ่มจนสิ้นสุด รวมทั้งกำหนดงานต่างๆ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่จะต้องใช้ เป็นต้น

ระหว่างการดำเนินงาน ช่วยจัดหาและจัดเตรียมอุปกรณ์ แนะนำช่วยเหลือในการทำงาน ชี้แนะวิธีการป้องกันตัวในระหว่างปฏิบัติงาน ให้ความสะดวกในการปฏิบัติงานเพื่อสนับสนุนให้งานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ช่วยเหลือให้นักเรียนสามารถดำเนินการในสิ่งที่ยากให้เป็นสิ่งที่นักเรียนสามารถคิด และลงมือปฏิบัติเองได้ ตรวจสอบแก้ไขโครงการตั้งแต่การวางแผน การดำเนินงานและการสรุปผล คอยควบคุม ดูแล และติดตาม กระตุ้นเตือนให้นักเรียนปฏิบัติตามแผนที่วางไว้อย่างเป็นระบบและเป็นขั้นตอนซึ่งครูจะต้องมีความเข้าใจทุกขั้นตอนในโครงการที่ดูแลเป็นอย่างดีในขณะที่กำลังดำเนินการทำโครงการอาจจำเป็นต้องใช้ความรู้ที่เจาะลึกเกี่ยวกับหลักวิชาการที่ครูไม่สามารถให้คำปรึกษาได้ หรือเป็นการใช้เทคนิค วิธีการที่ยุ่งยากซับซ้อนรวมทั้งการใช้เครื่องมือบางอย่าง ครูอาจจะต้องติดต่อ ประสานงานเชิญผู้เชี่ยวชาญพิเศษที่มีความรู้ในนั้นๆ มาให้คำปรึกษากับนักเรียนด้วย ต้องติดตามการทำงานของนักเรียนในความดูแลอย่างใกล้ชิด จัดโอกาสให้นักเรียนได้มีโอกาสอภิปรายปัญหาต่างๆ ในการทำงานหรือรายงานความก้าวหน้าของงานเป็นระยะๆ เพื่อจะได้รับรู้รับทราบและแก้ไขได้ทันทั่วทั้งที่ในกรณีที่มีปัญหาในการทำงาน เมื่อเกิดปัญหาด้านพฤติกรรมหรือนักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายและมีอาการท้อถอย หรือเกิดการผิดพลาดจากการทำงาน ครูต้องรีบแก้ไขจัดการโดยด่วน โดยการจัดกิจกรรมสันทนาการหรือกิจกรรมทัศนศึกษาเป็นครั้งคราวเพื่อผ่อนคลายบรรยากาศที่ตึงเครียดดังกล่าวได้การให้กำลังใจและดูแลอย่างใกล้ชิดจะทำให้นักเรียนมีความรู้สึกปลอดภัยและมีกำลังใจในการทำงาน ความล้มเหลวก็จะไม่เกิดขึ้น แต่ที่สำคัญครูอย่าชี้แนะมากเกินไปจนเป็นความคิดของครูเสียทั้งหมด ตระหนักอยู่เสมอว่านั่นเป็นงานของนักเรียนที่นักเรียนต้องคิดเอง ทำเอง หากผิดพลาดแหวกแนวออกไปบ้าง ครูต้องคอยดึงกลับมาอย่างนิ่มนวล หลังจากเสร็จสิ้นโครงการ จัดให้มีการนำเสนอโครงการต่อสายตาของเพื่อนร่วมชั้นร่วมชั้นเรียน ครูผู้บริหารและผู้ปกครองของนักเรียน เพื่อฝึกความกล้าแสดงออกและยอมรับคำวิจารณ์จากคนภายนอกเพื่อการปรับปรุง และพัฒนางานให้ดียิ่งๆ ขึ้นไป โดยก่อนที่จะมีการนำเสนอครูที่ปรึกษาจะต้องจัดเวลาให้นักเรียนมาพบปะพูดคุยถึงผลของการศึกษา ตรวจสอบขั้นตอนในการเขียนรายงานรวมทั้งการใช้ภาษาที่สื่อความหมายได้ชัดเจนและถูกต้องเหมาะสม ให้นักเรียนได้มีโอกาสนำเสนอผลงานที่สร้างขึ้นโดยการจัดแสดงในรูปแบบต่างๆ เช่น เล่าปากเปล่า จัดแผนโครงการ จัดนิทรรศการหรืออื่นๆ ทั้งภายในโรงเรียน นอกโรงเรียน ระดับกลุ่มโรงเรียน ระดับจังหวัด หรือส่งเข้าประกวดในระดับประเทศเพื่อให้นักเรียนเกิดความภูมิใจในตนเอง แต่ไม่ส่งเสริมให้ทำเพื่อการแข่งขัน

ล่ารางวัล การได้รับรางวัลเป็นเพียงผลพลอยได้เท่านั้น แม้ว่าจะไม่ได้รับรางวัลก็ไม่ควรเสียใจเพราะสิ่งที่ได้รับจากการทำโครงการมีคุณค่ามากกว่านั้นอีก การได้ประสบการณ์ตรงจากการทำโครงการทำให้นักเรียนเป็นผู้ที่รู้จักใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา การประดิษฐ์คิดค้นและการศึกษาหาความรู้ต่างๆ ได้ด้วยตนเอง การได้รับคำติชมเป็นสิ่งที่ทำให้เราได้รู้จุดด้อย จุดเด่นของงานและทำให้เรารู้ว่าควรจะต้องปรับปรุงแก้ไขอย่างไร เพื่อให้งานออกมาดีที่สุด หลังจากสิ้นสุดการทำงานแล้ว เตือนให้นักเรียนรับผิดชอบในการเก็บกวาดสถานที่ที่ใช้และจัดเก็บอุปกรณ์ที่ขอยืมมาส่งคืนเจ้าของให้เรียบร้อยด้วย จัดทำแบบสอบถาม/แบบสัมภาษณ์/แบบประเมินเพื่อประเมินผลการจัดกิจกรรมโครงการตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จเรียบร้อย โดยประเมินจากตัวครูเอง นักเรียน ผู้ปกครองและผู้สนใจอื่นๆ เพื่อจะได้ทราบข้อดี ข้อบกพร่องและจะได้แก้ไข ปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นในการทำงานครั้งต่อไป

2. บทบาทของนักเรียน

นักเรียนที่ทำโครงการจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับตนเองก่อนว่า สิ่งที่กำลังทำนั้นเป็นสิ่งที่นักเรียนสนใจอยากทำ อยากค้นหาคำตอบจริงๆ เมื่อตนเองมีความพร้อมแล้ว การเลือกเพื่อนที่จะทำงานร่วมกันเป็นอีกจุดหนึ่งที่จะทำให้งานสำเร็จไปด้วยดี เพราะการทำงานกับคนที่มีความคิดเห็นตรงกัน เข้าใจกัน งานจะไปได้อย่างราบรื่น ต่อมาต้องมีการวางแผนการทำงานร่วมกัน ยอมรับฟังเหตุผลของกันและกัน กล้าที่จะแสดงความคิดเห็นเพื่อให้การแก้ปัญหาในการทำงานเป็นไปโดยความเห็นชอบของทุกคน แต่ละคนทำงานด้วยความรับผิดชอบและทำไปตามหน้าที่ที่ได้ตกลงกันไว้ก่อนแล้ว โดยอาจจะอาสาสมัครเองหรือได้รับมอบหมายมาจากกลุ่ม ให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน รวมไปถึงการให้กำลังใจแก่กันและกันตลอดการทำงานด้วย นอกจากนั้นนักเรียนต้องรู้จักแบ่งเวลาในการทำงานทั้งงานประจำและกิจกรรมโครงการซึ่งอาจต้องใช้เวลาทั้งในเวลาและนอกเวลา ดังนั้นไม่ว่าจะเป็นตัวนักเรียนที่ทำโครงการหรือเพื่อนร่วมงานหรือแม้แต่เพื่อนร่วมห้อง ร่วมโรงเรียนเดียวกันควรให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกันเท่าที่สามารถช่วยเหลือได้ เพราะบางครั้งงานที่เพื่อนๆ ทำอยู่หรือศึกษาค้นคว้าอยู่นั้น เรามีความรู้หรืออาจมีแหล่งข้อมูลที่จะให้เพื่อนหยิบยืมหรือพาไปยืมแหล่งข้อมูลต่างๆ นั้นได้ง่ายขึ้นก็ควรที่จะให้ความช่วยเหลือหรือแนะนำด้วยในทางกลับกันเมื่อเราแสดงความเป็นกัลยาณมิตรกับเขา เมื่อถึงคราวที่นักเรียนต้องการความช่วยเหลือจากเพื่อนๆ เขาก็จะมีใจช่วยเหลือเราด้วยเช่นเดียวกัน

สรุปได้ว่าครูมีความสำคัญในการส่งเสริมให้นักเรียนทำโครงการประสบผลสำเร็จ ดังนั้นบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการมีดังนี้

1. ครูต้องจัดบรรยากาศในการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียน รู้จักตั้งคำถาม กำหนดปัญหา และเลือกปัญหาที่น่าสนใจ
2. ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น อยากรู้ศึกษาค้นคว้าในการทำโครงการ
3. ครูคอยให้คำชี้แนะ หรือให้คำปรึกษาแก่นักเรียนและเป็นผู้ดูแล ช่วยเหลือนักเรียนในการทำโครงการ
4. ครูคอยให้กำลังใจแก่นักเรียน ให้การสนับสนุนในด้านต่างๆ

5. ครูคอยติดตามความก้าวหน้าของโครงการเป็นระยะ และประเมินผลการทำงาน
ของนักเรียน

สรุปได้ว่าบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการมีดังนี้

1. นักเรียนเป็นผู้เลือก กำหนดหัวข้อโครงการตามความสนใจของตนเอง
2. นักเรียนเป็นผู้ศึกษาค้นคว้า แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ด้วยทักษะกระบวนการเรียนรู้ที่
หลากหลาย
3. นักเรียนวางแผนการทำงาน และลงมือปฏิบัติโครงการตามแผนที่วางไว้
4. นักเรียนเขียนรายงานเพื่อสรุปผลการทำงาน และนำเสนอโครงการต่อผู้อื่นทั้งครู
เพื่อน และผู้ปกครอง

2.7 ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการ

พิมพันธ์ เตชะคุปต์; สุวัฒนา อุทัยรัตน์; และ กมลพร บัณฑิตยานนท์ (2544: 218-219)
กล่าวว่า ข้อจำกัดในการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการ มีดังนี้

1. นักเรียนต้องมีความรู้พื้นฐานและมีทักษะเบื้องต้นก่อนที่จะเริ่มทำโครงการ การที่
นักเรียนไม่มีความรู้ขั้นพื้นฐานหรือมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน อาจเป็นผลเสียต่อความสามารถที่จะ
เข้าใจ หรือเป็นผลกระทบต่อการประเมินผลระหว่างที่ทำโครงการ
2. ไม่ควรให้การทำงานกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้เนื้อหา แต่ให้การเรียนรู้
เนื้อหากระตุ้นให้การทำงาน
3. ไม่ควรประเมินผลโครงการจากการที่นักเรียนได้ฝึกทักษะที่เรียนมาแล้วเท่านั้น ทั้งนี้
นักเรียนอาจเกิดการเรียนรู้ทักษะและสร้างความรู้ใหม่จากการทำโครงการได้ ถ้านักเรียนมีโอกาสดำ
เนินสิ่งที่ท้าทายความสามารถ
4. ไม่ควรคิดว่าการเรียนรู้จากการทำโครงการ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เองได้ทุกอย่าง
การเรียนรู้จากการทำโครงการไม่ใช่การสอนทักษะพื้นฐานครูต้องสอนให้นักเรียนมีทักษะพื้นฐาน
ก่อนที่จะทำโครงการ ดังนั้นการที่ครูไม่สอนการคำนวณหาพื้นที่ เพราะคิดว่านักเรียนจะต้องสร้าง
ความรู้ในการคำนวณหาพื้นที่จากการทำโครงการนั้นเป็นสิ่งที่ไม่ควรกระทำ
5. การได้มีโอกาสใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยี เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Internet เป็นต้น
ทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจและสนใจทำโครงการ อย่างไรก็ตามเครื่องมือทางเทคโนโลยีไม่ใช่ส่วนที่
สำคัญที่สุดในการทำโครงการ ในบางกรณีเครื่องมือทางเทคโนโลยีอาจให้ความสนุกสนานมากแต่ให้
ประโยชน์ทางการศึกษาเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

บุรชัย ศิริมหาสาร (2548: 17) กล่าวว่าข้อจำกัดในการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการ มี
ดังนี้

1. ใช้เวลามากในการจัดทำโครงการ และการให้ข้อมูลย้อนกลับ
2. เสียค่าใช้จ่ายสูง

3. มีความยากต่อการให้ความยุติธรรมในการประเมินโครงการ
 4. ผู้สอนอาจให้คำปรึกษา และดูแลไม่ทั่วถึง
 5. ถ้านักเรียนวางแผนการทำงานไม่ดี อาจทำให้ไม่ประสบความสำเร็จ
 6. ถ้าผู้สอนขาดความเอาใจใส่ หรือขาดความอดทน อาจทำให้ไม่ประสบความสำเร็จ
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550: 10) กล่าวว่าข้อเสนอแนะเพื่อการปรับใช้ มี

ดังนี้

1. ครูสามารถนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้กับทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้และนักเรียนทุกช่วงชั้น

2. ครูควรใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบโครงการ สลับสับเปลี่ยนกับรูปแบบการเรียนรู้อื่นๆ เพื่อให้เกิดความหลากหลายในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน

3. นักเรียนควรได้รับการฝึกการเรียนรู้แบบโครงการ เพราะเป็นการฝึกการทำงานอย่างเป็นระบบ การคิดวิเคราะห์อย่างเป็นขั้นตอน และการทำงานระบบกลุ่มที่มีประสิทธิภาพ

4. โครงการแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้จะมีลักษณะแตกต่างกัน ครูควรทำความเข้าใจธรรมชาติของสาระวิชาที่ตนรับผิดชอบ เรียนรู้รูปแบบและทฤษฎีการจัดการเรียนรู้แบบโครงการให้แม่นยำเพื่อสร้างภาพความสำเร็จของโครงการให้เกิดขึ้นในใจของนักเรียน

วัฒนา มัคคสมัน (2554: 62) กล่าวว่า การนำรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้โครงการไปใช้ให้เกิดผลตามจุดมุ่งหมายของรูปแบบการเรียนการสอน รายละเอียดเงื่อนไขสำคัญ มีดังต่อไปนี้

1. เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้ร่วมกับระบบการสอนตามหลักสูตรปกติ โดยโอกาสที่ครูจะใช้รูปแบบการเรียนการสอนนี้จะเกิดขึ้นภายใต้สภาพการเรียนการสอนตามปกติ เมื่อครูสังเกตเห็นว่านักเรียนมีความสนใจในเรื่องหนึ่งเรื่องใดเป็นพิเศษ และต้องการจะศึกษาเรื่องนั้นอย่างลุ่มลึกต่อไป และครูพิจารณาว่าสามารถจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียน ศึกษาเรื่องนั้นได้รวมทั้งมีแหล่งทรัพยากรเพียงพอในการศึกษาเรื่องนั้น

2. การจัดการเรียนการสอนมุ่งที่ความสนใจของนักเรียนเป็นหลัก เพื่อให้นักเรียนมีโอกาสได้ศึกษาเรื่องที่ตนสนใจในวิธีการของนักเรียน เอง ดังนั้นจึงไม่มีการวางแผนการสอนอย่างชัดเจนไว้ล่วงหน้า ครูผู้สอนจะคอยสังเกตจนพบความสนใจของนักเรียน แล้วจึงจะสามารถร่วมกันวางแผนและกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนร่วมกันกับนักเรียน และจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความต้องการและความสนใจของนักเรียน

3. รูปแบบการเรียนการสอนนี้เหมาะสำหรับกลุ่มนักเรียนกลุ่มเล็ก ๆ โดยตามทฤษฎีจำนวนนักเรียนที่เหมาะสมมากที่สุดคือจำนวน 7-9 คน เพราะจะเป็นขนาดกลุ่มที่นักเรียนจะสามารถปฏิสัมพันธ์กันอย่างลึกซึ้ง มีการแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน ทำให้เกิดการศึกษาอย่างลุ่มลึกขึ้น แต่อย่างไรก็ดีในทางปฏิบัติผู้เขียนและคุณครูคนอื่นๆ ที่เคยทำโครงการร่วมกับนักเรียน สามารถจัดกลุ่มนักเรียนได้ 20-30 คน แต่ทั้งนี้ครูจะต้องสามารถจัดการกับกิจกรรมการเรียนการสอนตามความสนใจของนักเรียนได้ โดยการแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มเล็ก แล้วทำโครงการไปกับครูที่ละกลุ่ม

4. รูปแบบการเรียนการสอนนี้ต้องการครูที่มีคุณลักษณะสำคัญอย่างยิ่ง คือ ต้องเป็นผู้ที่ยอมรับนักเรียนโดยแท้ เชื่อมมั่นว่านักเรียนสามารถแสวงหาความรู้ได้ด้วยตัวเอง โดยครูจะต้องแสดงบทบาทผู้ฟังที่ดีให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ถึงความต้องการความสนใจของนักเรียน และจัดกิจกรรมตามความสนใจของนักเรียนอย่างแท้จริง ต้องไม่แสดงบทบาทของผู้ถ่ายทอดความรู้ให้กับนักเรียน ไม่เป็นผู้กำหนดกิจกรรมให้นักเรียนทำตามความคิดของครู

5. เวลาในการปฏิบัติกิจกรรมตามโครงการของนักเรียนในแต่ละวันของการเรียนการสอนตามรูปแบบนี้ แม้จะใช้เวลาในการสอนวันละ 15-60 นาที แต่กำหนดเวลาดังกล่าวสามารถยืดหยุ่นได้ตามความสนใจของนักเรียน รวมทั้งกำหนดเวลาในการเรียนการสอนตลอดโครงการก็จะขึ้นอยู่กับความสนใจของนักเรียนเช่นเดียวกัน

สรุปได้ว่าข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานมีดังนี้

1. นักเรียนต้องมีความรู้พื้นฐาน และมีทักษะเบื้องต้นเกี่ยวกับการทำโครงงาน
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเหมาะสำหรับนักเรียนกลุ่มเล็กๆ เพราะนักเรียนจะสามารถสร้างปฏิสัมพันธ์กันได้ดี และมีการแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน
3. ครูไม่ใช่ผู้กำหนดกิจกรรมตามความคิดของตนเอง
4. เวลาในการปฏิบัติกิจกรรมโครงงาน สามารถยืดหยุ่นได้ตามความสนใจของนักเรียน

2.8 การประเมินโครงงาน

ชาตรี เกิดธรรม (2547: 23-24) กล่าวว่า การประเมินผลงานโครงงานของนักเรียนเป็นสิ่งสะท้อนถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เนื้อหาสาระ กระบวนการทำงาน คุณภาพของโครงงาน ทักษะในการสื่อสารในการนำเสนอผลงานโครงงานของนักเรียน รวมทั้งการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู ทำให้ครูและนักเรียนได้เห็นปัญหา อุปสรรคของการทำงาน แล้วนำมาพัฒนาปรับปรุงแก้ไขในโครงงานต่อไป การประเมินโครงงานอาจมีกรอบแนวทางในการประเมินดังนี้

1. ประเมินอะไร

1.1 การแสดงออกด้าน ความรู้ความคิด ทักษะกระบวนการ คุณธรรม จริยธรรมและ ค่านิยม

1.2 กระบวนการเรียนรู้

1.3 กระบวนการคิด

1.4 กระบวนการดำเนินงาน

1.5 ผลงาน

2. ประเมินเมื่อใด

2.1 ประเมินอย่างต่อเนื่องตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้นโครงงาน

2.2 ประเมินระหว่างปฏิบัติงาน

2.3 ประเมินหลังเสร็จการทำโครงงาน

3. ประเมินจากอะไร
 - 3.1 ผลงาน (เอกสาร/ชิ้นงาน)
 - 3.2 แบบบันทึกต่างๆ
 - 3.3 แฟ้มสะสมผลงาน
 - 3.4 หลักฐานอื่นๆ (ภาพถ่าย, วีดิทัศน์, แอบบันทึกเสียง)
4. ประเมินโดยใคร
 - 4.1 ตัวผู้ทำโครงการ
 - 4.2 เพื่อน
 - 4.3 ครู-อาจารย์
 - 4.4 ผู้ปกครอง
 - 4.5 ผู้เกี่ยวข้องอื่นๆ (ที่ปรึกษา, ผู้ทรงคุณวุฒิ)
5. ประเมินโดยวิธีใด
 - 5.1 การสังเกต
 - 5.2 การสอบถาม
 - 5.3 การสัมภาษณ์
 - 5.4 การตรวจรายงาน
 - 5.5 การตรวจผลงาน/ชิ้นงาน
 - 5.6 การทดสอบ
 - 5.7 การรายงานปากเปล่า
 - 5.8 การจัดนิทรรศการ

บุรชัย ศิริมหาสาร (2547: 233) และ บุญเลี้ยง ทุมทอง (2550: 131-132) กล่าวว่าแนวทางการประเมินโครงการ เป็นการประเมินผลตามสภาพที่แท้จริง (Authentic Assessment) ซึ่งมีลักษณะดังนี้

1. ทำไปพร้อมๆ กับการเรียนรู้ของนักเรียน
2. ยึดพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกเป็นสำคัญ
3. เน้นการพัฒนาตนเองและการประเมินตนเอง
4. ให้ความสำคัญในการพัฒนาจุดเด่นของนักเรียน
5. มีการเก็บข้อมูลระหว่างปฏิบัติได้ทุกบริบท (Context) ทั้งที่บ้าน โรงเรียน และชุมชน
6. อยู่บนพื้นฐานของเหตุการณ์ชีวิตจริงเอื้อต่อการเชื่อมโยงการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง
7. เน้นคุณภาพของผลงาน ซึ่งเป็นผลจากการบูรณาการความรู้สู่ความสามารถของนักเรียน
8. เน้นการวัดความสามารถในการคิด เช่น ใช้ข้อมูลในการสังเคราะห์อธิบายสรุปเป็นกฎทั่วไป ตั้งสมมติฐาน สรุป และแปรผล
9. วัดปฏิสัมพันธ์เชิงบวก มีการชื่นชม ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสุข สนุกสนานไม่เครียด

10. สนับสนุนการมีส่วนร่วม และรับผิดชอบร่วมกัน

วิธีการประเมินโครงงานของนักเรียน โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณาเป็น 5 ส่วน ดังนี้

1. ผลการเรียนรู้รายบุคคล (Individual Profile) โดยพิจารณาจากความถนัดทางปัญญาด้านต่างๆ จุดอ่อน จุดแข็งของนักเรียน สภาพอารมณ์

2. ความเชี่ยวชาญในการใช้ข้อมูล ทักษะ และทฤษฎีหรือแนวคิด (Mastery of Facts, Skills and Concepts) พิจารณาจากความสามารถในการนำเสนอข้อมูล ความรู้ ทักษะ และทฤษฎีหรือแนวคิดต่างๆ ที่ได้จากการเรียนรู้ในโรงเรียน หรือจากหลักสูตรมาประยุกต์ใช้ในโครงงาน ครูและนักเรียนร่วมกันในการเลือกเนื้อหาสาระจากบทเรียนเข้ามาไว้ในโครงงานหรือสร้างเป็นโครงงาน

3. คุณภาพเนื้อหา (Quality of Work) โครงงานแต่ละเรื่องจะอยู่ภายใต้กรอบขององค์ความรู้บางอย่าง โดยที่แต่ละสาระของแต่ละแขนงต่างก็มีบรรทัดฐานทางคุณภาพโดยเฉพาะสำหรับใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินแต่อาจมีเกณฑ์คุณภาพโดยรวมที่สามารถใช้เป็นตัวตรวจสอบร่วมกันได้ เช่น ความคิดริเริ่มและจินตนาการ ความแม่นยำในหลักวิชาความสามารถในการพัฒนาโครงงานเพื่อนำเสนอแนวความคิดบางอย่างและผลงานภาคปฏิบัติ เป็นต้น

4. การสื่อสาร (Communication) การทำโครงงานเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกการสื่อสารกับเพื่อน ครู และคนอื่นๆ ทักษะในการสื่อสารจึงมีความจำเป็นกับนักเรียนเป็นอย่างยิ่ง เพราะเครื่องมือในการนำเสนอข้อมูลให้กับผู้อื่น

5. การประเมินผลงานตนเอง (Reflection) นักเรียนจะต้องสามารถประเมินผลงานที่ตนเองทำ เพื่อตรวจสอบวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายของงาน และประเมินความคืบหน้าของงาน ข้อบกพร่องต่างๆ ใช้ความรู้ แนวคิด จากประสบการณ์ของตนเองและผู้อื่นมาปรับปรุงโครงงาน ครูและนักเรียนสามารถตรวจสอบ ทบทวนผลงานร่วมกัน หาทางเชื่อมโยงความรู้ที่ได้ใหม่เข้ากับความรู้เดิม

สสวท. (2547: 83-84) กล่าวว่า การประเมินผลการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ มีข้อดีและข้อจำกัดดังนี้

ข้อดี

1. เป็นการประเมินพฤติกรรมของนักเรียนด้านความคิดระดับสูง ประกอบด้วยการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา และคิดตัดสินใจ

2. เป็นการประเมินการทำงานอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง และการเรียนรู้ร่วมกัน รวมทั้งมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. เป็นการประเมินที่มีเป้าหมายและเกณฑ์ โดยการประเมินจากผู้เกี่ยวข้องและนักเรียน

4. เป็นการประเมินผลครอบคลุมพฤติกรรมทุกด้าน และส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา การสำรวจตรวจสอบ การสื่อสาร การนำความรู้ไปใช้ รวมทั้งการเรียนรู้ตามสภาพความเป็นจริงในชีวิตและสังคม

ข้อจำกัด

1. การประเมินผลการทำงานวิทยาศาสตร์ที่กระทำอย่างไม่ต่อเนื่อง โดยประเมินเฉพาะผลผลิตจะได้ผลการประเมินไม่ครอบคลุมตามเป้าหมาย

2. การทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่กำหนดปัญหาให้ศึกษาหรือการทำงานเพื่อประกวดแข่งขัน จะทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสศึกษาในปัญหาที่ตนเองสนใจหรือสงสัยอย่างแท้จริง ผลการทำโครงการวิทยาศาสตร์จึงได้ประโยชน์ไม่สมบูรณ์ตามจุดประสงค์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วราภรณ์ ตระกูลสฤษดิ์ (2551: 26) กล่าวว่า การประเมินการเรียนรู้โดยใช้โครงงานจะต้องมีการประเมินผลการเรียนรู้ ครูผู้สอนจะเป็นผู้กำหนด และเลือกประเมิน โดยมีแนวทางการประเมิน 3 แนวทาง ได้แก่

1. การประเมินกระบวนการ (Evaluate Group Process)

หมายถึง ลำดับขั้นตอนของการดำเนินกิจกรรมตามโครงงานตั้งแต่เริ่มโครงงานจนจบโครงงาน

2. การประเมินผลของโครงงาน (Evaluated Product Group)

หมายถึง ผลที่ได้จากการดำเนินการตามกระบวนการ เช่น คำโครงของโครงงาน รายงานการเขียนหรือผลการนำเสนองาน

3. การประเมินทั้งกระบวนการและผลของโครงงาน

เกณฑ์การประเมินกระบวนการของโครงงานกลุ่มนี้ จะต้องมีการชี้วัดที่มุ่งพิจารณาทั้งในแง่คุณภาพ และแง่ปริมาณของการมีส่วนร่วมกิจกรรมภายในกลุ่ม การเตรียมการในการประชุม การมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม

วัฒนา มัคคสมัน (2554: 59-60) กล่าวว่า การประเมินผลการเรียนการสอน มีดังนี้

1. การประเมินพัฒนาการของนักเรียน

การเรียนการสอนตามรูปแบบนี้เป็นส่วนหนึ่งของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติตามแนวของหลักสูตร ซึ่งมีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์และคุณลักษณะตามวัยที่กำหนดไว้ในหลักสูตร นอกจากนั้นรูปแบบการสอนนี้ยังมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้นักเรียนสามารถพัฒนากระบวนการคิด สามารถลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามความสนใจของตนเอง สามารถแก้ปัญหาได้อย่างเป็นกระบวนการ และเพื่อเสริมสร้างการเห็นคุณค่าในตนเองของนักเรียนแต่ละคน ดังนั้นการประเมินผลการเรียนการสอนตามรูปแบบนี้จึงเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินพัฒนาการของนักเรียนตามหลักสูตร กระบวนการประเมินผลจึงเป็นกระบวนการสังเกตพฤติกรรมที่เกิดขึ้นตลอดเวลา ในการจัดกิจกรรมตามกระบวนการเรียนการสอน ใช้การบันทึกคำพูด และเก็บรวบรวมผลงานนักเรียน มุ่งเน้นที่ความต้องการการช่วยเหลือและการประสบผลสำเร็จของนักเรียนแต่ละคน ไม่ใช่การประเมินผลที่มุ่งให้คะแนนจากผลการทำงาน และจัดลำดับที่เปรียบเทียบในกลุ่ม

2. การประเมินโครงการ

การที่คุณครูจะตอบคำถามตนเองได้ว่า โครงการที่ได้ร่วมมือกับนักเรียน ค้นหาคำตอบจนสำเร็จนั้นมีคุณค่าเพียงใด เป็นโครงการที่ดีหรือยัง ผู้เขียนขอแนะนำให้ประเมินโดยใช้หลักการ 9

ประการของรูปแบบการเรียนการสอนนี้เป็นเกณฑ์ในการตรวจสอบ แต่ทั้งนี้ต้องไม่ลืมว่าการประเมินนั้นมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงกิจกรรมในการทำโครงการกับนักเรียน ในครั้งต่อไป คำถามที่ใช้ประเมินเมื่อทำโครงการเสร็จแล้วคือ

2.1 นักเรียนศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างลุ่มลึกลงไป ในรายละเอียดของเรื่องนั้น ด้วยกระบวนการคิดและแก้ปัญหาของนักเรียนเอง จนพบคำตอบที่ต้องการหรือไม่

2.2 เรื่องที่ศึกษากำหนดโดยนักเรียนเองหรือไม่

2.3 ประเด็นที่ศึกษาหรือปัญหา เกิดจากข้อสงสัยหรือปัญหาของนักเรียนเองหรือไม่

2.4 นักเรียนมีโอกาสได้มีประสบการณ์ตรงกับเรื่องที่ศึกษา โดยการสังเกตอย่างใกล้ชิด จากแหล่งความรู้เบื้องต้นหรือไม่

2.5 ระยะเวลาการสอนยาวนานอย่างเพียงพอตามความสนใจของนักเรียนหรือไม่

2.6 นักเรียนได้ประสบทั้งความล้มเหลวและความสำเร็จในการศึกษาตามกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนเองหรือไม่

2.7 ความรู้ใหม่ที่ได้จากกระบวนการศึกษาและการแก้ปัญหาของนักเรียน เป็นสิ่งที่นักเรียนใช้กำหนดประเด็นศึกษาขึ้นใหม่ หรือใช้ปฏิบัติกิจกรรมที่นักเรียนต้องการหรือไม่

2.8 นักเรียนได้นำเสนอกระบวนการศึกษา และผลงานต่อคนอื่นหรือไม่

2.9 ครูไม่ใช่ผู้ถ่ายทอดความรู้ หรือกำหนดกิจกรรมให้นักเรียนทำ แต่เป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์อื่นๆ เพื่อจัดระบบความคิด และสนับสนุนให้นักเรียนใช้ความรู้ทักษะที่มีอยู่คิดแก้ปัญหาด้วยตัวเองหรือไม่

สสวท. (2555: 78-86) กล่าวว่า การประเมินผลการทำโครงงานวิทยาศาสตร์สามารถประเมินได้จากทุกขั้นตอนของการปฏิบัติ โดยสังเกตจากการทำกิจกรรมในกระบวนการเรียนรู้และการปฏิบัติการทดลองของนักเรียน ซึ่งสมรรถภาพด้านต่างๆ ที่ประเมินได้จากการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ มีตัวอย่างดังนี้

ตาราง 4 การประเมินผลการทำโครงการวิทยาศาสตร์จากการทำงานกิจกรรมในกระบวนการเรียนรู้

กิจกรรมในกระบวนการเรียนรู้	สมรรถภาพที่ประเมินได้
1. การเรียนรู้ด้วยตนเอง	- ความรู้ความเข้าใจในหลักการและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ - การศึกษาค้นคว้า - การใช้แหล่งเรียนรู้ - การแก้ปัญหา
2. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	- วิธีการทางวิทยาศาสตร์ - ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การกำหนดและควบคุมตัวแปร การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป
3. กระบวนการแก้ปัญหา	- การกำหนดปัญหา - การคิดวิเคราะห์และทำความเข้าใจกับปัญหา - การวางแผนการแก้ปัญหา - การลงมือแก้ปัญหาและประเมินผลการแก้ปัญหา - การตรวจสอบและนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้
4. การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้	- การเขียนรายงาน - การจัดแสดงผลงาน

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*.

นอกจากนี้ผู้ประเมินสามารถสังเกตการทำงานกิจกรรมและกระบวนการเรียนรู้ที่สะท้อนสมรรถภาพของนักเรียนในด้านการทำงานอย่างเป็นระบบซึ่งประกอบด้วย การวางแผนการปฏิบัติ การลงมือปฏิบัติ และการนำเสนอผลงาน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตาราง 5 การประเมินผลการทำงานโครงการวิทยาศาสตร์จากการดำเนินงาน

การดำเนินงาน	สมรรถภาพที่ประเมินได้
1. การวางแผนที่มีการกำหนดปัญหาและจุดประสงค์การทำงาน	- การกำหนดปัญหาตามความสนใจ - การศึกษาหาความรู้ การสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา - การกำหนดจุดประสงค์ การทำนายผล - การออกแบบวิธีการและขั้นตอนการทำงาน - การเลือกวัสดุและอุปกรณ์
2. การลงมือปฏิบัติ	- การปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้ - การใช้เครื่องมือหรือวัสดุและอุปกรณ์การทดลองอย่างถูกต้องเหมาะสม - การบันทึกข้อมูลอย่างสม่ำเสมอ - การวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมายข้อมูลอย่างมีเหตุผล - การลงข้อสรุปและการให้ข้อเสนอแนะเพื่อการประยุกต์ใช้
3. การนำเสนอผลงาน	- การเขียนรายงานที่มีแบบแผนตามหัวข้อที่กำหนดในรายงาน เช่น บทคัดย่อ หลักการและเหตุผล ความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ สมมติฐาน วิธีการศึกษา สรุปและอภิปราย และข้อเสนอแนะ - การจัดแสดงผลงาน โดยใช้ทักษะหลายด้านผสมผสานกัน เช่น การจัดป้ายนิเทศ การสาธิต การใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยี การสื่อสารทั้งการพูด การอ่านและการเขียน

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*.

การให้คะแนนการประเมินผลการทำงานโครงการวิทยาศาสตร์ มีเกณฑ์การให้คะแนน 2 แบบ คือ เกณฑ์การประเมินแบบภาพรวม และเกณฑ์การประเมินแบบแยกองค์ประกอบย่อย ซึ่งมีลักษณะดังนี้

1. เกณฑ์การประเมินแบบภาพรวม

เป็นเกณฑ์การประเมินที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อการสรุปผลเป็นช่วงเวลา เช่น 1 เดือน 3 เดือนหรือ 1 ภาคเรียน หรือประเมินเมื่อทำโครงการวิทยาศาสตร์เสร็จสมบูรณ์ เช่น การประเมินการวางแผน การปฏิบัติ การเขียนรายงาน และการจัดแสดงโครงการวิทยาศาสตร์ เกณฑ์การประเมินแบบภาพรวมมีตัวอย่างดังนี้

- 1.1 การวางแผน (กำหนดปัญหา จุดประสงค์หรือวิธีการเรียนรู้)
- 1.2 การปฏิบัติ
- 1.3 การเขียนรายงาน
- 1.4 การจัดแสดงผลงาน

2. เกณฑ์การประเมินแบบแยกองค์ประกอบย่อย

เป็นเกณฑ์การประเมินที่ใช้เพื่อการติดตามและให้ความช่วยเหลือในระหว่างทำงาน ผลการประเมินที่ได้เป็นข้อมูลป้อนกลับในการปรับปรุงหรือแก้ไขการปฏิบัติให้ถูกต้องก่อนที่จะทำกิจกรรมในขั้นตอนต่อไป ดังนั้นรายการประเมินจึงมีรายละเอียดแยกเป็นองค์ประกอบย่อยดังตัวอย่างต่อไปนี้

- 2.1 การกำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน และระบุความสัมพันธ์ของตัวแปร
- 2.2 การศึกษาข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
- 2.3 การปฏิบัติ
- 2.4 การบันทึกข้อมูล
- 2.5 การจัดกระทำและแปลความหมายข้อมูล
- 2.6 การสรุปผล
- 2.7 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์การเขียนรายงาน

สรุปได้ว่าแนวทางการประเมินโครงการ เป็นการประเมินผลตามสภาพจริง ซึ่งมีลักษณะ

ดังนี้

1. ประเมินอะไร
 - 1.1 ประเมินการวางแผนการทำงาน
 - 1.2 ประเมินกระบวนการทำงาน
 - 1.3 ประเมินผลสำเร็จของงาน
2. ประเมินเมื่อใด

ประเมินตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้นโครงการ
3. ประเมินจากอะไร
 - 3.1 ผลงาน
 - 3.2 แบบประเมิน
4. ประเมินโดยใคร
 - 4.1 ตัวผู้ทำโครงการ
 - 4.2 เพื่อน
 - 4.3 ครู
5. ประเมินโดยวิธีใด
 - 5.1 การสังเกต
 - 5.2 การสัมภาษณ์

5.3 การตรวจผลงาน

5.4 การรายงาน

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กู๊ด (Good. 1973: 103) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ความรู้ที่ได้รับหรือทักษะที่พัฒนามาจากการเรียนในสถานศึกษาโดยปกติวัดจากคะแนนที่ครูเป็นผู้ให้หรือจากแบบทดสอบ หรืออาจรวมทั้งคะแนนที่ครูเป็นผู้ให้และคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543: 19) ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง เป็นการทดสอบที่มุ่งทดสอบความรู้ทักษะและสมรรถของสมองในด้านต่างๆของนักเรียนว่าหลังเรียนรู้อะไรบ้างแล้วนักเรียนมีความรู้ความสามารถในวิชาที่เรียนมากน้อยเพียงใดมีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปจากพฤติกรรมเดิมตามความมุ่งหมายของหลักสูตรในวิชานั้นเพียงใด

บังอร ภัทรโกมล (2541: 31) ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง การวัด การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม สมรรถภาพทางสมองและสติปัญญา เช่น ความรู้ ความเข้าใจในเรื่องต่างๆที่เรียนไปแล้วมากน้อยเพียงใด โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ซึ่งวัดภายหลังการเรียนและจะต้องวัดตามจุดประสงค์ของวิชาและเนื้อหาที่สอน ซึ่งวัดจากคะแนนที่นักเรียนตอบแบบทดสอบ จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ดังกล่าว ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง การประมวลความรู้ ความสามารถของนักเรียนตามจุดประสงค์ของวิชา และเนื้อหาที่สอน

3.2 เป้าหมายและวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

เรนเนอร์; และ สเตฟฟอร์ด (Renner; & Stafford. 1972: 162-168) ได้กล่าวถึงเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ว่ามี 3 ประการ ได้แก่

1. พัฒนานักเรียนให้มีความสามารถใช้กระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล
2. พัฒนานักเรียนให้มีความสามารถและมีความมั่นใจที่จะสืบเสาะหาความรู้
3. ให้มีความเข้าใจในการเปลี่ยนแปลงธรรมชาติของสิ่งแวดล้อมในด้านเกี่ยวกับสสารพลังงาน และการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน

ถ้าสามารถพัฒนานักเรียนให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าวแล้ว นักเรียนก็จะเป็นผู้มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์อย่างแน่นอน

คาริน; และ ซันด์ (Carin; & Sund. 1975: 76-77) ได้กล่าวถึงวัตถุประสงค์ทั่วไปในการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งคณะกรรมการสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาของสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้า

ทางวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกาและจากหนังสือปีที่ 46 ของสมาคมแห่งชาติเพื่อการศึกษา ในหัวข้อการศึกษาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนของสหรัฐอเมริกา ได้เขียนวัตถุประสงค์ไว้เป็น 5 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้

สามารถอ่านและบอกความหมายของข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ และมติทางวิทยาศาสตร์ได้ และสามารถประยุกต์ใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ เมื่อกำหนดปัญหาที่ต้องประยุกต์ใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถเรียนรู้ที่จะประยุกต์ใช้หลักการได้

2. ด้านทักษะการใช้เครื่องมือ

มีทักษะในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ตีความหมายข้อมูล และจัดทำแผนที่ กราฟ แผนภูมิ และตารางที่เหมาะสมกับปัญหาได้

3. ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

มีทักษะในการแก้ปัญหา เช่น การสังเกต การลงความเห็น การมองเห็นและระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน กำหนดวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่จะทดสอบสมมติฐาน การสืบเสาะหาความรู้ การควบคุมและจัดกระทำกับตัวแปร การสร้างรูปแบบ การสรุปโดยคำนึงถึงและใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับเวลา การใช้จำนวนและความสัมพันธ์ของเลขจำนวน การแยกประเภท การวัด การสื่อสาร และการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

4. ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์

มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยเป็นคนใจกว้าง ยอมรับข้อเท็จจริงใหม่ประกอบการพิจารณา ยังไม่ด่วนสรุปจนกว่าจะมีข้อเท็จจริงเพียงพอ ใช้การควบคุมและยอมรับเป็นหลักการทั่วไป ถ้ามีหลักฐานเพียงพอ

5. ด้านความนิยมวิทยาศาสตร์

มีความสนใจในวิทยาศาสตร์ โดยการอ่าน การรวบรวม การศึกษา หรือการเข้าร่วมในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ เป็นการใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ด้วย

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542: 96) กล่าวว่าวัตถุประสงค์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นองค์ประกอบสำคัญประการหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เป็นแนวทางในการจัดกระบวนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ วัตถุประสงค์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ

1. วัตถุประสงค์ระดับหลักสูตร เป็นจุดมุ่งหมายทั่วไปของหลักสูตรซึ่งเขียนไว้ เป็นแนวทางให้ผู้บริหาร ผู้สอน และบุคคลทั่วไปได้ศึกษา ทำความเข้าใจและนำไปสู่การปฏิบัติได้

2. วัตถุประสงค์ระดับวิชา เป็นจุดมุ่งหมายการเรียนการสอนแต่ละรายวิชา วัตถุประสงค์ของวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง จุดมุ่งหมายซึ่งเขียนไว้เฉพาะเจาะจงมากกว่าวัตถุประสงค์ระดับหลักสูตรและต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ระดับหลักสูตร

3. วัตถุประสงค์ระดับบทเรียน เป็นจุดมุ่งหมายเฉพาะของบทเรียน ซึ่งโดยทั่วไปแล้วมักจะเขียนไว้ในรูปของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

กรมวิชาการ (2546: 3-4) กล่าวว่าจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษามีเป้าหมายสำคัญดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนาระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

สสวท. (2550: 99) ได้กล่าวถึงเป้าหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้เกิดผลดีจะต้องมีการกำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้ชัดเจนในการจัดการศึกษาแต่ละระดับชั้น ประเทศต้องการพลเมืองที่มีความรู้ความสามารถอย่างไร จากนั้นจึงจะกำหนดวัตถุประสงค์ของหลักสูตรให้สอดคล้องกัน

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีอิทธิพลต่อมนุษย์อย่างมาก ดังนั้นทุกประเทศจึงพยายามให้พลเมืองของตนได้มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) เพื่อให้สามารถอยู่ในสังคมได้อย่างเป็นสุข ตลอดจนสามารถใช้เทคโนโลยีอันเป็นผลมาจากความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

การจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ในแต่ละระดับย่อมมีเป้าหมายที่ต่างกัน เช่น การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ในระดับต้น การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นพื้นฐาน คือให้พลเมืองส่วนใหญ่มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์เพื่อป้องกัน ในระดับต่อไปเป็นการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ให้เป็นพื้นฐานสำหรับผู้ที่ประกอบอาชีพหรือวิชาชีพที่อาศัยเทคโนโลยี และระดับสูงสุดเป็นการศึกษาวิทยาศาสตร์เพื่อเตรียมนักวิทยาศาสตร์ในสาขาวิชาต่างๆ ซึ่งหมายความว่าประชาชนพลเมืองทุกคนจำเป็นต้องเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามระดับ ตามความจำเป็น และความสนใจของแต่ละบุคคล

ณัฐติยาภรณ์ หยกอุบล (2555: 198-202) กล่าวว่า ลีโอพาร์ต คลอปเฟอร์ (Leopold Klopfer) นักการศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพิตต์สเบิร์ก ได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้ทั้งเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการให้นักเรียนเปลี่ยนแปลง เช่น ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติ ความสนใจ การนำไปใช้ เป็นต้น วัตถุประสงค์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวของคลอปเฟอร์เป็นที่แพร่หลายมากโดยเฉพาะการจัดทำหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของประเทศไทย ทั้งในระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาได้ยึดแนวของคลอปเฟอร์ในการกำหนดวัตถุประสงค์คลอปเฟอร์ได้แบ่งวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ความรู้ความเข้าใจวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนอาจได้รับมาจากกระบวนการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ หรือการศึกษาจากเอกสารและตำราต่างๆ หรือจากการฟังคำบรรยาย ซึ่งแบ่งได้ดังนี้
 - 1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงปลีกย่อยเฉพาะราย
 - 1.2 ความรู้เกี่ยวกับคำเฉพาะหรือคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์
 - 1.3 ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์วิทยาศาสตร์
 - 1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลงที่ใช้ในวิทยาศาสตร์
 - 1.5 ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นตอนและแนวโน้ม
 - 1.6 ความรู้เกี่ยวกับการจัดประเภทและเกณฑ์ที่ใช้
2. ความรู้และทักษะกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งเป็นทักษะทักษะต่างๆ ดังต่อไปนี้
 - 2.1 การสังเกตและการวัด วัดคุณสมบัติข้อนี้ต้องการให้นักเรียนมีความสามารถดังนี้
 - 2.1.1 สังเกตวัตถุและปรากฏการณ์ต่างๆ
 - 2.1.2 บรรยายสิ่งที่สังเกตโดยใช้ภาษาที่เหมาะสม
 - 2.1.3 วัดปริมาณของวัตถุและการเปลี่ยนแปลง
 - 2.1.4 เลือกเครื่องมือวัดที่เหมาะสม
 - 2.1.5 ประเมินค่าของการวัดและยอมรับขอบเขตของค่าที่ถูกต้อง
 - 2.2 การมองเห็นปัญหาและการกำหนดแนวทางแก้ปัญหา วัดคุณสมบัติข้อนี้ต้องการให้นักเรียนมีความสามารถดังนี้
 - 2.2.1 ยอมรับในปัญหาหรือระบุปัญหาได้
 - 2.2.2 ตั้งสมมติฐานเพื่อแก้ปัญหา
 - 2.2.3 เลือกวิธีที่เหมาะสมเพื่อทดสอบสมมติฐาน
 - 2.2.4 ออกแบบทดลอง
 - 2.3 การแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป วัดคุณสมบัติข้อนี้ต้องการให้นักเรียนมีความสามารถดังนี้
 - 2.3.1 จัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
 - 2.3.2 เสนอข้อมูลในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ
 - 2.3.3 ตีความหมายข้อมูลที่ได้จากการทดลองและการสังเกต
 - 2.3.4 พยากรณ์ภายในและภายนอกขอบเขตข้อมูล
 - 2.3.5 ตรวจสอบสมมติฐานด้วยข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
 - 2.4 การสร้างการทดสอบและปรับปรุงรูปแบบทฤษฎี วัดคุณสมบัติข้อนี้ต้องการให้นักเรียนมีความสามารถดังนี้
 - 2.4.1 ตระหนักถึงความสำคัญที่จะต้องสร้างรูปแบบทฤษฎี
 - 2.4.2 สร้างรูปแบบทฤษฎีที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับปรากฏการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

ขึ้น

2.4.3 ยกตัวอย่างของความสัมพันธ์ต่าง ๆ ที่สามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีที่สร้าง

2.4.4 อนุมานสมมติฐานใหม่จากทฤษฎีนี้

2.4.5 แปลความหมายและประเมินผลการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานใหม่

2.4.6 ปรับปรุงแก้ไขรูปแบบทฤษฎี

3. ความสามารถในการนำความรู้และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ไปใช้ เนื่องจากนักเรียนจะต้องประสบกับปัญหาต่าง ๆ มากมายในชีวิตประจำวัน การที่นักเรียนสามารถนำความรู้และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ที่พบ แสดงว่านักเรียนมีความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ โดยมีปัญหา 3 ประเภท ดังต่อไปนี้ที่นักเรียนควรนำไปฝึก

3.1 แก้ปัญหาใหม่ในวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยกันและในสาขาวิชาเดียวกัน

3.2 แก้ปัญหาใหม่ในวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยกันแต่ต่างสาขาวิชา

3.3 แก้ปัญหาที่นอกเหนือไปจากเรื่องของวิทยาศาสตร์

4. ทักษะในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ วัตถุประสงค์ข้อนี้ต้องการให้นักเรียนมีความสามารถดังนี้

4.1 พัฒนาทักษะการใช้เครื่องมือปฏิบัติการที่ใช้ทั่วไป

4.2 ใช้เทคนิควิธีการในการปฏิบัติทั่วไปด้วยความระมัดระวังและปลอดภัย

5. เจตคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะที่นักเรียนแสดงออกให้เห็นว่านักเรียนมีเจตคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์มีดังนี้

5.1 ชื่นชมกับงานทางด้านวิทยาศาสตร์และยอมรับว่านักวิทยาศาสตร์มีส่วนช่วยสนับสนุนในการศึกษาค้นคว้าเรื่องต่างๆ

5.2 ยอมรับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการทางปัญญา

5.3 ยอมรับในคุณค่าของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

5.4 สนุกสนานในการทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

5.5 พัฒนาความสนใจในวิทยาศาสตร์และกิจกรรมที่ใช้วิทยาศาสตร์ตลอดจนสนใจที่จะเลือกวิทยาศาสตร์เป็นอาชีพ

6. แนวโน้มทางวิทยาศาสตร์ วัตถุประสงค์ข้อนี้ต้องการให้นักเรียนได้แสดงออกในเรื่องต่อไปนี้

6.1 เข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ประเภทต่างๆ และคำต่างๆ ที่ใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์

6.2 ยอมรับในขีดจำกัดของวิทยาศาสตร์และอิทธิพลของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อปรัชญาทั่วไป

6.3 ตระหนักว่าประวัติของวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานที่สำคัญต่อการพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์

6.4 ตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางเทคโนโลยี และการพัฒนาทางเศรษฐกิจ

6.5 ยอมรับความสำคัญของวิทยาศาสตร์ในแง่ของสังคมและศีลธรรมจรรยา

สรุปได้ว่าเป้าหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. นักเรียนสามารถใช้กระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล
2. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์และ
3. นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์
4. นักเรียนสามารถใช้ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้
5. นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
6. นักเรียนสามารถนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

3.3 การพัฒนานักเรียนด้านวิทยาศาสตร์

บัญญัติยาภรณ์ หยกอุบล (2555: 330) กล่าวถึงการพัฒนาักเรียนด้านวิทยาศาสตร์ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ควรมีการพัฒนา ดังนี้

1. ด้านทักษะการปฏิบัติต่อความรู้ทั้งต่อตนเองและผู้อื่น ความมีระเบียบวินัยในการทำงาน ทำให้นักเรียนเกิดความพร้อมในการเรียนรู้ มีวินัยในตนเอง มีทักษะในกระบวนการทำงาน วางแผน และร่วมมือในการทำงานเป็นอย่างดี
2. ด้านจิตใจใฝ่เรียนรู้ นักเรียนเห็นประโยชน์และคุณค่าของการเรียน กล้าคิด กล้าตัดสินใจ รู้จักคิด คิดเป็นเหตุเป็นผล มีจิตตั้งมั่นในการเรียนและการทำงาน มีน้ำใจช่วยเหลือผู้อื่น
3. ด้านสติปัญญาที่มีต่อการเรียนรู้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ตอบข้อซักถาม ทำแบบฝึกหัด ทำแบบทดสอบได้ดีขึ้น นำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ได้ดี

3.4 การประเมินการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กรมวิชาการ (2546: 231) กล่าวว่า การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้จะบรรลุตามเป้าหมายของการเรียนการสอนที่วางไว้ได้ ควรมีแนวทางดังต่อไปนี้

1. ต้องวัดและประเมินผลทั้งความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมในวิทยาศาสตร์ รวมทั้งโอกาสในการเรียนรู้ของผู้เรียน
2. วิธีการวัดและประเมินผลต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้
3. ต้องเก็บข้อมูลที่ได้จากการวัดและประเมินผลอย่างตรงไปตรงมา และต้องประเมินผลภายใต้ข้อมูลที่มีอยู่

4. ผลการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนต้องนำไปสู่การแปลผลและลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

5. การวัดและประเมินผลต้องมีความเที่ยงตรงและเป็นธรรม ทั้งในด้านของวิธีการวัด โอกาสของการประเมิน

สูนีย์ คล้ายนิล; และคนอื่นๆ (2551: 14) ได้กล่าวถึงการประเมินการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไว้ว่า จุดประสงค์การประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบที่ต่างมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันดังนี้

1. บริบทของการประเมินผลวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การรับรู้ถึงสถานการณ์ในชีวิตที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Identifying Scientific Issue) การอภิปรายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) และ การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (Using Scientific Evidence)

3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ความรู้ในเรื่องโลกธรรมชาติเรียกว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กับความรู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์นั้นๆ เรียกว่า ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

4. เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การแสดงการตอบสนองต่อวิทยาศาสตร์ด้วยความสนใจ สนับสนุนการสืบหาความรู้วิทยาศาสตร์และแสดงความรับผิดชอบต่อสิ่งต่างๆ เช่น ในประเด็นของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

องค์ประกอบทั้ง 4 ในการประเมินการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน กล่าวคือบริบทที่ต้องใช้ชีวิตหรือเผชิญอยู่ บังคับให้คนต้องมีสมรรถนะที่จะเผชิญหรือตอบสนองและการที่จะตอบสนองได้ดีเพียงใดเป็นผลกระทบของความรู้และเจตคติของแต่ละคน

สสวท. (2555: 162-163) กล่าวว่า การประเมินผลการเรียนรู้จะบรรลุผลตามเป้าหมายของการเรียนการสอนที่วางไว้ได้ควรมีแนวทางดังต่อไปนี้

1. ต้องประเมินผลทั้งความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมในวิทยาศาสตร์ รวมทั้งโอกาสในการเรียนรู้ของนักเรียน

2. วิธีการประเมินผลต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

3. ต้องเก็บข้อมูลที่ได้จากการประเมินผลอย่างตรงไปตรงมา และต้องประเมินผลภายใต้ข้อมูลที่มีอยู่

4. ผลการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนต้องนำไปสู่การแปลผลและลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

5. การประเมินผลต้องมีความเที่ยงตรงและเป็นธรรม ทั้งในด้านของวิธีการวัด โอกาสของการประเมิน

และจุดมุ่งหมายของการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีดังต่อไปนี้

1. เพื่อวินิจฉัยความรู้ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมของนักเรียน และเพื่อซ่อมเสริมนักเรียนให้พัฒนาความรู้ความสามารถและทักษะได้เต็มตามศักยภาพ
2. เพื่อใช้เป็นข้อมูลป้อนกลับให้แก่ตัวนักเรียนเองว่าบรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้เพียงใด
3. เพื่อใช้ข้อมูลในการสรุปผลการเรียนรู้และเปรียบเทียบถึงระดับพัฒนาการของการเรียนรู้

การประเมินผลจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อกระบวนการเรียนการสอน วิธีการประเมินผลที่สามารถสะท้อนผลการเรียนรู้อย่างแท้จริงของนักเรียน และครอบคลุมกระบวนการเรียนรู้และผลการเรียนรู้จึงต้องประเมินผลจากสภาพจริง (Authentic Assessment)

3.5 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542: 97) การจำแนกประเภทของวัตถุประสงค์ทางการศึกษา ซึ่งมุ่งเน้นการประเมินการเรียนรู้ 1 ด้าน ดังนี้

1. ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) เป็นวัตถุประสงค์ทางการศึกษาที่เกี่ยวกับ ความรู้ ความเข้าใจ การใช้ความคิด เป็นการเรียนรู้ทางด้านสติปัญญา ใช้สมอง การเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย แบ่งเป็น 6 ชั้น เรียงลำดับจากขั้นต่ำไปชั้นสูง ดังนี้

1.1 ความรู้ (Knowledge) เป็นความสามารถในการรับรู้และจำเรื่องต่างๆ อาจจำแนกย่อยได้เป็นความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์หรือทอมเฉพาะ ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความรู้ในแบบแผน ข้อตกลง ลำดับขั้นตอนและแนวโน้ม การจัดประเภท เกณฑ์ และเทคนิควิธีการ

1.2 ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นความสามารถในการแปลความ การตีความ การขยายความ สรุปอ้างอิง อธิบาย บรรยายในเรื่องราวและเหตุการณ์ต่างๆ

1.3 การนำไปใช้ (Applicacation) เป็นความสามารถในการนำหลักการ กฎเกณฑ์ ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้

1.4 การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแยกแยะความรู้ต่างๆ เป็นการหาองค์ประกอบย่อย จนกระทั่งมองเห็นความสำคัญ และหาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ข้อมูลย่อยๆ เหล่านั้น และหาหลักการของความรู้นั้นได้

1.5 การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยเข้าเป็นเรื่องราวเดียวกัน การสังเคราะห์แบ่งออกได้เป็น การสังเคราะห์เป็นผลผลิตเป็นเรื่องราวต่างๆ การสังเคราะห์เป็นแผนงานหรือกิจกรรมที่จะปฏิบัติ การสังเคราะห์เป็นนามธรรม หรือการสร้างหลักการ ทฤษฎีต่างๆ

1.6 การประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการวินิจฉัยหรือตัดสินเกี่ยวกับคุณค่าของการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดลงไป โดยยึดถือเกณฑ์เป็นหลัก

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

เพียเจต์ (Piaget. 1962: 120) ได้อธิบายถึงความสามารถในการคิดแก้ปัญหาตามทฤษฎีด้านพัฒนาการ เป็นความสามารถของนักเรียนที่มีการพัฒนามาตั้งแต่ชั้นที่ 3 คือ นักเรียนที่มีอายุ 7-10 ปี จะเริ่มมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาแบบง่าย ๆ ภายในขอบเขตจำกัด และเมื่อมีอายุ 11-15 ปี ซึ่งระดับพัฒนาการอยู่ในชั้นที่ 4 นักเรียนจะมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลดีขึ้น และสามารถคิดแก้ปัญหาแบบซับซ้อนได้ สามารถเรียนรู้ในสิ่งที่ป็นนามธรรมชนิดสลับซับซ้อนได้

กาเย (Gagne. 1970: 62) อธิบายว่าการคิดแก้ปัญหาเป็นรูปแบบการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่สองประเภทขึ้นไปและใช้หลักการนั้นมาผสมผสานกันจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ที่เรียกว่าความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหาการเรียนรู้ประเภทนี้ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทความคิดรวบยอดเป็นฐานของการเรียน เป็นการเรียนรู้ประเภทหนึ่งที่ต้องอาศัยความสามารถในการมองลักษณะร่วมของสิ่งเร้าทั้งหมด

กู๊ด (Good. 1973 : 518) อธิบายว่าการแก้ปัญหาเป็นแบบแผนหรือวิธีการซึ่งอยู่ในสถานะที่มีความยุ่งยากลำบากหรืออยู่ในสถานะที่พยายามตรวจสอบข้อมูลที่นำมาได้ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับปัญหามีการตั้งสมมติฐานและการตรวจสอบสมมติฐานภายใต้การควบคุมมีการเก็บข้อมูลจากการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์นั้นว่าจริงหรือไม่

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556: 103) ได้อธิบายว่าการคิดแก้ปัญหา หมายถึง การคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างพินิจพิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ ที่เป็นประเด็นสำคัญของเรื่องหรือสิ่งต่าง ๆ ที่คอยก่อความสร้างความรำคาญสร้างความยุ่งยากสับสนและความวิตกกังวลและพยายามหาหนทางคลี่คลายสิ่งเหล่านั้นให้ปรากฏและหาหนทางจัดปัดเป่าสิ่งที่เป็นปัญหาก่อความรำคาญความวิตกกังวลความยุ่งยากสับสนให้หมดไป

สุคนธ์ สินธพานนท์; วรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์; และ พรณี สินธพานนท์ (2555: 138) กล่าวว่าความสามารถในการคิดแก้ปัญหา หมายถึง การนำประสบการณ์เดิมที่เกิดจากการเรียนรู้มาเป็นพื้นฐานการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือปัญหาใหม่ โดยมีขั้นตอนหรือกระบวนการในการแก้ปัญหาให้บรรลุเป้าหมายหรือเป้าประสงค์ที่กำหนดไว้

สรุปได้ว่าความหมายของความสามารถในการคิดแก้ปัญหา คือ ความสามารถของบุคคลในการคิด โดยอาศัยความรู้ ประสบการณ์ กระบวนการคิดที่หลากหลายและการปฏิบัติอย่างมีระบบเพื่อหาคำตอบของปัญหาโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

4.2 องค์ประกอบของการคิดแก้ปัญหา

มีผู้ให้แนวคิดองค์ประกอบของการแก้ปัญหาหลายคนดังนี้

มอร์แกน (Morgan. 1978: 154-155) สรุปความสามารถในการแก้ปัญหาของบุคคลต่างกันเนื่องจากองค์ประกอบต่อไปนี้

1. สติปัญญา ผู้มีสติปัญญาคิดแก้ปัญหาได้ดี
2. แรงจูงใจ เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดแนวทางในการคิดแก้ปัญหา
3. ความพร้อมในการแก้ปัญหาใหม่ๆ ความพร้อมในการแก้ปัญหานั้นเนื่องจากประสบการณ์

ที่มีมาก่อน

4. การเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

กรอสนิคเคิล; และ บรูคเนอร์ (Grossnickle; & Brueckner. 1959: 310-311) กล่าวถึงองค์ประกอบของกระบวนการแก้ปัญหา ดังนี้

1. ปัญหาต้องเกี่ยวข้องกับตัวนักเรียน
2. เป็นปัญหาที่สามารถทำการแก้ไขได้
3. ปัญหานั้นอยู่ในขอบเขตที่ชัดเจนที่นักเรียนแต่ละคนสามารถเข้าใจได้
4. นักเรียนจะเสนอวิธีแก้ปัญหาที่เป็นไปได้
5. นักเรียนได้รับการแนะนำจากครูในการวางแผนการแก้ปัญหา การเก็บรวบรวมข้อมูล

และการประเมินผล

6. นำวิธีการต่างๆ มาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
7. นักเรียนจะนำกระบวนการแก้ปัญหาที่วางแผนไว้แล้วนั้นมาใช้ในสถานการณ์ที่เป็นต้น

กำเนิดของปัญหาที่เกิดขึ้น

8. สรุปการแก้ปัญหา

รุ่งชีวา สุขดี (2531: 35) กล่าวว่าความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเป็นทักษะอย่างหนึ่งที่ต้องฝึกฝนอยู่เสมอ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลยังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายๆ ด้านด้วยกัน คือ

1. ประสบการณ์ของแต่ละบุคคลหรือความรู้เดิม
2. วุฒิภาวะของสมองและความสามารถทางสติปัญญา
3. สภาพการณ์ที่แตกต่างกัน
4. กิจกรรมและความสนใจของแต่ละคนที่มีต่อปัญหาหนึ่ง
5. ความสามารถในการมองเห็นลักษณะร่วมกันของสิ่งเร้าทั้งหมด

4.3 ขั้นตอนการคิดแก้ปัญหา

มีผู้ให้แนวคิดขั้นตอนการแก้ปัญหาหลายคนดังนี้

บลูม (Bloom. 1956: 122) ได้เสนอขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาดังนี้

ขั้นที่ 1 เมื่อนักเรียนได้พบปัญหานักเรียนจะคิดค้นหาสิ่งที่เคยพบเห็น ที่เกี่ยวกับปัญหา

ขั้นที่ 2 นักเรียนจะใช้ผลจากขั้นที่หนึ่งมาสร้างรูปแบบของปัญหาขึ้นมาใหม่

ขั้นที่ 3 จำแนกแยกแยะปัญหา

ขั้นที่ 4 การเลือกใช้ทฤษฎีหลักการความคิดและวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา

ขั้นที่ 5 การใช้ข้อสรุปของวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

อนึ่ง ความสามารถทางสมองที่นำมาใช้คิดแก้ปัญหาในขั้นที่ 1-4 เป็นส่วนของการนำไปใช้ขั้นที่ 5 และ 6 เป็นส่วนของความเข้าใจ สำหรับความรู้ ความจำ ถือว่าเป็นพื้นฐานที่จำเป็นในการคิดแก้ปัญหา ส่วนความสามารถในการวิเคราะห์ เป็นความสามารถทางสมองที่นำมาใช้ในกระบวนการคิดแก้ปัญหาในขั้นที่ 3

โพลยา (Polya. 1957: 6-22) ได้เสนอขั้นตอนของการคิดแก้ปัญหา ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจในปัญหา พยายามเข้าใจในสัญลักษณ์ต่างๆ ในปัญหา สรุปวิเคราะห์ แปลความ ทำความเข้าใจได้ว่าโจทย์ถามอะไร โจทย์ให้ข้อมูลอะไรบ้าง ข้อมูลมีเพียงพอหรือไม่

ขั้นที่ 2 การแยกแยะปัญหาออกเป็นส่วนย่อยๆ เพื่อสะดวกในการลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา และวางแผนว่าจะใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 การลงมือทำตามแผน รวมถึงวิธีการแก้ปัญหาด้วย

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบวิธีการและคำตอบ เพื่อให้แน่ใจว่าแก้ปัญหาถูกต้อง

บรูเนอร์ (Bruner. 1966. 123-124) ได้อธิบายขั้นตอนต่างๆ ในการคิดแก้ปัญหา ดังนี้

ขั้นที่ 1 รู้จักปัญหา เป็นขั้นที่บุคคลรับรู้สิ่งที่ตนกำลังเผชิญอยู่ว่าเป็นปัญหา

ขั้นที่ 2 แสวงหาเค้าเงื่อน เป็นขั้นตอนที่ระลึกถึงประสบการณ์เดิม

ขั้นที่ 3 ตรวจสอบความถูกต้อง เป็นขั้นตอนที่ตอบสนองในลักษณะของการจัดประเภทหรือแยกโครงสร้างของเนื้อหา

ขั้นที่ 4 การตัดสินใจตอบสนองที่สอดคล้องกับปัญหา

กิลฟอร์ด (Guilford. 1967 : 313) กล่าวว่าความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหาเป็นผลที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างมิติทั้งสามในโครงสร้างทางสติปัญญาโดยกระบวนการแก้ปัญหานั้นประกอบด้วยกระบวนการต่างๆ 5 ขั้นตอน

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) หมายถึง ขั้นในการตั้งปัญหาหรือการค้นหาคำตอบว่าปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้นๆคืออะไร

2. ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) หมายถึง ขั้นในการพิจารณาว่าสิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุสำคัญของปัญหาหรือสิ่งใดที่ไม่ใช่สาเหตุที่สำคัญของปัญหา

3. ขั้นในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Production) หมายถึง การหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงสาเหตุของปัญหาแล้วออกมาในรูปของวิธีการผลสุดท้ายจะได้ผลลัพธ์ออกมา

4. ขั้นตรวจสอบผล (Verification) หมายถึง ขั้นในการเสนอเกณฑ์เพื่อการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอปัญหาใหม่จนกว่าจะได้วิธีการที่ดีที่สุดหรือถูกต้องที่สุด

5. ขั้นในการนำไปประยุกต์ใหม่ (Reapplication) หมายถึง การนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้าเมื่อพบกับเหตุการณ์คล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยพบเห็นมาแล้ว

ดิวอี้ (Dewey. 1976: 130) เสนอวิธีการคิดแก้ปัญหาเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) หมายถึง การรับรู้และเข้าใจปัญหา เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น ผู้ประสบปัญหาจะต้องรับรู้และเข้าใจตัวปัญหาก่อนว่าปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้นคืออะไร

2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) เป็นการพิจารณาว่าสิ่งใดบ้างเป็นสาเหตุที่สำคัญของปัญหา กล่าวคือ มีการระบุและแจกแจงลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้น จะมีลักษณะแตกต่างกัน ระดับความยากง่ายที่จะแก้ไขต่างกัน โดยพิจารณาสิ่งต่อไปนี้

2.1 มีตัวแปรต้นหรือองค์ประกอบอะไรบ้าง

2.2 มีอะไรบ้างที่ต้องทำให้เกิดปัญหา

2.3 จัดการมองปัญหาในวงกว้างออกไป โดยให้มองเฉพาะสิ่งที่เกิดขึ้น เพื่อที่จะแก้ปัญหาไปที่ละขั้นตอน

2.4 รู้จักถามคำถามที่จะเป็นกุญแจนำไปสู่การแก้ปัญหา

2.5 พยายามดูเฉพาะสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจริงๆ

3. ขั้นเสนอแนวทางการแก้ปัญหา (Production) หมายถึง การหาวิธีการให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา แล้วออกมาในรูปแบบของวิธีการรวบรวมข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหา เพื่อการตั้งสมมติฐาน

3.1 จะมีวิธีการหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหาอย่างไร ใครเป็นผู้ให้ข้อมูลนั้น

3.2 สร้างสมมติฐาน หรือคำถามที่อาจเป็นไปได้เพื่อช่วยแก้ปัญหา

4. ขั้นตรวจสอบผล (Verification) หมายถึง การเสนอเกณฑ์เพื่อการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีแก้ปัญหา ถ้าผลที่ได้รับไม่ถูกต้อง ก็เสนอวิธีแก้ปัญหาใหม่จนกว่าจะได้วิธีการที่ดีที่สุดหรือถูกต้องที่สุด

5. ขั้นการนำไปประยุกต์ใหม่ (Reapplication) หมายถึง การนำวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้า เมื่อพบกับเหตุการณ์คล้ายกับปัญหาที่เคยพบมาแล้ว

เวียร์ (Weir. 1974: 18) ได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การตั้งปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุปัญหา ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้มากที่สุด ภายในขอบเขตข้อเท็จจริง ที่กำหนดให้

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุสาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดปัญหา โดยพิจารณาจากข้อเท็จจริง ของสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 3 การเสนอวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการคิดค้น วางแผน เสนอแนวทางแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หรือเสนอข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อนำไปสู่การคิดแก้ปัญหา ที่ระบุได้อย่างสมเหตุสมผล

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายได้ว่าผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีคิดแก้ปัญหานั้น สอดคล้องกับปัญหาที่ระบุไว้หรือไม่ หรือผลที่ได้เป็นอย่างไร

สเตนิช; และ แอลเบอร์เลอร์ (Stanish; & Eberle. 1996: 11) กล่าวว่าในการฝึกคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนและเยาวชนมี 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตระหนักรู้ปัญหา (Sensing Problem and Challenges)
2. ขั้นค้นหาสาเหตุของปัญหา หรือขั้นรวบรวมข้อมูลเพื่ออธิบายปัญหา (Data Finding)
3. ขั้นกำหนดปัญหา (Problem Finding)
4. ขั้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา (Idea Finding)
5. ขั้นค้นหาข้อสรุปและเลือกวิธีการแก้ปัญหา (Solution Finding)
6. ขั้นยอมรับข้อสรุปและดำเนินการแก้ปัญหา (Acceptance Finding)

อาภา ถนัดช่วง (2534: 135) อธิบายถึงการคิดแก้ปัญหามีขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ปัญหา เป็นขั้นการวิเคราะห์ วิพากษ์ให้รู้ว่าเป็นปัญหาคืออะไร

ขั้นที่ 2 ระบุความต้องการ เป็นการกำหนดเป้าหมายเพื่อแก้ปัญหานั้นๆ ว่าจะมีสมรรถนะทางด้านใด มีปริมาณมากน้อยเพียงใด

ขั้นที่ 3 พิจารณาทางเลือก เป็นการค้นหาวิธีการต่างๆ ที่จะดำเนินไปสู่เป้าหมายที่วางไว้ มองไว้หลายๆ ทาง

ขั้นที่ 4 การตัดสินใจ คือ การสรุปผล เลือกวิธีที่ดีที่สุดมาดำเนินการ เป็นขั้นต่อจากขั้นที่ 3 เมื่อวิพากษ์วิจารณ์ถึงวิธีการต่างๆ แล้วสรุปเอาวิธีการที่ดีที่สุดมาปฏิบัติ

ขั้นที่ 5 การทดลอง เมื่อเลือกวิธีการแล้ว ก็ลงมือปฏิบัติตามวิธีนั้น

ขั้นที่ 6 ปรับปรุง เมื่อทดลองแล้ว ใช้อย่างไรก็ปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 7 ปฏิบัติ ลงมือปฏิบัติหลังจากได้ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องแล้ว

ขั้นที่ 8 ประเมินผล เมื่อติดตามดูการปฏิบัติแล้ว สรุปผล

รศนา อัจชะกิจ (2537: 16-17) ได้อธิบายขั้นตอนของการแก้ปัญหามี โดยทั่วไปมีหลักการคล้ายคลึงกันเป็นส่วนใหญ่ หากจะแตกต่างกันในรายละเอียดไปบ้างก็เป็นเพียงเพิ่มเติมรูปแบบของการแก้ปัญหที่รวบรวมได้ มี 6 รูปแบบ คือ

รูปแบบที่ 1

1. ระบุปัญหา
2. ระบุสาเหตุของปัญหา
3. กำหนดวัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหา

4. เลือกแนวทางการแก้ปัญหา

รูปแบบที่ 2

1. ระบุปัญหา
2. ระบุสาเหตุของปัญหา
3. เสนอวิธีแก้ปัญหาหลายวิธี
4. ตัดสินใจเลือกวิธีที่ดีที่สุด

รูปแบบที่ 3

1. กำหนดตัวปัญหาให้ชัดเจน
2. รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
3. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาสาเหตุ
4. กำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหา
5. เลือกวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสม

รูปแบบที่ 4

1. ระบุปัญหาให้ชัดเจน
2. สะสมการที่จะนำมาใช้เป็นกุญแจไขปัญหา
3. ทำการคำนวณด้วยสมการที่คัดเลือกจากข้อ 2
4. รวบรวมข้อมูลตรวจสอบหน่วยของผลการคำนวณ
5. ทบทวนตรวจสอบคำตอบ

รูปแบบที่ 5

1. ระบุปัญหา
2. พิจารณาปัญหาให้ครบสี่มิติ ได้แก่ อะไร ที่ไหน เมื่อไร และมากน้อยเท่าไร
3. สืบเสาะหาข้อมูลอันเป็นกุญแจไขปัญหา จากแนวทางที่กำหนดทั้งสี่มิติตามข้อ 2
4. ทดสอบสาเหตุที่มีความเป็นไปได้สูง
5. พิสูจน์หาสาเหตุที่แท้จริง

รูปแบบที่ 6

การควบคุมคุณภาพหรือ Q.C.C. จะประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

1. ค้นหาปัญหาเรื่องคุณภาพ หรือข้อขัดข้องในการดำเนินงาน
2. หาสาเหตุของการเกิดปัญหาด้านคุณภาพ
3. เสนอแนวทางแก้ปัญหาคุณภาพ
4. ปรับปรุงคุณภาพตามแนวทางข้อ 3 เพื่อยุติข้อเสียหายทั้งปวง
5. เสริมสร้างคุณภาพและประสิทธิภาพในการดำเนินงาน เมื่อสามารถยุติข้อเสียหายได้

เป็นผลสำเร็จ

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556: 161-163) กล่าวว่า กระบวนการแก้ปัญหา จึงควรต้องเป็นไปตามลำดับขั้นไม่ควรข้ามขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง แต่ละขั้นตอนต้องเป็นไปอย่างรอบคอบ จนมั่นใจว่า

ไม่ได้มองข้ามหรือละเลยสิ่งใดไป เมื่อได้รับคำตอบหรือข้อสรุปที่ถูกต้องเหมาะสม จึงจะสามารถเริ่มขั้นตอนถัดไป กระบวนการเหล่านี้จะช่วยให้มีความรู้ มีความรอบคอบ และเตือนความจำที่จะช่วยนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนกำหนดปัญหา (Problem Definition) เป็นขั้นตอนแรกที่มีความสำคัญที่สุด ความผิดพลาดและความล้มเหลวในการแก้ปัญหาเกิดจากการกำหนดปัญหาที่ไม่ถูกต้อง ขั้นตอนนี้เป็นการรวบรวมปัญหาและกำหนดว่า ปัญหาคืออะไร อะไรคือเป้าหมายของความสำเร็จในการแก้ปัญหา แล้วต้องบันทึกเป้าหมายความสำเร็จนั้นโดยการบันทึกไว้ นักคิดหลายคนไม่ยอมทำการเขียนรายการความสำเร็จตามที่ต้องการไว้ โดยจะจดจำมันไว้ในสมอง แต่เมื่อเวลาผ่านไปจะจำไม่ได้หรือจำได้แต่เพียงเลือนราง เป็นผลให้การดำเนินการแก้ปัญหาไม่เป็นไปตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ การกำหนดปัญหา จึงเป็นเครื่องมือในการควบคุม บังคับให้เราคิดถึงปัญหาที่เราต้องการแก้ไขหรือพัฒนาอย่างแท้จริง ในขั้นนี้ไม่เพียงแต่จะเป็นการบันทึก เขียนรายการปัญหาลงไปเพื่อเตือนความจำเท่านั้น แต่ยังเป็นการตรวจสอบความสำเร็จที่เกิดขึ้นด้วยว่าได้มีการแก้ไขปัญหาดตรงจุดหรือไม่ จะทำให้เกิดความมั่นใจได้ว่า ไม่มีการตอบปัญหานอกเรื่อง นอกประเด็น หรือมีการแก้ปัญหาไม่ครบถ้วน หรือมีการแก้ปัญหาแต่เพียงบางส่วนเท่านั้น เนื่องจากคนส่วนใหญ่มักมีการแก้ปัญหาเฉพาะเรื่องแรกๆ หรือเฉพาะเรื่องที่สำคัญๆ เท่านั้น มักจะละเลยกับปัญหาเล็กหรือปัญหาอื่นๆ ที่ตามมาภายหลัง ตัวอย่างการกำหนดปัญหา เช่น โรงเรียนไม่ผ่านการประเมินเพื่อรับรองคุณภาพ

2. ขั้นตอนวิเคราะห์ปัญหา (Problem Analysis) ขั้นตอนนี้เป็นการตรวจสอบและหาสาเหตุของปัญหาว่า สภาพการณ์ที่กำลังเป็นอยู่ในปัจจุบันว่าเป็นอย่างไร ขณะนี้เรากำลังทำอะไร มีสิ่งใดที่เกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นการพินิจพิจารณาว่า ทำไมเราจึงต้องทำเรื่องนี้ เราทำเรื่องนี้เพราะต้องการอะไร สถานการณ์สภาพแวดล้อมปัจจุบันเป็นอย่างไร ขั้นตอนนี้จึงเป็นการทบทวนตรวจสอบและเป็นการสร้างความมั่นใจว่า ในการกำหนดปัญหาในขั้นที่ 1 นั้นเป็นปัญหาที่เราต้องการแก้ไขจริงๆ และยืนยันว่ายังคงถูกต้องหรือไม่ เพราะคนส่วนใหญ่มักจะพบว่า ปัญหาที่เราต้องการแก้ไขจริงๆ นั้นไม่ตรงกับการกำหนดปัญหาตามขั้นตอนที่ 1 ตัวอย่างเช่น ปัญหาโรงเรียนไม่ผ่านการประเมินการประกันคุณภาพสถานศึกษา การวิเคราะห์ปัญหาจึงควรต้องระบุว่า ตัวชี้วัดตามข้อใดบ้างที่ไม่ผ่านการประเมิน เช่น การจัดการเรียนการสอนของครู หลักสูตร การบริหาร อาคารสถานที่ และสิ่งแวดล้อมในโรงเรียน ฯลฯ เรามีจุดแข็งจุดอ่อนอะไร อะไรคือสิ่งสำคัญที่จะทำให้โรงเรียนมีคุณภาพตามตัวชี้วัด การวิเคราะห์สิ่งเหล่านี้จะทำให้เรามีความเข้าใจชัดเจนว่า คุณภาพของโรงเรียนคืออะไร และอะไรที่จะส่งผลต่อคุณภาพของโรงเรียน

3. ขั้นตอนหาวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ (Generating Possible Solutions) เมื่อได้ปัญหาที่แท้จริงที่ต้องการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโดยการวิเคราะห์มาเป็นอย่างดีแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือ เราจะต้องหาทางเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและเป็นไปได้มาให้มากและพิจารณาแต่ละวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ เหล่านี้กันอย่างรอบคอบ ลุ่มลึก ประเมินผลที่จะเกิดขึ้นทั้งส่วนตัวและสังคมอย่างรอบด้านเพื่อจะตัดสินใจเลือกสรรวิธีการที่เป็นไปได้เท่านั้น บางแนวทางที่ไม่เกี่ยวข้อง ไม่สอดคล้อง ไม่เหมาะสมกับปัญหาก็ตัดทิ้งไป ในขั้นตอนนี้เป็นการเลือกและรวบรวมวิธีการแก้ปัญหาหลายๆ

แนวทาง ยังไม่จำเป็นต้องประเมินสรุปว่าวิธีการใดดีที่สุดต่อการแก้ปัญหา แต่ควรพิจารณาวิธีที่เลือกสรรมาแล้วอย่างพินิจ พิจารณารวกับว่ามันเป็นความคิดใหม่ๆ

4. ขั้นวิเคราะห์วิธีการแก้ปัญหา (Analyzing the Solutions) วิธีการแก้ปัญหานั้นผ่านการวิเคราะห์อย่างดีมาแล้ว อาจมีอยู่หลายวิธี จำเป็นจะต้องนำวิธีการเหล่านั้นมาวิเคราะห์ โดยการบันทึก เขียนข้อดีข้อเสียและรายละเอียดต่างๆ ของวิธีการต่างๆ เหล่านั้นลงไปทุกวิธี ในขั้นตอนนี้จะไม่ทำการประเมินวิธีการเหล่านั้นเป็นอันขาดว่าวิธีการใดดีที่สุด จะเป็นแต่เพียงบอกจุดแข็ง ข้อดีและจุดอ่อน ข้อเสียของแต่ละวิธีการแล้วเท่านั้น เพราะถ้าเราทำการประเมินไปแล้วว่าวิธีใดไม่ดี ไม่เหมาะสม เราก็จะไม่สนใจและไม่มีการบันทึกข้อมูล ไม่มีการเขียนรายการและรายละเอียดของวิธีการเหล่านั้นลงไป เนื่องจากเราได้ตัดสินใจไปแล้วว่ามันไม่ดีมันใช้ไม่ได้ สิ่งเหล่านี้จะทำให้เราละเลยวิธีการบางวิธีไป อย่างไรก็ตาม รายการข้อดี ข้อเสียหรือรายละเอียดต่างๆ ที่เราเขียนลงไปนั้นจะต้องมีข้อดี มีความแปลกใหม่ น่าสนใจ ทำให้เกิดความพยายามและเกิดแรงจูงใจในการแก้ปัญหา

5. ขั้นเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด (Selecting the best Solution (s)) เมื่อเราพิจารณาวิธีการแก้ปัญหามาอย่างรอบคอบและเข้าใจมันอย่างทะลุปรุโปร่งแล้ว ขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด เป็นการตัดสินใจว่าวิธีการใดที่เราจะนำมาใช้ และวิธีการใดที่เราควรตัดทิ้งไป โดยพิจารณาทุกๆ ทางเลือก และตัดสินใจจากการใช้เครื่องมือ ประเมินทางเลือกที่เหมาะสมว่าจะนำไปใช้ได้หรือไม่เพียงใด อาจเป็นแบบประเมินแบบประมาณค่า แบบตรวจสอบรายการว่าใช่หรือไม่ใช่ ได้หรือไม่ได้ เพราะบางทีความจริงกับความคิดก็อาจไปด้วยกันได้หรือไม่ก็ได้ก็ต้องตรวจสอบความเป็นไปได้ของวิธีการเหล่านั้นด้วย นอกจากนี้การประเมินจากสัญชาตญาณและอารมณ์ก็อาจนำมาใช้ในการตัดสินใจทางเลือกด้วยก็ได้ เพราะสัญชาตญาณก็เกิดจากการสะสมประสบการณ์ชีวิตที่มีมายาวนาน ในขั้นตอนนี้ต้องรายละเอียดให้มากและลุ่มลึกเพื่อสรุปว่าแต่ละวิธีมีข้อดี ข้อเสียอะไรบ้าง และพิจารณาซ้ำอีกครั้งหนึ่งจากรายการที่เขียนไว้แล้วจึงตัดสินใจเลือก เมื่อตัดสินใจเลือกแล้วอาจพบว่าทางเลือกที่ดีเพียง 1 แนวทาง หรือหลายแนวทาง หรืออาจไม่มีเลยก็ได้ ในกรณีที่ไม่มีทางเลือกหรือวิธีการใดๆ เลยก็ต้องกลับไปทบทวนขั้นตอนที่ 3 คือ หาแนวทางวิธีการที่เป็นไปได้ใหม่ หรือไม่ก็อาจต้องพัฒนาปัญหาขึ้นมาใหม่ เพราะปัญหานี้ไม่อาจหาวิธีการแก้ปัญหาได้ อันอาจมาจากการกำหนดปัญหาไม่ดีพอหรือปัญหามีความขัดแย้งในตัวเอง

6. ขั้นวางแผนดำเนินการแก้ปัญหา (Planning the Next Course of Action) เมื่อเลือกวิธีการแก้ปัญหามาได้แล้ว ขั้นตอนนี้จึงเป็นการวางแผนในการดำเนินการแก้ปัญหา โดยเขียนรายการที่จะต้องทำอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ซึ่งจะมีรายการที่ต้องเขียนเป็นจำนวนมากเพราะจะมีหลายสิ่งหลายอย่างเข้ามาเกี่ยวข้อง ทั้งคน เวลา สิ่งของ เพื่อเป็นการยืนยันว่าแผนที่วางไว้สามารถนำไปปฏิบัติได้ ในขั้นนี้เป็นขั้นตอนที่ทำให้เกิดความมั่นใจได้ว่าปัญหาจะสามารถทำการแก้ไขได้จริง

สรุปได้ว่าขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยจะนำไปศึกษาประกอบด้วย 4 ขั้นตอน (Weir. 1974: 18) ดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา

2. ชั้นวิเคราะห์ปัญหา
3. ชั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา
4. ชั้นการตรวจสอบผลลัพธ์

4.4 ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของบุคคล

มอร์แกน (Morgan. 1978: 154-155) สรุปว่าวิธีคิดแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลนั้นอาจแตกต่างกันทำให้ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาแตกต่างกันด้วยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบดังนี้

1. สติปัญญา (Intelligence) ผู้มีสติปัญญาคิดแก้ปัญหาได้
2. แรงจูงใจ (Motivation) ในการทำให้เกิดแนวทางในการคิดแก้ปัญหา
3. ความพร้อม (Readiness) ในการที่จะแก้ปัญหาใหม่ๆ โดยทันทีทันใดจากประสบการณ์ที่มีมาก่อน
4. การเลือกวิธีแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม (Functional Fixedness)

4.5 การเรียนการสอนกับความสามารถในการแก้ปัญหา

มังกร ทองสุต (2522: 5-10) ความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลอาจจะแตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับบุคคลนั้นมีระดับสติปัญญาความรู้อารมณ์ประสบการณ์การจูงใจหรือไม่เพียงใดการแก้ปัญหาไม่มีขั้นตอนแน่นอนตายตัวการเรียนการสอนจะเป็นส่วนหนึ่งจะเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาคำถามที่ให้นักเรียนมีโอกาสฝึกอยู่เสมอเป็นประโยชน์แก่นักเรียนวิธีการต่างๆ ที่ครูจะช่วยให้เด็กนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหานั้นได้กล่าวไว้ดังนี้

1. ฝึกให้นักเรียนทำงานอยู่เสมอ (The Persistence Process) วิธีการแบบนี้เป็นวิธีการที่ใช้กันมานานเป็นวิธีการที่มีประโยชน์อยู่เสมอการทำงานช่วยให้มีประสบการณ์เพิ่มขึ้นและช่วยให้มีหนทางในการแก้ปัญหามากขึ้นในการสอนวิทยาศาสตร์นั้นครูและนักเรียนต้องเผชิญหน้าปัญหาอยู่ตลอดเวลา

2. ฝึกให้นักเรียนมีการทดสอบอยู่เสมอ (The Testimonial) บางครั้งครูอาจกำหนดปัญหาให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบโดยชี้แนะให้นักเรียนกระทำการบางอย่างหรือแสดงการสาธิตเพื่อให้นักเรียนหาคำตอบให้ได้นักเรียนที่มีโอกาสฝึกคิดแก้ปัญหาอยู่เสมออาจจะหาแนวทางต่างๆ ในการหาคำตอบได้เป็นอย่างดีการสอนเนื้อหาวิชาบางครั้งครูไม่อาจทำการทดลองได้เช่นการวัดระยะทางจากโลกกับดวงดาวในท้องฟ้าให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยการทดสอบค้นคว้าจากแหล่งวิชาการต่างๆ

3. ฝึกให้นักเรียนเป็นผู้มีเหตุผลแก่ตนเอง (The Innate Process) การฝึกแบบนี้เป็นการฝึกให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเองบางครั้งอาจจะเป็นการเชื่อแบบมีลางสังหรณ์ซึ่งเป็นสัญชาตญาณของคนมีผลงานของนักวิทยาศาสตร์หลายอย่างที่เกิดจากลางสังหรณ์เช่นได้ค้นพบจุดดับในดวงอาทิตย์

4. ให้อำนาจการคิดวิจารณ์ (Critical Thinking) จอห์น ดิวอี้ นักการศึกษาผู้มีชื่อเสียงได้กำหนดวิธีการแก้ปัญหาโดยการวิเคราะห์วิจารณ์ปัญหานั้นออกเป็นขั้นตอนดังนี้

4.1 การกำหนดปัญหา

4.2 รวบรวมข้อเท็จจริง

4.3 ตั้งสมมติฐาน

4.4 ทดสอบสมมติฐาน

4.5 ประเมินผล

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2541: 91–92) กล่าวว่าสภาพการเรียนการสอนที่มุ่งให้นักเรียนคิดแก้ปัญหานั้น อาจส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน ซึ่งอาจจะขึ้นอยู่กับปัจจัยทางสติปัญญา ความรู้พื้นฐาน สภาพสังคม ประสบการณ์ คุณลักษณะด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคนด้วย ฉะนั้นครูจึงควรอย่างยิ่งที่จะต้องจัดสภาพการณ์ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ คือ

1. จัดสถานการณ์ที่เป็นสถานการณ์ใหม่ๆ และมีวิธีการแก้ปัญหาหลายๆ วิธีมาให้นักเรียนฝึกฝนแก้ปัญหาให้มากๆ

2. ปัญหาที่ได้หยิบยกมาให้นักเรียนได้ฝึกฝนนั้นควรเป็นปัญหาใหม่ที่นักเรียนยังไม่เคยประสบมาก่อนเป็นปัญหาที่ไม่คุ้นเคย หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งปัญหานั้นต้องอยู่ในกรอบของทักษะทางเชาว์ปัญญาของนักเรียน

3. การฝึกแก้ปัญหานั้น ครูวิทยาศาสตร์ควรจะได้แนะให้นักเรียนได้วิเคราะห์ปัญหาให้ชัดเจนก่อนว่าเป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไรและถ้าเป็นปัญหาใหญ่ก็แตกออกไปเป็นปัญหาย่อยๆ แล้วคิดแก้ปัญหาย่อยแต่ละปัญหาและเมื่อแก้ปัญหาย่อยได้หมดทุกข้อก็เท่ากับแก้ปัญหายุ่งยากได้นั่นเอง

4. จัดบรรยากาศของการเรียนการสอนหรือสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นสภาพภายนอกของนักเรียนให้เป็นไปในทางเปลี่ยนแปลงได้ไม่ตายตัว นักเรียนก็จะเกิดความรู้สึกว่าเขาสามารถคิดค้นเปลี่ยนแปลงอะไรได้บ้างในบทบาทต่างๆ

5. ให้ออกาสนักเรียนได้คิดอยู่เสมอ

6. การฝึกฝนแก้ปัญหาหรือการแก้ปัญหาใดๆ ก็ตาม ครูไม่ควรจะบอกวิธีแก้ปัญหาให้ตรงๆ เพราะถ้าบอกให้แล้วนักเรียนอาจจะไม่ได้ใช้ยุทธศาสตร์ของการคิดของตนเองเท่าที่ควร

สุคนธ์ สินธพานนท์; วรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์; และ พรณี สินธพานนท์ (2555: 146) กล่าวว่า แนวทางการส่งเสริมให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา คือ

1. ฝึกให้นักเรียนได้ทำงานหรือทำกิจกรรมอยู่เสมอ การทำงานหรือทำกิจกรรมจะช่วยสร้างประสบการณ์เพิ่มขึ้น และจะมีหนทางในการคิดแก้ปัญหามากขึ้น

2. ฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง เมื่อครูได้ให้ความรู้แก่นักเรียนแล้ว ควรได้ทดลองปฏิบัติจริง หรือถ้าเรื่องนั้นไม่สามารถปฏิบัติได้ก็อาจให้แก้ปัญหาโดยการทดสอบความรู้นั้นด้วยการค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เป็นการฝึกให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา

3. ฝึกให้นักเรียนเป็นผู้มีเหตุผล ให้มีความเชื่อมั่น

4. ฝึกให้นักเรียนรู้จักพิจารณา กำหนดวิธีการคิดแก้ปัญหาด้วยการวิเคราะห์วิจารณ์ปัญหา โดยกำหนดวิธีการวิเคราะห์ วิเคราะห์ออกเป็นขั้นๆ ได้แก่ การกำหนดปัญหา รวบรวมข้อเท็จจริง ตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐาน ประเมินผล

5. ฝึกให้นักเรียนรู้จักการวิเคราะห์-สังเคราะห์ และฝึกให้รู้จักออกความคิดเห็น การฝึกให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอยู่เสมอ จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ความคิดของตนเอง แต่ครูจะต้องช่วยเหลืออยู่เสมอ เพราะนักเรียนอาจแสดงความคิดเห็นในสิ่งที่ไม่ถูกต้องก็ได้

6. จัดสิ่งเร้าหรือมีการกระตุ้นที่ดีจัดสถานการณ์ใหม่ หรือเสนอปัญหาหรือประเด็นที่ท้าทายน่าสนใจ และมีวิธีการแก้ปัญหาได้หลายวิธีมาให้นักเรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหา และปัญหาที่หยิบยกมาให้นักเรียนฝึกนั้น นักเรียนต้องยังไม่เคยประสบมาก่อน และอยู่ในวิสัยที่นักเรียนจะสามารถแก้ปัญหาได้ การฝึกแก้ปัญหานั้นครูควรได้ชี้แนะให้นักเรียนตีปัญหาให้แตกก่อน ถ้าเป็นปัญหาใหญ่ก็แตกเป็นปัญหาย่อยๆ แล้วคิดแก้ปัญหาย่อยแต่ละปัญหาการฝึกฝนให้นักเรียนแก้ปัญหาใดๆ ก็ตาม ครูไม่ควรบอกวิธีแก้ปัญหาให้ตรงๆ

7. จัดบรรยากาศการเรียนรู้ หรือจัดสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นสภาพภายนอกของนักเรียนเป็นไปในทางเปลี่ยนแปลงได้ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้สึกว่าเขาสามารถคิดค้นเปลี่ยนแปลงอะไรได้บ้าง มีอิสระในการคิด กล้าคิด กล้าแสดงออก

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556: 169-170) กล่าวถึงแนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา มีดังนี้

1. การให้ความรักความอบอุ่นแก่นักเรียน ทำให้นักเรียนมีความรู้สึกปลอดภัย มีความสุข มีความเชื่อมั่นในตนเอง และมองโลกในแง่ดี

2. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และตัดสินใจ เพื่อช่วยให้นักเรียนกล้าแสดงออก และมีความเชื่อมั่นในตนเอง

3. ฝึกให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต โดยการจัดประสบการณ์ให้มีการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 เพื่อการรับรู้ในทุกด้าน มีผู้ใหญ่คอยให้การสนับสนุนและคอยดูแลช่วยเหลือ

4. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ช่วยเหลือตนเองให้เหมาะสมกับพัฒนาการของนักเรียน ซึ่งเป็นพื้นฐานด้านบุคลิกภาพ คือ ความเชื่อมั่นในตนเองอันจะส่งผลต่อการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน

5. แสดงความชื่นชมเมื่อนักเรียนทำในสิ่งที่ดีงามและทำให้นักเรียนเกิดความมั่นใจเมื่อนักเรียนทำสิ่งที่ดีงามอันจะทำให้ให้นักเรียนมีความรู้สึกที่ดีต่อตนเอง

6. จัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศที่เอื้อต่อการพัฒนาความคิดแก้ปัญหาของนักเรียนทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน และมีบรรยากาศที่ทำให้นักเรียนได้รู้สึกสบายใจ ไม่เคร่งเครียด สภาพแวดล้อมดังกล่าวจะเป็นพื้นฐานในการพัฒนาทักษะการคิด

4.6 การฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหา

สุคนธ์ สินธพานนท์; วรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์; และ พรรณี สินธพานนท์ (2555: 147) กล่าวว่า การฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหาให้นักเรียนนั้น สามารถฝึกได้หลายรูปแบบ เช่น

1. ฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหาจากบทความ ครูจะต้องเลือกบทความหลายๆ ลักษณะมาให้นักเรียนอ่านแล้วตอบคำถามเพื่อฝึกทักษะการคิดตามขั้นตอนของการแก้ปัญหา

2. ฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหาจากกรณีศึกษา ครูเลือกหรือเขียนกรณีศึกษาที่เป็นปัญหาในสังคมทั่วไป แล้วตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

3. ฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหาจากภาพ ให้นักเรียนวิเคราะห์ภาพต่างๆ ที่แสดงถึงปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่การแก้ไขที่ถูกต้อง

4. ฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด เป็นสถานการณ์ซึ่งใกล้เคียงกับชีวิตจริง เพื่อฝึกให้นักเรียนใช้ทักษะในการคิดแก้ปัญหา

นอกจากนั้นยังสามารถฝึกการคิดแก้ปัญหาจากสื่อประเภทต่างๆ เช่น วีดิทัศน์ ซีดี ภาพนิ่ง เพลง บทประพันธ์ต่างๆ ฯลฯ แล้วตอบคำถามเพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหา

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556: 170) กล่าวว่า การฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหาให้นักเรียนนั้น สามารถฝึกได้หลายรูปแบบ เช่น

1. ฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหาจากบทความ ครูจะต้องเลือกบทความหลายๆ ลักษณะมาให้นักเรียนอ่านแล้วตอบคำถามเพื่อฝึกทักษะการคิดตามขั้นตอนของการแก้ปัญหา

2. ฝึกทักษะการแก้ปัญหาจากภาพ ให้นักเรียนวิเคราะห์ภาพต่างๆ ที่แสดงปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่การแก้ไขที่ถูกต้อง

3. ฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด เป็นสถานการณ์ซึ่งใกล้เคียงกับชีวิตจริง

4. ฝึกให้นักเรียนได้ทำงานหรือทำกิจกรรมอยู่เสมอ โดยเฉพาะกิจกรรมกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด

5. ฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง

6. ฝึกให้นักเรียนเป็นผู้มีเหตุผล ให้มีความเชื่อมั่น

7. ฝึกให้นักเรียนรู้จักพิจารณา กำหนดวิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีการวิเคราะห์วิจารณ์ปัญหา โดยกำหนดวิธีการวิเคราะห์วิจารณ์ออกเป็นขั้นๆ ได้แก่ การกำหนดปัญหา รวบรวมข้อเท็จจริง ตั้งสมมุติฐาน การประเมินผล

8. ฝึกให้นักเรียนรู้จักการวิเคราะห์-สังเคราะห์ และฝึกให้รู้จักออกความเห็น

9. จัดสิ่งเร้าหรือมีการกระตุ้นที่ดี จัดสถานการณ์ใหม่ หรือเสนอปัญหาหรือประเด็นที่ทำให้น่าสนใจ และมีวิธีแก้ปัญหาได้หลายวิธีมาให้นักเรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหา

10. การฝึกฝนให้นักเรียนแก้ปัญหาใดๆ ก็ตามครูไม่ควรบอกวิธีการแก้ปัญหาโดยตรง

11. ฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหากรณีศึกษา ครูเลือกหรือเขียนกรณีศึกษาที่เป็นปัญหาในสังคมทั่วไป แล้วตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

12. ฝึกการคิดแก้ปัญหาจากสื่อประเภทต่างๆ เช่น วีดิทัศน์ ซีดี ภาพนิ่ง เพลง บทประพันธ์ต่างๆ ฯลฯ แล้วตอบคำถามเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

4.7 ประโยชน์ของความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

สุคนธ์ สินธพานนท์; วรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์; และ พรณี สินธพานนท์ (2555: 139) กล่าวว่า

1. ทำให้เป็นผู้ที่ตื่นตัวในการเรียนรู้ปัญหา เพราะปัญหาจะเป็นสิ่งที่สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้
2. มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ รู้จักหาข้อมูลต่างๆ มาเป็นพื้นฐานสำคัญในการวิเคราะห์เพื่อการแก้ปัญหา
3. สามารถนำวิธีการคิดแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ทำให้สามารถแก้ไขปัญหามากมายที่ผ่านเข้ามาในชีวิตได้อย่างถูกต้อง ส่งผลต่อการส่งเสริมสุขภาพจิต
4. ทำให้เป็นผู้ที่มีความหนักแน่นมั่นคง ใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน และมีการช่วยเหลือกัน
5. เป็นคนไม่เชื่อง่าย มีเหตุผลก่อนการตัดสินใจ
6. มีความรับผิดชอบต่อสังคม รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย
7. สามารถทำงานร่วมกันอย่างเป็นประชาธิปไตย
8. ทำให้เป็นผู้ที่มีความจำในข้อมูลและวิธีการต่างๆ ได้ดี เพราะในการแก้ปัญหาจะต้องค้นหาเหตุผลข้อมูลต่างๆ มาสัมพันธ์กัน
9. ทำให้เป็นผู้มีความรู้ ความคิด และทัศนะกว้าง

4.8 การจัดทำแบบทดสอบการคิดแก้ปัญหา

สุคนธ์ สินธพานนท์; วรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์; และ พรณี สินธพานนท์ (2555: 159) กล่าวว่าเมื่อครูผู้สอนได้นำวิธีคิดแก้ปัญหาไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนตามขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการสอน หรือเทคนิคการสอนต่างๆ แล้ว ก็ควรได้มีการวัดและประเมินผลความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนว่าบรรลุตามวัตถุประสงค์เพียงใด ซึ่งการวัดและประเมินผลนั้นสามารถทำได้หลายลักษณะ เช่น ประเมินจากผลการทำงานของนักเรียนในลักษณะประเมินตามสภาพจริง การประเมินโดยให้ทำแบบทดสอบความรู้พร้อมๆ กันทุกคน ซึ่งการทำแบบทดสอบความรู้ที่นิยมกันได้แก่ แบบทดสอบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาแบบเลือกตอบ โดยมีสถานการณ์ บทความ ข้อความ บทเพลง คำกลอน ฯลฯ มาให้นักเรียนได้ทดสอบความสามารถ เป็นวิธีการที่ครูผู้สอนจะต้องใช้เวลามากในการสร้างแบบทดสอบแบบนี้ แต่จะสะดวก

ในเวลาตรวจคำตอบ หรือแบบทดสอบแบบเขียนตอบ ซึ่งแบบทดสอบแบบเขียนตอบ ครูจะเสียเวลาในการตรวจคำตอบของนักเรียน ถ้ามีนักเรียนจำนวนมากทำให้เป็นภาระงานแก่ครู แต่จะมีผลดีคือนักเรียนได้คิดอย่างอิสระ ไม่ต้องตอบในกรอบที่ครูกำหนดให้ และจะทำให้ครูได้รู้วิธีการหรือแนวคิดของนักเรียนได้ชัดเจนขึ้น

5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาการศึกษา

5.1 ความหมายของจิตวิทยาการศึกษา

ฮอนเดอร์ริช (ปริชาติ เบ็ญจวรรณ. 2551: 47; อ้างอิงจาก Honderich. 1995. *The Oxford Companion to Philosophy*) กล่าวว่าจิตวิทยาการศึกษา (Scientific mind) หมายถึง การคิดที่อยู่บนพื้นฐานวิธีการทางวิทยาศาสตร์และทรรศนะการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ดังนี้วิทยาศาสตร์มีความสำคัญมากกว่าศิลปะในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับโลกหรือเหตุการณ์ที่ต้องการทำความเข้าใจ วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการทางปัญญาเพียงวิธีการเดียวที่ได้รับการยอมรับปัญหาทางปรัชญาเป็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และควรจัดการได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542: 12) ได้ให้ความหมายเจตคติทางวิทยาศาสตร์หมายถึงความรู้สึกนึกคิดการกระทำในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งนักวิทยาศาสตร์จะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีแก้ปัญหาลักษณะอื่นๆ เพื่อศึกษาหาความรู้ให้ได้ผลดี

สมจิต สวทน์ไพบูลย์ (2546: 11) กล่าวว่าจิตวิทยาการศึกษา หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดของบุคคลที่มีต่อการคิดการกระทำและการตัดสินใจในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถปรากฏให้เห็นเป็นพฤติกรรมที่สำคัญคือความสนใจใฝ่รู้ความมุ่งมั่นรอบคอบอดทนซื่อสัตย์ความมีเหตุผลความรับผิดชอบความใจกว้างรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและการร่วมกันทำงานกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

ณัฐติยาภรณ์ หยกอุบล (2555: 331) กล่าวว่าจิตวิทยาการศึกษา หมายถึง คุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สสวท. (2555: 146) จิตวิทยาการศึกษา หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด พฤติกรรมการแสดงออก ตลอดจนคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลในทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นผลมาจากอารมณ์ความรู้สึกนึกคิดนั้นๆ ที่ได้มีการพัฒนาขึ้นมาในตัวนักเรียนเป็นผลจากประสบการณ์และการเรียนรู้หรือได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะมีอิทธิพลต่อความคิด การตัดสินใจ การกระทำ หรือพฤติกรรมของบุคคลต่อความรู้หรือสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

สรุปได้ว่า จิตวิทยาการศึกษา หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด คุณลักษณะ หรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่มีต่อความคิด การกระทำ และการตัดสินใจของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผลของความรู้สึกนึกคิดจะแสดงถึงพฤติกรรมการแสดงออกของบุคคล

5.2 ลักษณะของจิตวิทยาศาสตร์

ณัฐติยาภรณ์ หยกอุบล (2555: 331-333) กล่าวว่าจิตวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยลักษณะต่างๆ ดังนี้

1. ความสนใจใฝ่รู้ หมายถึง คุณลักษณะหรือนิสัยของบุคคลที่มีความเชื่อ มีความพึงพอใจ และพยายามที่จะสืบเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์ใหม่ๆ พร้อมทั้งจะทดลองหรือค้นคว้า เพื่อให้ได้ข้อค้นพบที่มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ชอบสังเกต สงสัย ตั้งคำถาม พัง และจดบันทึก แล้วพยายามที่จะค้นหาคำตอบเพื่อแก้ข้อสงสัยนั้น โดยมีการแสวงหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อให้ได้ความรู้ที่ชัดเจนยิ่งขึ้น อยู่เสมอ

2. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง คุณลักษณะหรือนิสัยของบุคคลที่มีความพึงพอใจ ตั้งใจที่จะใช้ และเห็นคุณค่าในความคิดริเริ่ม คิดแปลกใหม่ คิดหลากหลาย มีความต้องการคิดอย่างอิสระ มีการใช้จินตนาการเพื่อที่จะแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ผลงานที่ทำให้เข้าใจความหมายด้วยตนเองอย่างลึกซึ้ง

3. ความยินดีในการทำงานร่วมกันกับผู้อื่น หมายถึง คุณลักษณะหรือนิสัยของบุคคลที่มีความรู้สึกพอใจ เห็นคุณค่า และเต็มใจในการทำงานเป็นกลุ่ม ประารถนาที่จะมีส่วนร่วมและสร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับผู้อื่น รู้จักบทบาทหน้าที่ของตน สามารถปฏิบัติงานให้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

4. ความมีเหตุผล หมายถึง คุณลักษณะหรือนิสัยของบุคคลที่มีความรู้สึกพอใจ เห็นคุณค่า และเต็มใจในการทำงานเป็นกลุ่ม ประารถนาที่จะมีส่วนร่วมมีความตระหนักรู้ เห็นความสำคัญและยึดมั่นในหลักเหตุผล ประารถนาที่จะใช้ความคิดอย่างมีเหตุผล ยอมรับและต้องการคำอธิบายที่มีเหตุผล ไม่เชื่อเรื่องที่ขาดประจักษ์พยานที่น่าเชื่อถือ มีความสงสัยและต้องการพิสูจน์ถึงข้อเท็จจริงในสิ่งต่างๆ

5. ความใจกว้าง หมายถึง คุณลักษณะหรือนิสัยของบุคคลที่ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ยอมรับการวิพากษ์วิจารณ์ และยินดีให้พิสูจน์ข้อเท็จจริง

6. ความมีระเบียบรอบคอบ หมายถึง คุณลักษณะหรือนิสัยของบุคคลที่มีความรู้สึกพอใจ เห็นคุณค่าและเต็มใจในการทำงานเป็นกลุ่ม ประารถนาที่จะมีส่วนร่วมวางแผนในการทำงานอย่างเป็นระบบก่อนที่จะตัดสินใจทำสิ่งใดๆ ไม่ลงข้อสรุปในทันที มีการพิสูจน์ที่เชื่อถือได้ พิจารณาจากหลักฐานและข้อมูลรอบด้าน สังเกตอย่างละเอียดรอบคอบ และใช้วิธีการหลากหลายในการหาคำตอบ

7. ความรับผิดชอบ หมายถึง คุณลักษณะหรือนิสัยของบุคคลที่ทำงานที่ได้รับมอบหมาย สมบูรณ์ตามกำหนดและตรงต่อเวลา ตระหนักถึงผลที่มีต่อตนเองและสังคม ยอมรับผลการกระทำของตนเองด้วยความเต็มใจทั้งผลดีและผลเสีย และพยายามที่จะปรับปรุงการปฏิบัติหน้าที่ให้ดีขึ้น

8. ความมุ่งมั่นอดทนเพียรพยายาม หมายถึง คุณลักษณะหรือนิสัยของบุคคลที่มีความมุ่งมั่นและตั้งใจที่จะปฏิบัติหน้าที่ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี อดทน ไม่ท้อถอยเมื่อมีอุปสรรค เอาใจใส่เพียรพยายามที่จะทำงานต่างๆ ให้สำเร็จ

9. ความซื่อสัตย์ หมายถึง คุณลักษณะหรือนิสัยของบุคคลที่มีการนำเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง ด้วยการสังเกตและบันทึกผลต่าง ๆ โดยปราศจากความลำเอียง หรืออคติ กล่าวหาญในการนำเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง มีความหนักแน่นมั่นคงต่อผลที่ได้จากการพิสูจน์ ไม่แอบอ้างผลงานของผู้อื่น

5.3 คุณลักษณะและลักษณะนิสัยของจิตวิทยาศาสตร์

สสวท. (2555: 149-151) ได้จำแนกคุณลักษณะและลักษณะนิสัยของจิตวิทยาศาสตร์ออกเป็น 10 ลักษณะ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็น หมายถึง ความต้องการที่จะรู้หรือปรารถนาที่จะเสาะแสวงหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่ตนสนใจหรือต้องการค้นพบสิ่งใหม่ ซึ่งผู้มีความอยากรู้อยากเห็นจะแสดงออกโดยการถามคำถาม หรือมีความสงสัยในสิ่งที่ตนเองสนใจอยากรู้ และมีความกระตือรือร้นในการเสาะแสวงหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ตนเองสนใจ

2. ความมีเหตุมีผล หมายถึง ความสามารถในการแสดงความคิดเห็น การตรวจสอบความถูกต้องและการยอมรับในคำอธิบายอย่างมีเหตุผล โดยการแสวงหาข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลองที่เชื่อถือได้มาสนับสนุนอย่างเพียงพอและอย่างมีเหตุผลก่อนที่จะยอมรับหรือให้คำอธิบายใดๆ

3. ความใจกว้าง หมายถึง การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ยอมรับการวิพากษ์วิจารณ์และยินดีให้มีการพิสูจน์ข้อเท็จจริง ยินดีที่จะค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมตามเหตุผลข้อเท็จจริง โดยไม่ยึดมั่นในแนวความคิดของตน เต็มใจที่จะรับรู้ความคิดเห็นใหม่ๆ และเต็มใจที่จะเผยแพร่ความรู้และความคิดเห็นแก่ผู้อื่น

4. ความซื่อสัตย์ หมายถึง การนำเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง การสังเกตและบันทึกผลต่าง ๆ โดยปราศจากความลำเอียงหรืออคติ มีความมั่นคงหนักแน่นต่อผลที่ได้จากการพิสูจน์ ไม่นำเสนอผลงาน เศรษฐกิจ และการเมืองมาเกี่ยวข้องกับการตีความหมายผลงานต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

5. ความพยายามมุ่งมั่น หมายถึง ความตั้งใจแน่วแน่ต่อการค้นหาความรู้ ไม่ท้อถอยเมื่อผลการทดลองล้มเหลวหรือมีอุปสรรค ทำงานที่ได้รับมอบหมายให้เสร็จสมบูรณ์ หรือดำเนินการแก้ปัญหาจนถึงที่สุด หรือจนกว่าจะได้รับคำตอบ

6. ความรอบคอบ หมายถึง ความสามารถในการใช้วิจารณญาณก่อนที่จะตัดสินใจใดๆ ไม่ยอมรับสิ่งหนึ่งสิ่งใดว่าเป็นจริงทันที ถ้ายังไม่มี การพิสูจน์ที่เชื่อถือได้ หลีกเลี่ยงการตัดสินใจและการสรุปที่รวดเร็วเกินไป

7. ความรับผิดชอบ หมายถึง ความมุ่งมั่นภายในจิตใจที่จะปฏิบัติงานในหน้าที่ให้สำเร็จด้วยดี และตระหนักถึงผลของงานที่จะส่งผลกระทบต่อสังคม มีความละเอียดรอบคอบในการปฏิบัติงานเพื่อให้บรรลุผลสำเร็จตามความคาดหวัง

8. ความร่วมมือช่วยเหลือ หมายถึง การใช้ทักษะทางสังคมและการมีปฏิสัมพันธ์กับคนอื่น ๆ ได้แก่ การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับบุคคลอื่น การยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น การขอความช่วยเหลือและความร่วมมือจากผู้อื่น เพื่อความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม หรือการทำงานใดงานหนึ่งให้ดำเนินไปจนบรรลุจุดมุ่งหมาย

9. ความสร้างสรรค์ หมายถึง ความกล้าที่จะแสดงความคิดแปลกใหม่แตกต่างจากความคิดธรรมดา ความช่างสงสัย และไม่ยอมรับแนวคิดแนวทางปฏิบัติของคนอื่นซึ่งนำไปสู่การค้นพบสิ่งแปลกใหม่

10. เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง อารมณ์และความรู้สึกนึกคิดที่ดีเกี่ยวกับความสนใจ ความเชื่อ การมีคุณธรรมจริยธรรม การยึดถือในคุณค่าของงานด้านวิทยาศาสตร์รวมถึงผลกระทบในด้านต่างๆ ของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสังคม หรือตัวนักวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบด้วย

10.1 ความสนใจในวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกชื่นชอบ พึงพอใจในวิทยาศาสตร์ หรือสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

10.2 การเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การรับรู้ การยอมรับถึงประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ หรือสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

10.3 ความเชื่อและค่านิยมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หมายถึง ข้อมูล ความคิดเห็น ความเชื่อของบุคคลที่มีต่อวิทยาศาสตร์ หรือสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในด้านของการเล็งเห็นถึงความสำคัญ หรือการนำมาใช้เป็นเกณฑ์ประเมินการเลือกการตัดสินใจของบุคคล

10.4 คุณธรรมและจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเชื่อและการประพฤติปฏิบัติที่ดีงามที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ในการที่จะนำวิทยาศาสตร์ไปคิดและปฏิบัติเพื่อให้เกิดความดี ความถูกต้อง และเกิดประโยชน์อย่างแท้จริงต่อสังคมต่อไป

สสวท. (2555: 152) กล่าวว่า การประเมินจิตวิทยาศาสตร์ไม่สามารถกระทำได้โดยตรง โดยทั่วไปทำได้โดยการตรวจสอบพฤติกรรมภายนอกที่ปรากฏให้เห็นในลักษณะของคำพูด การแสดงความคิดเห็น การปฏิบัติหรือพฤติกรรมบ่งชี้ที่สามารถสังเกตหรือวัดได้ และแปลผลไปถึงจิตวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นสิ่งที่ส่งผลให้เกิดพฤติกรรมดังกล่าว การประเมินจิตวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบใหญ่ๆ ตามลักษณะวิธีการและเครื่องมือที่ใช้ประเมิน คือ การประเมินโดยบุคคลภายนอก และการประเมินตนเอง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การประเมินโดยบุคคลภายนอกเป็นการประเมินจิตวิทยาศาสตร์ในตัวนักเรียน โดยที่บุคคลภายนอกเป็นผู้ประเมินผ่านการสัมภาษณ์หรือการสังเกตพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก แล้วนำคำตอบหรือพฤติกรรมการแสดงออกที่สังเกตได้มาแปลความหมาย หรือตัดสินการมีคุณลักษณะหรือพฤติกรรมทางจิตวิทยาศาสตร์ในตัวนักเรียน ข้อดีของการประเมินโดยบุคคลภายนอก คือ ได้ข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงจากการแสดงออกตามธรรมชาติของนักเรียน ส่วนข้อจำกัดของการประเมินโดยบุคคลภายนอก คือ ขาดความเที่ยงตรงในการแปลความหมาย การมีผู้ประเมินต่างคนกันทำให้มีมุมมองหรือความคิดเห็นต่อคำพูดหรือพฤติกรรมที่แสดงออกแตกต่างกัน ดังนั้นเพื่อให้เกิดความเที่ยงตรงในการประเมินจึงต้องมีการแจกแจงรายละเอียดของสิ่งที่สัมภาษณ์หรือสังเกตอย่างชัดเจน

เป็นรูปธรรม และมีระบบแบบแผน สามารถตรวจสอบความถูกต้อง ความเที่ยงตรงได้ วิธีการและเครื่องมือที่ใช้ประเมินโดยบุคคลภายนอก มีดังนี้

1.1 การสัมภาษณ์หรือสอบถามโดยตรง

รูปแบบของเครื่องมือจะมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดที่มีข้อความบ่งชี้ถึงคุณลักษณะหรือพฤติกรรมทางจิตวิทยาศาสตร์ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตอบจากความคิดเห็นหรือความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียนเอง

การสัมภาษณ์หรือสอบถามโดยตรงเป็นวิธีการที่ง่ายและตรงไปตรงมาที่สุดมากที่สุด เมื่อต้องการทราบว่าบุคคลมีจิตวิทยาศาสตร์ในคุณลักษณะที่ต้องการวัดเป็นอย่างไร ก็ใช้วิธีการถามความคิดเห็น หรือความรู้สึกที่มีต่อวิทยาศาสตร์ของบุคคลนั้นๆ โดยตรง แต่วิธีการนี้มีข้อจำกัดที่ผู้ตอบอาจให้คำตอบที่ไม่ตรงกับความคิดหรือความรู้สึกที่แท้จริงของตนเอง มีลักษณะเป็นไปตามความคาดหวังของสังคมและต้องใช้ระยะเวลาในการวัดค่อนข้างนาน

1.2 การสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออก

เป็นการใช้ประสาทสัมผัสทางตาและหู เพื่อรวบรวมข้อมูลพฤติกรรมการแสดงออกของบุคคลและจดบันทึกลงในแบบบันทึกการสังเกตอย่างมีแบบแผน เพื่อนำผลการบันทึกมาตัดสินหรือสรุปผลในคุณลักษณะหรือพฤติกรรมทางจิตวิทยาศาสตร์ที่ต้องการประเมิน

การสังเกตพฤติกรรมการแสดงออกเป็นวิธีการที่ง่าย สะดวก และทำให้ได้รายละเอียดเกี่ยวกับคุณลักษณะหรือพฤติกรรมทางจิตวิทยาศาสตร์ที่สังเกตอย่างชัดเจนเป็นรูปธรรม แต่มีข้อจำกัด คือ การประเมินพฤติกรรมบางอย่างที่มีผู้สังเกต หลายคนอาจมองหรือมีความคิดเห็นแตกต่างกันได้

2. การประเมินตนเองเป็นการประเมินจิตวิทยาศาสตร์ในตัวนักเรียนโดยการให้นักเรียนรายงานความคิดเห็นหรือความรู้สึกของตนเองต่อข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนดผ่านการตอบแบบสอบถามหรือแบบประเมินเชิงสถานการณ์ ข้อดีของการประเมินตนเอง คือ นักเรียนสามารถตอบคำถาม หรือมีการแสดงออกได้โดยอิสระ ทำให้ได้ข้อมูลความคิดเห็นหรือความรู้สึกที่แท้จริงจากการรายงานของตนเองของนักเรียน นอกจากนี้ยังเหมาะสำหรับการวัดจิตวิทยาศาสตร์ในนักเรียนกลุ่มใหญ่ เนื่องจากใช้เวลาไม่มากนัก ส่วนข้อจำกัดของการประเมินตนเอง คือ การที่ผู้แปลความหมายหรือตัดสินผลไม่ได้เห็นการตอบสนองต่อสิ่งเร้า หรือเห็นการแสดงออกของนักเรียนที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง ถ้าคำตอบที่นักเรียนตอบไม่ใช่คำตอบที่แท้จริงก็จะมีผลให้การแปลความหมายหรือตัดสินการมีคุณลักษณะหรือพฤติกรรมทางจิตวิทยาศาสตร์ขาดความเที่ยงตรงได้

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น

งานวิจัยต่างประเทศ

แลตต์; และ แอนเดอร์สัน (รัชฎา ศิลมน์. 2552: 68; อ้างอิงจาก Ladd; & Anderson. 1970. *Question and Earth Science Teaching : Using in fluence Effectively*. pp. 395-400) ได้ศึกษาการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จากการตั้งคำถามของครูเพื่อศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยใช้ครูจำนวน 40 คนทำการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยถามคำถามในระดับสูงและระดับต่ำโดยทำการสอนนักเรียน 40 ห้องผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนจากครูที่สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้คำถามระดับสูงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยครูที่มีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้คำถามในระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อับราฮัม; และ เรนเนอร์ (นภารัตน์ ศรีคำเวียง. 2555: 54; อ้างอิงจาก Abraham; & Renner. 1986. *The Sequence of Learning Cycle Activities in High School chemistry*. pp. 121-143) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ในวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษา ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีด้านเนื้อหาและด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามแบบปกติ นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้มีผลต่อความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน

งานวิจัยในประเทศ

ดารานี อุดชา (2555: 96) ศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง อยู่อย่างพอเพียง รายวิชา เศรษฐกิจพอเพียง โดยใช้การสอนแบบโครงงานร่วมกับรูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้โครงงานร่วมกับรูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานร่วมกับรูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ละมัย วงคำแก้ว (2555: 158) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับผังกราฟิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่าแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับผังกราฟิกที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.01/83.13 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนหลังเรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับผังกราฟิกสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ วิทยาศาสตร์ เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อมหลังเรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับผังกราฟิกสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนหลังเรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับผังกราฟิกมีโครงงานวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 76.84 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่เป้าหมายกำหนดไว้ คือร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน

งานวิจัยต่างประเทศ

เมสัน (จุฑาภรณ์ อูมาสะ. 2556: 38-39; อ้างอิงจาก Mason. 1991. *Dissertation Abstracts International*. pp. 824) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อคติเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในระดับเจ็ดและระดับแปดจำนวน 285 คนจากโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นสังกัดในเขตออตตาวารัฐมิชิแกนแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่มคือ (1) โครงงานที่ครูมอบหมาย (2) โครงงานที่นักเรียนเลือกเอง (3) ไม่มีการทำโครงงานนักเรียนมีเวลา 6 สัปดาห์ในการทำงานให้สำเร็จทำการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) และหลังเรียน (Posttest) โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกันจำนวน 2 ฉบับคือแบบทดสอบวัดเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนทั้ง 3 กลุ่มมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันโครงงานวิทยาศาสตร์มีผลต่อการพัฒนาเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพศชายได้เพียงเล็กน้อยและนักเรียนชอบทำโครงงานที่ครูมอบหมายได้สำเร็จสมบูรณ์ดีกว่าโครงงานที่เลือกเอง

บัตโซว์ (ประภาภรณ์ ลังกลาสิทธิ์. 2552: 48; อ้างอิงจาก Butzow. 1971. *Research in Education*. pp.81) ได้ทดลองสอนแบบโครงงานในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพได้ศึกษาทดลองกับนักเรียนเกรด 8 จำนวน 92 คน โดยใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วัดทักษะของนักเรียนก่อนสอนและหลังการสอน พบว่าคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งสองครั้งมีความแตกต่างกัน นักเรียนมีความสามารถในการสังเกต เปรียบเทียบ จัดจำพวก การวัด การสรุปอ้างอิง และการทดลองเพิ่มมากขึ้น และยังพบว่ามีความตระหนักทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

งานวิจัยในประเทศ

แจ่มจันทร์ ทองคุ่ม (2545: 72-73) ศึกษาผลการเรียนวิทยาศาสตร์สาระการเรียนรู้เรื่องกินคืออยู่ดี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเบญจมราชานุสรณ์ที่ได้รับการสอนแบบโครงงานโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 ($p = .00$) ในทุกด้านของการวัดผลการ

เรียนทั้งด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และการนำไปใช้ และผลการเรียนด้านความสามารถในการคิดและทำโครงการวิทยาศาสตร์ในสาระการเรียนรู้เรื่องกินดีอยู่ดี ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบโครงงาน โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ พบว่าคะแนนเฉลี่ยจากทุกแผนการเรียนได้ 8.55 ประเมินผลการเรียนอยู่ในระดับดีมาก

รัตติยา รัตนอุดม (2547: 63) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบโครงงานกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบโครงงานกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบโครงงานกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นาตยา ช่วยชูเชิด (2548: 50) ศึกษาเจตคติต่อทรัพยากรน้ำโดยใช้การสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่องการแก้ปัญหาเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำ ผลการวิจัยพบว่า เจตคติต่อทรัพยากรน้ำของนักเรียนหลังได้รับการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่องการแก้ปัญหาเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำสูงกว่าก่อนได้รับการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

อำไพ อัสสุวรรณ (2551: 72) ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษและทักษะการจัดการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่จัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษไม่แตกต่างกับนักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบปกติ และนักเรียนที่จัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานมีทักษะการจัดการวิชาภาษาอังกฤษแตกต่างกันกับนักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบปกติโดยนักเรียนที่จัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานมีทักษะการจัดการวิชาภาษาอังกฤษสูงกว่านักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

ประภาภรณ์ ลังกาสี (2552: 74) ศึกษาผลการใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนธรรมราชศึกษา จังหวัดเชียงใหม่ ผลการวิจัยพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พาริดา มาฮามัด (2552: 119) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม เกิดพฤติกรรมในด้านการเรียนรู้ด้วยตนเอง การมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม สามารถนำสิ่งใกล้ตัวมาศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล วิเคราะห์ ออกแบบและวางแผนการทำงานอย่างมีลำดับขั้นตอน สามารถค้นคว้าข้อมูล รวบรวมและสรุปผลข้อค้นพบด้วยตนเอง สามารถนำสิ่งที่ค้นพบนำเสนอให้ผู้อื่นเข้าใจได้ มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน นักเรียนมีความกล้าคิด กล้าแสดงออก กล้าแสดงความรู้

คิดเห็น สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และนักเรียนมีเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคมอยู่ในระดับมาก

บัวซอน ตำมะ (2554: 77) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์และชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์และชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

จุฑาภรณ์ อุมาสะ (2556: 56) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์เรื่องระบบนิเวศที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนขยายโอกาสในเขตอำเภออ่าวลึกจังหวัดกระบี่ผลการวิจัยพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนขยายโอกาสในเขตอำเภออ่าวลึกจังหวัดกระบี่ก่อนเรียนโดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์เรื่องระบบนิเวศมีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 15.12 คะแนน (S.D.=2.05) และคะแนนหลังเรียนเท่ากับ 19.28 คะแนน (S.D.=2.23) คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนโดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเจตคติทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนดังกล่าวก่อนเรียนโดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์เรื่องระบบนิเวศมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.65 คะแนน (S.D.=0.42) และคะแนนหลังเรียนเท่ากับ 4.42 คะแนน (S.D.=0.27) คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนโดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

กิลลิโน (วิชชุตตา อ้วนศรีเมือง. 2554: 49 อ้างอิงจาก Giuliano. 1998. *Proquest-Dissertation Abstracts*.) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางความคิดและวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในวิชาเคมี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน 12 คน ที่ถูกคัดเลือกจากโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา 3 แห่ง ในนิวยอร์ก เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบวัดความสามารถทางความคิด และเครื่องมือวัดวิธีแก้ปัญหา 4 ลักษณะ คือ 1) การใช้เหตุผลโดยการนิรนัยและการปฏิบัติตามขั้นตอนที่มีความแม่นยำ 2) การทดลองและหาข้อผิดพลาด ด้วยกระบวนการหลากหลาย และการหาเหตุผลโดยวิธีการอุปนัย 3) การแก้สมการอัลกอริทึม 4) การเปรียบเทียบและการใช้รูปแบบการจำ ผลการวิจัยสรุปว่า นักเรียนมีรูปแบบทางความคิดที่เหมือนกันจะใช้วิธีการแก้ปัญหาที่คล้ายกัน และการแก้ปัญหาแบบเป็นกลุ่มจะช่วยให้นักเรียนได้ตรวจสอบการคิดของตนเอง

ซาง (สุวิชา วันสุตล. 2554: 69 อ้างอิงจาก Cheng, Yin Cheong. 1996. *School Effectiveness and School - Based Management : A Mechanism for Development*.) ได้ศึกษาผลของวิธีสอนแบบการแก้ปัญหาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ในวิชาปฐพีวิทยา ของนักเรียนเกรด 9 ในไต้หวัน

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน 172 คน ที่เรียนวิชาปฐพีวิทยา แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละเท่าๆ กัน โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบแก้ปัญหา ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบบรรยาย ซึ่งทั้งสองกลุ่มมีครูผู้สอนคนเดียวกัน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาปฐพีวิทยาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และแบบสำรวจความคิดเห็นที่มีต่อการสอนด้านการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการสอนช่วยให้สามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ตลอดจนช่วยปรับปรุงทักษะการคิดต่างๆ ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการสอนที่วางไว้

กริฟฟิธ (Griffith. 2005: 2170-B) ได้ศึกษาการแข่งขัน FIRST Robotics รูปแบบของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก : การเปรียบเทียบเจตคติของนักเรียนและความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา พบว่าการเปลี่ยนแปลงทางด้านเจตคติของนักเรียนก่อนทดลองและหลังทดลองของทั้งสองกลุ่มคล้ายคลึงกันและเจตคติของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกัน โดยกลุ่มทดลองมีเจตคติค่อนข้างสูง

งานวิจัยในประเทศ

นภาพร วงศ์เจริญ (2550: 61) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบพหุปัญญา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบพหุปัญญา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบพหุปัญญา มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จิรภัทร กิรติดำเกิงสกุล (2552: 63) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ดำรงศักดิ์ มีวรรณ (2552: 61) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูง

ว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุพัตรา ฝ่ายจันทร์ (2552: 61) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พรพรรณ อินทร์ไทยวงศ์ (2553: 67) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมพัฒนากระบวนการคิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนมัธยมบ้านบางกะปิ สำนักงานเขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมพัฒนากระบวนการคิด เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนมัธยมบ้านบางกะปิ สำนักงานเขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมพัฒนากระบวนการคิด เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ พบว่านักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สายรุ้ง กิจโชติช่วง (2553: 44) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมกระบวนการแก้ปัญหาอนาคต ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมกระบวนการแก้ปัญหาอนาคตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมกระบวนการแก้ปัญหาอนาคตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กอบวิทย์ พิริยะวัฒน์ (2554: 124) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคognition ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับ

ศศิลักษณ์พร วงศ์พุกคุณากร (2554: 57) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมพหุปัญญา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมพหุปัญญา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมพหุปัญญา มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

วิกเตอร์; และ จอร์จ (กำธร จรูญเลิศกิจจา. 2554: 70; อ้างอิงจาก Victor; & George. 1975. *Science Education*. pp. 156-161) ได้ศึกษาเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา กับ นักศึกษามหาวิทยาลัยและครูวิทยาศาสตร์ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ตามวิธีของเทอร์สตันโดยสร้างข้อความทั้งเชิงนิเสธและเชิงนิมานจำนวน 36 ข้อไปใช้ทดสอบผลปรากฏว่านักเรียนระดับมัธยมศึกษา กับ นักศึกษามหาวิทยาลัยมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

วอลเตอร์ (ณัฐริณีย์ อภิวงค์งาม. 2554: 89; อ้างอิงจาก Walter. 1966. *Dissertation Abstracts*. pp. 994-A – 995-A) ศึกษาเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีต่างกันนักเรียนกลุ่มทดลองจะเรียนวิทยาศาสตร์โดยได้รับเอกสารคำแนะนำในวิธีการมองปัญหาแก้ปัญหาแต่ไม่มีการบรรยายไม่ใช้ตำราเรียนไม่มีการกำหนดงานเป็นการบ้านส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมจะเรียนโดยวิธีบรรยายการกำหนดงานมีการบ้านมีการให้ทำปฏิบัติการบ้างกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 8 จำนวน 112 คนจัดกลุ่มโดยการจับคู่ตามเพศคะแนนเฉลี่ยความถนัดทางการเรียนความสามารถในการอ่านผลการวิจัยกลุ่มทดลองมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในด้านมีเหตุผลไม่เชื่อถือโชคกลางสูงกว่ากลุ่มควบคุมกลุ่มทดลองมีทักษะในการเรียนการแก้ปัญหาและการใช้ความคิดเชิงวิเคราะห์สูงกว่ากลุ่มควบคุมแต่มีผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหาวิชาต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

งานวิจัยในประเทศ

ศิริสา พม้นกุล (2548: 40) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชาชีพวิทยาลัยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการมีจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ถัฏฐุรึนึยั อภิวงค้งาม (2554: 117) คีการศึกษาผลสัฎฐทุธิ์ทางการเรียรึนวิทยาาศาสตรึและจิตวิทยา
ศาสตรึของนักเรียรึนชั้นมัธยมศีกษาปึที่ 3ที่ไ้รับการจัฎฐการเรียรึนรู้โดยไ้ใช้บริบทเป็นฐานและการ
จัฎฐการเรียรึนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการศีกษาพบว่าผลสัฎฐทุธิ์ทางการเรียรึนวิทยาาศาสตรึของ
นักเรียรึนที่ไ้รับการจัฎฐการเรียรึนรู้โดยไ้ใช้บริบทเป็นฐานกัับการจัฎฐการเรียรึนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
ตanggต่างกันอยั่างมีนัยสำคัฎฐทางสถิติที่ระดับ .01 ผลสัฎฐทุธิ์ทางการเรียรึนวิทยาาศาสตรึก่อนเรียรึนกับ
หลั้งเรียรึนของนักเรียรึนกลุ่มทดลองที่ไ้รับการจัฎฐการเรียรึนรู้โดยไ้ใช้บริบทเป็นฐาน มีผลสัฎฐทุธิ์
ทางการเรียรึนวิทยาาศาสตรึหลั้งเรียรึนสูงกวั่าก่อนเรียรึน ผลสัฎฐทุธิ์ทางการเรียรึนวิทยาาศาสตรึก่อนเรียรึน
กัับหลั้งเรียรึนของนักเรียรึนกลุ่มทดลองที่ไ้รับการจัฎฐการเรียรึนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีผลสัฎฐทุธิ์
ทางการเรียรึนวิทยาาศาสตรึหลั้งเรียรึนสูงกวั่าก่อนเรียรึน จิตวิทยาาศาสตรึของนักเรียรึนที่ไ้รับการจัฎฐการ
เรียรึนรู้โดยไ้ใช้บริบทเป็นฐานกัับการจัฎฐการเรียรึนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตanggต่างกันอยั่างมีนัยสำคัฎฐ
ทางสถิติที่ระดับ .01 จิตวิทยาาศาสตรึก่อนเรียรึนกัับหลั้งเรียรึนของนักเรียรึนกลุ่มทดลองที่ไ้รับการ
จัฎฐการเรียรึนรู้โดยไ้ใช้บริบทเป็นฐาน มีคะแนนจิตวิทยาาศาสตรึหลั้งเรียรึนสูงกวั่าก่อนเรียรึน และจิต
วิทยาาศาสตรึก่อนเรียรึนกัับหลั้งเรียรึนของนักเรียรึนกลุ่มทดลองที่ไ้รับการจัฎฐการเรียรึนรู้แบบสืบเสาะหา
ความรู้มีคะแนนจิตวิทยาาศาสตรึหลั้งเรียรึนสูงกวั่าก่อนเรียรึน

นภาพรณ์ หวานชม (2554: 57) ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานมีจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อัญชลี สุเทวี (2554: 84) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบซิปปาโมเดลกับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบซิปปาโมเดลหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7 ขั้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบซิปปาโมเดลกับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7 ขั้นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบซิปปาโมเดลหลัง

เรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7 ขั้นหลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบชิปปาโมเดลกับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7 ขั้นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบแผนการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดราชาธิวาส เขตดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 6 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 200 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดราชาธิวาส เขตดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 34 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ใช้เวลาในการทดลองสอน 30 คาบ คาบละ 50 นาที ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) 50 นาที และทดสอบหลังเรียน (Post-test) 50 นาที รวม 32 คาบ

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

บทเรียนที่ 1 พลังงานน้ำ

บทเรียนที่ 2 พลังงานลม

บทเรียนที่ 3 พลังงานแสงอาทิตย์

บทเรียนที่ 4 พลังงานชีวมวล

บทเรียนที่ 5 พลังงานนิวเคลียร์

2. แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงทดลอง ผู้วิจัยใช้แบบแผนการวิจัยกลุ่มเดียว วัดก่อนและหลังการทดลอง One-Group Pretest-Posttest Design (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543: 59-61) นำผลมาเปรียบเทียบกันเพื่อหาค่าความต่าง

ตาราง 6 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E แทน กลุ่มทดลอง

T₁ แทน การทดสอบก่อนการทดลอง (Pre-test)

X แทน การจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน

T₂ แทน การทดสอบหลังการทดลอง (Post-test)

3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น และแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน

2. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์

4. แบบวัดจิตวิทยาาสตร์

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น และแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน

1.1 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

1.1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น และกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน

1.1.2 ศึกษาคำอธิบายรายวิชา ผลการเรียนรู้ รายวิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มสาระการเรียนรู้การเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.1.3 ศึกษาหลักการและวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น และแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ และเอกสารประกอบการเรียนการสอน

1.1.4 กำหนดเนื้อหา เพื่อจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 10 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมระยะเวลา 30 คาบ ดังนี้

ตาราง 7 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แผนการจัด การเรียนรู้	ชื่อเรื่อง	รูปแบบ การจัดการเรียนรู้	เวลา (คาบ)
1	พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์	การจัดการเรียนรู้ โดยใช้วัฏจักร การเรียนรู้ 5 ขั้น	2
2	พลังงานน้ำ, พลังงานลม		2
3	พลังงานแสงอาทิตย์		2
4	พลังงานชีวมวล, พลังงานนิวเคลียร์		2
5	โครงการวิทยาศาสตร์		2
6	กำหนดหัวข้อหรือปัญหาโครงงาน	การจัดการเรียนรู้โดย ใช้โครงงาน	2
7	โครงร่างของโครงงาน		2
8	ดำเนินโครงงาน		10
9	สรุปผลของโครงงาน		2
10	นำเสนอผลงาน		4
รวม			30

แผนการจัดการเรียนรู้ 1-5 ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น เพราะ รายวิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ เป็นการพัฒนาเนื้อหาที่เน้นองค์

ความรู้เกี่ยวกับการนำพลังงานที่มีอยู่ในธรรมชาติมาใช้เป็นพลังงานทดแทน และเพื่อเป็นการส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากพลังงานทดแทนได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม จึงได้กำหนดเป็นเป้าหมายสำหรับผู้เรียนทุกคนที่จะได้รับการพัฒนาทั้งด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการคิด การแก้ปัญหา การนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ทั้งต่อตนเอง ต่อสังคมและประเทศ ตลอดจนมีจิตวิทยาศาสตร์ คุณค่าและค่านิยมที่ถูกต้องเหมาะสม

แผนการจัดการเรียนรู้ 6-10 ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน เพราะ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความสามารถและพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มที่ เป็นไปตามธรรมชาติ ความถนัด และความสนใจ เน้นกระบวนการเรียนรู้อย่างมีขั้นตอน เป็นพื้นฐานในการฝึกทักษะกระบวนการคิด การแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่างๆ เป็นการเรียนรู้ตลอดเวลาทุกสถานที่ ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีความสุข เกิดการพัฒนาด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ และสังคม

1.1.5 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น และแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน เอกสารประกอบการเรียนการสอน ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ ตามหัวข้อดังนี้

- 1) สารสำคัญ
- 2) จุดประสงค์การเรียนรู้
- 3) สารการเรียนรู้
- 4) กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- 5) สื่อการเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้ / อุปกรณ์
- 6) กระบวนการวัดและประเมินผล
- 7) เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลและประเมินผล
- 8) บันทึกหลังสอน

1.2 ขั้นตอนการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

1.2.1 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น และแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ และความเหมาะสมของกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.2.2 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาคำดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ (IOC) ได้คำดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น อยู่ระหว่าง 0.80-1.00 และแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน เท่ากับ 1.00

1.2.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อทดสอบความเป็นไปได้ ความถูกต้อง เหมาะสม และบันทึกปัญหา ข้อบกพร่องต่างๆ ที่พบ แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข และนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

2. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.1 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ

2.1.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดประเมินผล วิธีการสร้างแบบทดสอบและการเขียนข้อสอบวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.1.2 ศึกษาหลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ รายวิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ ที่ใช้วัดพฤติกรรมด้านต่างๆ 6 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 65 ข้อ แต่ละข้อมีตัวเลือกที่ถูกต้องเพียงตัวเลือกเดียว โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อ คือ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน โดยสร้างแบบทดสอบให้มีความสอดคล้องกับตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้

2.2 วิธีการหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.2.1 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ ความเหมาะสมของคำถามและตัวเลือก

2.2.2 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาคัดขั้วความสอดคล้องของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (IOC) และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60-1.00

2.2.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เคยเรียนรายวิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 36 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.2.4 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เทย์ ฟาน แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .20-.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไปไว้ คัดเลือกข้อสอบไว้ 30 ข้อ พบว่าข้อสอบที่คัดเลือกไว้มีค่าความยากง่าย (p) มีค่าระหว่าง 0.25-0.75 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าระหว่าง 0.22-0.56

2.2.5 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้วิธีสูตรของครูเดอร์และริชาร์ดสัน (KR-20) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .80 และนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ที่ได้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

3. แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์

3.1 ขั้นตอนการสร้างแบบวัด

3.1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัย การวัดประเมินผลที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์

3.1.2 สร้างแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาและปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 10 สถานการณ์ โดยแต่ละสถานการณ์จะมีคำถาม 4 ข้อ ตามขั้นตอนการคิดแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของเวียร์ คือ ขั้นระบุปัญหา ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์

3.1.3 แบบวัดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ แต่ละข้อมีตัวเลือกที่ถูกต้องเพียงตัวเลือกเดียว โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อ คือ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

3.2 วิธีการหาคุณภาพของแบบวัด

3.2.1 นำแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ ความเหมาะสมของคำถามและตัวเลือก

3.2.2 นำแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาคัดชั้นความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ (IOC) และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.80-1.00

3.2.3 นำแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 32 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบวัด

3.2.4 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตย์ ฟาน แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .20-.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไปไว้ คัดเลือกข้อสอบไว้ 20 ข้อ พบว่าข้อสอบที่คัดเลือกไว้มีค่าความยากง่าย (p) มีค่าระหว่าง 0.25-0.75 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าระหว่าง 0.23-0.63

3.2.5 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้วิธีสูตรของครูเดอร์และริชาร์ดสัน (KR-20) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .64 และนำแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ที่ได้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

4. แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

4.1 ขั้นตอนการสร้างแบบวัด

4.1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัย การวัดประเมินผลที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

4.1.2 สร้างแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงจากสสวท. แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ประกอบด้วย 5 คุณลักษณะ คือ ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุผล ความพยายาม มุ่งมั่น ความรับผิดชอบ และความร่วมมือช่วยเหลือ จำนวน 25 ข้อ

4.1.3 สร้างเกณฑ์ให้คะแนน กำหนดเกณฑ์การตรวจให้คะแนนโดยใช้ 5 ระดับ ดังนี้

ข้อความเชิงบวก

มากที่สุด	ให้	5	คะแนน
มาก	ให้	4	คะแนน
ปานกลาง	ให้	3	คะแนน
น้อย	ให้	2	คะแนน
น้อยที่สุด	ให้	1	คะแนน

ข้อความเชิงลบ

มากที่สุด	ให้	1	คะแนน
มาก	ให้	2	คะแนน
ปานกลาง	ให้	3	คะแนน
น้อย	ให้	4	คะแนน
น้อยที่สุด	ให้	5	คะแนน

การแปลความหมายของคะแนนผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ความหมายของคำตอบ โดยนำมาจากแนวคิดของ แปลความหมายตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ดังนี้

มากที่สุด	ช่วงคะแนน	67.51 – 75.00	คะแนน
มาก	ช่วงคะแนน	52.51 – 67.50	คะแนน
ปานกลาง	ช่วงคะแนน	37.51 – 52.50	คะแนน
น้อย	ช่วงคะแนน	22.51 – 37.50	คะแนน
น้อยที่สุด	ช่วงคะแนน	15.00 – 22.50	คะแนน

4.2 วิธีการหาคุณภาพของแบบวัด

4.2.1 นำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญา นิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ ความเหมาะสมของคำถาม

4.2.2 นำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้าน หลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 5 ท่าน เพื่อ

พิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ (IOC) และคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.80-1.00

4.2.3 นำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 32 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบวัด

4.2.4 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (t) แล้วคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไปไว้ คัดเลือกข้อสอบไว้ 15 ข้อ พบว่าข้อคำถามที่คัดเลือกไว้มีค่าอำนาจจำแนก (t) มีค่าระหว่าง 0.28-1.28

4.2.5 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้วิธีสูตรของสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .89 และนำแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ที่ได้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ห้องเรียนจาก 6 ห้องเรียน เป็นกลุ่มตัวอย่าง รวมจำนวนนักเรียน 34 คน
2. ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ และแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์
3. ดำเนินการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง ใช้เวลาสอน 30 คาบ คาบละ 50 นาที
4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์
5. นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

5. การจัดทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่
 - 1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ และคะแนนจิตวิทยาศาสตร์
 - 1.2 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ และคะแนนจิตวิทยาศาสตร์

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ t-test for dependent sample และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์หลังเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้สถิติ one sample t-test

3.2 ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหา วิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ t-test for dependent sample และเทียบความสามารถ ในการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้สถิติ one sample t-test

3.3 ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3 เพื่อเทียบจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้สถิติ one sample t-test



บทที่ 4

ผลการศึกษา

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
k	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
$\bar{x}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
S.D.	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t_1	แทน	ค่าสถิติที่แทนใน t-distribution ก่อนเรียนและหลังเรียน
t_2	แทน	ค่าสถิติที่แทนใน t-distribution เทียบกับเกณฑ์
*	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอตามลำดับดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน และเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70)
2. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน และเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60)
3. เปรียบเทียบจิตวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (ค่าเฉลี่ย = 52.51)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน และเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70)

ตาราง 8 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน และเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70)

รายการ	n	k	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t_1	เกณฑ์	t_2
			$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.			
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	34	30	18.56	3.41	22.35	3.00	8.462*	21 (ร้อยละ 70)	2.626*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 8 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กล่าวคือนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

2. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน และเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60)

ตาราง 9 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน และเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60)

รายการ	n	k	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t_1	เกณฑ์	t_2
			$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.			
ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	34	20	9.41	3.11	12.41	2.61	8.317*	12 (ร้อยละ 60)	0.921

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 9 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

ตาราง 10 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนตามขั้นตอนการคิดแก้ปัญหา

ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา	n	k	$\bar{X}$	S.D.	เกณฑ์	t	ร้อยละ
1. ขั้นระบุปัญหา	34	5	3.18	1.06	3	0.973	63.60
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา	34	5	3.29	1.00	3	1.713*	65.80
3. ขั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา	34	5	2.59	1.08	3	-2.231	51.80
4. ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์	34	5	3.35	1.15	3	1.787*	67.00
รวม	34	20	12.41	2.61	12	0.921	62.05

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 10 เมื่อพิจารณาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด พบว่าขั้นวิเคราะห์ปัญหามีค่าเฉลี่ยร้อยละ 65.80 และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 67.00 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ขั้นระบุปัญหามีค่าเฉลี่ยร้อยละ 63.60 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และขั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหาามีค่าเฉลี่ยร้อยละ 58.80 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

3. เปรียบเทียบจิตวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (ค่าเฉลี่ย = 52.51)

ตาราง 11 จิตวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (ค่าเฉลี่ย = 52.51)

ด้าน	n	k	$\bar{X}$	S.D.	เกณฑ์	t	การแปลผล
ความอยากรู้อยากเห็น	34	15	10.15	2.06	10.51	-1.026	ปานกลาง
ความมีเหตุผล	34	15	11.38	1.62	10.51	3.150*	ดี
ความพยายามมุ่งมั่น	34	15	10.15	2.00	10.51	-1.057	ปานกลาง
ความรับผิดชอบ	34	15	11.53	1.54	10.51	3.855*	ดี
ความร่วมมือช่วยเหลือ	34	15	11.85	1.86	10.51	4.208*	ดี
รวม	34	75	55.06	6.85	52.51	2.169*	ดี

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 11 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานมีจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กล่าวคือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานมีจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

เมื่อพิจารณาจิตวิทยาศาสตร์รายด้านพบว่า ด้านความมีเหตุผล ความรับผิดชอบ และความร่วมมือช่วยเหลืออยู่ในเกณฑ์ดี ส่วนด้านความอยากรู้อยากเห็น และความพยายามมุ่งมั่นอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาวิจัยเชิงทดลอง เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน สรุปสาระสำคัญและผลการศึกษา ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายของการวิจัยไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70)
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60)
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานมีจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในเกณฑ์ดี (ค่าเฉลี่ย=52.51)

วิธีดำเนินการวิจัย

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดราชาธิวาส เขตดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 6 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 200 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดราชาธิวาส เขตดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 34 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ใช้เวลาในการทดลองสอน 30 คาบ คาบละ 50 นาที ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) 50 นาที และทดสอบหลังเรียน (Post-test) 50 นาที รวม 32 คาบ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น
2. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน
3. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์
5. แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ห้องเรียนจาก 6 ห้องเรียน เป็นกลุ่มตัวอย่าง รวมจำนวนนักเรียน 34 คน
2. ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชา พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ และแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์
3. ดำเนินการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง ใช้เวลาสอน 30 คาบ คาบละ 50 นาที

4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

5. นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. สถิติทดสอบสมมติฐาน

2.1 สถิติ t-test for dependent sample เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน

2.2 สถิติ one sample t-test เพื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ร้อยละ 70) ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (ร้อยละ 60) และจิตวิทยาศาสตร์ (ค่าเฉลี่ย = 52.51)

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานมีจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในเกณฑ์ดี (ค่าเฉลี่ย = 52.51) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน สามารถอภิปรายผลการศึกษาดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์รายวิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน พบว่าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

(ร้อยละ 70) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 1 สามารถอภิปรายผลการทดลองได้ดังนี้

ประการแรกอาจเนื่องมาจากในขณะที่เรียนนักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการถูกกระตุ้นด้วยประเด็นปัญหาหรือคำถามที่ยั่วๆ ทำให้เกิดความสนใจ และต้องการศึกษาเรื่องนั้นด้วยตนเองอย่างลึกซึ้ง อย่างมีระบบขั้นตอนด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เน้นการเรียนรู้ตามสภาพจริงและปฏิบัติจริง มีประสบการณ์ตรงกับเรื่องที่ศึกษา ดังที่ นวลจิตต์ เชาวศิริพิงศ์ (2558: 6) กล่าวว่า การกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดปัญหา/ข้อสงสัย เพื่อให้ผู้เรียนตั้งคำถาม/กำหนดปัญหาที่จะศึกษาได้ ผู้สอนจะต้องใช้ความสามารถในการจัดสถานการณ์ที่น่าสงสัย/จัดหาและนำเสนอข้อมูลที่ขาดความสมบูรณ์ หรือมีประเด็นที่ชวนสงสัย และใช้คำถามช่วยกระตุ้นให้เกิดความสงสัย ซึ่งเรื่องพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์เป็นประเด็นร้อนในปัจจุบันครูจึงสามารถกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในเรื่องนี้ได้ง่าย รวมทั้งในกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางโดยครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก ให้คำแนะนำ ประการที่สองอาจเนื่องมาจากนักเรียนสามารถบูรณาการทักษะการเรียนรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประสบการณ์ และพัฒนาทักษะกระบวนการคิดควบคู่ไปด้วย ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิตของนักเรียนที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้ และส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหามากขึ้นเนื่องจากในระหว่างกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนมีโอกาสตั้งคำถามหรือประเด็นปัญหาที่นักเรียนสนใจอยากแก้ปัญหา จึงทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และฝึกความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ดังที่ ภพ เลหาไพบูลย์ (2542: 309-310) กล่าวว่านักเรียนจะได้ฝึกใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในการแสวงหาความรู้ มีความสามารถในการถ้อยแถลงการเรียนรู้ของกระบวนการแก้ปัญหาไปใช้ในการแก้ปัญห่อื่นๆ และเป็นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน อีกทั้งในการลงมือปฏิบัตินักเรียนได้รู้ถึงข้อผิดพลาด ครูจะคอยชี้แนะให้นักเรียนปรับปรุง แก้ไข ดังที่ วราภรณ์ ตระกูลสุษดี (2551: 6-7) กล่าวว่าความรู้และความสามารถด้านต่างๆ ที่มีอยู่ในตัวของนักเรียนจะถูกกระตุ้นให้ได้แสดงออกอย่างเต็มที่ ขณะที่ปฏิบัติกิจกรรมเช่นเดียวกับทักษะต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับชีวิต เช่น ทักษะการทำงาน ทักษะการอยู่ร่วมกัน ทักษะการจัดการ ฯลฯ ก็จะถูกนำมาใช้อย่างเต็มศักยภาพ ในขณะที่ร่วมกันแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำโครงการ

ประการสุดท้ายอาจเนื่องมาจากนักเรียนได้ฝึกความรับผิดชอบ เรียนรู้การทำงานร่วมกับผู้อื่นเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ ซึ่งเป็นการฝึกทักษะสังคมของนักเรียนด้วย ทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าในตนเอง ดังที่ สมจิต สวชนไพบูลย์ (2526: 119-120) กล่าวว่า การฝึกการทำงานร่วมกัน ช่วยเหลือกัน แลกเปลี่ยนความคิดเห็น รับผิดชอบต่องาน สร้างวินัยในตนเองให้เกิดขึ้นกับนักเรียน เป็นการเสริมสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ทุกด้าน ซึ่งเหตุผลดังกล่าวข้างต้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ ฟารีดา มาฮามัด (2552: 119) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคมมีผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของบัวซอน ดำมะ (2554: 77) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์และชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์และการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสอดคล้องกับงานวิจัยของดารานี อุดชา (2556: 96) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง อยู่อย่างพอเพียง รายวิชา เศรษฐกิจพอเพียง โดยใช้การสอนแบบโครงงานร่วมกับรูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานร่วมกับรูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากเหตุผลดังกล่าวสนับสนุนได้ว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน พบว่าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นไม่ไปตามสมมุติฐานข้อที่ 2 สามารถอภิปรายผลการทดลองได้ดังนี้

การฝึกทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาเกิดขึ้นได้ในทุกขั้นตอนของกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนและกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน (พิมพันธ์ เดชะคุปต์. 2544: 60, วัฒนา มัคคสมัน. 2554: 39, สสวท. 2555: 77) ทำให้นักเรียนฝึกการคิดแก้ปัญหาตลอด ครูจึงต้องมีบทบาทในการส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ในด้านต่างๆ ของนักเรียนส่งเสริมและสนับสนุนให้นักเรียนนำความรู้ ทักษะ ความคิดแก้ปัญหาไปพัฒนาการเรียนรู้ ซึ่งความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเป็นทักษะการคิดขั้นสูงที่นักเรียนสามารถนำวิธีคิดแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาดังๆ ที่ผ่านเข้ามาในชีวิตได้อย่างถูกต้อง ดังที่ มังกรทองสุทธิ (2522: 5-10) กล่าวว่า การฝึกให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอเป็นประโยชน์แก่นักเรียน เพราะในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นักเรียนต้องเผชิญหน้าปัญหาอยู่ตลอดเวลา ซึ่งเหตุผลดังกล่าวข้างต้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ จงรักษ์ ปัญญารัตนกุลชัย (2554: 92-93) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสอดคล้องกับงานวิจัยของจิราวรรณ สอนสวัสดิ์ (2554: 86-87) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการ

จัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

จากเหตุผลดังกล่าวสนับสนุนได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ ร้อยละ 60 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3. เปรียบเทียบจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน พบว่าหลังเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ดี (ค่าเฉลี่ย = 52.51) ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 3 สามารถอภิปรายผลการทดลองได้ดังนี้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน เป็นการเสริมสร้างจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทุกด้าน (สมจิต สวชนไพบูลย์. 2526: 119-120, ภพเลาห์ไพบูลย์. 2542: 309-310) ซึ่งจิตวิทยาศาสตร์จะแสดงออกมาทางความรู้สึกนึกคิด คุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่มีต่อความคิด การกระทำ และการตัดสินใจของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผลของความรู้สึกนึกคิดจะแสดงถึงพฤติกรรมการแสดงออกของบุคคล ดังที่ สสวท. (2555: 149-151) กล่าวว่าจิตวิทยาศาสตร์ที่ดีต้องประกอบด้วย ความสนใจในวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์ มีความเชื่อและค่านิยมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ดี ที่ถูกต้อง มีคุณธรรมจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ การประพฤติที่งดงาม นำวิทยาศาสตร์ไปคิดและปฏิบัติ เพื่อให้เกิดความดี ความถูกต้อง และเกิดประโยชน์อย่างแท้จริงต่อสังคมต่อไป สิ่งที่นักเรียนแสดงออกมาเป็นพฤติกรรมในชั้นเรียน เช่น ความรับผิดชอบต่องานจนสามารถทำโครงงานวิทยาศาสตร์เสร็จทุกกลุ่ม กระบวนการทำงานกลุ่มที่แสดงถึงความสามัคคี การรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความเสียสละของนักเรียนในการเตรียมอุปกรณ์ จิตอาสา และการหาเวลาวางนอกเหนือจากชั่วโมงเรียนมาทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งเหตุผลดังกล่าวข้างต้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ รัตติยา รัตนอุดม (2547: 70) ได้ทำการศึกษาเรื่องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบโครงงานกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบโครงงานกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของณัฐรินทร์ อภิวงศ์งาม (2554: 117) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการศึกษพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และจิต

วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีคะแนนจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

จากเหตุผลดังกล่าวสนับสนุนได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน มีจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ดี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้และการศึกษาวิจัย ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานครูต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน ฝึกให้นักเรียนคิดหลากหลาย และฝึกให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

1.2 การพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน จะช่วยส่งเสริมการเรียนวิทยาศาสตร์ในวิชาพื้นฐานของนักเรียนให้ดีขึ้น และส่งเสริมให้นักเรียนมีใจรักวิทยาศาสตร์มากขึ้นอีกด้วย

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรนำรายวิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ไปใช้ในการวิจัยโดยบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อให้เกิดการพัฒนาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย

2.2 ควรนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน ไปศึกษาวิจัยทักษะด้านอื่นๆ เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

2.3 การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานสามารถวัดความรับผิดชอบของนักเรียนได้



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ.
- กอบวิทย์ พริยะวัฒน์. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการ เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคognition ในการแก้ โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิต วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- กิตติชัย สุทธิโนบล. (2546). โครงการงาน (Project Approach): การจัดกระบวนการเรียนรู้สำหรับ เด็ก. ราชบุรี: ธรรมรักษ์การพิมพ์.
- กำธร จรูญเลิศกิจจา. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบพหุปัญญา และ รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E). ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จรงค์ ปัญญารัตนกุลชัย. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) และการจัดการเรียนรู้ด้วย ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จิรภัทร กิตติดำเกิงสกุล. (2552). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถ ในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุด กิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาตามหลักปรัชญา เศรษฐกิจพอเพียง. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จิราวรรณ สอนสวัสดิ์. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถ ในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการ เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- จุฑาภรณ์ อูมาสะ. (2556). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์เรื่องระบบนิเวศที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนขยายโอกาสในเขตอำเภออ่าวลึกจังหวัดกระบี่. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. ถ่ายเอกสาร.
- แจ่มจันทร์ ทองคุ้ม. (2545). การศึกษาผลการเรียนวิทยาศาสตร์สาระการเรียนรู้เรื่องกินดีอยู่ดี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเบญจมราชานุสรณ์ที่ได้รับการสอนแบบโครงงานโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชาติรี เกิดธรรม. (2547). เทคนิคการสอนแบบโครงงาน. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ณัฐติยาภรณ์ หยกอุบล. (2555). สอนให้คิดด้วยจิตวิทยาศาสตร์. นนทบุรี: บুদ্ধ พอยท์.
- ณัฐริณี อภิวงค์งาม. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ดารานี อุดชา. (2555). การศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง อยู่อย่างพอเพียง รายวิชา เศรษฐกิจพอเพียง โดยใช้การสอนแบบโครงงานร่วมกับรูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5Es). วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (หลักสูตรและการสอน). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- ดำรงศักดิ์ มีวรรณ. (2552). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ถวัลย์ มาตจรัส; และ มณี เรืองขำ. (2549). แนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน (Project). กรุงเทพฯ: 21 เซ็นจูรี่.
- ทศนา แหมมณี. (2553). ศาสตร์การสอน. พิมพ์ครั้งที่ 13. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีระชัย ปุณณโชติ. (2531). การสอนกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- นภาพร หวานขม. (2554). การศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- นภาพร วงศ์เจริญ. (2550). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบพหุปัญญา. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นภารัตน์ ศรีคำเวียง. (2555). การพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน). ปทุมธานี: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. ถ่ายเอกสาร.
- นวลจิตต์ ชาวกีรติพงศ์. (2558). การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (*Inquiry-based learning*). สืบค้นเมื่อ 25 กันยายน 2558, จาก <http://www.lic.chula.ac.th/web/mediaflash/Inquiry/Inquiry/inquiring.pdf>
- นาดยา ช่วยชูเชิด. (2548). การศึกษาเจตคติต่อทรัพยากรน้ำโดยใช้การสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่องการแก้ปัญหาเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำ. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บงอร ภัทรโกมล. (2541). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต หน่วยตัวเรด้วยวิธีสอนแบบโครงการ. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บัวซอน ดำมะ. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์และชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญเลี้ยง ทุมทอง. (2550). แนวทางการพัฒนาการสอนกระบวนการคิด. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- บุรชัย ศิริมหาสาคร. (2547). การออกแบบหลักสูตรและกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย.
- บุรชัย ศิริมหาสาคร. (2548). การทำโครงงานวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย.
- ประภาภรณ์ ลังกาสิทธิ์. (2552). ผลการใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนธรรมราชศึกษา จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. ถ่ายเอกสาร.

- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2556). การพัฒนาการคิด. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพรินต์ติ้ง.
- ประสาท เนืองเฉลิม. (2557). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. มหาสารคาม: อภิชาติการพิมพ์.
- ปรีชาดิ เบ็ญจวรรณ. (2551). ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 2. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พรพรรณ อินทร์ไทยวงศ์. (2553). การศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมพัฒนากระบวนการคิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิรุณวัฒน์ มินิล. (2550). วิธีการทางวิทยาศาสตร์...เครื่องมือสำคัญของการทำโครงการ. ในประมวลบทความ ปรับวิธีเรียน เปลี่ยนวิธีสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิด วิธีและเทคนิคการสอน. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์; สุวัฒนา อุทัยรัตน์; และ กมลพร บัณฑิตยานนท์. (2544). แนวคิดและแนวปฏิบัติสำหรับครูมัธยมเพื่อการปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์; เพียว ยินดีสุข; และ ราชน มีศรี. (2556). การสอนคิดด้วยโครงการการเรียนการสอนแบบบูรณาการ ทักษะในศตวรรษที่ 21. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ฟารีดา มาฮามัด. (2552). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. ถ่ายเอกสาร.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. (2558). การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้. สืบค้นเมื่อ 25 กันยายน 2558, จาก <http://www.physics.science.cmu.ac.th/teacherworkshop/2552/whatis.htm>
- มังกร ทองสุตดี. (2522). การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- มัลลย์ สิงหะ. (2544). การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การสอนแบบโครงงาน. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

รศนา อัมชะกิจ. (2537). กระบวนการแก้ปัญหาและตัดสินใจเชิงวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ:

สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รุ่งชีวา สุขดี. (2531). การศึกษาผลการฝึกออกแบบการทดลองในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์การศึกษา).

กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

รัชฎา ศิลมัน. (2552). การประยุกต์ใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เพื่อพัฒนาสมรรถนะทาง

วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนไทยรัฐวิทยา ๖๙ (คลองหลวง)

จังหวัดปทุมธานี. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ:

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

รัตติยา รัตนอุดม. (2547). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบโครงการกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม.

ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ละมัย วงคำแก้ว. (2555). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

และความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบ สืบเสาะหา

ความรู้ (5E) ร่วมกับผังกราฟิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การ

วิจัยและพัฒนาการศึกษา). สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร. ถ่ายเอกสาร.

ลัดดา ภูเกียรติ. (2552). การสอนแบบโครงงานและการสอนแบบใช้วิจัยเป็นฐาน: งานที่ครูประถม

ทำได้. กรุงเทพฯ: สาสะแอนด์ซันพรีนติ้ง.

วราภรณ์ ตระกูลสุชาติ. (2551). แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน. กรุงเทพฯ: เอ็ม ไอ ที

พรีนติ้ง.

วิษชุดา อ้วนศรีเมือง. (2554). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และ

ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่

ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD กับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

โดยใช้เทคนิค LT. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

วัฒนา มัคคสมัน. (2554). การสอนแบบโครงงาน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศศิลักษณ์พร วงศ์พักคุณากการ. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และ

ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่

ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมพหุปัญญา. สารนิพนธ์

กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ถ่ายเอกสาร.

ศิริสา พงษ์กุล. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2547). คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.

----- (2550). รูปแบบการสอนที่พัฒนากระบวนการคิดระดับสูงวิชาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.

----- (2555). การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.

----- (2555). ครูวิทยาศาสตร์มืออาชีพ แนวทางสู่การเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: อินเทอร์เน็ตดูเคชั่น ซัพพลายส์.

----- (2556). คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์. กรุงเทพฯ: สกสค. ลาดพร้าว.

สมจิต สวชนไพบูลย์. (2526). วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

----- (2541). เอกสารคำสอน วิชา กว.571 ประชุมปฏิบัติการการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

----- (2546). รายงานการวิจัยการวิจัยและพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญด้วยกิจกรรมหลากหลาย. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สาขาชีววิทยา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนากระบวนการคิดระดับสูง วิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. สืบค้นเมื่อ 25 กันยายน 2558, จาก <http://biology.ipst.ac.th/?p=688>

สายรุ้ง กิจโชติช่วง. (2553). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมกระบวนการแก้ปัญหาอนาคต. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุคนธ์ สินธพานนท์; วรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์; และ พรรณี สินธพานนท์. (2555). พัฒนาทักษะการคิดตามแนวปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพรินติ้ง.

สุนีย์ คล้ายนิล; และคนอื่นๆ. (2551). ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สำหรับโลกวันนี้. กรุงเทพฯ: เซเวนพรินติ้ง กรุ๊ป.

- สุพัตรา ฝ่ายพันธ์. (2552). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุวิชา วันสุด. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบ 4 MAT และการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบซิปปา. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. (2555?). แผนพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ ฉบับที่สิบเอ็ด พ.ศ. 2555-2559. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา. (2553). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553. กรุงเทพฯ: ศูนย์กลางดพรว.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน. กรุงเทพฯ: ชุมชมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- อาภา ถนัดช่วง. (2534, มิถุนายน). การสอนแบบแก้ปัญหา. วารสารแนะแนว. 135: 25.
- อัญชลี สุเทวี. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบซิปปา โมเดลกับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อำไพ อัสสุรณ. (2551). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษและทักษะการจัดการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน). พระนครศรีอยุธยา: มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา. ถ่ายเอกสาร.
- Bloom, Benjamin S. (1956). *Taxonomy of Education Objective Handbook : Cognitive Domain*. New York: David Mackey.
- Bruner, S. (1966). *Studies in Cognitive Growth : A Collaboration at the Center for Cognitive Studies*. New York: John Willy and Son.
- Carin, Arthur A; & Robert B. Sund. (1975). *Teaching Modern Science*. 2nd. ed. Columbus, Ohio: Charles E. Merrill Publishing Company.
- Dewey. (1976). *Moral Principle in Education*. Boston: Houghton Mifflin & Co.
- Gagne, Robert M. (1970). *The Condition of Learning*. 2nd ed. New York: Holt Rinehart and Winston, Inc.

- Griffith, Donald Sanford, Jr. (2005, October). First Robotics as a Model for Experiential Problem-based Learning : A Comparison of Student Attitudes and Interest in Science, Mathematics, Engineering, and Technology. *Dissertation Abstracts International*. 66(04): 2170-B.
- Guilford, J.P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. New York: McGraw-Hill, Book Company.
- Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill Book.
- Grossnickle, Foster E.; & Lee J. Brueckner. (1959). *Discovery Meaning in Arithmetic*. New York: Holt Rinechart and Winston.
- Morgan, Clifford. (1978). "Thinking and Problem Solving". *A Brief Introduction to Psychology*. 2nd ed. New Delhi: Tata McGraw-Hill.
- Piaget, J. (1962). *The Origins of Intelligence in Children*. New York: W.W.Norton.
- Polya, George. (1957). *How to solve it*. San Francisco: Stanford University.
- Renner, John W.; & Don G. Stafford. (1972). *Teaching Science in the Secondary School*. New York: Harper & Row Publishers.
- Stanish, Bob; & Bob Eberle. (1996). *Be a problem Solver*. Waco, TX: Prufrock press.
- Weir, John Joseph. (1974, April). Problem Solving is Everybody's Problem. *Science Teacher*. (4): 16-18.

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้รับความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบเสนอแนะ ดังนี้

ดร.ประสงค์ เมธีพินิจกุล

หัวหน้าสาขาวิจัย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(สสวท.)

อาจารย์อัจฉรา องค์กรวิทยา

ครู

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ฝ่ายมัธยม)

อาจารย์นันทกานต์ เมืองฟิล

ครู

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ฝ่ายมัธยม)

อาจารย์บุษยาณี ปุชิตาการ

ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนวัดราชาธิวาส

อาจารย์พฤตสิริคุณ ไทยเจริญสุข

ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนวัดนวลนรดิศ



ภาคผนวก ข

ตัวอย่างเครื่องที่ใช้ในการวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น

รายวิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์

รหัสวิชา ว 21201

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์

ผู้สอน นางสาวจินตนา วิชาเหล็ก

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เวลาเรียน 2 คาบ

สาระสำคัญ

พลังงานทดแทน หมายถึง พลังงานในธรรมชาติที่นำมาใช้ทดแทนแหล่งพลังงานหลัก เพื่อใช้ประโยชน์ในการเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าและการเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน แหล่งพลังงานมี 2 ประเภท คือแหล่งพลังงานสิ้นเปลือง และแหล่งพลังงานหมุนเวียน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถเขียนบรรยายความสำคัญของพลังงานและการนำแหล่งพลังงานทดแทนมาใช้ประโยชน์
2. นักเรียนสามารถบอกแหล่งพลังงานทดแทน
3. นักเรียนสามารถบอกแนวทางในการพิจารณานำแหล่งพลังงานต่างๆ มาใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทน
4. นักเรียนมีการแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน
5. นักเรียนมีความรับผิดชอบ

สาระการเรียนรู้/เนื้อหาสาระ

การนำแหล่งพลังงานชนิดต่างๆ มาใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทน

กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายภาพในหนังสือเรียนหน้าที่ 1 พร้อมทั้งเชื่อมโยงเข้ากับชีวิตประจำวันของนักเรียนว่ามีกิจกรรมใดบ้างที่นักเรียนได้ใช้พลังงานไฟฟ้ากับเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งนักเรียนควรสรุปเกี่ยวกับการใช้พลังงานไฟฟ้าในชีวิตประจำวันได้ว่า ในชีวิตประจำวันของนักเรียน มีส่วนเกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานอยู่ตลอดเวลา โดยเฉพาะการใช้พลังงานไฟฟ้า

1.2 ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายสถิติจำนวนหน่วยจำหน่ายไฟฟ้า แยกตามการไฟฟ้าเขตนครหลวงของกรุงเทพมหานคร จาก PowerPoint ที่ครูนำเสนอ

1.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายบทความ เรื่อง ภูมิภาคอาเซียนกับการรับมือพลังงานในอนาคต

- ครู : การหาหรือเรื่องพลังงานในประเด็นการเชื่อมโยงด้านพลังงานในอาเซียน (ASEAN Connectivity) มีแผนปฏิบัติงานความร่วมมือด้านพลังงานอาเซียนเท่าไร

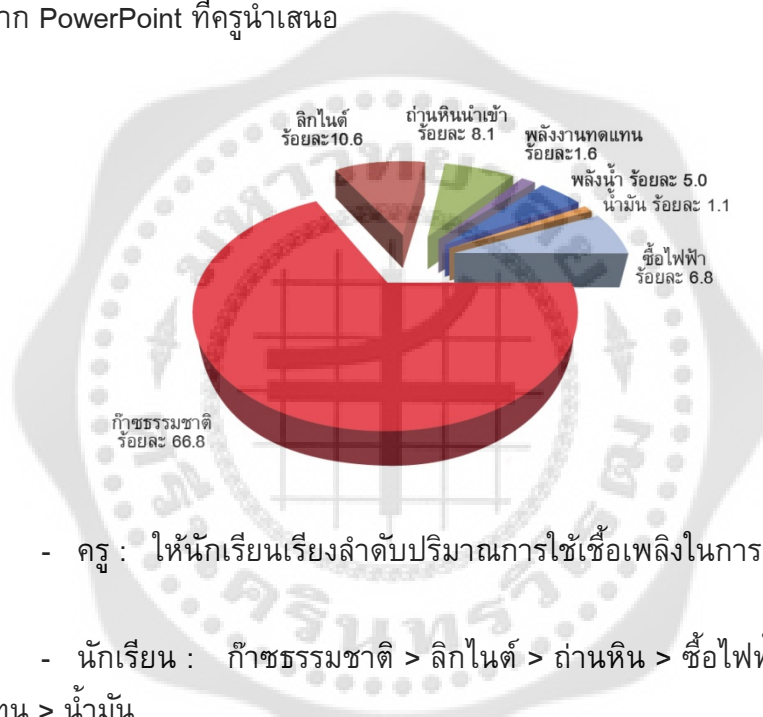
- นักเรียน : 7 แผนปฏิบัติงาน

- ครู : ประโยชน์ของการวางแผนด้านพลังงานของประเทศในอาเซียน

- นักเรียน : เพื่อเตรียมความพร้อมด้านพลังงานที่มีความผันผวนอยู่ตลอดเวลา เสริมสร้างความมั่นคงด้านพลังงานให้แก่ประเทศในอาเซียน และเพื่อให้มีพลังงานใช้อย่างพอเพียงในอนาคต

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 ครูให้นักเรียนอธิบายภาพสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ในการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยจาก PowerPoint ที่ครูนำเสนอ



- ครู : ให้นักเรียนเรียงลำดับปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าจากมากไปน้อย

- นักเรียน : ก๊าซธรรมชาติ > ลิกไนต์ > ถ่านหิน > ชีวมวล > พลังงานน้ำ > พลังงานทดแทน > น้ำมัน

- ครู : ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน และน้ำมันดิบ นอกจากนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า ยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านใดได้อีก

- นักเรียน : เชื้อเพลิงในยานพาหนะ

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า ถ้าในอนาคตถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติและน้ำมันดิบ มีปริมาณลดลงจนเกิดการขาดแคลนขึ้น จะมีผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตประจำวันของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร

3.2 ครูให้นักเรียนศึกษาบทความ เรื่อง พลังงานกับการเรียนรู้ และครูนำอภิปรายโดยใช้แนวคำถามดังนี้

- จงอธิบายความหมายของแหล่งพลังงานสิ้นเปลือง และยกตัวอย่าง

- จงอธิบายความหมายของแหล่งพลังงานหมุนเวียน และยกตัวอย่าง

- แหล่งพลังงานสิ้นเปลืองและแหล่งพลังงานหมุนเวียน แตกต่างกันอย่างไรร
- ปัจจุบันประเทศไทยมีการใช้ประโยชน์จากแหล่งพลังงานทดแทนชนิดใดบ้าง

4. ขั้ขยายความรู้

4.1 ครูให้นักเรียนสรุปความรู้เกี่ยวกับความสำคัญของพลังงาน นักเรียนควรสรุปได้ว่า

- พลังงานเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ โดยเฉพาะการใช้พลังงานไฟฟ้าในชีวิตประจำวันที่ทำให้มนุษย์มีความเป็นอยู่ที่สะดวกสบาย

- แหล่งพลังงานหลักของโลกในปัจจุบันที่นำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้าและใช้เป็นเชื้อเพลิงในยานพาหนะ ได้แก่ ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติและน้ำมันดิบ ซึ่งแหล่งพลังงานดังกล่าวเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้เวลาในการเกิดหลายล้านปี

- จากปริมาณประชากรที่เพิ่มสูงขึ้นและจากความก้าวหน้าของเทคโนโลยี ทำให้ความต้องการใช้พลังงานของโลกเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะการใช้พลังงานไฟฟ้าและการใช้เชื้อเพลิงเพื่อการคมนาคม ทำให้ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติและน้ำมันดิบมีปริมาณลดลงเรื่อยๆ

- จากปริมาณถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติและน้ำมันดิบ ที่ลดลงเรื่อยๆ และในบางพื้นที่ก็ประสบปัญหาการขาดแคลนแหล่งพลังงานดังกล่าว ทำให้ทั่วโลกต้องมีการจัดหาและนำแหล่งพลังงานอื่นๆ ในธรรมชาติมาใช้ทดแทน

4.2 ครูให้ความรู้แก่นักเรียนเพิ่มเติมว่า การนำพลังงานทดแทนมาใช้ประโยชน์สามารถช่วยพื้นที่ต่างๆ ที่ขาดแคลนพลังงานไฟฟ้ามีพลังงานไฟฟ้าใช้

4.3 ครูให้นักเรียนแต่ละคนเขียนสิ่งที่ต้องการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากเนื้อหาในบทเรียน

5. ขั้ประเมิน

5.1 ครูประเมินใบงานที่ 1

5.2 นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิต

สื่อการเรียนรู้

1. รูปภาพ
2. บทความ เรื่อง ภูมิภาคอาเซียนกับการรับมือพลังงานในอนาคต
3. บทความ เรื่อง พลังงานกับการเรียนรู้

แหล่งเรียนรู้

1. สำนักเลขาธิการอาเซียน www.asean.org
2. www.thestar.com.my

กระบวนการวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัดผล	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
1. เขียนบรรยาย ความสำคัญของ พลังงานและการ นำแหล่งพลังงาน ทดแทนมาใช้ ประโยชน์	ตรวจใบงานที่ 1	เกณฑ์การตรวจใบงาน	3 = ดี 2 = ปานกลาง 1 = ต้องปรับปรุง
2. บอกแหล่ง พลังงานทดแทน	ตรวจใบงานที่ 1	เกณฑ์การตรวจใบงาน	3 = ดี 2 = ปานกลาง 1 = ต้องปรับปรุง
3. บอกแนวทางใน การพิจารณานำ แหล่งพลังงาน ต่างๆ มาใช้เป็น แหล่งพลังงาน ทดแทน	ตรวจใบงานที่ 1	เกณฑ์การตรวจใบงาน	3 = ดี 2 = ปานกลาง 1 = ต้องปรับปรุง
4. การแสดงความ คิดเห็นในชั้นเรียน	สังเกตพฤติกรรมการ เรียนรู้ของนักเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรม การเรียนรู้ของนักเรียน	3 = ดี 2 = ปานกลาง 1 = ต้องปรับปรุง
5. ความรับผิดชอบ	สังเกตพฤติกรรมการ เรียนรู้ของนักเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรม การเรียนรู้ของนักเรียน	3 = ดี 2 = ปานกลาง 1 = ต้องปรับปรุง

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลและประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	3	2	1
1. การแสดงความ คิดเห็นในชั้นเรียน	มีการคิดอย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์มาก มี ข้อเสนอแนะในเนื้อหา ที่เรียน	มีการคิดอย่างมีเหตุผล และสร้างสรรค์ปาน กลาง	มีการคิดอย่างมีเหตุผล และสร้างสรรค์น้อย
2. ความรับผิดชอบ	รับผิดชอบงานที่ได้รับ มอบหมายเป็นอย่างดี	รับผิดชอบงานที่ได้รับ มอบหมายปานกลาง	รับผิดชอบงานที่ได้รับ มอบหมายน้อย

2. แบบประเมินใบงาน

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	3	2	1
1. ภาษา	1. ใช้ภาษาได้ถูกต้อง ตามอักขรวิธี 2. ใช้ภาษาได้ถูกต้อง เหมาะสม 3. ใช้ภาษาที่เข้าใจได้ ง่าย ไม่วกวน	ขาด 1 ขั้นตอน หรือไม่ชัดเจน	ขาด 2 ขั้นตอน หรือไม่ชัดเจน
2. เนื้อหา	1. มีการเรียงลำดับ เนื้อหาได้เหมาะสม 2. เนื้อหาสอดคล้อง ตรงประเด็น 3. เนื้อหามี สาระประโยชน์	ขาด 1 ขั้นตอน หรือไม่ชัดเจน	ขาด 2 ขั้นตอน หรือไม่ชัดเจน
3. การตอบคำถาม	ตอบคำถามครบถ้วน ทุกข้อ	ไม่ตอบคำถาม 2-3 ข้อ	ไม่ตอบคำถามเกิน ครึ่งหนึ่งของข้อ คำถาม

แบบบันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ เรื่อง

1. ผลการจัดการเรียนรู้

2. การวัดและประเมินผล ด้านความรู้

ด้านทักษะกระบวนการ

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ด้านจิตวิทยาาสตร์

3. ปัญหา/อุปสรรค

4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

ลงชื่อ

(นางสาวจินตนา วิชาเหล็ก)

ผู้สอน



ใบงานที่ 1 วิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์
บทนำ พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์

ชื่อ ชั้น เลขที่

คำชี้แจง จงเติมคำถามให้ถูกต้องและสมบูรณ์

1. พลังงาน (Energy) คือ

2. ในท้องถิ่นของนักเรียนมีแหล่งพลังงานชนิดใดบ้าง

3. แหล่งพลังงานสิ้นเปลืองและแหล่งพลังงานหมุนเวียน แตกต่างกันอย่างใด

4. การนำแหล่งพลังงานชนิดต่างๆ มาใช้ประโยชน์ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมด้านใดบ้าง

5. พลังงานทดแทนมีความสำคัญแก่นักเรียนอย่างไรบ้าง

6. สิ่งที่ต้องการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากเนื้อหาในบทเรียนนี้

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน

รายวิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์

รหัสวิชา ว 21201

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1-6 เรื่อง กำหนดหัวข้อหรือปัญหาโครงงาน

ผู้สอน นางสาวจินตนา วิชาเหล็ก

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เวลาเรียน 2 คาบ

สาระสำคัญ

โครงงานวิทยาศาสตร์จะต้องเริ่มต้นจากการกำหนดปัญหา โดยนักเรียนค้นหาปัญหาหรือหัวข้อสำหรับ ทำโครงงาน ซึ่งนักเรียนเลือกหัวข้อหรือปัญหาตามความต้องการ ความสนใจ ความถนัดของนักเรียนหรือของกลุ่ม ปัญหาหรือหัวข้อที่จะศึกษานั้น ควรเป็นเรื่องที่เฉพาะเจาะจง ชัดเจน ว่าทำอะไร ควรเน้นเรื่องที่อยู่ใกล้ตัวและเกิดประโยชน์

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถตัดสินใจเลือกประเด็นที่สนใจศึกษาพร้อมทั้งอธิบายได้
2. นักเรียนสามารถกำหนดหัวข้อหรือปัญหาโครงงานตามความสนใจของตนเองและกลุ่มพร้อมทั้งอธิบายได้
3. นักเรียนมีการแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน

สาระการเรียนรู้/เนื้อหาสาระ

หัวข้อหรือปัญหาโครงงาน

กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ชื่นนำ
 - 1.1 ครูให้นักเรียนศึกษาวิดีโอเรื่อง สถานการณ์พลังงานของประเทศไทยและวิดีโอเรื่อง พลังงานทดแทน
 - 1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย สิ่งที่ได้จากการศึกษาวิดีโอ พร้อมทั้งกระตุ้นให้นักเรียนทราบถึงความสำคัญของพลังงาน การใช้พลังงานให้เกิดประโยชน์สูงสุด การอนุรักษ์พลังงาน และตระหนักถึงวิกฤตการณ์ด้านพลังงานในปัจจุบัน
 - 1.3 ครูให้นักเรียนศึกษาบทความ เรื่อง เรียนรู้อย่างบูรณาการ พลังงานจากฐานสู่ฐาน
 - 1.4 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายบทความเพื่อศึกษาตัวอย่างแนวการจัดการเรียนการสอนผ่านห้องเรียนพลังงานและการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง พร้อมทั้งแหล่งเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้

2. ขั้นวางแผน

2.1 ครูให้นักเรียนแต่ละคนนำสิ่งที่ต้องการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากเนื้อหาในแต่ละบทเรียน ที่ครูให้นักเรียนเขียนหลังจากจบบทเรียนในแต่ละบท มาวิเคราะห์และตัดสินใจเลือกประเด็นที่นักเรียนสนใจศึกษามากที่สุด คนละ 1 ประเด็น

2.2 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม ตามความสนใจของนักเรียน คือ กลุ่มที่สนใจพลังงานน้ำ กลุ่มที่สนใจพลังงานลม กลุ่มที่สนใจพลังงานแสงอาทิตย์ และกลุ่มที่สนใจพลังงานชีวมวล

2.3 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย โดยให้นักเรียนที่มีประเด็นที่สนใจศึกษาค้นคว้าคล้ายคลึงกันมาจับกลุ่มกัน กลุ่มละ 4-5 คน

3. ขั้นดำเนินโครงการ

3.1 ครูให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มย่อยนำเสนอประเด็นที่สนใจศึกษามากที่สุด ให้เพื่อนในกลุ่มทราบ

3.2 นักเรียนกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่มประชุมปรึกษาหารือกัน เพื่อเลือก กำหนดหัวข้อหรือปัญหาโครงการ 1 เรื่อง ตามความสนใจของกลุ่ม

4. ขั้นสรุปและอภิปรายผล

ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปหัวข้อหรือปัญหาโครงการ ตามแบบเสนอโครงการ (Proposal)

5. ขั้นนำเสนอผล

5.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอหัวข้อหรือปัญหาโครงการหน้าชั้นเรียน

5.2 ครูประเมินแบบเสนอโครงการ (Proposal) ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ตามแบบประเมินเพื่อตัดสินใจเลือกโครงการ

สื่อการเรียนรู้

1. วีดีโอเรื่อง สถานการณ์พลังงานของประเทศไทย
2. วีดีโอเรื่อง พลังงานทดแทน
3. บทความ เรื่อง เรียนรู้อย่างบูรณาการ พลังงานจากรุ่นสู่รุ่น

แหล่งการเรียนรู้

ศูนย์เรียนรู้พลังงานชุมชนอำเภอสันกำแพง E-mail : manoch_pueng@hotmail.com

กระบวนการวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัดผล	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
1. ตัดสินเลือกประเด็นที่สนใจศึกษาพร้อมทั้งอธิบาย	ประเมินแบบเสนอโครงการ (Proposal)	แบบประเมินแบบเสนอโครงการ (Proposal)	3 = ดี 2 = ปานกลาง 1 = ต้องปรับปรุง
2. กำหนดหัวข้อหรือปัญหาโครงการตามความสนใจของตนเองและกลุ่มพร้อมทั้งอธิบาย	ประเมินแบบประเมินเพื่อตัดสินใจเลือกโครงการ	แบบประเมินเพื่อตัดสินใจเลือกโครงการ	3 = ดี 2 = ปานกลาง 1 = ต้องปรับปรุง
3. การแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน	สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน	3 = ดี 2 = ปานกลาง 1 = ต้องปรับปรุง

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลและประเมินผล

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	3	2	1
1. การแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน	มีการคิดอย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์มาก มีข้อเสนอแนะในเนื้อหาที่เรียน	มีการคิดอย่างมีเหตุผล และสร้างสรรค์ปานกลาง	มีการคิดอย่างมีเหตุผล และสร้างสรรค์น้อย

แบบบันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ เรื่อง

1. ผลการจัดการเรียนรู้

2. การวัดและประเมินผล

ด้านความรู้

ด้านทักษะกระบวนการ

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ด้านจิตวิทยาาสตร์

3. ปัญหา/อุปสรรค

4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

ลงชื่อ

(นางสาวจินตนา วิชาเหล็ก)

ผู้สอน



แบบเสนอโครงการ (Proposal)

รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม

- | | |
|---------|-----------------|
| 1. | หัวหน้ากลุ่ม |
| 2. | รองหัวหน้ากลุ่ม |
| 3. | สมาชิก |
| 4. | สมาชิก |
| 5. | สมาชิก |
| 6. | สมาชิก |

โครงการ

1. ชื่อโครงการ

2. ที่มาและความสำคัญ

3. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

แบบประเมินเพื่อตัดสินใจเลือกโครงการ

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาตัดสินใจเลือกทำโครงการ โดยใช้เกณฑ์ตามแบบประเมินนี้ แล้วให้คะแนนตามรายการในช่องของแต่ละโครงการ จากนั้นรวมคะแนนของแต่ละโครงการ โครงการใดได้คะแนนมากที่สุด ควรเลือกทำโครงการนั้น

รายการ	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. ความถนัด/ความสนใจ ในการทำงานตามโครงการนี้			
2. ความต้องการ/ประโยชน์ ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการนี้			
3. ความรู้/ประสบการณ์เดิม ที่สามารถนำมาใช้ในโครงการนี้			
4. ความพร้อมด้านเงินทุน			
5. ความพร้อมด้านเวลา			
6. ความพร้อมด้านแหล่งวิทยาการที่รู้จัก			
7. ความพร้อมของคณะผู้ร่วมงาน			
8. การสนับสนุนจากเพื่อนคนอื่น			
9. การสนับสนุนจากผู้ปกครอง			
10. การสนับสนุนจากอาจารย์ผู้สอน			
รวมคะแนน			

ลงชื่อผู้ประเมิน

วัน/เดือน/ปี

ระดับคะแนน

- 3 = ดี
- 2 = ปานกลาง
- 1 = ต้องปรับปรุง

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คำชี้แจง

1. ลักษณะแบบทดสอบฉบับนี้ มี 1 ตอน ข้อสอบปรนัย จำนวน 30 ข้อ
2. การตอบคำถามแบบทดสอบ
ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว จากตัวเลือก ก, ข, ค และ ง แล้วให้นักเรียนเขียนเครื่องหมายกากบาท (X) ลงบนตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวในกระดาษคำตอบที่กำหนดให้
3. ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีดเส้นทับที่คำตอบเดิม ✕ แล้วเขียนเครื่องหมายกากบาท (X) ลงบนตัวเลือกใหม่
4. ก่อนส่งกระดาษคำตอบ ให้นักเรียนตรวจสอบข้อมูล ชื่อ ชั้น เลขที่ บนกระดาษคำตอบให้ครบถ้วน

1. การตั้งชื่อโครงการมีหลักการสำคัญอย่างไร
 - ก. ใช้คำทันสมัย
 - ข. สัมพันธ์กับเรื่องที่ทำ
 - ค. ใช้ชื่อตามสิ่งที่ความชอบ
 - ง. ใช้คำแปลกใหม่ ดึงดูดใจคนอ่าน
2. การทดลองเป็นขั้นตอนที่มีจุดประสงค์เพื่ออะไร
 - ก. หาคำตอบ
 - ข. สร้างทฤษฎีใหม่
 - ค. พิสูจน์สมมติฐาน
 - ง. สืบเสาะหาความรู้
3. ข้อมูลที่ได้จากการทดลองที่มีการควบคุมจะมีประโยชน์ในการตัดสินใจอย่างไร
 - ก. สมมติฐานถูกต้องหรือไม่
 - ข. ปัญหาที่คิดถูกต้องหรือไม่
 - ค. ทฤษฎีที่กำหนดนั้นถูกต้องหรือไม่
 - ง. ข้อมูลที่รวบรวมได้นั้นใช้ได้หรือไม่
4. ขั้นตอนแรกของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ คือข้อใด
 - ก. ตัดสินใจเลือกเรื่องที่จะทำโครงการ
 - ข. เขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์
 - ค. เขียนโครงร่างโครงการวิทยาศาสตร์
 - ง. ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำ

จากตัวเลือกต่อไปนี้ให้ตอบคำถามข้อ 5-6

- ก. โครงการประเภทสำรวจรวบรวมข้อมูล
 - ข. โครงการประเภททดลอง
 - ค. โครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์
 - ง. โครงการประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย
5. โครงการที่มีการจัดกระทำและควบคุมตัวแปร คือโครงการประเภทใด
6. โครงการที่ใช้สอบถามความคิดเห็นของประชาชน คือโครงการประเภทใด
7. ข้อใดไม่ใช่โครงการประเภทสำรวจรวบรวมข้อมูล
- ก. การศึกษาวงชีวิตของยุงลาย
 - ข. การศึกษาการเจริญเติบโตของเห็ด
 - ค. การสำรวจปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชนวัดราชาธิวาส
 - ง. การศึกษาอิทธิพลของแสงสีต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของพืชบางชนิด

จากตัวเลือกต่อไปนี้ให้ตอบคำถามข้อ 8-9

- ก. โครงการประเภทสำรวจรวบรวมข้อมูล
 - ข. โครงการประเภททดลอง
 - ค. โครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์
 - ง. โครงการประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย
8. เครื่องดักจับวัน จัดเป็นโครงการประเภทใด
9. โครงการในข้อใดต้องมีตัวแปรควบคุม
10. เรื่องที่ต้องการศึกษาจัดว่าเป็นตัวแปรชนิดใด
- ก. ตัวแปรต้น
 - ข. ตัวแปรตาม
 - ค. ตัวแปรควบคุม
 - ง. ตัวแปรแทรกซ้อน
11. ผลการทดลองจัดว่าเป็นตัวแปรชนิดใด
- ก. ตัวแปรต้น
 - ข. ตัวแปรตาม
 - ค. ตัวแปรควบคุม
 - ง. ตัวแปรแทรกซ้อน
12. นักเรียนคิดว่าการเขียนโครงร่างโครงงานวิทยาศาสตร์มีความจำเป็นหรือไม่
- ก. จำเป็น เพราะ ต้องนำเสนอครูที่ปรึกษา
 - ข. ไม่จำเป็น เพราะ ผลงานที่ดี ไม่จำเป็นต้องมีการวางแผนที่ดี
 - ค. จำเป็น เพราะ ต้องมีการวางแผน เพื่อทำงานอย่างเป็นระบบ
 - ง. ไม่จำเป็น เพราะ การทำงานก็ต้องมีอุปสรรค โดยที่เราไม่สามารถรับรู้ได้

13. โครงการวิทยาศาสตร์ในข้อใดควรทำมากที่สุด
- ก. เกิดจากความสนใจของนักเรียน
 - ข. เกิดจากคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
 - ค. เกิดจากความสนใจของครูที่ปรึกษา
 - ง. เกิดจากความสนใจของบุคคลในชุมชน
14. ข้อใดไม่ใช่คุณค่าของโครงการวิทยาศาสตร์
- ก. การพัฒนาทักษะกระบวนการคิด
 - ข. เป็นโครงการที่ได้รับรางวัลชนะเลิศ
 - ค. การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน
 - ง. การแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
15. โครงการวิทยาศาสตร์ที่มีคุณค่าควรมีลักษณะอย่างไร
- ก. เป็นเรื่องใหม่ที่ไม่เคยทำ
 - ข. สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้
 - ค. ใช้เครื่องมือราคาแพง ทันสมัย
 - ง. เป็นข่าวโด่งดัง ประชาชนให้ความสนใจ
16. ข้อใดหมายถึงพลังงานทดแทน
- ก. พลังงานที่มนุษย์สร้างขึ้น
 - ข. น้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากถ่านหิน
 - ค. พลังงานที่นำมาใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิง
 - ง. พลังงานที่นำมาเข้ามาจากต่างประเทศ
17. ข้อใดไม่ใช่แหล่งพลังงานสิ้นเปลือง
- ก. หินน้ำมัน
 - ข. ปิโตรเลียม
 - ค. ความร้อนใต้พิภพ
 - ง. เชื้อเพลิงนิวเคลียร์
18. พลังงานในข้อใดที่นำมาใช้แล้วจะมีผลทำลายความหลากหลายทางชีวภาพพื้นดินเป็นบริเวณกว้าง แต่ไม่ทำลายมลภาวะทางอากาศ
- ก. พลังงานน้ำ
 - ข. พลังงานลม
 - ค. พลังงานถ่านหิน
 - ง. พลังงานความร้อนใต้พิภพ

19. ถ้าบ้านนักเรียนอยู่ในชุมชนที่ห่างไกลจากระบบสายส่งไฟฟ้า บริเวณบ้านเป็นอยู่ติดเนินเขาซึ่งมีแม่น้ำไหลผ่าน และบริเวณบ้านมีต้นไม้ใหญ่ล้อมรอบ นักเรียนจะแก้ไขปัญหาอย่างไรเพื่อให้มีพลังงานงานไฟฟ้าใช้ในครัวเรือนและเหมาะสมกับที่อยู่อาศัยของนักเรียน
- ก. ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์
 - ข. สร้างโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก
 - ค. สร้างโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่
 - ง. ติดตั้งกังหันลมร่วมกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
20. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับหลักการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์
- ก. สถานที่โล่งแจ้ง
 - ข. หันไปทางทิศเหนือ
 - ค. ไม่มีสิ่งก่อสร้างมาบัง
 - ง. ไม่มีเงาของต้นไม้ใหญ่
21. บริเวณใดมีความเข้มรังสีดวงอาทิตย์สูงที่สุด
- ก. ขั้วโลกเหนือ
 - ข. ทะเลทรายซาฮารา
 - ค. แนวปะการังหมู่เกาะสมิลัน
 - ง. ป่าดิบชื้นในจังหวัดนราธิวาส
22. ข้อใดไม่ใช่สมบัติของเตาเผาเศรษฐกิจ
- ก. ให้ความร้อนสูง
 - ข. รังผึ้งบาง รูรังผึ้งใหญ่
 - ค. สูญเสียความร้อนน้อย
 - ง. อายุการใช้งานยาวนาน
23. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E20
- ก. เอทานอล 20 ส่วนผสมกับน้ำมันเบนซิน 20 ส่วน
 - ข. เอทานอล 20 ส่วนผสมกับน้ำมันเบนซิน 80 ส่วน
 - ค. เอทานอล 80 ส่วนผสมกับน้ำมันเบนซิน 20 ส่วน
 - ง. เอทานอล 80 ส่วนผสมกับน้ำมันเบนซิน 80 ส่วน
24. แก๊สหุงต้มที่ใช้ตามบ้านเรือนมีชื่อเรียกว่าอะไร
- ก. LPG
 - ข. NGV
 - ค. RPG
 - ง. CRV

ตาราง แสดงองค์ประกอบสำคัญในการเลือกเชื้อเพลิงเพื่อการผลิตไฟฟ้า ใช้ตอบคำถามข้อ 25-26

แหล่งพลังงาน	ขนาดกำลังการผลิต (เมกะวัตต์)	CO ₂ ที่เกิดจากกระบวนการทั้งหมด (กรัม CO ₂ /หน่วยไฟฟ้า)	สัดส่วนกำลังการผลิตไฟฟ้าที่พึ่งพาได้ต่อกำลังผลิตติดตั้ง (ร้อยละ)	ต้นทุนการผลิต (บาท/หน่วยไฟฟ้า)	พื้นที่ในการก่อสร้างโรงไฟฟ้า ขนาด 1,000 เมกะวัตต์ (ไร่)
ลม	0.001-90	7-124	5	5.20	31,000-93,000
พลังงานนี้ขนาดเล็ก	0.02-30	2-48	20-80	2.50	ขึ้นกับสภาพแหล่งน้ำ
แสงอาทิตย์	0.001-90	13-731	21	12.50	12,000-31,000
ชีวมวล	0.1-90	15-101	33	3.00-3.50	600-2,500
ถ่านหิน	800	790-1,182	100	2.94	600-2,500
ยูเรเนียม (พลังงานนิวเคลียร์)	1,000	2-59	100	2.79	600-2,500

25. เชื้อเพลิงชนิดใดที่นำมาผลิตไฟฟ้าแล้วทำให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ในกระบวนการทั้งหมดของโรงไฟฟ้าน้อยที่สุด

- ก. โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ
- ข. โรงไฟฟ้าพลังงานลม
- ค. โรงไฟฟ้าพลังงานชีวมวล
- ง. โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์

26. เชื้อเพลิงชนิดใดบ้างที่ทำให้ต้นทุนในการผลิตไฟฟ้ามีราคาสูง

- ก. น้ำ
- ข. ชีวมวล
- ค. ถ่านหิน
- ง. นิวเคลียร์

27. ข้อใดไม่ใช่การนำพลังงานทดแทนไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

- ก. นาฬิกาข้อมือจากเซลล์แสงอาทิตย์
- ข. การสร้างเขื่อนเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้า
- ค. การใช้กังหันลมเพื่อลดกระแสน้ำในการวิดน้ำเข้านาเกลือ
- ง. การใช้ก๊าซธรรมชาติและถ่านหินในการผลิตกระแสไฟฟ้า

28. ข้อใดเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน
- ก. ปลุกต้นไม้เพื่ออาศัยความร่มเย็น
 - ข. ใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า ชนิดประหยัดไฟเบอร์ 1
 - ค. เปลี่ยนหลอดที่บัสแสงเป็นหลอดโปร่งแสง
 - ง. ใช้น้ำฉีดหลังคาอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้ภายในบ้านเย็น
29. ข้อใดคือการใช้ประโยชน์จากพลังงานทดแทน
- ก. การใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตน้ำร้อน
 - ข. การใช้พลังงานน้ำหมุนกังหันเพื่อจุดระหัดในการตำข้าว
 - ค. การใช้พลังงานลมหมุนกังหันเพื่อจุดระหัดในการวิดน้ำเข้านาเกลือ
 - ง. ถูกทุกข้อ
30. ในอุทยานแห่งชาติถ้าไม่มีไฟฟ้าเข้าถึง เจ้าหน้าที่อุทยานควรใช้พลังงานทดแทนชนิดใดในการผลิตไฟฟ้า
- ก. พลังงานน้ำ
 - ข. พลังงานลม
 - ค. พลังงานชีวมวล
 - ง. พลังงานแสงอาทิตย์

แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 5 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์ประกอบด้วยคำถามย่อย 4 ข้อ ในแต่ละข้อมีตัวเลือก 4 ตัวเลือก รวมคำถามย่อยทั้งหมด 20 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 40 นาที
2. ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ แล้วพิจารณาว่าถ้านักเรียนอยู่ในสถานการณ์ดังกล่าว นักเรียนจะมีการแก้ปัญหาอย่างไร สำหรับขั้นตอนในการแก้ปัญหาประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้
 - 2.1 ขั้นระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุปัญหา ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้มากที่สุด ภายในขอบเขตข้อเท็จจริง ที่กำหนดให้
 - 2.2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุสาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดปัญหา โดยพิจารณาจากข้อเท็จจริง ของสถานการณ์ที่กำหนด
 - 2.3 ขั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการคิดค้น วางแผน เสนอแนวทางแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หรือเสนอข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อนำไปสู่การคิดแก้ปัญหา ที่ระบุได้อย่างสมเหตุสมผล
 - 2.4 ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายได้ว่าผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีคิดแก้ปัญหานั้น สอดคล้องกับปัญหาที่ระบุไว้หรือไม่ หรือผลที่ได้เป็นอย่างไร
3. เกณฑ์การให้คะแนน คำตอบถูกต้องตรงตามเฉลยให้ข้อละ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน
4. ห้ามขีดฆ่า ทำเครื่องหมาย หรือเขียนข้อความใดๆ ลงในแบบทดสอบ

สถานการณ์ที่ 1

ปัจจุบันโลกกำลังเผชิญกับวิกฤติขยะอาหาร โดยสูญเสียและทิ้งขว้างอาหาร ประมาณ 1.3 พันล้านตัน ทุกปี ในขณะที่ทุกวันประชากรโลก 1 ใน 8 คน ยังอดอยากอยู่ นอกจากนี้ขยะอาหารยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งการสูญเสียและทิ้งขว้างอาหาร ยังเป็นการสิ้นเปลืองทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้เพาะปลูกอาหารโดยไม่จำเป็น เช่น ดิน น้ำ และพลังงาน ขยะอาหารเกิดในทุกขั้นตอนตั้งแต่ช่วงการเพาะปลูก เก็บเกี่ยว ขนส่ง จนถึงร้านค้า และถึงมือผู้บริโภค

ผู้บริโภคทิ้งขว้างอาหาร ด้วยนิสัยการจับจ่ายและการบริโภคที่ไม่เหมาะสม เช่น การซื้ออาหารปริมาณครั้งละมากๆ แต่ไม่มีการวางแผนบริโภคและเก็บรักษาที่ดีพอ นอกจากนี้ หลายๆ ประเทศยังมีวัฒนธรรมกินให้เหลือไว้ในจานอีกด้วย

กลยุทธ์ในการลดการทิ้งขว้างอาหาร อาทิ คัดภาชนะสำหรับอาหารที่ทิ้งขว้าง ซึ่งเกาหลีและญี่ปุ่นได้นำไปใช้แล้ว และระดับภาคธุรกิจบริการด้านอาหารที่ควรคิดเงินลูกค้าหากทานไม่หมด หรือสนับสนุนให้ลูกค้าเก็บอาหารที่ทานไม่หมดกลับบ้าน รวมทั้งกลยุทธ์สร้างการรับรู้และมีส่วนร่วมในทุกภาคส่วนอีกด้วย

- ข้อใดคือปัญหาที่สำคัญที่สุดในสถานการณ์นี้
 - การสูญเสียและทิ้งขว้างอาหาร
 - ขยะอาหารส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
 - ประชากรโลก 1 ใน 8 คน อดอยาก
 - ขยะอาหารเกิดในทุกขั้นตอนตั้งแต่ช่วงการเพาะปลูก
- ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
 - ความยากจน
 - พฤติกรรมของผู้บริโภค
 - ขั้นตอนในการเพาะปลูกอาหาร
 - วัฒนธรรมการกินในบางประเทศ
- นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
 - วางแผนการซื้อของ
 - ทานอาหารให้หมดจาน
 - เก็บรักษาอาหารให้ถูกวิธี
 - เลือกบริโภคเฉพาะสิ่งที่ชอบ
- จากการที่นักเรียนได้เลือกวิธีแก้ปัญหาดังกล่าว นักเรียนจะสรุปผลที่เกิดขึ้นนี้อย่างไร
 - ขยะอาหารลดจำนวนลง
 - ลดรายจ่ายในการซื้อของ
 - อาหารเก็บได้นาน ไม่เน่าเสียง่าย
 - ประชากรที่มีความอดอยากลดจำนวนลง



สถานการณ์ที่ 2

หลายปีที่ผ่านมา คนไทยต้องประสบปัญหาภาวะร้อนและแห้งแล้งผิดปกติ กว่าฝนจะตก ต้องตามฤดู ก็ล่วงเข้าเดือนสิงหาคม จากปกติเดือนเมษายน-พฤษภาคมฝนจะเริ่มตก จึงเกิดภาวะแห้งแล้งขึ้น น้ำในเขื่อนใหญ่แห้งขอด ขณะที่ความต้องการใช้น้ำเพิ่มสวนทาง ป่าไม้เริ่มร่อยหรอลงทุกวัน

ความเสียหายจากภาวะโลกร้อนและการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ ภาคเกษตรจะเห็นความเสียหายได้ชัดเจนที่สุด กระทรวงเกษตรฯ ต้องประกาศให้ชาวนา 22 จังหวัดลุ่มน้ำเจ้าพระยางดการปลูกข้าวนาปรังในช่วงฤดูแล้ง ทำให้มีมูลค่าความเสียหายเกือบ 5 หมื่นล้านบาท

จากสภาพอากาศร้อน ทำให้ต้นยางพาราให้น้ำยางน้อย ปาล์มน้ำมันมีผลผลิตลดลง จาเนปาล์มทะเลาลงและมีขนาดทะเลายที่เล็กลงด้วย ผลไม้ที่สำคัญ ได้แก่ ทุเรียน มังคุด และเงาะ ผลผลิตลดลงเนื่องจากสภาพอากาศที่ร้อน จึงไม่เอื้ออำนวยต่อการติดดอกออกผล

- ข้อใดคือปัญหาที่สำคัญที่สุดในสถานการณ์นี้
 - เกษตรกรขาดรายได้
 - ฝนไม่ตกตามฤดูกาล
 - ภาวะร้อนและแห้งแล้ง
 - ผลผลิตทางการเกษตรลดลง
- ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
 - ป่าไม้เริ่มร่อยหรอ
 - น้ำในเขื่อนใหญ่แห้งขอด
 - ความต้องการใช้น้ำเพิ่มมากขึ้น
 - ภาวะโลกร้อนและการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ
- นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
 - ทำฝนเทียม
 - ลดการใช้น้ำ
 - ปลูกต้นไม้ให้มากขึ้น
 - ตระหนักถึงการใช้ทรัพยากรทางธรรมชาติ
- จากการที่นักเรียนได้เลือกวิธีแก้ปัญหาดังกล่าว นักเรียนจะสรุปผลที่เกิดขึ้นนี้อย่างไร
 - มีต้นไม้เพิ่มมากขึ้น
 - ปริมาณน้ำในเขื่อนเพิ่มมากขึ้น
 - ปริมาณน้ำเพียงพอต่อการใช้งาน
 - ทรัพยากรทางธรรมชาติอุดมสมบูรณ์



สถานการณ์ที่ 3

พล.อ. ดาว์พงษ์ รัตนสุวรรณ รมว.ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (ทส.) เปิดเผยว่า เพื่อให้เกิดการขับเคลื่อนการดำเนินการแก้ปัญหาขยะมูลฝอยอย่างจริงจัง ทส. จึงมีนโยบายให้ปี 2558 เป็นปีแห่งการรณรงค์ลดการใช้พลาสติกและโฟม และขยายผลโครงการลดการใช้ถุงพลาสติกร่วมกับภาคธุรกิจเอกชน ห้างสรรพสินค้า ศูนย์การค้า ซูเปอร์สโตร์ ซูเปอร์มาร์เก็ต ร้านสะดวกซื้อ โดยวันที่ 15 ส.ค.นี้ จะเป็นวันแรกที่จะมีการติดธงลดการใช้ถุงพลาสติกของภาคีเครือข่ายภาคธุรกิจเอกชน 15 หน่วยงาน ที่ร่วมลงนามกับ ทส. เพื่อยกระดับการรณรงค์และสร้างความเคยชินแก่ประชาชน ในการลดใช้บรรจุภัณฑ์ที่ย่อยสลายยาก

ถุงพลาสติกเป็นของใช้ที่มีอายุการใช้งานสั้น พร้อมเป็นขยะทันทีหลังการใช้ ข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษ พบว่ามีขยะพลาสติกและโฟม 2.7 ล้านตัน หรือเฉลี่ย 7,000 ตัน/วัน ในจำนวนนี้เป็นถุงพลาสติกถึง 80% หรือ 5,300 ตัน/วัน ซึ่งถุงพลาสติกเป็นขยะที่ใช้เวลาในการย่อยสลายยาวนานมากประมาณ 450 ปี ดังนั้นตลอดกระบวนการผลิตและกำจัด ยังก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของภาวะโลกร้อนอีกด้วย

1. ข้อใดคือปัญหาที่สำคัญที่สุดในสถานการณ์นี้
 - ก. การใช้ถุงพลาสติก
 - ข. มีภาคเอกชนเข้าร่วมโครงการน้อย
 - ค. ถุงพลาสติกเป็นสาเหตุของภาวะโลกร้อน
 - ง. ถุงพลาสติกเป็นขยะที่ใช้เวลาในการย่อยสลายนาน
2. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
 - ก. การใช้ถุงพลาสติก
 - ข. มีภาคเอกชนเข้าร่วมโครงการน้อย
 - ค. ถุงพลาสติกเป็นสาเหตุของภาวะโลกร้อน
 - ง. ถุงพลาสติกเป็นขยะที่ใช้เวลาในการย่อยสลายนาน
3. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร

ก. ลดการใช้ถุงพลาสติก	ข. ชื้อของโดยไม่ใส่ถุงพลาสติก
ค. นำถุงพลาสติกกลับไปใช้ซ้ำ	ง. เตรียมถุงผ้า กระเป๋าสำหรับใส่ของ
4. จากการที่นักเรียนได้เลือกวิธีแก้ปัญหาดังกล่าว นักเรียนจะสรุปผลที่เกิดขึ้นนี้ว่าอย่างไร

ก. ประชาชนให้ความร่วมมือ	ข. ก๊าซเรือนกระจกมีปริมาณลดลง
ค. ปริมาณถุงพลาสติกและโฟมลดลง	ง. มีภาคเอกชนเข้าร่วมโครงการมากขึ้น



สถานการณ์ที่ 4

พลังงานน้ำมัน เป็นพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป แม้ว่าจะมีพลังงานทางเลือกหรือพลังงานทดแทน เช่น ถ่านหิน ฟอสซิล แร่ธาตุ ที่สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงแทนพลังงานน้ำมันได้ แต่ก็ไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาดโลก ทั้งทางด้านอุปโภค โรงงาน อุตสาหกรรม ธุรกิจขนส่ง การพาณิชย์ และแหล่งพลังงานจากถ่านหินก็ใช้แล้วหมดไปเช่นกัน หลายๆ ประเทศจึงต้องหาวิธีการจัดสรรพลังงานขึ้นมา เพื่อให้เพียงพอต่อภาคการผลิตในธุรกิจต่างๆ ราคาน้ำมันจึงแพงขึ้น เนื่องจากมีปริมาณไม่มากพอต่อความต้องการ

- ข้อใดคือปัญหาที่สำคัญที่สุดในสถานการณ์นี้
 - ราคาน้ำมันแพง
 - น้ำมันไม่เพียงพอต่อความต้องการ
 - น้ำมันเป็นพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป
 - ถ่านหินเป็นพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป
- ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
 - พลังงานทางเลือกมีน้อย
 - ไม่มีพลังงานทดแทนน้ำมัน
 - ต้นทุนการขุดเจาะน้ำมันสูง
 - ความต้องการในการใช้น้ำมันมาก
- นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
 - หันมาใช้พลังงานทางเลือก
 - รณรงค์ลดใช้พลังงานน้ำมัน
 - เดินทางด้วยรถโดยสารประจำทาง
 - คิดค้นพลังงานอื่นที่สามารถทดแทนน้ำมันได้
- จากการที่นักเรียนได้เลือกวิธีแก้ปัญหาดังกล่าว นักเรียนจะสรุปผลที่เกิดขึ้นนี้อย่างไร
 - ราคาน้ำมันถูกลง
 - ความต้องการในการใช้น้ำมันลดลง
 - มีพลังงานทดแทนแทนพลังงานน้ำมัน
 - ปริมาณน้ำมันเพียงพอต่อความต้องการ



สถานการณ์ที่ 5

แก๊สโซฮอลล์ เป็นพลังงานทดแทนที่ได้จากพืช เพราะมีการนำพืชมาผสมกับน้ำมันเบนซิน ผ่านกระบวนการหมักและกระบวนการทางเคมี ทำให้กลายเป็นน้ำมันบริสุทธิ์ หรือที่เราเรียกกันว่า แก๊สโซฮอลล์ แม้ราคาจะถูกแต่ก็ไม่ได้ทำให้ผู้ใช้รถทั้งหมดหันมาใช้แก๊สโซฮอลล์สักเท่าไร เพราะไม่แน่ใจว่าหากเปลี่ยนมาเติมแก๊สโซฮอลล์แทนน้ำมันเบนซินแล้วจะส่งผลทำให้เครื่องยนต์เกิดผลกระทบหรือไม่

- ข้อใดคือปัญหาที่สำคัญที่สุดในสถานการณ์นี้
 - แก๊สโซฮอลล์ราคาถูก
 - แก๊สโซฮอลล์ผลิตมาจากพืช
 - เครื่องยนต์เกิดผลกระทบจากการใช้แก๊สโซฮอลล์
 - จำนวนผู้ใช้แก๊สโซฮอลล์น้อยกว่าความคาดหมาย
- ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
 - คุณสมบัติไม่เหมือนน้ำมันเบนซิน
 - รถบางชนิดไม่สามารถใช้แก๊สโซฮอลล์ได้
 - ผู้ใช้ไม่มั่นใจในประสิทธิภาพของแก๊สโซฮอลล์
 - เครื่องยนต์เกิดปัญหาจากการใช้แก๊สโซฮอลล์
- นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหามาในสถานการณ์นี้อย่างไร
 - มีการรณรงค์ให้ใช้แก๊สโซฮอลล์
 - เปลี่ยนเครื่องยนต์มาเป็นระบบหัวฉีด
 - ทดสอบการใช้แก๊สโซฮอลล์กับรถยนต์ทุกชนิด
 - สลับการเติมน้ำมันระหว่างแก๊สโซฮอลล์กับน้ำมันเบนซิน
- จากการที่นักเรียนได้เลือกวิธีแก้ปัญหาดังกล่าว นักเรียนจะสรุปผลที่เกิดขึ้นนี้อย่างไร
 - เพิ่มทางเลือกให้กับผู้ใช้รถ
 - ลดการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศ
 - ปริมาณมลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงลดลง
 - เพิ่มมูลค่าของสินค้าทางการเกษตรที่นำมาผลิตแก๊สโซฮอลล์



แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง จงทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับคุณลักษณะที่นักเรียนแสดงออก โดยจำแนก
ระดับพฤติกรรมการแสดงออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

มากที่สุด หมายถึง ผู้เรียนมีพฤติกรรมการแสดงออกอย่างสม่ำเสมอตลอดเวลา
 มาก หมายถึง ผู้เรียนมีพฤติกรรมการแสดงออกอย่างสม่ำเสมอ
 ปานกลาง หมายถึง ผู้เรียนมีพฤติกรรมการแสดงออกเป็นครั้งคราว
 น้อย หมายถึง ผู้เรียนมีพฤติกรรมการแสดงออกน้อยครั้ง
 น้อยที่สุด หมายถึง ผู้เรียนไม่มีพฤติกรรมการแสดงออก

ข้อ	รายการพฤติกรรมการแสดงออก	ระดับพฤติกรรมการแสดงออก				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ความอยากรู้อยากเห็น						
1	นักเรียนชอบไปชมงานนิทรรศการวิทยาศาสตร์					
2	นักเรียนนำการทดลองที่สนใจไปทดลองต่อที่บ้าน					
3	เมื่อมีสิ่งที่น่าสนใจ นักเรียนจะกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล					
ความพยายามมุ่งมั่น						
4	ถึงแม้งานค้นคว้าที่ทำอยู่มีโอกาสสำเร็จได้ยาก นักเรียนจะยังค้นคว้าต่อไป					
5	นักเรียนล้มเลิกการทดลองทันที เมื่อผลการทดลองที่ได้ขัดกับที่เคยได้เรียนมา					
6	เมื่อครูมอบหมายงานให้นักเรียน นักเรียนจะตั้งใจทำงานที่ได้รับมอบหมายให้เสร็จสมบูรณ์					
ความมีเหตุผล						
7	เมื่อนักเรียนมีหลักฐานข้อมูลยืนยันว่าความรู้วิทยาศาสตร์ที่เพื่อนนำเสนอไม่ถูกต้อง นักเรียนจะนำหลักฐานข้อมูลนั้นมาโต้แย้ง					

ข้อ	รายการพฤติกรรมการแสดงออก	ระดับพฤติกรรมการแสดงออก				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
8	เมื่อนักเรียนได้รับข้อมูลข่าวสารใดๆ ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลก่อนที่จะยอมรับและนำมาใช้เสมอ					
9	เมื่อผลการทดลองของนักเรียนและเพื่อนไม่ตรงกัน นักเรียนจะทำการทดลองใหม่อีกครั้ง					
ความรับผิดชอบ						
10	เมื่อนักเรียนและเพื่อนได้รับมอบหมายให้เก็บล้างอุปกรณ์การทดลอง แม้ว่าเพื่อนจะไม่ทำแต่นักเรียนก็ยังทำต่อไป					
11	ในการทำงานกลุ่ม เมื่อนักเรียนทำงานผิดพลาดนักเรียนจะยอมรับความผิดพลาดที่เกิดขึ้นต่อสมาชิกในกลุ่ม					
12	นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการปฏิบัติงานในหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จตามความความคาดหวัง					
ความร่วมมือช่วยเหลือ						
13	เมื่อนักเรียนเห็นเพื่อนมีปัญหาในการทดลอง แม้ว่าเพื่อนจะไม่ได้ขอความช่วยเหลือ นักเรียนก็ยื่นมือเข้าช่วยเหลือ					
14	นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่มเป็นอย่างดี					
15	นักเรียนช่วยเหลืองานกลุ่มจนสำเร็จบรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้					

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ



ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น

ประเด็นการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	การพิจารณา
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1								
1. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
3. สื่อการเรียนรู้เหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4. กิจกรรมการเรียนรู้และภาระงานเหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5. การวัดและประเมินผลเหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6. การจัดเวลาเหมาะสมกับเนื้อหาสาระและระดับของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
7. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
8. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมจิตวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2								
1. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
3. สื่อการเรียนรู้เหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 12 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	การพิจารณา
	1	2	3	4	5			
4. กิจกรรมการเรียนรู้และภาระงาน เหมาะสมกับกระบวนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5. การวัดและประเมินผลเหมาะสม กับกระบวนการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6. การจัดเวลาเหมาะสมกับเนื้อหา สาระและระดับของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
7. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริม การคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
8. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริม จิตวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3								
1. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้อง กับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2. กระบวนการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้มีความเหมาะสมกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
3. สื่อการเรียนรู้เหมาะสมกับ กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4. กิจกรรมการเรียนรู้และภาระงาน เหมาะสมกับกระบวนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5. การวัดและประเมินผลเหมาะสม กับกระบวนการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6. การจัดเวลาเหมาะสมกับเนื้อหา สาระและระดับของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 12 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	การพิจารณา
	1	2	3	4	5			
7. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
8. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมจิตวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4								
1. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3. สื่อการเรียนรู้เหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4. กิจกรรมการเรียนรู้และภาระงานเหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5. การวัดและประเมินผลเหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6. การจัดเวลาเหมาะสมกับเนื้อหาสาระและระดับของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
7. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
8. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมจิตวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5								
1. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 12 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	การพิจารณา
	1	2	3	4	5			
2. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3. สื่อการเรียนรู้เหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4. กิจกรรมการเรียนรู้และภาระงานเหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5. การวัดและประเมินผลเหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6. การจัดเวลาเหมาะสมกับเนื้อหาสาระและระดับของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
7. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
8. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมจิตวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้
โครงงาน

ประเด็นการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	การ พิจารณา
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6								
1. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้อง กับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2. กระบวนการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้มีความเหมาะสมกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3. สื่อการเรียนรู้เหมาะสมกับ กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4. กิจกรรมการเรียนรู้และภาระงาน เหมาะสมกับกระบวนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5. การวัดและประเมินผลเหมาะสม กับกระบวนการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6. การจัดเวลาเหมาะสมกับเนื้อหา สาระและระดับของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
7. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริม การคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
8. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริม จิตวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7								
1. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้อง กับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2. กระบวนการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้มีความเหมาะสมกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3. สื่อการเรียนรู้เหมาะสมกับ กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 13 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	การพิจารณา
	1	2	3	4	5			
4. กิจกรรมการเรียนรู้และภาระงาน เหมาะสมกับกระบวนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5. การวัดและประเมินผลเหมาะสม กับกระบวนการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6. การจัดเวลาเหมาะสมกับเนื้อหา สาระและระดับของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
7. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริม การคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
8. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริม จิตวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8								
1. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้อง กับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2. กระบวนการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้มีความเหมาะสมกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3. สื่อการเรียนรู้เหมาะสมกับ กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4. กิจกรรมการเรียนรู้และภาระงาน เหมาะสมกับกระบวนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5. การวัดและประเมินผลเหมาะสม กับกระบวนการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6. การจัดเวลาเหมาะสมกับเนื้อหา สาระและระดับของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 13 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	การพิจารณา
	1	2	3	4	5			
7. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
8. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมจิตวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9								
1. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3. สื่อการเรียนรู้เหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4. กิจกรรมการเรียนรู้และภาระงานเหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5. การวัดและประเมินผลเหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6. การจัดเวลาเหมาะสมกับเนื้อหาสาระและระดับของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
7. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
8. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมจิตวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10								
1. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 13 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	การพิจารณา
	1	2	3	4	5			
2. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3. สื่อการเรียนรู้เหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4. กิจกรรมการเรียนรู้และภาระงานเหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5. การวัดและประเมินผลเหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6. การจัดเวลาเหมาะสมกับเนื้อหาสาระและระดับของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
7. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
8. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมจิตวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
รายวิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	การ พิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6	0	0	+1	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
9	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
10	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
28	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	การ พิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
29	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
30	-1	+1	+1	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
32	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
33	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
34	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
35	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
36	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
39	0	0	+1	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
40	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
41	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
42	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
43	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
44	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
45	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
46	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
47	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
48	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
49	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
50	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
51	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
52	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
53	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
54	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
55	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
56	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
57	0	0	+1	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	การพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
58	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
59	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
60	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
61	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
62	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
63	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
64	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
65	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้

หมายเหตุ

ข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป โดยข้อสอบที่เลือกไว้มี 65 ข้อ แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนจำนวน 36 คน เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ต่อไป

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สถานการณ์ที่	ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	การพิจารณา
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2	5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 15 (ต่อ)

สถานการณ์ ที่	ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	การ พิจารณา
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
3	9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4	13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5	17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	19	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
	20	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
6	21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
7	25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	28	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

หมายเหตุ

ข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.80 ขึ้นไป โดยข้อสอบที่เลือกไว้มี 28 ข้อ แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนจำนวน 36 คน เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ต่อไป

ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	การพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6	-1	+1	+1	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
7	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
8	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
10	-1	+1	+1	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
12	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

หมายเหตุ

แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการคัดเลือกมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.80 ขึ้นไป โดยข้อสอบที่เลือกไว้มี 20 ข้อ แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนจำนวน 36 คน เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก (t) ต่อไป

ตาราง 17 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
รายวิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์

ข้อที่	p	r	การพิจารณา	ข้อที่	p	r	การพิจารณา
1	0.58	0.28	ใช้ได้	16	0.36	0.39	ใช้ได้
2	0.28	0.44	ใช้ได้	17	0.56	0.22	ใช้ได้
3	0.25	0.33	ใช้ได้	18	0.39	0.26	ใช้ได้
4	0.42	0.28	ใช้ได้	19	0.25	0.24	ใช้ได้
5	0.58	0.28	ใช้ได้	20	0.58	0.50	ใช้ได้
6	0.56	0.22	ใช้ได้	21	0.69	0.39	ใช้ได้
7	0.44	0.44	ใช้ได้	22	0.53	0.28	ใช้ได้
8	0.75	0.37	ใช้ได้	23	0.42	0.37	ใช้ได้
9	0.61	0.56	ใช้ได้	24	0.53	0.56	ใช้ได้
10	0.58	0.50	ใช้ได้	25	0.50	0.44	ใช้ได้
11	0.72	0.22	ใช้ได้	26	0.50	0.31	ใช้ได้
12	0.67	0.28	ใช้ได้	27	0.25	0.25	ใช้ได้
13	0.72	0.22	ใช้ได้	28	0.58	0.39	ใช้ได้
14	0.69	0.28	ใช้ได้	29	0.75	0.39	ใช้ได้
15	0.67	0.33	ใช้ได้	30	0.36	0.26	ใช้ได้

หมายเหตุ

ข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกที่มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.25-0.75 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.22-0.56 โดยข้อสอบที่คัดเลือกไว้มี 30 ข้อ แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนจำนวน 36 คน หาค่าความเชื่อมั่นได้เท่ากับ .80

ตาราง 18 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
วิทยาศาสตร์

ข้อที่	p	r	การพิจารณา	ข้อที่	p	r	การพิจารณา
1	0.75	0.23	ใช้ได้	11	0.44	0.33	ใช้ได้
2	0.25	0.38	ใช้ได้	12	0.38	0.25	ใช้ได้
3	0.56	0.23	ใช้ได้	13	0.59	0.31	ใช้ได้
4	0.29	0.29	ใช้ได้	14	0.75	0.25	ใช้ได้
5	0.63	0.38	ใช้ได้	15	0.41	0.29	ใช้ได้
6	0.75	0.25	ใช้ได้	16	0.50	0.50	ใช้ได้
7	0.63	0.63	ใช้ได้	17	0.44	0.25	ใช้ได้
8	0.69	0.38	ใช้ได้	18	0.63	0.31	ใช้ได้
9	0.56	0.25	ใช้ได้	19	0.41	0.31	ใช้ได้
10	0.34	0.31	ใช้ได้	20	0.31	0.25	ใช้ได้

หมายเหตุ

ข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกที่มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.25-0.75 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.23-0.63 โดยข้อสอบที่คัดเลือกไว้มี 20 ข้อ แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนจำนวน 32 คน หาค่าความเชื่อมั่นได้เท่ากับ .64

ตาราง 19 ค่าอำนาจจำแนก (t) ของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

ข้อที่	r	การพิจารณา	ข้อที่	r	การพิจารณา
1	0.94	ใช้ได้	9	0.78	ใช้ได้
2	0.72	ใช้ได้	10	1.28	ใช้ได้
3	0.89	ใช้ได้	11	1.44	ใช้ได้
4	0.83	ใช้ได้	12	1.28	ใช้ได้
5	0.28	ใช้ได้	13	1.00	ใช้ได้
6	1.00	ใช้ได้	14	0.72	ใช้ได้
7	0.78	ใช้ได้	15	0.89	ใช้ได้
8	1.00	ใช้ได้			

หมายเหตุ

ข้อคำถามที่ผ่านการคัดเลือกที่มีค่าอำนาจจำแนก (t) อยู่ระหว่าง 0.28-1.28 โดยข้อคำถามที่คัดเลือกไว้มี 15 ข้อ แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนจำนวน 32 คน หาค่าความเชื่อมั่นได้เท่ากับ .89

ตาราง 20 คะแนนแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน

คนที่	ก่อนเรียน (X_1) (30 คะแนน)	หลังเรียน (X_2) (30 คะแนน)	ผลต่าง (D)	ผลต่างกำลังสอง (D^2)
1	19	21	2	4
2	18	20	2	4
3	20	25	5	25
4	16	20	4	16
5	23	27	4	16
6	18	19	1	1
7	20	23	3	9
8	21	23	2	4
9	23	25	2	4
10	22	28	6	36
11	14	15	1	1
12	21	24	3	9
13	20	23	3	9
14	16	17	1	1
15	21	23	2	4
16	6	20	14	196
17	15	19	4	16
18	18	25	7	49
19	24	25	1	1
20	18	24	6	36
21	19	23	4	16
22	13	16	3	9
23	19	24	5	25
24	19	19	0	0
25	19	22	3	9
26	16	21	5	25
27	22	23	1	1

ตาราง 20 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน (X_1) (30 คะแนน)	หลังเรียน (X_2) (30 คะแนน)	ผลต่าง (D)	ผลต่างกำลังสอง (D^2)
28	20	25	5	25
29	21	25	4	16
30	20	24	4	16
31	20	24	4	16
32	17	21	4	16
33	16	22	6	36
34	17	25	8	64

ทดสอบสมมุติฐานข้อที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน โดยใช้สถิติ t-test for dependent sample แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตาราง 21 คะแนนแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนที่
ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน

คนที่	ก่อนเรียน (X_1) (30 คะแนน)	หลังเรียน (X_2) (30 คะแนน)	ผลต่าง (D)	ผลต่างกำลังสอง (D^2)
1	15	16	1	1
2	4	12	8	64
3	8	10	2	4
4	8	11	3	9
5	12	13	1	1
6	10	13	3	9
7	9	12	3	9
8	13	14	1	1
9	13	14	1	1
10	13	15	2	4
11	7	16	9	81
12	12	16	4	16
13	11	16	5	25
14	6	11	5	25
15	14	15	1	1
16	2	7	5	25
17	9	11	2	4
18	11	12	1	1
19	11	12	1	1
20	4	5	1	1
21	7	13	6	36
22	6	8	2	4
23	10	14	4	16
24	9	10	1	1
25	7	12	5	25
26	7	9	2	4
27	12	14	2	4
28	14	15	1	1

ตาราง 21 (ต่อ)

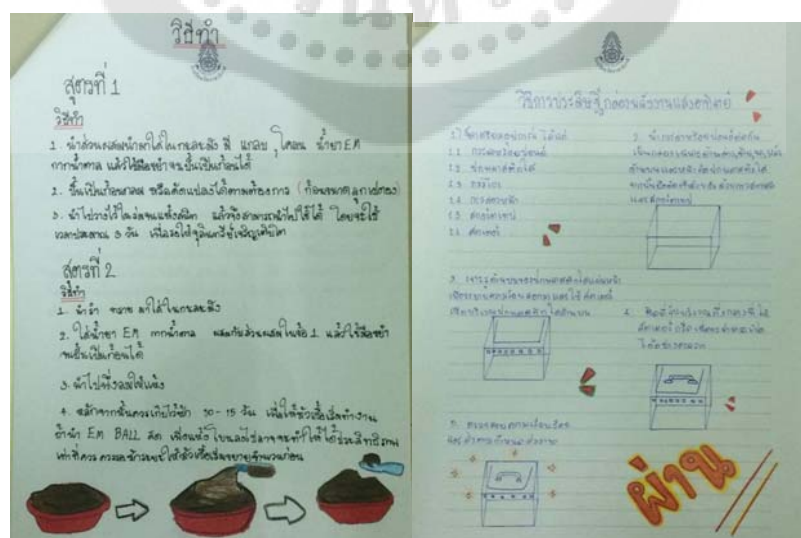
คนที่	ก่อนเรียน (X_1) (30 คะแนน)	หลังเรียน (X_2) (30 คะแนน)	ผลต่าง (D)	ผลต่างกำลังสอง (D^2)
29	11	14	3	9
30	9	11	2	4
31	11	14	3	9
32	10	12	2	4
33	7	13	6	36
34	8	12	4	16

ทดสอบสมมุติฐานข้อที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน โดยใช้สถิติ t-test for dependent sample แสดงว่าคะแนนแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05



ภาคผนวก ง

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้



ภาพประกอบ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน

ประวัติย่อผู้วิจัย



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวจินตนา วิชาเหล็ก
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 25 พฤศจิกายน พ.ศ. 2531
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดน่าน
สถานที่ปัจจุบัน	1002 รุ่งเมืองแมนชั่น รัชดาซอย 3 ถนนรัชดาภิเษก แขวงดินแดง เขตดินแดง กรุงเทพมหานคร 10400
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	ครู ค.ศ.1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนวัดราชาธิวาส แขวงวรวิหาร เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2543	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จาก โรงเรียนศรีเวียงสาวิทยาการ อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน
พ.ศ. 2549	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จาก โรงเรียนสตรีศรีน่าน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน
พ.ศ. 2554	การศึกษาระดับบัณฑิต (กศ.บ.) สาขาวิทยาศาสตร์-ชีววิทยา จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2560	การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ แขนงวิชา การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร