

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์
ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุขฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
เมษายน 2558

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์
ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุขฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
เมษายน 2558
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์
ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุขฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

เมษายน 2558

ยุพาพันธ์ มินวงษ์. (2558). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้น การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาปรินญาณิพนธ์: รองศาสตราจารย์ ดร.สุณี๋ยมะประสิทธิ์, ว่าที่ร้อยตรี ดร.มนัส บุญประกอบ, อาจารย์ ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์.

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโครงการ วิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P)ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 2) ศึกษาผล ของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ขั้นที่ 2 สร้างรูปแบบการเรียนการสอน ขั้นที่ 3 ศึกษาความพร้อมเพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ของ การใช้รูปแบบการเรียนการสอนและปรับปรุงแก้ไข และขั้นที่ 4 ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียน การสอน แบบแผนการทดลองที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ Nonrandomized Control-Group Pretest- Posttest Design และ One-Group Repeated Measured Design กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านหมีวิทยา จังหวัดลพบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน(นักเรียน 39 คน) ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่ เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน(นักเรียน 42 คน) ได้รับการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่ไม่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แบบประเมินความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบความสามารถในการเขียน คำโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียน การสอน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที (t-test for dependent samples, t-test for independent samples และ One-samples t-test) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมีการวัดซ้ำ(One-way Analysis of Variance: Repeated Measures)

ผลการวิจัยพบว่า

1. รูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (3P) ประกอบด้วย 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 เตรียมความพร้อม (Preparation) มี 2 ขั้นตอนย่อย คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจ และ 2) ขั้นทบทวนประสบการณ์ ระยะที่ 2 สร้างสรรค์โครงการ (Project Creation) มี 4 ขั้นตอนย่อย คือ 1) ขั้นระบุปัญหา 2) ขั้นแสวงหาและคัดสรรแนวทางแก้ปัญหา

3) ขั้วางแผนแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ และ 4) ขั้ปฏิบัติการทำโครงการและสรุผล ระยะที่ 3 นำเสนอผลงาน (Presentation)

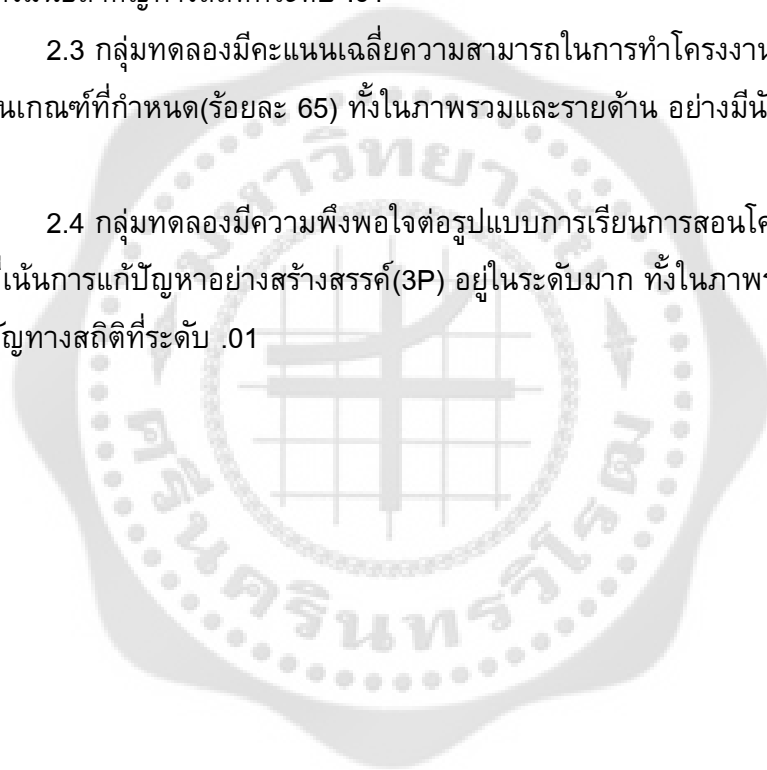
2. ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์(3P) พบว่า

2.1 กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งในภาพรวมและรายด้าน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2 กลุ่มทดลองมีพัฒนาการในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนเพิ่มสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.3 กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์อิสระ อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ที่กำหนด(ร้อยละ 65) ทั้งในภาพรวมและรายด้าน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.4 กลุ่มทดลองมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์(3P) อยู่ในระดับมาก ทั้งในภาพรวมและรายด้าน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



DEVELOPMENT OF A SCIENCE PROJECT INSTRUCTIONAL MODEL
WITH THE EMPHASIS ON CREATIVE PROBLEM SOLVING(3P)
OF THE EIGHTH GRADE STUDENTS



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Doctor of Education Degree in Science Education
at Srinakharinwirot University

April 2015

Yupapun Minwong. (2015). *Development of a Science Project Instructional Model with the Emphasis on Creative Problem Solving(3P) of the Eighth Grade Students*. Dissertation, Ed.D (Science Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Assoc. Prof. Dr.Sunee Haemaprasith, Acting Sub Lt. Dr.Manat Boonbrakob, Dr.Theerapong Sangpradit.

The purposes of this research were to 1) develop of a science project instructional model with the emphasis on creative problem solving (3P) of the eighth grade students 2) study the effectiveness of the science project instructional model with the emphasis on creative problem solving (3P). The research procedures had 4 stages as follows;1) studying basic relation of the study for developing an instructional model 2) instruction of model construction 3) pilot study and improving the instruction of model, and 4) implementation of instruction model. The study was based on Nonrandomized Control-Group Pretest-Posttest Design and One-Group Repeated Measured Design. The samples were the eighth grade students from Banmiwittaya School in Lopburi who were during the first semester of the academic year 2014. Two classes were assigned as an experimental group(39 students) which was taught with the instructional model and a control group (42 students) which was taught with the conventional instruction.The research instruments were test of creative problem solving ability, assessment forms of science projects ability, tests of outline writing science projects ability, and questionnaire of the satisfaction towards the instructional model. The data were analyzed using mean values, standard deviation, t-test for dependent samples, t-test for independent samples, One-samples t-test and One-way Analysis of Variance: Repeated Measures. The research results indicated that:

1. The science project instructional model with the emphasis on creative problem solving (3P) of the eighth grade students comprised 3 phases; 1) the preparation consisting of 2 stages as follow: stage of engagement and stage of prior knowledge reviews 2) the project creation consisting of 4 stages as follow: stage of identify problem, stage of idea and selection, stage of solution planning, and stage of performance and conclusion, and 3) the presentation of projects.

2. The implementation of the instructional model found that;

- 2.1 The post-test scores on creative problem solving of the experimental group were higher than their pre-test scores and the control group's post-test scores both overall and in every aspect at the .01 level of statistically significant.

2.2 The ability of the experimental group to do guided science projects increased at the .01 level of statistically significant.

2.3 The ability of the experimental group to do unguided science project were higher than the criteria(65%) both overall and in every aspect at the .01 level of statistically significant.

2.4 The mean score of the experimental group of satisfaction towards 3P instructional model was at the high level both overall and in every aspect at the .01 level of statistically significant.



ปริญญาานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์
ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ของ

ยุพาพันธ์ มินวงษ์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษาดุขฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

วันที่ เดือน..... พ.ศ. 2558

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ที่ปรึกษาหลัก ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุนีย์ เหมะประสิทธิ์) (รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินตานุรักษ์)

..... ที่ปรึกษาร่วม กรรมการ

(ว่าที่ร้อยตรี ดร.มนัส บุญประกอบ) (รองศาสตราจารย์ ดร.สุนีย์ เหมะประสิทธิ์)

..... ที่ปรึกษาร่วม กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์) (ว่าที่ร้อยตรี ดร.มนัส บุญประกอบ)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ชนินันท์ พฤษทรัพย์)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยการดูแลช่วยเหลือ และความเมตตาอย่างยิ่ง จากรองศาสตราจารย์ ดร.สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ว่าที่ร้อยตรี ดร.มนัส บุญประกอบ และ ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ อาจารย์ทั้งสามท่านเป็นอย่างสูงที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษา ให้แนวคิด และให้กำลังใจในการทำวิจัย มาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ และดร.ชนินันท์ พฤษทรัพย์มูล ที่กรุณาสละเวลามาเป็นกรรมการสอบปากเปล่า ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ทำให้ ปริญญานิพนธ์มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ดร.ประมวล ศิริพันธ์แก้ว ดร.ประสงค์ เมธีพินิตกุล รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาธน์ เถืองเฉลิม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาติ เกียรติธรรม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศมล ผาสุข ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก ดร.กมลวรรณ กัญญาประสิทธิ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็น ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนอาจารย์ นิพนธ์ ศรีนฤมล อาจารย์สุวารี พงศ์ธีระวรรณ อาจารย์กัญกร แสงวิทยาประทีป อาจารย์สุวัฒน์ คล่องดี และอาจารย์ประพจน์ ศีลพิพัฒน์ ที่สละเวลาให้คำแนะนำปรึกษาเกี่ยวกับแนวการจัด กิจกรรมการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ด้วยความเมตตา

ขอขอบพระคุณอาจารย์ต้นหยง อิมมาก ครูผู้เป็นต้นแบบของผู้วิจัยในความมานะ พากเพียร ไม่ย่อท้อต่อปัญหาอุปสรรค ซึ่งนอกจากท่านจะเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ ในการวิจัยแล้ว ท่านยังอุทิศเวลาให้คำแนะนำแนวทางจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ ตลอดจน ให้ความช่วยเหลือแก่ผู้วิจัยด้วยความเอื้ออาทรตลอดมา

ขอขอบคุณผู้บริหารโรงเรียน คุณครู นักเรียน และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเก็บข้อมูลวิจัย ทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยอย่างเป็นกัลยาณมิตรทำให้การวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณ เพื่อนร่วมรุ่นปีการศึกษา 2554 รุ่นพี่ รุ่นน้อง และเจ้าหน้าที่ศูนย์วิทยาศาสตร์ ศึกษาทุกท่านที่ให้กำลังใจ ช่วยเหลือเกื้อกูลกันเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับกำลังใจและการสนับสนุนช่วยเหลือตลอดเวลา จากคุณแม่ทองอยู่ มินวงษ์ และพี่น้องทุกคน

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ที่เกิดจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชา พระคุณของคุณพ่อทองเมือง มินวงษ์(บิดาผู้วายชนม์) และคุณแม่ทองอยู่ มินวงษ์ ตลอดจนคุณ อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

ยุพาพันธ์ มินวงษ์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
คำถามวิจัย.....	5
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	5
ความสำคัญของปัญหา.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	11
สมมติฐานการวิจัย.....	12
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์.....	14
ความสำคัญของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์.....	14
ความหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์.....	14
ความสัมพันธ์ระหว่าง การแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ และความคิด วิจารณ์.....	16
แนวคิดและรูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์.....	17
เทคนิคการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์.....	26
การประเมินการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์.....	29
งานวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์.....	32
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์.....	36
ความสำคัญของโครงงานวิทยาศาสตร์.....	38
ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์.....	38
ประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์.....	39
หลักการและขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์.....	41
บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์.....	46

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
สิ่งที่นักเรียนจะได้เรียนรู้จากการทำโครงการวิทยาศาสตร์.....	48
แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์.....	48
ทฤษฎีสรรคนิยม.....	48
การเรียนรู้แบบร่วมมือ.....	53
กระบวนการสืบเสาะ.....	56
แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์.....	60
แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินโครงการวิทยาศาสตร์.....	95
งานวิจัยเกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์.....	101
ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้.....	108
ความหมายของความพึงพอใจ.....	108
การวัดความพึงพอใจ.....	110
งานวิจัยเกี่ยวกับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้.....	111
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	114
การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน เอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย.....	116
การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน.....	119
การศึกษานำร่องและปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการเรียนการสอน.....	129
การศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน.....	132
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	136
ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P).....	137
ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P).....	137

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	149
สรุปผลการวิจัย.....	149
อภิปรายผลการวิจัย.....	152
ข้อเสนอแนะ.....	160
บรรณานุกรม.....	162
ภาคผนวก.....	180
ภาคผนวก ก.....	181
รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย.....	181
ภาคผนวก ข.....	183
คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P).....	184
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้.....	203
ตัวอย่างผลงานนักเรียน.....	268
ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	277
ภาคผนวก ค.....	304
ผลการประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องรูปแบบการเรียนการสอน โครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P).....	304
ภาคผนวก ง.....	307
ผลการประเมินคุณภาพเครื่องมือ.....	307
ภาคผนวก จ.....	340
ภาพกิจกรรม.....	340
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	344

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 สรุปขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักการศึกษา.....	25
2 กิจกรรมที่ให้นักเรียนทำในการจัดการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์.....	80
3 เทคนิคและทักษะการสอนของครูในการจัดการเรียนการสอนโครงการ วิทยาศาสตร์.....	82
4 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนโครงการของนักการศึกษา และครูผู้มี ประสบการณ์และความเชี่ยวชาญด้านโครงการวิทยาศาสตร์.....	84
5 กิจกรรมการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ บทบาทครู และบทบาท นักเรียน.....	91
6 หน่วยการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้.....	122
7 เวลาที่ใช้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง.....	131
8 แบบแผนการวิจัยแบบ Nonrandomized Control-Group Pretest-Posttest Design.....	132
9 แบบแผนการวิจัยแบบ One-Group Repeated Measured Design.....	132
10 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียน การสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P).....	138
11 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	138
12 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	140
13 คะแนนเฉลี่ยพัฒนาการในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนของ นักเรียน ระยะที่ 1 ระยะที่ 2 และระยะที่ 3 เป็นรายกลุ่ม.....	141
14 ผลการเปรียบเทียบพัฒนาการในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน ระยะที่ 1 ระยะที่ 2 และระยะที่ 3 เป็นรายกลุ่ม.....	142
15 ผลการทดสอบความแตกต่างรายคู่ของพัฒนาการในการทำโครงการ วิทยาศาสตร์ในแต่ละระยะ.....	142
16 คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนเป็นรายบุคคล.....	143

บัญชีตาราง(ต่อ)

ตาราง		หน้า
17	เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ อิสระ ของนักเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด(ร้อยละ 65).....	144
18	เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียน การสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) กับเกณฑ์ที่กำหนด (3.50).....	145
19	ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนโครงการ วิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P).....	305
20	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของรูปแบบการเรียนการสอนโครงการ วิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P).....	306
21	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้.....	308
22	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ของ แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์.....	312
23	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินการเขียนเค้าโครง ของ โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ.....	316
24	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินการเขียนเค้าโครง ของ โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง.....	320
25	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินการเขียนเค้าโครง ของ โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์.....	324
26	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินการปฏิบัติโครงการ วิทยาศาสตร์.....	328
27	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินผลงานโครงการวิทยาศาสตร์...	329
28	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ของ แบบทดสอบความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ ฉบับที่ 1.....	333
29	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ของ แบบทดสอบความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ ฉบับที่ 2.....	335
30	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และค่าอำนาจจำแนก (t) ของแบบวัด ความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอน.....	337

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	11
2 แผนผังก้างปลาที่ปรับปรุงมาจากทากาฮาชิ.....	28
3 รูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์ (3P).....	90
4 ขั้นตอนการดำเนินการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (3P).....	115
5 แสดงแนวโน้มพัฒนาการในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน.....	141



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในยุคศตวรรษที่ 21 ที่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความเจริญก้าวหน้าอย่างมาก อีกทั้งความสามารถในการเข้าถึงข้อมูลข่าวสารที่มีจำนวนมาก ได้อย่างรวดเร็วผ่านทางสื่อ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ได้ส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตทั้งในด้านที่เป็นประโยชน์และในด้านที่อาจจะก่อให้เกิดปัญหา จึงจำเป็นต้องเตรียมความพร้อมเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้ โดยพัฒนาคนให้เป็นบุคคลที่พร้อมเรียนรู้ (Learning Person) และมีทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) ซึ่งเป็นหัวใจของทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 อันประกอบด้วยทักษะย่อยๆ คือ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา การสื่อสารและความร่วมมือ ความคิดริเริ่มและนวัตกรรม (วิจารณ์ พานิช. 2555: 28-36) โดยใช้การศึกษา ซึ่งนับว่าเป็นเครื่องมือที่สำคัญอย่างหนึ่งในการเตรียมความพร้อมนักเรียนให้สามารถพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มศักยภาพ เพียงพอที่จะดำรงชีวิตท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงนี้ โดยเฉพาะการพัฒนาความสามารถด้านการคิดซึ่งเป็นสมรรถนะสำคัญ สมรรถนะหนึ่งที่ปรากฏอยู่ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในทำนองเดียวกันนี้พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 ก็ได้กำหนดแนวการจัดการศึกษาในหมวด 4 ที่กล่าวถึงการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มตามศักยภาพ โดยยึดหลักการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เน้นการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง ลงมือปฏิบัติจากสถานการณ์ต่างๆ เพื่อฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ รวมทั้งการประยุกต์ความรู้ไปใช้ในการเพื่อป้องกันและแก้ปัญหาในชีวิตจริง (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา. 2547: 12-13) ประกอบกับแผนพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ ฉบับที่สิบเอ็ด พ.ศ. 2555-2559 (สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. ม.ป.ป.: 15-16) ได้วางกลยุทธ์และแนวทางการดำเนินงาน ในยุทธศาสตร์ระดับคุณภาพและมาตรฐานนักเรียน ที่เร่งรัดพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานผู้เรียนด้านกระบวนการเรียนรู้ และจัดกิจกรรมเสริมทักษะพัฒนานักเรียนในรูปแบบที่หลากหลาย โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนมีกระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ และมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ เช่น การทำวิจัย การทำโครงการ

กลยุทธ์นี้สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์(กระทรวงศึกษาธิการ.

(2551: 92) ซึ่งมุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริง อย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น

ถึงแม้ว่าเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏในหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จะมุ่งเน้นให้นักเรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเอง มากที่สุด แต่ก็ยังพบว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากผลการประเมินตามโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment: PISA 2012) ที่ประเมินจากผู้จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นหรือกลุ่มอายุ 15 ปี ในภาพรวมพบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ย 444 คะแนน โดยการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย ประมาณร้อยละ 34 มีความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าระดับพื้นฐาน แต่ก็มีเพียงร้อยละ 29 เท่านั้น ที่มีความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าระดับมาตรฐาน (สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). 2556: 18-19) และจากการสำรวจผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 รายวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ (Trends in International Mathematics and Science Study: TIMSS 2011) จากประเทศต่างๆ 45 ประเทศ ในภาพรวมนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของไทยมากกว่าครึ่ง มีคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้และ ทักษะ 451 คะแนน (อยู่ในระดับต่ำ) ซึ่งประเทศไทยได้อันดับที่ 25 เมื่อเปรียบเทียบกับนานาชาติ (สสวท. 2556: 19) อีกทั้งผลการพัฒนาศักยภาพตามช่วงวัยชี้ให้เห็นว่า กลุ่มวัยเด็กมีระดับเชาวน์ ปัญญาเฉลี่ยลดลง ในขณะที่เด็กกลุ่มวัยเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าร้อยละ 50 และ มาตรฐานความสามารถของนักเรียนในเรื่องการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ การคิดวิจารณ์ญาณ และคิดสร้างสรรค์ค่อนข้างต่ำ (สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. ม.ป.ป.: 1) ข้อมูลดังกล่าวได้ บ่งบอกถึงคุณภาพการเรียนการสอนที่ยังไม่สามารถพัฒนาให้นักเรียนให้เกิดความรู้ความเข้าใจและไม่สามารถคิดวิเคราะห์ในสิ่งที่ได้เรียนรู้ ตลอดจนไม่สามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาสถานการณ์จริง ได้ ซึ่งสอดคล้องกับลัดดา ภูเกียรติ (2544: 3) ที่กล่าวถึงปัญหาการจัดการเรียนการสอนในระดับ มัธยมศึกษาว่า เน้นหนักไปทางด้านความรู้ความจำเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาเพื่อให้สอบผ่านเท่านั้น โดย ที่นักเรียนไม่มีโอกาสได้เลือกเรียนตามความสนใจหรือความถนัดของตนเอง ไม่ได้มีโอกาสที่จะใช้ วิธีการหรือทักษะกระบวนการต่างๆ มาแก้ปัญหาด้วยตัวของเขาเอง ทำให้นักเรียนไม่ค่อยมีโอกาส ในการคิด จึงทำให้คิดไม่ค่อยเป็น ไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหาและไม่รู้จักเลือกใช้ข้อมูลที่ต้องการ เหมาะสม ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการคิด การแก้ปัญหา และการทำงานอย่างเป็นระบบ ไม่เต็มตามศักยภาพ

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ลงมือกระทำ ซึ่งรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับการพัฒนาความสามารถของนักเรียน

มีอยู่หลายรูปแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับครูผู้สอนจะนำมาประยุกต์ใช้ได้เหมาะสมตามเนื้อหาในบทเรียนและพัฒนาการของนักเรียน อย่างไรก็ตามโครงการวิทยาศาสตร์นับว่าเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่ง ซึ่งมีพื้นฐานแนวคิดตามทฤษฎีสรณนิยม (Constructivism) และกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry) ที่ให้โอกาสนักเรียนได้เรียนรู้จากการคิดเอง ทำเอง และแก้ปัญหาด้วยตนเองด้วยการปฏิบัติจริง ในลักษณะของการศึกษา ส้ารวจ ค้นคว้า ทดลอง ประดิษฐ์คิดค้น โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มีครูเป็นผู้กระตุ้นแนะนำให้คำปรึกษา รวมถึงการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) ที่นักเรียนทำงานร่วมกันมีจุดมุ่งหมายเดียวกัน คือ ความสำเร็จทั้งของตนเองและของกลุ่ม (Slavin. 1990: 3) ซึ่งความรู้ที่ได้จากการทำโครงการวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนจะจดจำอยู่ได้นานและช่วยให้นักเรียนเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น (Atwater. 1994: 558-576; Haberman. 1991: 290-294) นอกจากนั้นแล้วยังได้มีโอกาสพัฒนาทักษะการคิดอย่างสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหา โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งทักษะเหล่านี้จะติดตัวนักเรียนไปตลอด และสามารถนำไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ กล่าวคือ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการมุ่งหาคำตอบหรือวิธีการใหม่ๆ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น (ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา. 2538: 31-40) ซึ่งจะทำให้การดำเนินงานสำเร็จตามเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้ความคิดอกเนกนัย (Divergent Thinking) เพื่อให้ได้แนวคิดที่แตกต่างหลากหลายแปลกใหม่ และความคิดเอกนัย (Convergent Thinking) ที่ใช้ในการพิจารณาวิเคราะห์เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีที่สมาชิกในกลุ่มคิดว่าดีที่สุด (Isaksen. 1995: 52-53) นับเป็นทักษะที่มีความสำคัญอย่างหนึ่ง ที่ควรพัฒนาให้เกิดขึ้นในนักเรียน เพื่อให้สามารถเผชิญกับปัญหา และหาแนวทางแก้ปัญหาที่พบเจอในชีวิตจริงได้หลายแนวทาง และพิจารณาตัดสินใจเลือกใช้วิธีแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งทำให้เป็นคนมีเหตุผลก่อนตัดสินใจ ไม่เชื่อคนง่าย รู้จักหาข้อมูลต่างๆ มาเป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหา และรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของสังคมในยุคศตวรรษที่ 21 ตลอดจนสามารถสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่ เป็นประโยชน์ทั้งต่อตนเองและส่วนรวม ทั้งนี้เป็นเพราะปัญหาที่พบเจอในแต่ละวันนั้นไม่เหมือนกัน ซึ่งจะใช้วิธีใดวิธีหนึ่งมาแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนให้สำเร็จนั้นมีความเป็นไปได้ยาก ต้องอาศัยกระบวนการคิดด้านต่างๆ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจรณ์ญาณมาช่วย จึงจะสามารถคลี่คลายความซับซ้อนของปัญหาลงได้ ซึ่งสอดคล้องกับบุษณีย์ อนุรุทธีวงศ์ (ม.ป.ป.: 195) ที่กล่าวถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันว่ามีความซับซ้อนมากกว่าอดีต ทำให้ปัญหาหลายอย่างไม่สามารถแก้ไขโดยใช้ศาสตร์สาขาเดียว

เนื่องจากการทำโครงการวิทยาศาสตร์ จะช่วยพัฒนาทักษะการคิดให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน จึงมีการส่งเสริมและสนับสนุน ให้มีการจัดการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ขึ้นในโรงเรียน แต่

ปัจจุบันพบว่าการทำโครงการวิทยาศาสตร์ยังเป็นเรื่องยากสำหรับนักเรียน เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถคิดและเลือกเรื่องที่เหมาะสมในการทำโครงการ ขาดความรู้พื้นฐานในเรื่องที่ศึกษา เช่น การเขียนวัตถุประสงค์ การระบุตัวแปร การศึกษาทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องเพื่อตั้งสมมติฐาน นักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่เข้าใจขั้นตอนวิธีการทำโครงการ ทำให้วางแผนการทดลองไม่ได้ เขียนเค้าโครงไม่ค่อยถูกต้องและไม่ครอบคลุมเนื้อหา ตลอดจนเขียนรายงานผลไม่ค่อยตรงประเด็น บริหารเวลาที่ใช้ในการทำโครงการไม่เหมาะสม ทำให้การทำงานเกิดความล่าช้าไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ ขาดความรับผิดชอบไม่ทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย ครูยังไม่เข้าใจในหลักการที่แท้จริงของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ไม่มีรู้ความชำนาญด้านโครงการวิทยาศาสตร์ ขาดความรู้เฉพาะเรื่องในการให้คำปรึกษา เวลาที่ใช้ในการคำแนะนำปรึกษามีน้อยและไม่ทั่วถึง (ปิยฉัตร เพชรครสวัสดี. 2540: 162-164; พิทักษ์ เชียงนอก. 2540: 101-102; สุกัลยา ข้าเพชร. 2543: 84-86; พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์. 2544; วยุรีย์ โขษา. 2544: 73-75; จิระศักดิ์ จิตรโรจนรักษ์. 2551: 173; และนวลจันทร์ บุญหนู. 2555: 90) จึงทำให้การจัดการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์ พบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่มักจะศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนโครงการวิทยาศาสตร์กับวิธีสอนแบบต่าง ๆ หรือพัฒนาชุดกิจกรรมขึ้นมาเพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้น อันได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการ ความคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา ดังเช่นงานวิจัยของกาญจนา ฉัตรศรีตระกูล (2544: 90-97); อรุมา พร้อมจะบก (2547: 131-132); จูตินันท์ โจนสิทธิ์ (2549: 79); จิรวรรณ สอนสวัสดี (2554: 86-87) และ บัวซ้อน ตำมะ (2554: 75-77) เป็นต้น มีงานวิจัยเพียงส่วนน้อยที่ศึกษาผลด้านการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ผ่านกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ แต่งานวิจัยนั้นก็ไม่นำกระบวนการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์มาใช้ในขั้นตอนของกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ เช่น งานวิจัยของสุปราณี สดาร์ตัน (2548: 136 -137) ถึงกระนั้นก็ตามยังมีงานวิจัยบางเล่มที่มีการประยุกต์ใช้กระบวนการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยสอดแทรกกระบวนการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ไว้ในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งของกิจกรรมโครงการ แต่งานวิจัยเหล่านั้นก็ไม่ได้วัดผลด้านการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ เช่น งานวิจัยของ แจ่มจันทร์ ทองคุ่ม (2545: 72-73); นฤมล จันทร์สุขวงศ์ (2551: 114-118)

ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ บนฐานความเชื่อที่ว่าความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่พัฒนาได้ โดยอาศัยการทำงานร่วมกันระหว่างความคิดอเนกนัย เพื่อให้ได้แนวคิดที่แตกต่างหลากหลาย แปลกใหม่ และความคิดเอกนัยที่ใช้ในการพิจารณาวิเคราะห์ เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีที่

คิดว่าดีที่สุด (Isaksen, 1995: 52-53) นับเป็นทักษะที่มีความสำคัญอย่างหนึ่งที่เราควรพัฒนาให้เกิดขึ้นในนักเรียน เพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงในยุคศตวรรษที่ 21 นี้ โดยมุ่งหวังที่จะพัฒนาความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

คำถามของการวิจัย

1. รูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) ควรมีลักษณะอย่างไร
2. รูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) มีผลต่อนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในด้าน ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ พัฒนาการในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน ความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์อิสระ และ ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ อย่างไร

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) ในด้าน
 - 2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
 - 2.2 พัฒนาการในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน
 - 2.3 ความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์อิสระ
 - 2.4 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P)

ความสำคัญของปัญหา

ผลจากการวิจัยครั้งนี้ จะทำให้ได้รูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่ช่วยพัฒนานักเรียน ในด้านความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์

ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) เนื่องจากโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนที่ให้โอกาสนักเรียนได้เรียนรู้จากการคิดเอง ทำเอง และแก้ปัญหาเอง ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น โดยเฉพาะ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นทักษะการคิดที่จำเป็นของคนในสังคมปัจจุบันที่ต้องพบกับ ปัญหาต่างๆ อย่างยากจะหลีกเลี่ยงได้ อีกทั้งยังเป็นแนวทางจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการ ประเมินโครงงานวิทยาศาสตร์ ให้แก่ครูวิทยาศาสตร์หรือบุคลากรทางการศึกษา และผู้ที่สนใจทั่วไป

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ที่สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การมัธยมศึกษาเขต 5 ในอำเภอบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี จำนวน 560 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านหมี่วิทยา อำเภอบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน จำนวน 39 คน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน จำนวน 42 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ การใช้รูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้น การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P)
2. ตัวแปรตาม คือ ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) ในด้าน
 - 2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
 - 2.2 พัฒนาการในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน
 - 2.3 ความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์อิสระ
 - 2.4 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนโครงงาน วิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P)

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ โครงการวิทยาศาสตร์ 3 ประเภท ได้แก่ ประเภทการสำรวจ ประเภทการทดลอง และประเภทสิ่งประดิษฐ์

ระยะเวลาดำเนินงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ใช้เวลา 20 สัปดาห์ รวม 40 คาบ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. รูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (3P) หมายถึง ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยนำแนวคิดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มาใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรม เพื่อให้โอกาสนักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองผ่านการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบการจัดการเรียนการสอนเป็น 3 ระยะ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ระยะที่ 1 เตรียมความพร้อม (Preparation) หมายถึง ขั้นที่ครูกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนเกิดความรู้สึกอยากเรียนรู้ ตลอดจนทบทวนความรู้เดิมในเรื่องที่มีความสัมพันธ์กับโครงการวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนย่อย คือ

1.1 ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนเกิดความรู้สึกว่าโครงการวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่สนุกและมีความท้าทาย มีความกระตือรือร้นที่จะเรียน โดยใช้ประเด็นปัญหาจากสภาพแวดล้อมใกล้ตัว และคำถามยั่วๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัย อยากรู้ อยากที่จะสืบสอบสิ่งที่เป็นปัญหา ตลอดจนยกตัวอย่างโครงการวิทยาศาสตร์ที่ได้รับรางวัล หรือสร้างสถานการณ์ง่ายๆ ให้นักเรียนลองทำ

1.2 ขั้นทบทวนประสบการณ์ เป็นขั้นที่ครูทบทวนความรู้เดิมในเรื่องที่มีความสัมพันธ์กับประเด็นปัญหา ตลอดจนทบทวนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการตั้งถามการยกตัวอย่างสถานการณ์ การทำแบบฝึก และให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นตามประสบการณ์เดิมของนักเรียน เพื่อเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนนำไปปรับใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน

ระยะที่ 2 สร้างสรรค์โครงการ (Project Creation) หมายถึง ขั้นที่ครูดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดแทรกกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นการทำงาน

ร่วมกันระหว่างความคิดอเนกนัยและความคิดเอกนัย เพื่อให้นักเรียนสามารถคิดหัวข้อ วางแผน และลงมือทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

4 ขั้นตอนย่อย คือ

2.1 **ขั้นระบุปัญหา** เป็นขั้นที่ครูดำเนินการจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนรวบรวม ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาและสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ และ/หรือสถานการณ์ ที่นักเรียนพบในชีวิตจริง และกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อวิเคราะห์ประเด็นปัญหา และ สาเหตุของปัญหาให้ได้จำนวนมาก แล้วร่วมกันพิจารณาเลือกปัญหาหรือสาเหตุของปัญหาที่มี ความเป็นไปได้มาหาแนวทางแก้ปัญหา

2.2 **ขั้นแสวงหาและคัดสรรแนวทางแก้ปัญหา** เป็นขั้นที่ครูดำเนินการจัด กิจกรรมให้นักเรียนตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาเพื่อนำมากำหนดเป็นหัวข้อที่สนใจจะทำโครงการ วิทยาศาสตร์ โดยใช้เทคนิคการเปรียบเทียบ (Synectics) และการตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียน ระดมสมองเสนอวิธีแก้ปัญหาให้ได้จำนวนมาก แปลกใหม่หรือแตกต่างจากคนอื่น แล้วจึงใช้ความคิด วิเคราะห์พิจารณาพิเคราะห์ถึงข้อดีข้อเสียของวิธีแก้ปัญหาแต่ละวิธี เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ เหมาะสม นำมากำหนดหัวข้อเรื่องที่สนใจศึกษา

2.3 **ขั้นวางแผนแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์** เป็นขั้นที่ครูดำเนินการจัดกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนคิดออกแบบ วางแผนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยใช้เทคนิคการเปรียบเทียบ (Synectics) และใช้คำถามกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ให้นักเรียนนำความรู้และประสบการณ์เดิม และความรู้ใหม่ที่ได้จากการสืบค้นข้อมูล มาร่วมกันวางแผนการทำโครงการ โดยเขียนเป็นเค้าโครง ของโครงการ ซึ่งประกอบด้วย การระบุปัญหา(ตั้งชื่อเรื่อง) การกำหนดจุดมุ่งหมาย การตั้งสมมติฐาน การระบุตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง การออกแบบการเก็บ รวบรวมข้อมูล ออกแบบการนำเสนอผลการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.4 **ขั้นปฏิบัติการทำโครงการและสรุปผล** เป็นขั้นที่ครูดำเนินกิจกรรมเพื่อ ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการทำโครงการวิทยาศาสตร์ รวบรวมข้อมูล ร่องรอยหลักฐาน และสรุปผลที่ เกิดจากการทำโครงการวิทยาศาสตร์ รวมถึงเขียนรายงานผลการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ตลอดจน แสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ช่วยกันแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในขณะที่ทำ โครงการวิทยาศาสตร์ โดยที่ครูคอยดูแลให้คำแนะนำปรึกษาและติดตามความก้าวหน้าในการทำ โครงการเป็นระยะ

ระยะที่ 3 **นำเสนอผลงาน (Presentation)** หมายถึง ขั้นที่ครูดำเนินกิจกรรม เพื่อประเมินผลงานโครงการวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนจะนำเอกสารรายงาน ผลงานหรือชิ้นงาน

มาจัดแสดงและนำเสนอด้วยวาจา มีครูและเพื่อนนักเรียนร่วมกันประเมิน แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงหรือพัฒนาต่อยอดการทำโครงการ วิทยาศาสตร์ต่อไป

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของ นักเรียนในการหาคำตอบหรือแก้ปัญหา โดยใช้ความคิดสร้างสรรค์ร่วมกับความคิดวิจรรย์ญาณ ในการทำความเข้าใจกับปัญหาและหาวิธีแก้ปัญหาให้ได้จำนวนมาก แปลกใหม่ และพิจารณา ตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล จากนั้นจึงนำวิธีการแก้ปัญหามาวางแผนแก้ปัญหาได้อย่าง เหมาะสม ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

1. การระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการบอกปัญหาและ สาเหตุของปัญหาภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ สามารถตัดสินใจเลือก ปัญหาที่ต้องการแก้ไขได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งวัดได้จาก

1.1 การค้นหาปัญหา หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการระบุปัญหา ภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดได้

1.2 การระบุสาเหตุของปัญหา หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการ บอกสาเหตุได้สอดคล้องกับปัญหา ภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดได้

1.3 การตัดสินใจเลือกปัญหา หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเลือก ปัญหาที่ต้องการแก้ไข และแสดงเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สนับสนุนได้อย่างสมเหตุสมผล

2. การแสวงหาและคัดสรรแนวทางแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถของนักเรียน ในการหาวิธีแก้ปัญหาให้ได้จำนวนมาก แปลกใหม่ และตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสม ซึ่งวัด ได้จาก

2.1 ความคิดคล่อง หมายถึง ความสามารถในการหาวิธีแก้ปัญหาได้จำนวน มากภายในเวลาที่กำหนด ซึ่งพิจารณาโดยการนับจำนวนคำตอบที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน

2.2 ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถในการหาวิธีแก้ปัญหาได้หลาย ประเภท ซึ่งพิจารณาโดยการจัดประเภทคำตอบของนักเรียนให้เป็นหมวดหมู่

2.3 ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถในการหาวิธีแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร ซึ่งพิจารณาโดยการหาความถี่จากคำตอบของนักเรียนทั้งหมด

2.4 ความคิดอย่างมีเหตุผล หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่า และบอกเหตุผลเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งพิจารณา

จากคำตอบที่แสดงเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนอย่างสมเหตุสมผล

3. การวางแผนแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการกำหนดแนวทางปฏิบัติการแก้ปัญหาได้หลายแนวทาง และตัดสินใจเลือกแนวทางปฏิบัติการแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งวัดได้จาก

3.1 จำนวนแผนการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการกำหนดแนวทางปฏิบัติการแก้ปัญหาได้จำนวนมาก

3.2 การตัดสินใจเลือกแผนการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเลือกแผนการแก้ปัญหา และแสดงเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สนับสนุนได้อย่างสมเหตุสมผล

3. พัฒนาการในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน หมายถึง คະแนมความก้าวหน้าในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนตามสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ในระหว่างเรียน โดยใช้แบบประเมินกระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินผลงานโครงงานวิทยาศาสตร์

3.1 การประเมินกระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง การประเมินการแสดงออกของนักเรียนในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย

3.1.1 การประเมินการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นการพิจารณาแนวคิดในการออกแบบวางแผนการปฏิบัติ เพื่อทำโครงงานวิทยาศาสตร์ จากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้และ/หรือสถานการณ์ที่นักเรียนพบตามความสนใจ ซึ่งทำการประเมินทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม จากแบบประเมินการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

3.1.2 การประเมินการปฏิบัติงาน เป็นการพิจารณาความสามารถของนักเรียนในการใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ การดำเนินการปฏิบัติ และการทำงานร่วมกัน ซึ่งทำการประเมินเป็นรายกลุ่ม จากแบบประเมินกระบวนการปฏิบัติงาน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

3.2 การประเมินผลงานโครงงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง การพิจารณาการเขียนรายงาน ผลงานและการจัดแสดงผลงาน และการนำเสนอด้วยวาจา ซึ่งทำการประเมินเป็นรายกลุ่ม จากแบบประเมินผลงานโครงงานวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

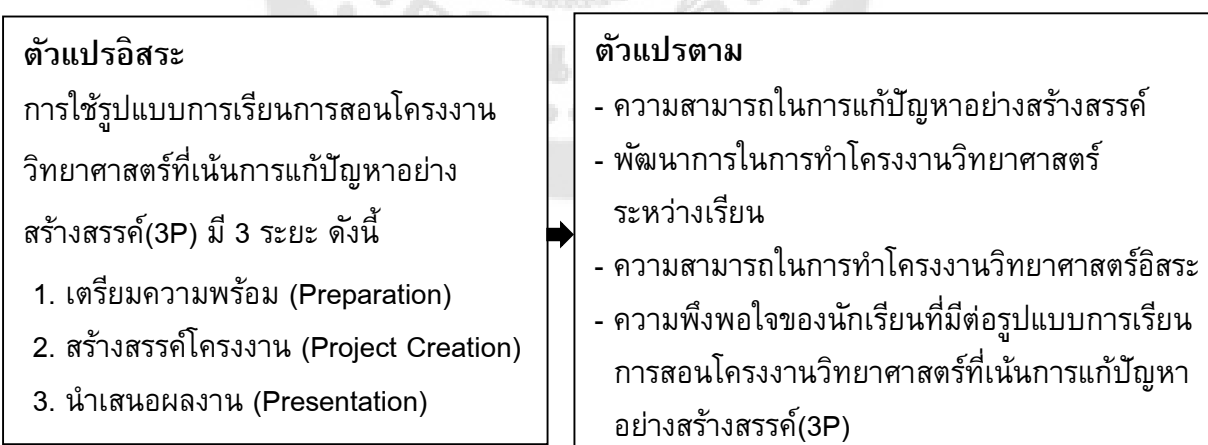
4. ความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์อิสระ หมายถึง คະแนมในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ตามความสนใจของนักเรียน ซึ่งวัดประเมินผลโดยใช้แบบประเมินกระบวนการ

ทำโครงการวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินผลงานโครงการวิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกับการประเมินพัฒนาการในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน

5. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 เตรียมความพร้อม ระยะที่ 2 สร้างสรรค์โครงการ ระยะที่ 3 นำเสนอผลงาน โดยประเมินจากแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ

กรอบแนวคิดการวิจัย

กรอบแนวคิดการวิจัยครั้งนี้ เกิดจากผลการศึกษาค้นคว้าและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีสรคานิยม (Constructivism) การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) กระบวนการสืบเสาะ (Inquiry) โครงการวิทยาศาสตร์ (Science Project) และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving) ซึ่งพบว่า การจัดการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ควรให้ความสำคัญกับกระบวนการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง นักเรียนจะได้พัฒนาทักษะที่เกี่ยวข้องในขณะที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ อันได้แก่ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มควบคุม

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) มีพัฒนาการในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน

3. นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) มีความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์อิสระ อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

4. นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอรายละเอียดของแต่ละหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
 - 1.1 ความสำคัญของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
 - 1.2 ความหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
 - 1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ และความคิด
วิจารณ์ญาณ
 - 1.4 แนวคิดและรูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
 - 1.5 เทคนิคการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
 - 1.6 การประเมินการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
 - 1.7 งานวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
2. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์
 - 2.1 ความสำคัญของโครงงานวิทยาศาสตร์
 - 2.2 ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์
 - 2.3 ประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์
 - 2.4 หลักการและขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
 - 2.5 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์
 - 2.6 สิ่งที่นักเรียนจะได้เรียนรู้จากการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
3. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์
 - 3.1 ทฤษฎีสรคินิยม
 - 3.2 การเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 3.3 กระบวนการสืบเสาะ
4. แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์
5. แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินโครงงานวิทยาศาสตร์
6. งานวิจัยเกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์

7. ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

7.1 ความหมายของความพึงพอใจ

7.2 การวัดความพึงพอใจ

7.3 งานวิจัยเกี่ยวกับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

1. การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

1.1 ความสำคัญของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

สังคมในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นยุคที่ข้อมูลข่าวสารมีจำนวนมากและสามารถเข้าถึงได้อย่างรวดเร็วผ่านทางสื่อ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งในด้านที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตและสังคม แต่ในทางตรงข้ามก็อาจจะก่อให้เกิดปัญหาได้เช่นเดียวกัน เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นไม่ว่าจะเป็นปัญหาเล็กที่สามารถแก้ไขได้ง่ายและรวดเร็ว หรือปัญหาที่มีความยุ่งยากซับซ้อนซึ่งต้องใช้ระยะเวลาและอาศัยกระบวนการคิดในการแก้ปัญหาเหล่านั้นให้สำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ จะต้องใช้กระบวนการคิดมากกว่าหนึ่งอย่าง อันได้แก่ การคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อนำมาพิจารณาสถานการณ์ปัญหาร่วมกับข้อมูลที่แท้จริงที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น (มนัส บุญประกอบ. 2547: 13-14) ประกอบกับสถานการณ์ปัญหาที่เราพบเจอในแต่ละวันในบางครั้งเราอาจจะมองเห็นว่าเหมือนๆ เดิม เราจึงใช้วิธีการแบบเดิมๆ มาแก้ปัญหา แต่ในความเป็นจริงแล้วปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละวันอาจไม่เหมือนเดิมซึ่งถ้าเราใช้วิธีคิดแบบเดิม มาแก้ปัญหาก็อาจจะไม่ใช่วิธีการแก้ปัญหาที่ราบรื่นหรือที่ดีที่สุดเสมอไป จึงต้องนำความคิดสร้างสรรค์มาช่วยแก้ปัญหาเดิมด้วยวิธีการใหม่ ซึ่งจะทำให้ได้สิ่งที่ดีกว่า (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. 2549: 29-30) การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์นับเป็นทักษะที่มีความสำคัญอย่างหนึ่งที่ต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นในนักเรียน เพื่อให้พวกเขาสามารถเผชิญกับปัญหาและหาแนวทางแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้หลายแนวทาง และพิจารณาตัดสินใจเลือกใช้แนวทางแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งทำให้เป็นคนมีเหตุผลก่อนตัดสินใจไม่เชื่อคนง่าย รู้จักหาข้อมูลต่างๆ มาเป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาตลอดจนสามารถสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่ เป็นประโยชน์ทั้งต่อตนเองและส่วนรวม

1.2 ความหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายเป็นเวลามากกว่า 50 ปีมาแล้ว และมีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง (Isaksen; & Treffinger. 2004: 75-101) โดยซิดนีย์ พาร์น (Sidney Parnes) กับอเล็กซ์ ออสบอร์น (Alex Osborn) ร่วมกันพัฒนารูปแบบการแก้ปัญหา

อย่างสร้างสรรค์ขึ้น บนฐานความเชื่อที่ว่าความคิดในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่พัฒนาได้ (อุษณีย์ อนุรุทวงศ์. ม.ป.ป.: 208; อ้างอิงจาก Parnes; & Osborn. 1992) ทั้งนี้ นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ดังนี้ ไอแซกเซน (Isaksen. 1995: 52-53) กล่าวถึงการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ว่า เป็นกรอบแนวคิดที่ช่วยแก้ปัญหาโดยใช้เทคนิคการระดมสมอง อันประกอบด้วยความคิดออกเนกนัย (Divergent Thinking) เพื่อให้ได้แนวคิดที่แตกต่างหลากหลายและแปลกใหม่ โดยยังไม่มีกระบวนการประเมินหรือตัดสินแนวคิดเหล่านั้นว่าถูกหรือผิด และความคิดเอกนัย (Convergent Thinking) ที่ใช้ในการพิจารณาวิเคราะห์เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีที่เหมาะสมในกลุ่มคิดว่าดีที่สุด สำหรับมิทเชลล์ และโควาลิก (Mitchell; & Kowalik. 1999: Online) มีแนวคิดสอดคล้องกับพัคซิโอ และ เคลเลอร์-แมทเธอร์ (Puccio; & Keller-Mathers. n.d: Online) ที่กล่าวถึงการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ว่า เป็นวิธีการหรือกระบวนการในการเข้าถึงปัญหาที่อาศัยการจินตนาการ เพื่อให้การดำเนินงานบรรลุเป้าหมายและมีประสิทธิภาพ และโกแมน (Goman. 1989) ซึ่งให้เห็นว่าการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นวิธีที่รวมทักษะความคิดสร้างสรรค์เข้ากับทักษะการแก้ปัญหา ทั้งนี้ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ต้องใช้ความสามารถทางสมองด้านการให้เหตุผล การตัดสินใจ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และจินตนาการ นอกจากนี้ โอลสัน (มิ่งขวัญ ภาคสัญไชย. 2555: 10; อ้างอิงจาก Olson. 1996) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ว่าเป็นความสามารถของมนุษย์ในการแสวงหาคำตอบและวิธีการแก้ปัญหาจากการคิดที่มีระบบ มีความแปลกใหม่ เป็นกระบวนการที่ประกอบด้วยทักษะหลายๆ ทักษะ ที่สามารถพัฒนาได้ด้วยการฝึกฝนจนชำนาญ เช่นเดียวกับการพัฒนาทักษะทางกีฬา โดยอาศัยทั้งความสามารถเฉพาะตัวและการฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอ ในส่วนของประสาร มาลากุล ณ อยุธยา (2538: 31-40) ก็กล่าวไว้ว่า การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการมุ่งหาคำตอบหรือวิธีการใหม่ๆ ที่จะสนองต่อความต้องการและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งหัวใจสำคัญของกระบวนการนี้คือ การได้ความคิดจำนวนมาก และแปลกใหม่ ที่ทำให้เกิดการแก้ปัญหาที่ดีขึ้นกว่าเดิม

จากความหมายดังกล่าวข้างต้นพอที่จะสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการมุ่งหาคำตอบหรือแก้ปัญหา เพื่อให้การดำเนินงานสำเร็จตามเป้าหมายมีประสิทธิภาพ โดยการทำงานร่วมกันระหว่างความคิดสร้างสรรค์ในการหาแนวคิดที่หลากหลายและแปลกใหม่ (ความคิดออกเนกนัย) กับความคิดวิจารณ์ญาณมาใช้สำหรับประเมินแนวคิด (ความคิดเอกนัย) เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ และความคิด

วิจารณ์ญาณ

ผู้คนในสังคมทุกวันนี้ล้วนต้องพบเจอกับปัญหาต่างๆ ที่ยากจะหลีกเลี่ยงได้ ในบางครั้ง ปัญหาที่พบอาจเป็นปัญหาเล็กๆ ที่สามารถแก้ไขได้ในเวลาอันสั้น แต่ปัญหาบางอย่างที่มีความยุ่งยาก ก็ต้องใช้ระยะเวลาและกระบวนการที่ซับซ้อนเพื่อแก้ปัญหาให้สำเร็จ ซึ่งแต่ละคนมีความสามารถในการนำความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ ตลอดจนประสบการณ์เดิมมาใช้เพื่อคลี่คลายปัญหาที่ยุ่งยากได้ แตกต่างกัน (Krulik; & Rudnick. 1987: 4) อีกทั้งกูด (Good.1973: 518) ได้แสดงความเห็นเพิ่มเติมว่า การแก้ปัญหาเป็นวิธีการจัดสภาวะที่มีความยุ่งยาก ซึ่งต้องอาศัยการตั้งสมมติฐาน และการตรวจสอบสมมติฐานในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ดังเช่น กระบวนการแก้ปัญหาของเวียร์ (Weir. 1974: 16-18) ที่นำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ การระบุปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การเสนอวิธีแก้ปัญหา และการตรวจสอบผลลัพธ์ อย่างไรก็ตามปัญหาที่มีความซับซ้อนนั้นยากต่อการแก้ไขให้สำเร็จได้โดยใช้วิธีใดวิธีหนึ่ง แต่ต้องอาศัยกระบวนการคิดด้านต่างๆ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณมาช่วย จึงจะสามารถคลี่คลายความซับซ้อนของปัญหาลงได้ ซึ่งสอดคล้องกับอุษณีย์ อุนุทธีวงศ์ (ม.ป.ป.: 195) ที่กล่าวว่าปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันมีความซับซ้อนมากกว่าอดีต ทำให้ปัญหาหลายอย่างไม่สามารถแก้ไขโดยใช้ศาสตร์สาขาเดียว อีกทั้งกิลฟอร์ด (อารี รังสินนท์. 2532: 29; อ้างอิงจาก Guilford.) ผู้ที่คร่ำหวอดในด้านความคิดสร้างสรรค์ ก็ได้ให้นิยามความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นความสามารถในการคิดได้อย่างหลากหลาย หรือที่เรียกว่า ความคิดแบบอบเนกนัย (Divergent Thinking) ซึ่งประกอบด้วย ความคิดคล่อง (Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ความคิดริเริ่ม (Originality) และความคิดละเอียดลออ (Elaboration) ซึ่งกิลฟอร์ด (สรวงสุดา ปานสกุล. 2545: 64; อ้างอิงจาก Guilford. 1967) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความมีเหตุผล การแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์มาอย่างต่อเนื่อง ได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหากับความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์จะแทรกอยู่ในทุกช่วงของการคิดซึ่งมีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหา โดยที่การแก้ปัญหามักจะอยู่ช่วงสุดท้ายของการคิดอันเป็นผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ที่สามารถนำไปสู่การแก้ปัญหา อีกทั้งสไตน์ (Stein. 1974: xi-xii) และทอร์แรนซ์และทอร์แรนซ์ (Isaksen. 1995: 56; citing Torrance; & Torrance. 1973: 6) ต่างก็มีความคิดเห็นสอดคล้องกัน เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหากับความคิดสร้างสรรค์ ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการที่ก่อให้เกิดผลงานใหม่ๆ ที่ได้รับการยอมรับว่ามีประโยชน์และเป็นที่พอใจของกลุ่มคน ในขณะนั้น โดยกระบวนการคิดสร้างสรรค์จะซ้อนทับอยู่กับการแก้ปัญหา เช่น การตั้งสมมติฐานและ

ตรวจสอบสมมติฐานซ้ำเพื่อปรับการทดลองใหม่ จนกระทั่งสามารถนำเสนอและสื่อสารผลการแก้ปัญหาให้แก่ผู้อื่นได้ ซึ่งในทุกขั้นตอนของการแก้ปัญหาจะมีกระบวนการคิดสร้างสรรค์แทรกอยู่ อย่างไรก็ตาม การแก้ปัญหาที่มีความยุ่งยากซับซ้อนให้สำเร็จลงได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น นอกจากจะใช้ความคิดสร้างสรรค์แล้ว ยังต้องอาศัยความคิดวิจารณ์ญาณในการพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบด้วยเหตุผล ทั้งนี้เพราะการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณเป็นทักษะสำคัญของการแก้ปัญหา และการแก้ปัญหาส่วนใหญ่ก็ต้องใช้การคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2545: 146; อ้างอิงจาก Center for Critical Thinking, Sonoma State University. 1996) ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของมาร์ซาโน (รูปทอง กว่างสวาสดี. 2554: 277; อ้างอิงจาก Marzano. 1988) ที่ว่าคนที่มีความคิดวิจารณ์ญาณจะมีความสามารถประเมินความคิดของตนเองให้เกิดความน่าเชื่อถือ (Validity) ในขณะที่เดียวกันก็ประเมินสิ่งที่เกิดจากความคิดเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ (Utility) ซึ่งส่วนที่ใช้ประโยชน์เป็นผลพวงของความคิดสร้างสรรค์นั่นเอง

จากที่กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นว่า การแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ และความคิดวิจารณ์ญาณมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน กล่าวคือในการแก้ปัญหานั้นต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดคล่องในการหาแนวทางแก้ปัญหาให้ได้ปริมาณมาก พร้อมทั้งใช้ความคิดริเริ่มเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาใหม่ๆ ซึ่งต้องอาศัยจินตนาการ กล้าคิดกล้าลอง อีกทั้งใช้ความคิดยืดหยุ่นในการจัดกลุ่มประเภทของปัญหา สาเหตุ และแนวทางแก้ปัญหาให้เป็นหมวดหมู่ เพื่อหลีกเลี่ยงการซ้ำซ้อนและเพิ่มคุณภาพความคิด ใช้ความคิดวิจารณ์ญาณในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ไตร่ตรอง ประเมินค่าว่าปัญหาและแนวทางแก้ปัญหานั้นใช้ได้จริงหรือไม่ สมเหตุสมผลหรือไม่ ก่อนที่จะตัดสินใจเลือกแนวทางที่เป็นประโยชน์ในการสร้างสรรค์ผลงาน หรือแก้ปัญหาให้ บรรลุผลตามเป้าหมายได้

1.4 แนวคิดและรูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

แนวคิดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้รับความสนใจและมีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง (Isaksen; & Treffinger. 2004: 75-101) มีนักการศึกษาได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ดังนี้

กิลฟอร์ด (นิพิฐพร โภมลภิตศักดิ์. 2553: 16-17; อ้างอิงจาก Guilford. 1959.)

ได้พัฒนาความคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบทางสติปัญญา โดยเสนอแบบจำลองโครงสร้างทางสติปัญญาที่อธิบายระบบการคิดของมนุษย์ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งมีประเด็นที่เกี่ยวข้องอยู่สามมิติ (Three Dimensional) คือ มิติด้านปฏิบัติการหรือกระบวนการคิด (Operation) มิติด้านเนื้อหา (Content) และมิติด้านผลของการคิด (Product)

มิติด้านปฏิบัติการหรือกระบวนการคิดมี 5 ด้าน คือ 1) การรับรู้และเข้าใจ (Cognition) เป็นความสามารถทางสมองในการรับรู้และทำความเข้าใจกับข้อมูลที่ได้รับ 2) ความจำ (Memory) เป็นความสามารถในการสะสมข้อมูลต่างๆ และระลึกหรือนำข้อมูลนั้นออกมาใช้ได้ 3) การคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) เป็นความสามารถในการคิดได้จำนวนมาก แตกต่าง หลากหลาย ทำให้ได้ความคิดที่แปลกใหม่ 4) การคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking) เป็นความสามารถพิจารณาวิเคราะห์เพื่อตัดสินใจเลือกแนวคิดที่ดีที่สุด 5) การประเมิน(Evaluation) เป็นความสามารถในการตัดสินใจว่าเหมาะสมหรือไม่ ดีหรือไม่ดีอย่างไร ซึ่งในการแก้ปัญหาให้บรรลุจุดมุ่งหมายนั้น ต้องอาศัยมิติด้านกระบวนการคิดหาวิธีการหลายๆ แนวทาง อีกทั้งสามารถตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

มิติด้านเนื้อหา แบ่งออกเป็น 5 ด้าน คือ 1) ภาพ (Visual) เป็นข้อมูลที่เป็นรูปธรรมที่สัมผัสได้ด้วยการมองเห็น 2) เสียง (Audio) เป็นข้อมูลที่ได้รับรู้ได้โดยการได้ยินเสียงที่มีความหมาย 3) สัญลักษณ์ (Symbolic) เป็นข้อมูลที่มีลักษณะเป็นเครื่องหมาย เช่น ตัวอักษร ตัวเลข รหัสต่างๆ 4) ภาษา (Semantic) เป็นข้อมูลที่อยู่ในรูปของถ้อยคำ หรือการเขียนข้อความ ที่มีความหมายสามารถใช้ติดต่อสื่อสารได้ 5) พฤติกรรม (Behavioral) เป็นข้อมูลที่แสดงออกมาทางกริยาอาการที่ไม่ใช่ถ้อยคำ แต่สามารถสังเกตเห็นได้ เช่น อารมณ์ เจตคติ ซึ่งในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ต้องอาศัยมิติด้านเนื้อหา เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นพื้นฐานในกระบวนการแก้ปัญหาให้บรรลุจุดมุ่งหมาย

มิติด้านผลของการคิด มี 6 ด้าน คือ 1) หน่วย (Unit) เป็นความรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งหรือประเด็นใดประเด็นหนึ่ง 2) จำพวก (Class) เป็นกลุ่มของข้อมูลหรือเรื่องต่างๆ ที่มีลักษณะบางอย่างคล้ายคลึงกัน 3) ความสัมพันธ์ (Relation) เป็นผลของการเชื่อมโยงข้อมูลต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกัน โดยใช้ลักษณะที่เหมือนกันบางอย่างเป็นเกณฑ์ในการเชื่อมโยง 4) ระบบ(System) เป็นแบบแผนการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีโครงสร้างเข้าด้วยกัน 5) การแปรรูป (Transformation) เป็นการเปลี่ยนแปลง ปรับปรุง ตีความ ขยายความ เพื่อนำไปใช้ในรูปแบบใหม่ 6) การนำไปใช้ (Implication) เป็นการนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้ให้เป็นประโยชน์และแตกต่างไปจากเดิม ถึงแม้ว่าทฤษฎีของกิลฟอร์ดจะเป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการคิดในลักษณะที่หลากหลาย แต่สาระสำคัญของทฤษฎีดังกล่าวเป็นการให้ความสำคัญกับความคิดที่แตกต่างกัน 2 แบบใหญ่ๆ คือ ความคิดแบบอเนกนัยและความคิดแบบเอกนัย โดยนัยดังกล่าว ฌ็อง-ฌัก กอญ็อง (2541: 91) ได้กล่าวถึงนิยามความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด ว่าเป็นความคิดอเนกนัย ซึ่งเป็นความคิดที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้หลายรูปแบบและหลายแง่มุม

ดี โบโน (De Bono. 1982: 53) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาโดยใช้ความคิดสร้างสรรค์ ว่าเป็นสิ่งที่สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวบุคคลได้ด้วยการฝึก ทั้งนี้ดี โบโน ได้จำแนกการคิดออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ความคิดในกรอบ (Vertical Thinking) เป็นลักษณะของการคิดเชิงตรรกะ การคิดด้วยวิจาร์ณญาณ และการคิดตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดนอกกรอบ (Lateral Thinking) เป็นลักษณะการคิดที่แตกต่างออกไปจากแนวความคิดเดิมที่เคยตัวปิดกั้นอยู่ การคิดนอกกรอบนี้จะก่อให้เกิดแนวคิดใหม่อย่างหลากหลาย ซึ่งจะทำให้มนุษย์สามารถแก้ปัญหาและสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆขึ้นมาได้ ทั้งความคิดในกรอบและความคิดนอกกรอบนี้ไม่ได้แยกกันอย่างอิสระ แต่การคิดทั้งสองลักษณะนี้มีความสัมพันธ์ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ

การคิดระยะที่ 1 เป็นระยะของกระบวนการคิดนอกกรอบ เพื่อให้เกิดแนวคิดในการพิจารณาปัญหาให้ชัดเจนว่าปัญหาคืออะไร และสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย

การคิดระยะที่ 2 เป็นระยะของกระบวนการคิดในกรอบ เพื่อทดสอบแนวคิดต่างๆ ที่ได้มาจากระยะที่ 1 ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ หากแนวคิดนั้นสามารถแก้ปัญหาได้ก็จะนำไปใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาเพื่อผลิตผลงานต่อไป แต่ถ้าแนวคิดนั้นไม่สามารถแก้ปัญหาได้ก็ให้กลับไปพิจารณาเลือกแนวทางแก้ปัญหาในระยะเวลาที่ 1 ใหม่ จนกว่าจะได้แนวคิดในการแก้ปัญหาที่มีความเหมาะสมและสามารถนำมาพัฒนาแก้ปัญหาได้

รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นกรอบแนวคิด ที่ช่วยให้นักแก้ปัญหาใช้ความคิดสร้างสรรค์เพื่อให้บรรลุเป้าหมายเอาชนะอุปสรรคต่างๆ (Isaksen. 1995: 52) ซึ่งส่วนใหญ่จะมีขั้นตอนที่คล้ายกัน อย่างไรก็ตามผู้วิจัยขอเสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักการศึกษา ดังนี้

ทอร์เรนซ์ (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2539: 103.; และภัทรภร แสงไชย. 2551: 54-55; อ้างอิงจาก Torrance. 1965) ได้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมเกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ที่ว่าด้วยความคิดคล่อง(Fluency) ความคิดยืดหยุ่น(Flexibility) ความคิดริเริ่ม(Originality) และความคิดละเอียดลออ(Elaboration) ซึ่งเขาได้สรุปว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการของการมีความรู้สึกไวต่อปัญหาหรือต่อสิ่งเร้าที่ไม่สมบูรณ์ หรือมีลักษณะคลุมเครือ โดยผู้คิดมีความพยายามที่จะหาคำตอบให้แก้ปัญหาเหล่านั้น (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2539: 103; อ้างอิงจาก Torrance. 1965) อีกทั้งยังได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ว่า มีโครงสร้างของกระบวนการใช้จินตนาการ เน้นถึงการคิดหาทางเลือกหลายๆ ทางก่อนที่จะนำไปเลือกใช้ในการแก้ปัญหา ทั้งนี้ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการนั้น ผู้แก้ปัญหาก็ต้องไม่ประเมินหรือตัดสินแนวคิด

ที่จะแก้ปัญหาต่างๆ (ภัทรภร แสงไชย. 2551: 54-55; อ้างอิงจาก Torrance. 1965) ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของทอร์เรนซ์ (อารี พันธุ์มณี. 2545: 7-8) มีขั้นตอนดังนี้

1. การค้นพบความจริง (Fact-Finding) ขั้นนี้เริ่มจากการรู้สึกกังวล สับสน วุ่นวาย แต่ยังไม่สามารถระบุปัญหาได้ ไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นอะไร จึงพยายามรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นมาพิจารณาดูว่ามีข้อเท็จจริงอะไรอยู่บ้าง

2. การค้นพบปัญหา (Problem-Finding) ขั้นนี้เกิดต่อจากขั้นที่ 1 เมื่อคิดจนเข้าใจแล้วจะสามารถระบุได้ว่า อะไรคือตัวปัญหาที่แท้จริง สาเหตุของปัญหาคืออะไร

3. การค้นพบแนวคิด (Idea-Finding) เป็นขั้นการคิดหาคำตอบของปัญหาโดยการตั้งสมมติฐาน ซึ่งอาจจะมีเพียงสมมติฐานเดียวหรือหลายสมมติฐาน ตลอดจนการวางแผนรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

4. การค้นพบคำตอบ (Solution-Finding) ในขั้นนี้เป็นขั้นของการนำสมมติฐานที่ตั้งไว้ในขั้นที่ 3 มาดำเนินการทดสอบเพื่อตอบปัญหานั้นๆ

5. การยอมรับผลจากการค้นพบ (Acceptance-Finding) ขั้นนี้จะเป็นการยอมรับคำตอบที่ได้จากทดสอบสมมติฐานหรือการพิสูจน์เรียบร้อยแล้ว จะแก้ปัญหาให้สำเร็จอย่างไร ซึ่งผลจากการค้นพบจะทำให้เกิดแนวคิดหรือสิ่งใหม่ๆ (New Challenges) ต่อไป

โคเบิร์กและแบกนอล (Koberg; & Bagnall. 1991: 23-26) ได้พัฒนากระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยจะให้เวลาในการวิเคราะห์และนิยามปัญหา แล้วจึงใช้การระดมความคิด (Ideate) เพื่อหาแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหาหลายๆ วิธี ซึ่งเขากล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์ขึ้นอยู่กับการใช้ประสบการณ์ประกอบเหตุผลอย่างสมดุล โดยที่การรับรู้กับความจริงมันแตกต่างกัน โดยการผสมผสานระหว่างความคิดวิจารณ์ญาณกับความคิดสร้างสรรค์เข้าด้วยกัน ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. ยอมรับถึงสถานการณ์ปัญหา (Accept Situation) ขั้นนี้เป็นการใช้สถานการณ์ปัญหาмаกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยและอยากจะทำเนนการ เพื่อหาวิธีแก้ปัญหาของสถานการณ์นั้นๆ

2. รวบรวมข้อมูล (Research) ในขั้นนี้เป็นการค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา เพื่อพิจารณาดูว่ามีข้อเท็จจริงอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหานั้น

3. กำหนดวัตถุประสงค์ (Define) ในขั้นนี้เป็นการพิจารณาและทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหาให้ชัดเจน ตลอดจนวิเคราะห์สาเหตุของสถานการณ์ปัญหา พร้อมทั้งกำหนดวัตถุประสงค์ของการแก้ปัญหา

4. หาแนวทางแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย (Ideate) เมื่อรวบรวมข้อเท็จจริงเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาอย่างเพียงพอ และระบุสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาแล้ว จากนั้นจึงระดมสมองคิดหาแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ ให้ได้จำนวนมากและหลากหลาย เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

5. เลือกแนวทางแก้ปัญหา (Select) ในขั้นนี้เป็นการวิเคราะห์ถึงความเป็นไปได้ของแนวทางแก้ปัญหาแต่ละแนวทาง โดยใช้ความคิดวิจารณ์ญาณประเมินแนวทางแก้ปัญหาเหล่านั้นอย่างรอบคอบ แล้วจึงตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด

6. ดำเนินการแก้ปัญหา (Implement) เมื่อตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมแล้ว จึงนำแนวทางแก้ปัญหานั้นไปลงมือปฏิบัติ โดยตระหนักถึงวัตถุประสงค์ของการแก้ปัญหา

7. ประเมินผล (Evaluate) เป็นขั้นของการประเมินผลที่เกิดจากการพยายามแก้ปัญหา ตลอดจนการทบทวนกระบวนการแก้ปัญหาและศึกษาทางเลือกที่เป็นไปได้ในการตัดสินใจวางแผนเพื่อแก้ปัญหาต่อไป

ออสบอร์น และ พาร์น (Co-Creativity Institute.1995: Online; citing Osborn; & Parnes.1992) พาร์นได้พัฒนากระบวนการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ โดยมีแรงบันดาลใจมาจากการอ่านหนังสือของออสบอร์น เรื่อง การประยุกต์ใช้จินตนาการ (Applied Imagination) ซึ่งเขียนเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์โดยใช้เทคนิคการระดมสมอง (Brainstorming) (อุษณี อรุณทรัพย์วงศ์. ม.ป.ป.: 208) ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน (Treffinger. 2005: 343-344; citing Osborn. n.d) คือ 1) การปฐมนิเทศ(Orientation) 2) การเตรียมพร้อม(Preparation) 3) การวิเคราะห์ข้อมูล (Analysis) 4) การตั้งสมมติฐาน (Hypothesis) 5) การทำให้ชัดเจน (Incubation) 6) การสังเคราะห์ (Synthesis) และ 7) การพิสูจน์ความจริง (Verification) หลังจากนั้น พาร์นและออสบอร์นก็ได้ร่วมมือกันพัฒนารูปแบบการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ ที่เรียกว่า “รูปแบบการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ของออสบอร์น-พาร์น” (Osborn-Parnes Creative Problem Solving Model) หรือ “OFPIISA” ซึ่งได้รับความนิยมอย่างมาก เนื่องจากรูปแบบการแก้ปัญหานี้ เน้นการใช้จินตนาการในการคิดสร้างทางเลือกอย่างหลากหลายก่อนที่จะตัดสินใจเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดเพื่อนำไปแก้ปัญหาโดยใช้เทคนิคการระดมสมอง มีรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นกำหนดจุดมุ่งหมาย (Objective Finding) เป็นการร่วมกันอภิปราย เพื่อให้ได้มาซึ่งจุดมุ่งหมาย หรือสิ่งที่จะต้องหาคำตอบ

2. ค้นหาข้อเท็จจริง (Fact Finding) เป็นการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา สํารวจและรวบรวมข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย

3. ขั้นการหาปัญหา (Problem Finding) เป็นการสร้างความชัดเจนว่า ปัญหาที่แท้จริงคืออะไร ประเด็นที่ต้องการหาคำตอบคืออะไร เพื่อให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

4. ค้นหาแนวคิดในการแก้ปัญหา (Idea Finding) เป็นการคิดหาวิธีแก้ปัญหาให้ได้จำนวนมาก โดยยังไม่มีการพิจารณาว่าวิธีแก้ปัญหาใดเหมาะสมหรือไม่

5. ขั้นการค้นพบการแก้ปัญหา (Solution Finding) เป็นการพิจารณาตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด จากแนวคิดในการแก้ปัญหาได้เสนอไว้

6. ขั้นการแสวงหาการยอมรับ (Acceptance Finding) เป็นขั้นของการนำปัญหาและวิธีปัญหาที่พิจารณาร่วมกันแล้วว่ามีเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ได้จริง มาวางแผนเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาและผลที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งเผยแพร่ให้ผู้อื่นลองปฏิบัติเพื่อให้เป็นที่ยอมรับ

เทรฟฟิงเกอร์; ไอแซกเซ็น และ ดอร์วอล (Creative Problem Solving Group. 2013: online; citing Treffinger, Isaksen; & Dorval. n.d) ได้พัฒนารูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของออสบอร์น-พาร์น โดยเพิ่มขั้นตอนการทำความเข้าใจปัญหาหรือสถานการณ์ (Mess-Finding) มาเป็นขั้นตอนแรก โดยมีเป้าหมายเพื่อต้องการให้นักแก้ปัญหาสร้างความเข้าใจกับสถานการณ์นั้นๆ ก่อนที่จะไปสู่ขั้นตอนต่อไป ซึ่งการเพิ่มขั้นตอนนี้ทำให้เห็นทัศนคติของบุคคลที่มีต่อปัญหาในการทำงานโดยใช้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ด้วย (Isaksen. 2005: 58) ทั้งนี้เทรฟฟิงเกอร์ได้พัฒนาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จนถึงรุ่น 6.1 ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบใหญ่ๆ ที่มี 8 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหาที่ท้าทาย (Understand the Challenge) เป็นการทำความเข้าใจให้ชัดเจนเกี่ยวกับจุดมุ่งหมาย โอกาสหรือความท้าทายของปัญหาหรือสถานการณ์ ประกอบด้วย

1.1 สร้างสรรค์โอกาส (Constructing Opportunities) มองหาโอกาสที่เป็นไปได้และเกิดประโยชน์ ระบุจุดมุ่งหมายการแก้ปัญหาพร้อมทั้งกำหนดทิศทางการดำเนินการแก้ปัญหา

1.2 สํารวจข้อมูล (Exploring Data) สํารวจและรวบรวมข้อมูลของสถานการณ์หรือปัญหาจากหลายๆ แหล่ง และทำความเข้าใจประเด็นที่เป็นปัญหาให้ชัดเจนเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการแก้ปัญหา

1.3 วางกรอบปัญหา (Framing Problem) ระบุประเด็นปัญหาให้ชัดเจน และสาเหตุของปัญหา พร้อมทั้งยอมรับความคิดใหม่ๆ ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา

2. **ขั้นสร้างแนวทางแก้ปัญหา (Generation Idea)** เป็นการรวบรวมวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ หลากหลาย จากการความคิดของหลายๆ คน เพื่อเป็นทางเลือกในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

3. **ขั้นการเตรียมพร้อมก่อนลงมือปฏิบัติ (Preparing for Action)** เป็นการเตรียมความพร้อมเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่า วิธีการที่จะลงมือปฏิบัตินั้นสามารถทำได้ ประกอบด้วย

3.1 **พัฒนาวิธีการแก้ปัญหา (Development Solution)** เป็นการพิจารณาวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของทางเลือกในการแก้ปัญหาแต่ละแนวทาง เพื่อพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาให้ชัดเจน

3.2 **สร้างการยอมรับ (Building Acceptance)** เป็นการพิจารณาปัจจัยที่จะช่วยสนับสนุนการวางแผนแก้ปัญหา และประเมินผลการแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพ

4. **วางแผนการดำเนินงาน (Planning your Approach)** พิจารณาและเลือกแนวคิดที่จะนำมาแก้ปัญหาว่าดำเนินมาถูกทิศทางหรือไม่ ประกอบด้วย

4.1 **ประเมินภาระหน้าที่ (Appraising Tasks)** สํารวจทางเลือกในการทำงานให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย

4.2 **ออกแบบกระบวนการแก้ปัญหา (Design Process)** ใช้ความรู้เกี่ยวกับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นๆ มาวางแผนแก้ปัญหาที่เหมาะสม กำหนดวิธีและเครื่องมือที่ใช้ พร้อมทั้งระบุรายละเอียดของกิจกรรมที่สอดคล้องกับการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์

กัญญารัตน์ โคจร (2554ข: 148-149) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ (CPS) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ CPS จะเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ทำกิจกรรมและฝึกการคิดสร้างสรรค์ควบคู่ไปกับการคิดอย่างมีเหตุผล ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. **ขั้นกระตุ้นความสนใจ (Engaging)** เป็นขั้นตอนการสร้างความสนใจให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้น ใฝ่เรียนใฝ่รู้ และเป็นการสำรวจทบทวนมโนทัศน์ ความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียน เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการที่จะเรียนรู้มโนทัศน์ใหม่

2. **ขั้นสำรวจตรวจสอบทำความเข้าใจปัญหา (Problem Exploring)** เป็นขั้นตอนการจัดกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนตระหนักในสถานการณ์ปัญหา สำรวจและทำความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาให้ครอบคลุมทุกด้าน และกำหนดขอบเขตของปัญหาให้ชัดเจน

3. ขั้นสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา (Solution Creating) เป็นขั้นที่เน้นฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ให้นักเรียน โดยการสร้างทางเลือก แนวคิดของการตอบ

สถานการณ์ปัญหารวมทั้งลงข้อสรุปเพื่อหาทางเลือกแนวคิดที่เหมาะสมที่จะใช้หาคำตอบของปัญหา

4. ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Plan Executing) เป็นการจัดกิจกรรมในขั้นตอนการฝึกคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยการคิดออกแบบ วางและลงมือปฏิบัติแผน เก็บรวบรวมข้อมูล หลักฐาน และนำมาสร้างมโนทัศน์ คำอธิบายของสถานการณ์ปัญหาด้วยตนเอง

5. ขั้นการตรวจสอบ ยอมรับ และขยายองค์ความรู้ (Concept Examining) เป็นการทำกิจกรรมเอสำรวจ ตรวจสอบคำอธิบายที่นักเรียนสร้างขึ้นกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับในปัจจุบัน รวมทั้งได้แลกเปลี่ยนมโนทัศน์ คำอธิบายที่สร้างขึ้นกับเพื่อนๆในห้องเรียน

ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักการศึกษา แสดงดังตาราง 1



ตาราง 1 สรุปขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักการศึกษา

ขั้น ที่	Torrance	Koberg & Bagnall	Osborn & Parnes.	Treffinger, Isaksen & Dorval.	กัญญารัตน์ โคจร	การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ที่สังเคราะห์ขึ้น
1	การค้นหา ข้อเท็จจริง	กระตุ้นให้นักเรียน อยากแก้ปัญหา	กำหนดจุดมุ่งหมาย	ทำความเข้าใจกับปัญหา ที่ทำให้หายให้ชัดเจน	-กระตุ้นความสนใจ -ทบทวนมโนทัศน์เดิม	ระบุปัญหา
2	การค้นหาพบปัญหา และสาเหตุ	รวบรวมข้อมูล	หาข้อเท็จจริง (รวบรวมข้อมูล)	สร้างทางเลือกในการ แก้ปัญหา	สำรวจตรวจสอบ ทำความเข้าใจกับปัญหา	แสวงหาและคัดสรรแนวทาง แก้ปัญหา
3	การค้นหาพบแนวคิด -ตั้งสมมติฐาน -วางแผนรวบรวม ข้อมูล	กำหนดวัตถุประสงค์ และระบุสาเหตุของ ปัญหา	การหาปัญหา	วิเคราะห์ความเป็น ไปได้ของทางเลือก ในการแก้ปัญหา	สร้างทางเลือกในการ แก้ปัญหา	วางแผนแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์
4	การค้นหาพบคำตอบ -ทดสอบสมมติฐาน -สรุปผล	หาแนวทางแก้ปัญหา อย่างหลากหลาย	หาแนวคิดในการ แก้ปัญหา	วางแผนการแก้ปัญหา และปฏิบัติตามแนวคิด	วางแผนและดำเนินการ แก้ปัญหา	ปฏิบัติการแก้ปัญหา และสรุปผล
5	การยอมรับผลจาก การค้นหาพบ	เลือกแนวทาง แก้ปัญหาที่เหมาะสม	เลือกวิธีการปัญหา ที่เหมาะสม		ตรวจสอบ ยอมรับและ ขยายองค์ความรู้	
6		ดำเนินการแก้ปัญหา	ยอมรับแนวทาง แก้ปัญหา และเผยแพร่			
7		ประเมินผล				

จากขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักการศึกษาดังกล่าว สามารถสังเคราะห์ขั้นตอนสำคัญได้เป็น 4 ขั้นตอน คือ 1) การระบุปัญหาและสาเหตุของปัญหาโดยพิจารณาปัญหาให้ชัดเจนว่าอะไรคือปัญหาที่แท้จริง 2) แสวงหาและคัดสรรแนวทางแก้ปัญหาเพื่อสร้างแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายและพิจารณาตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด 3) วางแผนแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 4) ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ อย่างไรก็ตามถึงแม้แนวคิดในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักการศึกษาดังกล่าวจะมีลักษณะร่วมที่คล้ายกันแต่ก็มีลักษณะบางประการที่แตกต่างกัน เช่น แนวคิดในส่วนของทอร์แรนซ์จะมีความสอดคล้องกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ในขณะที่โคเบอร์กและแบกนอลจะใช้เวลาในการวิเคราะห์และนิยามปัญหาแล้วจึงใช้การระดมความคิด (Ideate) เพื่อหาแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหาหลายๆ วิธี สำหรับออสบอร์นและพาร์นจะเน้นการใช้จินตนาการในการสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายโดยใช้เทคนิคการระดมสมอง ในส่วนของเทรฟฟิงเกอร์ ไอแซกเซ็น และ ดอร์วอลจะให้ความสำคัญกับขั้นตอนการทำความเข้าใจในปัญหาหรือสถานการณ์เป็นขั้นตอนแรกทั้งนี้เพื่อให้เกิดความเข้าใจปัญหาหรือสถานการณ์นั้นก่อน สำหรับกัญญรัตน์ โคจร จะเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติทำกิจกรรมและฝึกการคิดสร้างสรรค์ควบคู่ไปกับการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าหากนำลักษณะสำคัญของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ดังกล่าวข้างต้น มาปรับประยุกต์ใช้ในรูปแบบการสอนโครงการวิทยาศาสตร์แล้ว ก็น่าจะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนได้

1.5 เทคนิคการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นคุณสมบัติที่มีอยู่ในตัวนักเรียนทุกคน และสามารถส่งเสริมให้พัฒนาได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ในทางตรง คือ การสอน ฝึกฝน ส่วนในทางอ้อม คือ การสร้างบรรยากาศและการจัดสิ่งแวดล้อมที่ส่งเสริมความเป็นอิสระในการเรียนรู้ (อาร์ พันธ์มณี. 2545: 89) ซึ่งถ้าหากนักเรียนสามารถใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการคิดหาวิธีแก้ปัญหาแล้ว นักเรียนก็จะได้แนวทางแก้ปัญหาหลายๆ แนวทางและมีความแปลกใหม่ ทั้งนี้เทคนิคการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ก็คือการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนได้ฝึกคิดแบบบอเนกนัยเพื่อให้ได้ความคิดจำนวนมาก แปลกใหม่ และใช้ความคิดเอกนัยเพื่อรวบรวมแนวคิดที่ได้จากการใช้ความคิดเอกนัยมาพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบในการตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด ทั้งนี้ทากาฮาชิ (2551: 54-141); เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2549: 120-123; อ้างอิงจาก Osborn. 1963) และ สมศักดิ์ ภูวิภาดาพรรณ (2537: 106-108) ได้กล่าวถึงเทคนิคที่ใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ อาทิเช่น

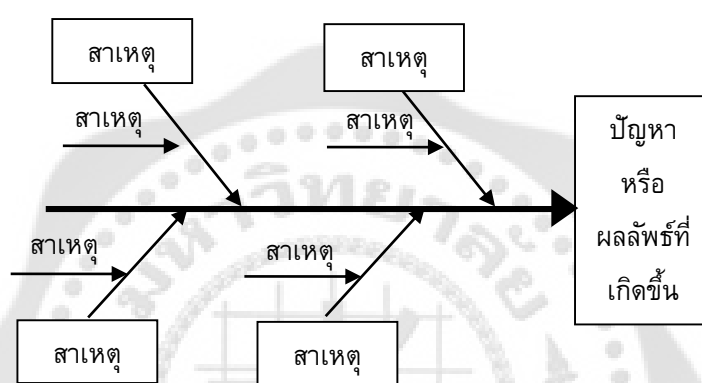
1. การระดมสมอง (Brain Storming) เป็นเทคนิควิธีคิดอย่างหนึ่งของการคิดนอกกรอบที่พัฒนาโดยอเล็กซ์ ออสบอร์น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมให้บุคคลมีความคิดหลายทิศทาง คิดได้มากในช่วงเวลาที่จำกัด (อารี พันธุ์มณี. 2545: 133) ซึ่งมีหลักเกณฑ์พื้นฐาน คือ เน้นปริมาณของความคิดให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะคิดได้ และกระตุ้นให้สมาชิกทุกคนได้แสดงความคิดของตนเอง ออกมาอย่างอิสระ แปลกใหม่ไม่ซ้ำใคร ซึ่งในขณะที่กำลังระดมสมองอยู่นั้นจะยังไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ หรือตัดสินความคิดเหล่านั้นว่าถูกหรือผิด ดีหรือไม่ดี สมาชิกในกลุ่มสามารถแสดงความคิดของตนเองได้อย่างอิสระ โดยอาจใช้ความคิดของคนอื่นเป็นฐานก็ได้ อย่างไรก็ตาม เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2549: 108) ให้ความคิดเห็นเพิ่มเติมว่าความคิดที่ได้จากการระดมสมองเป็นเพียงปริมาณความคิดหรือความคิดใหม่ๆ จำนวนมากซึ่งยังใช้การไม่ได้ ต้องนำมาสู่ขั้นตอนของการคัดเลือกและประเมินความคิดเหล่านั้นว่า “ใช้การได้” “น่าสนใจ” “เหมาะสม” ด้วยการไครครวม โดยใช้เหตุผลพิจารณาตัดแนวความคิดที่หาข้อบกพร่องได้ทิ้งไป ซึ่งในขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้แสดงความคิดเห็นและวิพากษ์วิจารณ์ กลับกรองให้เหลือแนวความคิดที่ตอบจุดมุ่งหมายได้อย่างเหมาะสมที่สุด นั่นคือใช้ความคิดเอกนิยมในการพิจารณาเพื่อตัดสินใจเลือกวิธีที่ดีที่สุด

2. การใช้คำถามกระตุ้นการคิดสร้างสรรค์ของอเล็กซ์ ออสบอร์น เป็นเทคนิคหนึ่งในการค้นหาแนวคิดหรือวิธีการใหม่ๆ เพื่อใช้แก้ปัญหาที่มีอยู่และพัฒนางานต่างๆ ซึ่งออสบอร์นได้เสนอแนวทางในการพิจารณา 9 แนวทาง (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. 2549: 120-123; อ้างอิงจาก Osborn. 1963) ได้แก่

- เอาไปใช้อย่างอื่นได้หรือไม่? (Put to Other Uses ?) เช่น ใช้ทำอะไรได้อีก
- ดัดแปลงใช้อย่างอื่นได้หรือไม่? (Adapt ?) เช่น จะดัดแปลงใช้สิ่งนี้อย่างไร
- ปรับเปลี่ยนได้หรือไม่? (Modify ?) เช่น เปลี่ยนสี เปลี่ยนรูปร่าง เปลี่ยนทิศทาง
- เพิ่ม, ขยายได้หรือไม่? (Magnify ?) เช่น ทำให้แข็งแรงขึ้น เพิ่มเวลาให้นานขึ้น ทำให้มีค่ามากขึ้น ลองเพิ่มส่วนประกอบมากขึ้น
- ลด, หดได้หรือไม่? (Minify ?) เช่น ทำให้เล็กลง ทำให้ราคาถูกลง ทำให้ช้าลง
- ทดแทนได้หรือไม่? (Substitutue ?) เช่น ใช้อะไรแทนได้บ้าง ลองทำวิธีอื่น
- จัดใหม่ได้หรือไม่? (Rearrange ?) เช่น จัดเรียงใหม่ จัดองค์ประกอบใหม่
- สลับได้หรือไม่? (Reverse ?) เช่น ทำในทางตรงข้าม ลองทำย้อนกลับ
- ผสม, รวมได้หรือไม่? (Combine ?) เช่น ลองรวมกับผลิตภัณฑ์อื่น

3. แผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) หรืออาจเรียกว่าแผนผังเหตุผล เป็นวิธีที่ใช้ค้นหาว่าปัญหาที่พบเจอนั้นมีสาเหตุจากอะไรบ้าง โดยทำเป็นแผนผังแสดงสาเหตุและผลที่เกิดขึ้น ซึ่งจะช่วยให้การแก้ปัญหาง่ายขึ้นเพราะสามารถรับรู้ประเด็นปัญหาที่แท้จริงได้

தாகาฮาชิ (2551: 54-141) ได้เสนอโครงสร้างของแผนผังก้างปลา ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนปัญหาหรือผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจะแสดงไว้ที่หัวปลา ส่วนที่เป็นสาเหตุจะเขียนไว้ในก้างปลาแต่ละก้าง โดยที่ก้างย่อยเป็นสาเหตุของก้างรอง และก้างรองเป็นสาเหตุของก้างหลัก ดังแสดงในภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 แผนผังก้างปลาที่ปรับปรุงมาจากதாகาฮาชิ

ที่มา: ทากาฮาชิ. (2551). เทคนิคการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หน้า 139

4. เทคนิคเชื่อมโยงสัมพันธ์โดยใช้การเปรียบเทียบ (Synectics) เป็นวิธีการที่อาศัยกิจกรรมการเปรียบเทียบอุปมาอุปไมย (Analogy) เพื่อให้เกิดความคิดแปลกใหม่ แตกต่างออกไปจากกรอบแนวคิดเดิมๆ ซึ่งสมศักดิ์ ภูวิภาดารรรณ (2537: 106-108) ได้กล่าวถึงกิจกรรมที่ใช้ในการเปรียบเทียบอุปมาอุปไมยมีอยู่ 3 วิธี คือ

1. การเอาตัวเองไปเปรียบเทียบกับสิ่งอื่น (Personal Analogy) ซึ่งจะทำให้ลิ้มความเป็นตัวเองชั่วขณะ และการที่ต้องเปรียบเทียบจะทำให้เกิดความรู้สึกแปลกใหม่และสร้างสรรค์ความคิดขึ้นได้ โดยใช้คำถามกระตุ้น เช่น สมมติว่านักเรียนเป็นปากกานักเรียนจะอย่างไรให้ผู้คนสนใจเลือกซื้อมาใช้ ถ้านักเรียนเป็นนกในตอนนี้นักเรียนกำลังทำอะไรอยู่ที่ไหน

2. การเปรียบเทียบทางตรง (Direct Analogy) เป็นการเปรียบเทียบระหว่าง 2 สิ่งหรือมากกว่า จะเป็นอะไรก็ได้ที่เราต้องการเปรียบเทียบ เช่น คน พืช สัตว์ สิ่งของ สถานที่

ความคิด หรือสิ่งอื่น ๆ เพื่อให้มองเห็นปัญหาในอีกแนวหนึ่งหรือเพื่อให้เกิดความคิดใหม่ ซึ่งอาจนำมาใช้แก้ปัญหาที่ต้องการได้ เช่น วิศวกรคนหนึ่งสังเกตดูหมอนที่เจาะรูท่อนไม้ซึ่งต้องสร้างปล้องทุกระยะที่มันเคลื่อนตัวไปข้างหน้า จึงเกิดความคิดออกแบบโครงสร้างอุโมงค์ทำงานใต้น้ำขึ้นมา ทั้งนี้ครูผู้สอนอาจใช้คำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเปรียบเทียบ เช่น รถยนต์เหมือนกับคนอย่างไร ระหว่างสลัดกับขนมแฉ่ำอะไรนุ่มกว่ากัน

3. การเปรียบเทียบโดยใช้คำคู่ที่มีความหมายขัดแย้งกัน (Compressed Conflict) เป็นการใช้คำเปรียบเทียบ 2 คำ ที่มีความหมายขัดแย้งกันหรือตรงข้ามกันมาอธิบายลักษณะของคน สัตว์ พืช หรือสิ่งของที่ต้องการ โดยใช้คำถามกระตุ้น เช่น เครื่องใช้ชนิดใดที่มีทั้งประโยชน์และให้โทษในขณะเดียวกัน

1.6 การประเมินการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

การแก้ปัญหาย่างอย่างสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการที่มุ่งหาคำตอบของปัญหา โดยอาศัยการทำงานอย่างสัมพันธ์กันระหว่างการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ และความคิดวิจารณ์ โดยที่ความคิดสร้างสรรค์จะถูกนำมาใช้ในระหว่างการดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาในทุกขั้นตอน ตั้งแต่การระบุปัญหา การกำหนดสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง ตลอดจนถึงการดำเนินการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน รวมถึงการใช้ความคิดวิจารณ์ในการเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้อง และเหมาะสมที่สุด (สสวท. 2552: 32) ผู้มีความคิดสร้างสรรค์สูงก็จะสามารถคิดหาแนวทางแก้ปัญหาได้หลากหลายแนวทาง โดยที่เราสามารถตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ของแต่ละบุคคลได้จากการประเมิน ซึ่งมีเครื่องมือที่ใช้หลายประเภท เช่น แบบประเมิน แบบสังเกต และแบบทดสอบ เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม ชิงเลย์และทัฟท์ (Wang, 2008: 1451-1452; citing Singley; & Taft. 1995) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของแบบทดสอบแบบเลือกตอบไว้ 3 ประเด็นด้วยกัน คือ 1) มีความเชื่อมั่นต่ำเนื่องจากนักเรียนสามารถใช้การคาดเดาเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกจากตัวเลือกที่ให้มา 2) มีความเที่ยงตรงต่ำอันเป็นผลมาจากตัวเลือกบางตัวอาจเป็นการแนะนำคำตอบ และ 3) ค่าความเที่ยงตรงต่ำเนื่องจากการเลือกตอบไม่สามารถวัดความสามารถด้านการเขียนของนักเรียนได้ วิธีการที่เหมาะสมควรเป็นการใช้คำถามปลายเปิด หรือในการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการขั้นสูง เช่น การตั้งสมมติฐาน การระดมความคิดหรือการสร้างคำอธิบายควรประเมินโดยใช้คำถามปลายเปิดมากกว่าการเลือกตอบ ในทำนองเดียวกับวาง ชาง และลี (Wang, Chang, & Li. 2008: 1451-1452; citing Wang; et al., 2007) ที่ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาเพื่อการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ ที่ต้องใช้การตัดสินใจอย่างต่อเนื่อง อันเนื่องมาจากความไม่สมบูรณ์ของปัญหาหรือข้อมูลที่มีอยู่

ซึ่งสิ่งนี้แตกต่างจากปัญหาที่กำหนดขึ้นในชั้นเรียน ดังนั้นการนำข้อสอบแบบเลือกตอบมาใช้จึงไม่เหมาะสม เนื่องจากมันไม่มีคำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์แต่เป็นกระบวนการแก้ปัญหา อีกทั้งการสร้างชิ้นงานที่ใช้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งนักเรียนต้องมีการคิดทั้งแบบอเนกนัยและเอกนัยร่วมกัน (Wang, Chang; & Li. 2008: 1452-1453; citing Chang; & Weng, 2002) เพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงของพฤติกรรมกรรมการสร้างสรรค์แนวคิดและการสร้างคำอธิบาย(หรือการตัดสินใจ) ดังนั้นการออกแบบการประเมินผลสำหรับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในบริบทของสถานการณ์จริงนั้นจำเป็นต้องใช้รูปแบบการประเมินที่เหมาะสมมากกว่าการใช้เพียงแบบทดสอบแบบเลือกตอบ และการใช้คำถามปลายเปิด ที่กระตุ้นให้นักเรียนได้สร้างคำตอบอย่างมีอิสระในการค้นหาเหตุผลด้วยตนเอง นับเป็นพื้นฐานที่ดีที่สามารถนำมาใช้ในการออกแบบการประเมินตามสภาพจริงในการสอนวิทยาศาสตร์ได้ (Wang, Chang; & Li. 2008: 1452-1453; citing Singley; & Taft, 1995; Chang; & Chiu, 2005) แต่ข้อจำกัดก็คือการตรวจให้คะแนนคำตอบของผู้เรียนเป็นสิ่งที่ทำได้ยากและใช้เวลา

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการประเมินการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของวาง ชาง และลี (Wang, Chang; & Li. 2008: 1450-1466) ที่ได้พัฒนาการประเมินการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยใช้การตรวจผลงานการเขียนด้วยคอมพิวเตอร์ (Automated Text Grading) ซึ่งการประเมินประกอบด้วย การกำหนดสถานการณ์ปัญหาวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลกที่ชื่อว่า Debris Flow Hazard (DFH) ประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอน ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของบาสาดอร์ และ ออสบอร์น (Wang, Chang; & Li. 2008: 1454; citing Basadur, 1995; Osborn, 1963) คือ ขั้นมองเห็นปัญหา (Problem-Finding Stage: PF) และ ขั้นแก้ปัญหา (Problem-Solving Stage: PS) ทั้งนี้นักเรียนจะต้องตอบคำถามใน 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นแนวคิดในขั้นมองเห็นปัญหา และเหตุผลประกอบแนวคิดในขั้นแก้ปัญหา หลังจากนั้นผู้ประเมินจะให้คะแนนและกำหนดรหัส 2 ชุด คือ รหัสความคิดรวบยอดและรหัสคู่ของผลงาน เพื่อนำไปประมวลผลในระบบคอมพิวเตอร์

ในส่วนของนักการศึกษาไทยหลายท่านก็ได้พัฒนารูปแบบการประเมินการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ อาทิเช่น กัญญารัตน์ โคจร (2554: 81-83) ที่สร้างแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ บนพื้นฐานแนวคิดการทำงานร่วมกันของการคิดสร้างสรรค์ควบคู่กับการคิดอย่างมีเหตุผลที่มุ่งเน้นการประเมินกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยวัดพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกใน 4 ด้าน คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดอย่างมีเหตุผล ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบเขียนตอบปลายเปิด (Written Open-Ended)

โดยกำหนดสถานการณ์ และให้นักเรียนตอบคำถามจำนวน 5 ข้อ ที่ครอบคลุมขั้นตอนหลักของรูปแบบการเรียนรู้การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่พัฒนาขึ้น คือ สำรวจทำความเข้าใจปัญหา สร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ตรวจสอบยอมรับและขยายองค์ความรู้ ซึ่งตรวจให้คะแนนโดยการกำหนดเกณฑ์การประเมิน (Rubric) อีกทั้งยังสร้างแบบประเมินการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ด้วยตนเอง มีลักษณะเป็นแบบสอบถามมาตรฐาน ประมาณค่าตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert-Type Scale) 3 ระดับคือ ปฏิบัติบ่อยๆ ปฏิบัติบางครั้ง และไม่เคยปฏิบัติ ข้อคำถามมีลักษณะเป็นข้อความที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทั่วไปที่เกิดจากการทำงาน เพื่อให้นักเรียนประเมินตนเอง ในทำนองเดียวกันกับสลิลลา พันชนะ (2546) ก็ได้สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ที่มีลักษณะเป็นข้อเขียนโดยครอบคลุมองค์ประกอบ การคิด 3 ด้าน คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม จำนวน 6 ข้อ ซึ่งแต่ละข้อ มุ่งวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตามองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ ในขณะที่ สรวงสุตา ปานสกุล (2545: 93-95) ก็ได้สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ซึ่งมีลักษณะเป็นข้อสอบเขียนตอบเกี่ยวกับการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์จำนวน 5 ข้อ คือ การค้นหาความจริง การค้นหาปัญหา การค้นหาความคิด การค้นหาคำตอบ การค้นหาคำตอบที่เป็นที่ยอมรับ และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตามแนวคิดของทอแรนซ์ (Torrance) และครอปเพลย์ (Cropley) ในส่วนของภัทภกร แสงไชย (2551: 133-137) กรุณา นัคราจารย์ (2548: 65-70) และศศิกานต์ วิบูลยศรีรินทร์ (2543) ได้ใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ (Torrance Test of Creative Thinking: TTCT) เป็นเครื่องมือในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนในลักษณะของความคิด 3 ด้าน คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม นอกจากนี้ยังพบว่าอูฐ (Auth. 2005: Online) ก็ได้นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ มาใช้ประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับแบบวัดการให้เหตุผลทางคลินิกของนักเรียนผู้ช่วยแพทย์ในมหาวิทยาลัยเดเรซเซล (Drexel University) ด้วยเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของสมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (สรวงสุตา ปานสกุล. 2545: 72; อ้างอิงจาก สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. 2534: 51) ที่กล่าวถึงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยยึดหลักการให้คะแนนของทอแรนซ์ไว้ 3 ข้อ คือ 1) การให้คะแนนความคิดคล่อง พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของคำถามโดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ตามปริมาณคำตอบที่ไม่ซ้ำกัน 2) การให้คะแนนความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งจะจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบของนักเรียนแต่ละคน ตามวิธีการที่แตกต่างกันต่อสิ่งเร้าหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ โดยให้คะแนน

คำตอบเป็นกลุ่มหรือประเภทละ 1 คะแนน 3) การให้คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากความคิด
ของคำตอบของนักเรียนทั้งหมดที่เป็นความคิดแปลกแตกต่างไปจากธรรมดา โดยกำหนดให้
คำตอบที่ไม่ซ้ำกับกลุ่มเลยจะได้ 2 คะแนน ถ้าคำตอบที่มีความถี่จากกลุ่มตั้งแต่ร้อยละ 2-4.99
จะได้ 1 คะแนน ถ้าความถี่เกินกว่าร้อยละ 5 จะไม่ถือว่าเป็นความคิดริเริ่ม

กล่าวโดยสรุปได้ว่า เครื่องมือที่นิยมใช้ในการประเมินการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
โดยภาพรวมมี 2 อย่าง คือ แบบประเมินพฤติกรรม และแบบทดสอบวัดความสามารถในการ
แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด มีการกำหนดสถานการณ์ที่กระตุ้นให้
นักเรียนสร้างคำตอบและคิดหาเหตุผลได้อย่างอิสระ ทั้งนี้การประเมินจะครอบคลุมความคิด 3 ด้าน
คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ให้คะแนนโดยการกำหนดเกณฑ์การให้
คะแนนรูปรีด ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามขั้นตอนของการพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
ของนักวิจัย สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ปรับใช้แนวคิดการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถ
ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของกัญญารัตน์ โคจร (2554ช: 81-83) แนวคิดของ วาง ชาง และลี
(Wang, Chang; & Li. 2008: 450-1466) และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ มาสร้าง
แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ซึ่งมีลักษณะเป็นสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนพบ
ในชีวิตจริง และให้นักเรียนเขียนตอบ โดยมีข้อคำถามครอบคลุมองค์ประกอบของการแก้ปัญหา
อย่างสร้างสรรค์ 3 ด้าน คือ การระบุปัญหา การแสวงหาและคัดสรรแนวทางการแก้ปัญหา และ
การวางแผนแก้ปัญหา ประเมินให้คะแนนโดยการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนรูปรีด

1.7 งานวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

กรุณา นัคราจารย์ (2548: 156 -177) ได้วิจัยเรื่องการนำเสนอรูปแบบกิจกรรม
นิตยสารอิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสิ่งแวดล้อม เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 5 ลักษณะของกิจกรรมนิตยสารอิเล็กทรอนิกส์เป็นโครงการมัลติมีเดียที่นักเรียน
ร่วมกันสร้างองค์ความรู้ ในรูปแบบนิตยสารที่เผยแพร่ทางอินเทอร์เน็ต ประกอบด้วยกิจกรรม
5 ขั้นตอน คือ ขั้นเตรียมการ ขั้นจุดประกายความอยากรู้ของนักเรียน ขั้นพัฒนาเป็นนิตยสาร
อิเล็กทรอนิกส์ ขั้นนำเสนอผลงาน และขั้นประเมินผล โดยกำหนดกรอบแนวคิดในขั้นจุดประกาย
ความอยากรู้ของนักเรียนและขั้นการพัฒนาเป็นนิตยสาร ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
6 ขั้นตอน คือ ตั้งปัญหา หาสาเหตุของปัญหา หาวิธีการแก้ปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ตรวจสอบ
วิธีการแก้ปัญหา และยอมรับวิธีการแก้ปัญหา วัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดย
ใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ ชุดการใช้รูปภาพและชุดการใช้ภาษา ผลการศึกษา
พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

สุปราณี สดาร์ตัน (2548: 136 -137) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เรื่องโครงงานภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์กับการเรียนรู้ด้วยแบบฝึก จำนวน 5 หน่วยการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยแบบฝึก ตลอดจนมีความพึงพอใจโดยรวมต่อการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์และแบบฝึกอยู่ในระดับมากที่สุดและมากตามลำดับ

กัญญารัตน์ โจร (2554: 115-119) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(CPS Learning Model) เรื่องสารและสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยเน้นการใช้ประเด็นปัญหาในชีวิตจริง ให้นักเรียนฝึกคิดวิเคราะห์และคิดอย่างสร้างสรรค์ควบคู่กันผ่านกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นกระตุ้นความสนใจ ขั้นสำรวจตรวจสอบทำความเข้าใจปัญหา ขั้นสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นตรวจสอบยอมรับและขยายองค์ความรู้ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบ CPS มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มควบคุม อีกทั้งยังพบว่านักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้ในระดับสูงเมื่อได้เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบ CPS มีทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้ในระดับปานกลางและระดับต่ำอย่างชัดเจน และนักเรียนมีพื้นฐานความรู้ทั้ง 3 กลุ่ม (สูง,ปานกลาง,ต่ำ) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เทรฟฟิงเกอร์ เซลบี และไอแซกเซิน(Treffinger, Selby; & Isaksen. 2008: 390-401) ได้ศึกษาความเข้าใจวิธีการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคล โดยมีจุดหมายเพื่อศึกษารูปแบบหรือวิธีการ (Styles) ที่แต่ละบุคคลใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งมีกรอบแนวคิดในการศึกษาที่ประกอบด้วยมิติที่สำคัญ 3 ส่วนคือ 1) ความเข้าใจเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง (Orientation to Change: OC) ประกอบไปด้วยรูปแบบทั่วไป 2 รูปแบบ คือ นักสำรวจ และนักพัฒนา 2) กระบวนการที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา (Manner of Processing: MP) ซึ่งเป็นกระบวนการภายใน(ใช้การสะท้อนความคิดของตนเองในการแก้ปัญหา) และกระบวนการภายนอก(ใช้การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นโดยการเปรียบเทียบแนวคิดของตนเองกับผู้อื่นในการแก้ปัญหา) และ 3) วิธีการที่ใช้ในการตัดสินใจ (Ways of Deciding: WD) ซึ่งมี 2 รูปแบบคือ การเน้นไปที่ตัวบุคคล(แก้ปัญหาหรือตัดสินใจโดยมองที่ผลกระทบที่เกิดกับตัวบุคคลเป็นหลัก) และการเน้นไปที่งานที่ทำ(มองที่ความชัดเจน ความถูกต้องและความเป็นเหตุ

เป็นผลในการแก้ปัญหาโดยไม่ใช้อารมณ์มาพิจารณาตัดสินใจ) ซึ่งมีติเหล่านี้ส่งผลต่อทุกขั้นตอนของการแก้ปัญหา ตั้งแต่การนิยามปัญหาจนถึงการตัดสินใจเลือกวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาในกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินเรียกว่า VIEW: An Assessment of Problem Solving Style ประกอบด้วยข้อคำถาม 34 ข้อโดยวัดประเด็นใน 3 มิติดังกล่าวข้างต้น และวัดรูปแบบหรือวิธีการแก้ปัญหามองบุคคล 6 รูปแบบ การหาคุณภาพเครื่องมือจะทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุระหว่าง 11-82 ปีจากหลายประเทศจำนวน 10,000 คน ผลปรากฏว่า อายุไม่มีความสัมพันธ์กับมิติการแก้ปัญหาทั้ง 3 ด้าน ส่วนเพศไม่มีความสัมพันธ์กับด้านความเข้าใจเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง (OC) และกระบวนการที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา (MP) แต่มีความสัมพันธ์เล็กน้อยกับด้านวิธีการที่ใช้ในการตัดสินใจ (WD) กล่าวคือ เพศหญิงมีแนวโน้มที่จะแก้ปัญหาโดยพิจารณาความสัมพันธ์ของบุคคลและใช้อารมณ์ในการแก้ปัญหา ส่วนเพศชายจะใช้ความเป็นเหตุเป็นผลมากกว่าอารมณ์ เมื่อพิจารณาในภาพรวมพบว่าเครื่องมือนี้มีคุณภาพสามารถนำไปใช้ในการวัดรูปแบบหรือวิธีการที่บุคคลใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งผลที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา CPS และการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้แก่นักเรียนได้

บรูตัน (Bruton. 2011: 321-333) ทำการศึกษาการเรียนรู้เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และการออกแบบนวัตกรรม มีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในการพัฒนานวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์ให้กับนักศึกษาในระดับปริญญาตรีที่ลงทะเบียนเรียนวิชานวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์ (Innovation and Creativity) ของวินเทอร์สคูล (Winter School) โดยนำกรอบแนวคิดเกี่ยวกับการหลีกออกแบบกับวิธีการพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มาใช้ร่วมกันเพื่อตรวจสอบแนวคิดที่ว่าหลักการออกแบบช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่จะนำไปใช้ในการออกแบบนวัตกรรมได้หรือไม่ เครื่องมือที่นำมาใช้ในการวัดกลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยข้อสอบ 4 ข้อจากเครื่องมือที่ชื่อว่า “คุณมีความคิดสร้างสรรค์มากน้อยแค่ไหน” (How creative are you?) ซึ่งสร้างขึ้นโดยนักจิตวิทยาที่ชื่อ ยูจีน รอดเซ็ปป์ (Eugene Raudsepp) และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ (TTCT) ฟอรัม A และ B ซึ่งวัดใน 4 ด้าน คือ ความคิดริเริ่ม คิดสร้างสรรค์ คิดยืดหยุ่น และคิดละเอียดลออ โดยเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังการทดลอง และเทียบคะแนนของกลุ่มทดลองกับคะแนนการทดสอบของกลุ่มที่เรียนวิชาเอกที่เกี่ยวกับการออกแบบ ใช้เวลาในการทดลอง 1 เดือน รูปแบบการสอนที่ใช้คือ รูปแบบการสอนแบบบูรณาการ การทำงานร่วมกันเป็นทีม การใช้มัลติมีเดีย การสอนที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และการให้รางวัลกับแนวคิดเชิงบวกที่สร้างสรรค์ ผลการศึกษาพบว่า คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มที่ไม่ใช่วิชาเอกด้านการออกแบบสูงขึ้นอย่าง

มีนัยสำคัญ ผู้เรียนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงานได้สำเร็จภายในระยะเวลาที่กำหนดจากการจัดการเรียนการสอนที่ผสมผสานหลักการออกแบบกับการส่งเสริม CPS

มิกุลลินเซอร์ เซเวอร์ และ โรม (Mikulincer, Shaver; & Rom. 2011: 519-531) ทำการศึกษาผลของการเลี้ยงดูในด้านความมั่นคงปลอดภัยที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลเชิงจิตวิทยาของความมั่นคงปลอดภัย และความสามารถในการควบคุมอารมณ์ที่มีต่อการเรียนรู้และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยทำการศึกษากับนักศึกษาระดับปริญญาตรีชาวอิสราเอล ดำเนินการศึกษาโดยวัดพฤติกรรมและความรู้สึกของนักศึกษาเกี่ยวกับบุคคลที่สนิท ความสามารถทางสังคมและความสามารถทางปัญญา และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผลการศึกษาพบว่าความรู้สึกด้านความปลอดภัยมีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สูงกว่าด้านความคุ้นเคย นอกจากนี้ความกังวลใจมีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ความรู้สึกด้านความปลอดภัยมีความสัมพันธ์กับความรู้สึกด้านความกังวลใจอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมด้านการหลบเลี่ยง สรุปก็คือ ผู้ที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ คือ ผู้ที่มีความรู้สึกมั่นคงปลอดภัยและมีภาวะความกังวลใจอยู่ในระดับต่ำ

พาร์น (มิ่งขวัญ ภาคสัญไชย. 2555: 115; อ้างอิงจาก Parnes. 1967) ทำการทดลองโดยใช้วิธีระดมสมองในการหาวิธีแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนมัธยมศึกษา โดยให้ทุกคนพูดถึงวิธีแก้ปัญหาโดยวิธีทดลองเปรียบเทียบ กลุ่มหนึ่งใช้วิธีระดมสมองคือ ให้ทุกคนพูดเท่าที่สามารถคิดออก ซึ่งไม่จำเป็นต้องเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่ดีโดยให้พูดเท่าที่มีความคิดแวบเข้ามาในสมอง กลุ่มที่สองให้เสนอวิธีแก้ปัญหาที่ดีอยู่ในเกณฑ์ของความเหมาะสมและมีความสัมพันธ์กับเรื่องผลการวิจัยพบว่า ภายในช่วงเวลาที่เท่ากันกลุ่มที่ใช้วิธีระดมสมองมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์จำนวนมาก และได้ผลมากกว่ากลุ่มที่ต้องออกความคิดแก้ปัญหาที่อยู่ในกรอบเท่านั้น

จากการศึกษานิววิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทั้งในประเทศ และต่างประเทศ แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นในแต่ละบุคคลได้ ขึ้นอยู่กับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู หรือแม้กระทั่งรูปแบบ(Styles) การแก้ปัญหของตัวนักเรียนเอง รวมถึงความรู้สึกมั่นคงปลอดภัยและภาวะความวิตกกังวล ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ล้วนส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทั้งสิ้น ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย และแปลกใหม่ ตลอดจนการจัดบรรยากาศการเรียนรู้ให้นักเรียนมีอิสระที่จะคิดหรือทำ ด้วยความรู้สึก

มั่นคงปลอดภัย จะช่วยส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนได้

2. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์

โครงการ เป็นกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่มีฐานความคิดมาจากปรัชญากลุ่มพัฒนานิยม (Progressivism) โดยมีความเชื่อว่า การดำรงชีวิตที่ดีต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานของการคิดที่ดีและการกระทำที่เหมาะสม (ทิสนา แคมมณี. 2553: 26-27) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ดิวอี้ (Peter.2005: 65; citing Dewey. n.d.) ที่เชื่อว่า โรงเรียนเป็นตัวแทนด้านประชาธิปไตย เป็นสถานที่ที่เด็กจะได้รับการสอนด้านคุณค่า ทักษะ เจตคติ ความรู้ ความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการนำไปสู่ชีวิตและสังคมที่ดี ดิวอี้ ให้ความสนใจอย่างมากต่อการเรียนรู้โดยการลงมือกระทำ (Learning by Doing) เขาได้ตั้งโรงเรียนปฏิบัติการ (Laboratory School) แห่งมหาวิทยาลัยชิคาโก ขึ้นโดยใช้การเรียนรู้แบบกระบวนการสืบเสาะ บนความเชื่อที่ว่านักเรียนจะเกิดการเรียนรู้และเข้าใจสิ่งที่เรียนหากพวกเขาได้เรียนรู้ผ่านปัญหาหรือสถานการณ์ที่มีความหมาย (Krajcik; & Blumenfeld. 2006: 318; citing Dewey.1959) และทำการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมในต้นคริสต์ศตวรรษที่ 20 อีกทั้งได้เขียนหนังสือเรื่อง ประชาธิปไตยและการศึกษา (Democracy and Education) ซึ่งสนับสนุนแนวทางการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นให้เด็กได้เรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเอง มีสิทธิในการแสดงความคิดเห็น ตลอดจนได้รับอิสระในการริเริ่มความคิดและลงมือทำตามที่คิด ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องใช้การคิดหรือกระบวนการทางปัญญา อันเป็นการฝึกให้เด็กได้สืบเสาะ ตรวจสอบ บอกความแตกต่าง ลงข้อสรุปข้อมูล และเลือกแนวทางแก้ปัญหา โดยเน้นการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม อีกทั้งยังถือว่าการเรียนรู้ของเด็กไม่ได้หยุดอยู่แต่ในโรงเรียนเท่านั้นแต่จะดำเนินไปตลอดชีวิตของผู้เรียน ครูจะทำหน้าที่ในการเตรียมคำแนะนำ การให้คำปรึกษา และเป็นผู้สนับสนุนให้เด็กได้เรียนรู้ เข้าใจ และเห็นจริงด้วยตนเอง ผู้เรียนจะมีอิสระในการเลือกตัดสินใจด้วยตนเอง และมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน (ชัยรัตน์ สุทธิรัตน์. 2555: 7, ทิสนา แคมมณี. 2553: 26-27, บุญเลี้ยง ทุมทอง. 2533: 57, วัฒนา มัคคสมัน. 2554:18 และ Peter. 2005: 65) ในเวลาต่อมา คิลแพททริก (Beyer. 1999: 4-10; citing Kilpatrick. n.d.) ซึ่งเป็นอาจารย์อยู่ที่มหาวิทยาลัยโคลัมเบีย ได้พัฒนารูปแบบการสอนแบบโครงการ(Project Method)ขึ้น โดยมีแรงบันดาลใจมาจากแนวคิดของดิวอี้ และรูปแบบการสอนโครงการนี้ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในวงการศึกษาของสหรัฐอเมริกา คิลแพททริก กล่าวว่า การที่ครูรู้จักและเข้าใจเด็กแต่ละคนเป็นสิ่งที่สำคัญ เด็กควรได้รับโอกาสในการแสดงความคิดและแสดงความสามารถอย่างเต็มศักยภาพ ซึ่งพวกเขาจะเรียนรู้ได้ดีที่สุดเมื่อได้

ทำในสิ่งที่ต้องการและมีอิสระในการตัดสินใจ ตลอดจนสามารถนำวิธีการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิตจริงนอกห้องเรียน การจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบโครงการได้รับการพัฒนารูปแบบให้ชัดเจนขึ้นโดย แคท (Katz) และ ชาร์ด (Chard) ซึ่งได้รับแรงบันดาลใจจากการดูงานวิธีการสอนแบบโครงการ (Project Approach) จากโรงเรียนก่อนประถมศึกษาในเมืองเรกจิโอ เอมีเลีย (Reggio Emilia) ที่อยู่ทางตอนเหนือของประเทศอิตาลี (วัฒนา มัคคสมัน. 2553: 20) ซึ่งสุจินดา ขจรรุ่งศิลป์; และธิดา พิทักษ์สินสุข (2543: 6) ได้กล่าวถึงแนวคิดสำคัญในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้สำหรับเด็กปฐมวัยตามแนวคิดเรกจิโอ เอมีเลีย ที่มองว่าเด็กแต่ละคนมีความสามารถในการรับรู้และเรียนรู้มาตั้งแต่เกิด มีความอยากรู้อยากเห็น และสามารถที่จะสื่อสารและปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นตามระยะของการพัฒนาในแต่ละวัย โดยการมีส่วนร่วมของโรงเรียน ครอบครัวและชุมชน เน้นการให้ความสำคัญของการเรียนรู้มากกว่าการสอน มีการจัดสิ่งแวดล้อมและให้โอกาสเด็กได้คิดประดิษฐ์และค้นพบด้วยตนเอง ครูและเด็กจะเรียนรู้ไปด้วยกัน โดยครูเป็นผู้ให้การสนับสนุนและเสนอทางเลือกที่หลากหลาย อย่างไรก็ตามบรรยากาศการเรียนรู้แบบโครงการควรมีลักษณะที่สำคัญ (Krajcik; & Blumenfeld. 2006: 321-329) คือ มีการเริ่มต้นด้วยคำถามหรือปัญหาที่ต้องการแก้ไข และใช้การสืบเสาะในสถานการณ์จริง โดยความร่วมมือของนักเรียน ครู และสมาชิกในชุมชนเพื่อแก้ปัญหา นักเรียนอาจนำเทคโนโลยีมาใช้ในการบวนการสืบเสาะ เพื่อช่วยในการเรียนรู้และขยายความสามารถที่เขามีอยู่ได้ดียิ่งขึ้น สุดท้ายนักเรียนได้สร้างสรรค์ผลงานที่จับต้องได้เพื่อตอบคำถามนั้น ซึ่งอาจนำไปเผยแพร่ให้สาธารณชนได้รับรู้ถึงกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น ทั้งนี้สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2555: ญ) ได้กล่าวถึงลักษณะร่วมที่คล้ายกันของโครงการกับโครงการวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ เริ่มต้นด้วยปัญหาและใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นคว้าหาคำตอบของปัญหา คำตอบที่ได้จากโครงการวิทยาศาสตร์นั้นอาจเป็นชิ้นงานหรือไม่เป็นชิ้นงานก็ได้ ซึ่งต่างจากการเรียนรู้ด้วยโครงการที่จะมีชิ้นงานเป็นเป้าหมายสำคัญ

จากแนวคิดดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า โครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนประเภทหนึ่งของการเรียนรู้ที่เน้นการทำโครงการ ที่มีฐานความคิดมาจากปรัชญาการศึกษาพิพัฒนนิยม ซึ่งให้ความสำคัญต่อการเรียนรู้โดยการปฏิบัติ หรือการลงมือทำ ให้โอกาสเด็กได้แสดงความคิดเห็น และมีอิสระในการริเริ่มความคิดและลงมือทำตามที่คิด ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนสามารถนำวิธีการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง โดยมีครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาและสนับสนุนให้เด็กได้เรียนรู้ เข้าใจ และเห็นจริงด้วยตนเอง

2.1 ความสำคัญของโครงการวิทยาศาสตร์

โครงการวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้โอกาสนักเรียนได้เรียนรู้จากการคิดเอง ทำเอง และแก้ปัญหาด้วยตนเอง ด้วยการปฏิบัติจริง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความรู้ที่ได้จากการทำโครงการวิทยาศาสตร์นั้นนักเรียนจะจดจำอยู่ได้นาน อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนเรียนรู้อาณาจักรวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น (Atwater. 1994: 558-576; Haberman. 1991: 290-294) และมีคะแนนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการปกติ (Rivet; & Krajcik. 2004: 669-692; Williams; & Linn. 2003: 415-436) ซึ่งไม่เพียงแต่ได้ความรู้ทางวิชาการเท่านั้น นักเรียนยังได้มีโอกาสพัฒนาทักษะความคิดระดับสูง อันได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (บัวซอน ต่อมะ. 2554: 75-77; ญัฐพงศ์ ฉลาดแย้ม. 2548: 227) ความสามารถในการแก้ปัญหา (จิราวรรณ สอนสวัสดิ์. 2554: 87; กาญจนา ฉัตรศรีตระกูล. 2544: 90-97) ซึ่งเมื่อมีข้อสงสัยหรือปัญหาเกิดขึ้นในขณะที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะได้ฝึกแก้ปัญหาอย่างมีระบบ นอกจากนี้การพัฒนาทักษะที่เกิดขึ้นในช่วงที่นักเรียนทำโครงการ ทั้งนี้เพราะนักเรียนจะต้องใช้ทั้งทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ ทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ และทักษะทางสังคม ทักษะเหล่านี้จะติดตัวนักเรียนไปตลอดและสามารถนำไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง ทั้งนี้เพราะการเรียนรู้ด้วยการทำโครงการวิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ที่เต็มไปด้วยการเรียนรู้การใช้งาน อีกทั้งการมีส่วนร่วมของนักเรียนก็เป็นแรงบันดาลใจให้นักเรียนได้รู้สึกในวิชาที่กำลังศึกษาอยู่ ทำให้นักเรียนมองเห็นการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เรียนรู้อุปกับชีวิตจริง (ชาร์ปแมน; และ ฟรีแมน. 2546: 42) นอกจากนี้ โนวา สโกเชีย (Nova Scotia. 2013: 5) ได้กล่าวถึงข้อดีของการเรียนการสอนแบบโครงการวิทยาศาสตร์ อาทิเช่น ช่วยพัฒนาการเรียนรู้และการประเมินตามสภาพจริง ส่งเสริมการบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สาขาฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และสาขาอื่นๆ ส่งเสริมทักษะการทำวิจัยและพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการประเมินผล ตลอดจนเปิดโอกาสให้ครูได้เรียนรู้และพัฒนาทักษะการทำโครงการไปพร้อม ๆ กับนักเรียน

2.2 ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายโครงการวิทยาศาสตร์ โดยมีใจความสำคัญร่วมกันพอที่จะสรุปได้ว่า โครงการวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Helm; & Katz. 2001) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า ลงมือปฏิบัติ ซึ่งนักเรียนจะได้สืบเสาะ ค้นคว้าในเรื่องที่สนใจอย่างลุ่มลึก จนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง (Encyclopedia Education. n.d.: Online; Nova Scotia. 2013: 3; ลัดดา ภูเกียรติ. 2544: 27; สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. 2542:18) โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์(Krajcik, Czerniak; & Berger. 2002; วิมลศรี

สุวรรณรัตน์; และ มาฆะ ทิพย์คีรี. 2544: 5) อันประกอบด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (พิมพันธ์ เตชะคุปต์. 2545: 78) รวมถึงการทำงานร่วมกัน (Krajcik, Czerniak; & Berger. 2002; Nova Scotia. 2013: 3) ซึ่งนักเรียนจะมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยเริ่มจากการเลือกเรื่องหรือหัวข้อที่จะศึกษา วางแผน การศึกษาค้นคว้า เก็บรวบรวมข้อมูล ดำเนินการทดลองหรือประดิษฐ์คิดค้น รวมทั้งการแปลผล จนได้ข้อสรุปหรือผลการศึกษา หรือคำตอบเกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ แล้วจึงนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้า ด้วยตนเองโดยมีครูหรือผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้คอยกระตุ้นแนะนำและให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด (พิมพันธ์ เตชะคุปต์, พเยาว์ ยินดีสุข; และ ราชชน มีศรี. 2553: 25) ทั้งนี้การทำโครงการวิทยาศาสตร์นั้นสามารถทำได้ทุกระดับชั้น อาจทำเป็นรายบุคคลหรือเป็นทีม (Nova Scotia. 2013: 3) จะกระทำในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้ ซึ่งสอดคล้องกับหน่วยงานทางการศึกษาอย่างสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2540: 2) ที่กล่าวถึง โครงการวิทยาศาสตร์ว่าเป็นกิจกรรมที่ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาค้นคว้าเพื่อตอบปัญหาที่สงสัย โดยนักเรียนเป็นผู้ริเริ่มและเลือกเรื่องที่จะศึกษาค้นคว้า วางแผนในการศึกษาค้นคว้า เก็บรวบรวมข้อมูล ดำเนินการทดลองหรือประดิษฐ์คิดค้น รวมทั้งการแปลผล สรุปผล และเสนอผลการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองตามความสนใจและระดับความรู้ความสามารถ โดยมีครูอาจารย์หรือผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ให้คำปรึกษา

2.3 ประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์

การเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าในเรื่องที่ตนเองสนใจอยากรู้ หรือหาคำตอบในสิ่งที่สงสัยด้วยการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ ธีระชัย ปุณณโชติ (2531: 5-9) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2540: 3) และลัดดา ภูเกียรติ (2544: 35-121) ได้แบ่งโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ประเภท ดังนี้

1. โครงการประเภทการสำรวจ (Survey Research Project) เป็นโครงการที่ทำการศึกษารวบรวมข้อมูลจากธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ตามความสนใจของนักเรียน หรือทำการเก็บรวบรวมวัสดุตัวอย่างมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการหรือจำลองธรรมชาติขึ้นในห้องปฏิบัติการ แล้วสังเกตและศึกษารวบรวมข้อมูลต่าง ๆ แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาจำแนกเป็นหมวดหมู่และนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้เห็นลักษณะหรือความสัมพันธ์ในเรื่องที่ต้องการศึกษาได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น เช่น การสำรวจจำนวนต้นไม้ในโรงเรียน การสำรวจความต้องการของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้น้ำ การสำรวจชนิดของขนมไทยที่เด็กๆ ชอบรับประทาน การศึกษาพฤติกรรมของมดแดงที่เลี้ยงในขวดแก้ว การสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เกี่ยวกับการใช้น้ำอย่าง

ประหยัด การศึกษาอัตราเร็วลมในท้องถิ่นต่างๆ การศึกษาพฤติกรรมการใช้วัสดุทำรังของนก

2. โครงการประเภทการทดลอง (Experimental Research Project) เป็นโครงการที่ต้องทำการทดลอง เพื่อต้องการที่จะศึกษาผลของตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งที่มีผลต่อตัวแปรอีกตัวแปรหนึ่ง โดยที่ในทางทฤษฎีแล้วอาจมีตัวแปรหลายๆ ตัวแปรที่มีผลต่อตัวแปรที่จะศึกษาก็ได้ แต่ในการทดลองนั้นผู้ที่ทำการศึกษจะต้องเลือกศึกษาเพียงตัวแปรเดียวเสียก่อน และจะต้องกำหนดให้ตัวแปรอื่นๆ ที่อาจมีผลต่อการศึกษานั้นๆ เป็นตัวแปรที่จะต้องควบคุมให้หมดทุกตัว เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการแทรกซ้อนของตัวแปรซึ่งอาจจะทำให้ผลของการศึกษานั้นคลาดเคลื่อนได้ ดังเช่นสถานการณ์ต่อไปนี้เป็น "น้ำตาลทรายจะละลายน้ำได้ดี ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำ ปริมาณน้ำตาลทราย ปริมาณน้ำ และเวลาที่ใช้ในการทำให้น้ำตาลทรายละลาย" จากสถานการณ์ดังกล่าว สิ่งที่เป็นสาเหตุหรือมีผลต่อการละลายของน้ำตาลทราย คือ อุณหภูมิของน้ำ ปริมาณน้ำตาลทราย ปริมาณน้ำ หรือเวลาที่ใช้ในการทำให้น้ำตาลทรายละลาย ซึ่งทั้งหมดที่กล่าวมานั้นล้วนแต่เป็นสาเหตุหรือตัวแปรต้นที่ทำให้ให้น้ำตาลทรายละลายได้ในน้ำ แต่ในการทดลองจะเลือกมาเพียงสาเหตุเดียวก่อน เช่น อุณหภูมิของน้ำจะมีผลต่อการละลายของน้ำตาลทรายอย่างไร การละลายของน้ำตาลทรายก็คือตัวแปรตามนั่นเอง ดังนั้นผู้ทำการทดลองต้องควบคุมตัวแปรเหตุอื่นๆ ให้หมด ซึ่งถ้าควบคุมไม่หมดแล้วอาจจะส่งผลทำให้การทดลองคลาดเคลื่อนได้ จากนั้นจึงดำเนินการออกแบบการทดลองและลงมือทดลองเพื่อพิสูจน์ปัญหาดังกล่าว เมื่อทราบแล้วว่าอุณหภูมิของน้ำมีผลต่อการละลายของน้ำตาลทราย ก็อาจจะทำโครงการนั้นต่อไปอีกโดยการเลือกศึกษาตัวแปรต้นตัวอื่นๆ ที่คาดว่าจะมีผลต่อการละลายของน้ำตาลทรายจนครบทุกตัวแปรก็ได้ ซึ่งจะทำให้ผลของการศึกษาชัดเจนและครอบคลุมมากยิ่งขึ้น ขั้นตอนในการทำโครงการประเภทนี้ประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การตั้งจุดมุ่งหมายของการศึกษา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การดำเนินการทดลอง การเก็บรวบรวมข้อมูล การบันทึกผลการทดลอง การแปลผลและสรุปผลการทดลอง

3. โครงการประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์ (Developmental Research Project or Invention) เป็นโครงการประเภทพัฒนาหรือประดิษฐ์เครื่องมือ เครื่องใช้ หรืออุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาใช้ประโยชน์ในการทำงานโดยอาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์ อาจเป็นสิ่งที่คิดขึ้นมาใหม่ทั้งหมด หรือเป็นการดัดแปลงจากของที่มีอยู่แล้วเพื่อปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพดีกว่าเดิม หรือสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายแนวความคิดบางอย่างในการแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่ง เช่น โครงการสร้างแบบจำลองบ้านที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ โครงการออกแบบกล่องใส่ขนมให้ได้ปริมาณมากที่สุด โครงการสร้างเครื่องมือดูดควันจากห้องครัว

4. โครงการประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย (Theoretical Research Project) เป็นโครงการที่นำเสนอแนวคิดหรือทฤษฎีใหม่ๆ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของสมการ สูตร หรือคำอธิบาย โดยตั้งข้อตั้งหรือกติกาขึ้นมาเองแล้วเสนอหลักการหรือแนวคิด หรือทฤษฎีตามกติกาหรือข้อตั้งนั้นๆ หรือเป็นการขยายทฤษฎีในรูปแบบใหม่ที่ยังไม่มีผู้ใดคิดมาก่อน การทำโครงการประเภทนี้ ผู้ทำจะต้องเป็นผู้ที่มีพื้นฐานความรู้ในเรื่องนั้นๆ เป็นอย่างดีต้องศึกษาเรื่องราวที่เกี่ยวข้องอย่างมากมาย จึงจะสามารถสร้างคำอธิบายหรือทฤษฎีนั้นได้อย่างดี และมักจะเป็นโครงการทางคณิตศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์มากกว่า เช่น การกำเนิดแผ่นดินไหวในประเทศไทย การอธิบายเรื่องราวการดำเนินชีวิตในอวกาศของมนุษย์ ทฤษฎีจำนวนและตัวเลข

2.4 หลักการและขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์

หลักการของโครงการวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544) กล่าวว่า โครงการวิทยาศาสตร์ถือเป็นงานวิจัยในระดับนักเรียน เพราะเป็นการศึกษาเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสนใจโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางในการศึกษา และแก้ปัญหา มีการวางแผนที่จะศึกษาภายในขอบเขตของระดับความรู้ ระยะเวลาและอุปกรณ์ที่มีอยู่ และลงมือศึกษา สืบสวนทดลอง เพื่อรวบรวมข้อมูลแล้วนำมาประมวลผล จนได้ข้อสรุปออกมาเป็นผลงานที่มีความสมบูรณ์ในตัวเอง โครงการวิทยาศาสตร์จึงเป็นกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ ฝึกฝนการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา รวมทั้งการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ กิจกรรมที่จัดว่าเป็นโครงการวิทยาศาสตร์ควรมีหลักการต่อไปนี้

1. โครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
2. นักเรียนเป็นผู้ริเริ่มและเรื่องที่จะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองตามความสนใจและระดับความรู้ ความสามารถ
3. โครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่มีการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ช่วยในการศึกษาค้นคว้าเพื่อตอบปัญหาที่สงสัย
4. นักเรียนเป็นผู้วางแผนในการศึกษาค้นคว้า ตลอดจนดำเนินการปฏิบัติทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล หรือประดิษฐ์คิดค้น รวมทั้งการแปลผล สรุปผล และเสนอผลการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองโดยมีครู อาจารย์ หรือผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้คำปรึกษา

ในส่วนของบราว และ คัมพีโอนี่ (Aulls W. Mark; & Shore Bruce. 2008: 176 citing Brown; & Campione. 1998) เน้นว่าครูต้องมีความเข้าใจหลักการของการเรียนการสอนโครงการ ภายใต้ "สังคมของผู้เรียน (Community of Learners)" ซึ่งประกอบด้วย

1. การเรียนรู้เป็นการกระบวนการที่กระตือรือร้นและตื่นตัว (Active)

2. นักเรียนมีระดับการพัฒนาที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นการที่จะทำให้นักเรียนเหล่านั้นสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองด้วยกระบวนการสืบสอบจึงต้องมีผู้เชี่ยวชาญคอยให้คำแนะนำ

3. นักเรียนมีความหลากหลายทั้งด้านประสบการณ์ ความสามารถพิเศษ และความสนใจ

4. การยอมรับฟังและยอมรับกันระหว่างสมาชิกในกลุ่ม

5. โครงสร้างการทำงานภายในกลุ่มมีความสำคัญต่อการมีส่วนร่วมของสมาชิก

6. การเรียนรู้แบบร่วมมือ และการพึ่งพาอาศัยกัน ทำให้เกิดการทำงานร่วมกัน

7. การใช้เนื้อหาที่เป็นนามธรรมเป็นการยุ่งยากต่อระดับการพัฒนาของนักเรียน

กล่าวโดยสรุป หลักการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่ควรคำนึงถึงก็คือ โครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่นักเรียนเป็นผู้ลงมือศึกษาค้นคว้าและสร้างสรรค์ผลงานจากปัญหา ข้อสงสัย หรือความสนใจของตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะต้องวางแผนศึกษาค้นคว้า และปฏิบัติการทดลองหรือสร้างสรรค์ผลงาน เก็บรวบรวมข้อมูล สรุปและนำเสนอผลการศึกษาด้วยตนเอง โดยมีครูหรือผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้คำปรึกษา ทั้งนี้ครูที่ปรึกษาโครงการต้องรู้จักเด็กเป็นรายบุคคล รู้ว่าเด็กแต่ละคนมีความสามารถและความสนใจแตกต่างกัน ควรจัดให้มีบรรยากาศของการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและการทำงานร่วมกัน

ขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้โครงการวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่เน้นความสำคัญซึ่งนักเรียนหรือกลุ่มนักเรียนจะต้องคิดและเลือกเรื่องที่สนใจศึกษา และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ตั้งแต่การวางแผนการทำงาน ค้นคว้าหาข้อมูลเพื่อนำมาประกอบการทำงาน จนสำเร็จเป็นผลงานตามแผนหรือวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้ โนวา สโกเทีย (Nova Scotia, 2013: 3) ซึ่งเป็นหน่วยงานทางการศึกษาแห่งหนึ่งในประเทศแคนาดา ได้กล่าวถึงองค์ประกอบพื้นฐานของกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ว่าประกอบด้วย

1. การระบุปัญหา (A Focus Question or Driving Question) ซึ่งเป็นส่วนสำคัญและเป็นสิ่งที่ยากที่สุดในกระบวนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ เมื่อนักเรียนระบุปัญหาได้อย่างชัดเจนก็จะเป็นแนวทางในการออกแบบการทดลอง

2. การสืบสอบ (Investigation) กระบวนการสืบสอบในโครงการวิทยาศาสตร์นั้นต้องอาศัยการระบุปัญหาซึ่งจะนำไปสู่กระบวนการแก้ปัญหา มีการออกแบบการทดลอง ถึงรวมการเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล การลงความคิดเห็น การอภิปรายและเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน การมีปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่ม การลงข้อสรุป การและตรวจสอบปัญหาที่ระบุไว้

3. การสร้างสรรค์ผลงาน (Artifacts) นักเรียนลงมือปฏิบัติเพื่อจะสร้างสรรค์ผลงาน พร้อมทั้งรายงานผลการทำโครงการ/การสืบสอบ ที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาที่ระบุไว้

4. การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม (Collaboration) การทำโครงการวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ให้ความร่วมมือซึ่งกันและกัน แบ่งปันข้อมูล ร่วมกันอภิปราย ซักถามเพื่อให้ได้แนวทางในการทำโครงการ และการพัฒนาต่อยอด

5. การใช้เทคโนโลยีและการสื่อสารโทรคมนาคม (Technology and Telecommunication) เทคโนโลยีสมัยใหม่ได้ขยายขอบเขตของความสามารถในการสืบสอบทาง วิทยาศาสตร์ได้อย่างหลากหลายวิธี นักเรียนสามารถเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการได้จำนวนมาก และ แบ่งปันข้อมูลได้อย่างทั่วถึงรอบโลก

บุญเลี้ยง ทุมทอง (2550: 88) กล่าวถึงขั้นตอนการทำโครงการว่า เป็นกิจกรรม ที่ต่อเนื่องกันไปตั้งแต่การคิดเรื่องที่จะทำจนจบกระบวนการ ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานนี้

1. กำหนดปัญหา หรือหัวข้อที่ต้องการศึกษา ซึ่งควรศึกษาสิ่งใกล้ตัวก่อนเพื่อให้เกิดความคุ้นเคย
2. กำหนดตัวแปร(ถ้ามี) ตัวแปรที่ต้องการศึกษาเป็นตัวแปรต้น ผลที่ตามมาเป็นตัวแปรตาม ตัวแปรที่ต้องควบคุมเพื่อให้ข้อมูลน่าเชื่อถือเป็นตัวแปรควบคุม
3. ออกแบบการทดลอง วางแผนการทำโครงการ รวมทั้งการเขียนเค้าโครงของโครงการ เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างรัดกุม รอบคอบ
4. ดำเนินการทดลอง โดยลงมือปฏิบัติตามวิธีการทดลอง หรือไปสำรวจ ตามที่ออกแบบไว้ ด้วยความละเอียด รอบคอบ ประหยัด และปลอดภัย
5. สรุปและอภิปรายผล โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาประเมินจัดเตรียม และเขียนรายงาน ซึ่งควรใช้ภาษาที่อ่านง่าย ชัดเจน ครอบคลุมประเด็นสำคัญทั้งหมดของโครงการ
6. นำเสนอผลการศึกษาในรูปรายงาน หรือจัดป้ายนิเทศแสดงสิ่งที่ศึกษา หรือ รายงานด้วยวาจา

สุวิทย์ วรรณศรี (2548: 44) ได้กล่าวถึงขั้นตอนที่สำคัญของการทำโครงการ วิทยาศาสตร์ต้องเริ่มด้วย

1. การคิดหัวข้อเรื่อง
2. การศึกษาเอกสาร
3. การเขียนเค้าโครง เพื่อแสดงแนวความคิดและขั้นตอนของการทำโครงการนั้น ประกอบด้วย ชื่อโครงการ ชื่อผู้ทำโครงการ ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่มาและความสำคัญ

ของโครงการ จุดมุ่งหมาย สมมติฐาน(อาจจะไม่มีหรือไม่มีก็ได้) วิธีดำเนินการ ประโยชน์หรือผลที่คาดว่าจะได้รับ และเอกสารอ้างอิง

4. การลงมือปฏิบัติ

5. การเขียนรายงานและการแสดงผลงาน

พิมพันธ์ เตชะคุปต์, พเยาว์ ยินดีสุข; และราเชน มีศรี (2553: 26) กล่าวว่าขั้นตอนการดำเนินการทำโครงการเพื่อหาคำตอบของปัญหา ก็คือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแต่ละขั้นตอนเปิดโอกาสให้นักเรียนใช้ทักษะการคิดต่างๆ มาประกอบเพื่อให้สามารถปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนได้ซึ่งเป็นการช่วยพัฒนาการคิดของนักเรียน ดังนี้

1. การระบุปัญหา : สังเกต สรุปอ้างอิง แยกแยะ เปรียบเทียบ วิเคราะห์
สื่อสาร และกำหนดปัญหาเพื่อหาคำตอบ

2. ออกแบบและรวบรวมข้อมูล : ตั้งสมมติฐาน คิดเชิงเหตุผล การพิสูจน์
สมมติฐาน การระบุตัวแปร การนิยามเชิงปฏิบัติการ การวางแผนเพื่อเก็บข้อมูล การสร้างเครื่องมือ
และการวางแผนวิเคราะห์ข้อมูล

3. ปฏิบัติการรวบรวมข้อมูล : การสังเกต การสัมภาษณ์ การสอบถาม การวัด
การใช้อุปกรณ์และเครื่องมือ การใช้ตัวเลข การบันทึกผล

4. วิเคราะห์ผลและสื่อความหมายข้อมูล : การสังเกต การแยกแยะ การจัดกลุ่ม
การจำแนกประเภท การเรียงลำดับ การจัดระบบ การใช้ตัวเลข รวมทั้งการสื่อความหมายข้อมูลแบบ
ต่างๆ เช่น กราฟ ภาพ เป็นต้น

5. สรุปผล : การแปลผลข้อมูล การอุปนัย การนิรนัย การสรุปผลจากข้อมูล
ลัดดา ภูเกียรติ (2552: 71-72) ได้เสนอแนวการสอนแบบโครงการที่สามารถนำไป
ปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1. การหาหัวข้อและการเลือกหัวข้อ / เรื่อง / ปัญหา / ประเด็นของ
โครงการ

ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนในการทำโครงการ ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญที่ประกอบด้วย

2.1 การกำหนดจุดมุ่งหมาย

2.2 การคาดคะเนคำตอบ(เฉพาะบางโครงการ)

2.3 การกำหนดวิธีการศึกษา

ขั้นตอนที่ 3 การลงมือปฏิบัติตามแผน เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนต้องปฏิบัติตามแผน
ที่วางไว้ และลงมือทำ บันทึกผลการศึกษา พร้อมทั้งรายงานผลที่ได้จากการศึกษา

ขั้นตอนที่ 4 เป็นการประเมินผลการทำงาน ตั้งแต่เริ่มต้นทำ ระหว่างทำ และเมื่อทำเสร็จแล้ว

จากการขั้นตอนการทำงานข้างต้น ถึงแม้ว่ารายละเอียดปลีกย่อยของแต่ละขั้นตอนในการทำงานแตกต่างกันไปบ้าง แต่กระบวนการและสาระจะเหมือนๆ กัน และในทุกขั้นตอนขณะที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องทำงานร่วมกัน ให้ความร่วมมือช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น รวมถึงการใช้เทคโนโลยีและการสื่อสารโทรคมนาคมเพื่อขยายขอบเขตความสามารถในการทำงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถสรุปขั้นตอนในการทำงานวิทยาศาสตร์เป็น 4 ขั้น คือ

1. การระบุปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องเลือกเรื่องที่จะทำ โดยเลือกจากเรื่องที่น่าสนใจศึกษาเพื่อแก้ปัญหาที่ตนเองประสบในชีวิตประจำวัน หรือเป็นเรื่องที่นักเรียนสนใจจากเหตุการณ์ปัจจุบัน หรือจากบทเรียน จากชุมชน หรือการกระตุ้นของครู
 2. ออกแบบและรวบรวมข้อมูล เป็นขั้นตอนที่นักเรียนร่วมกันออกแบบวางแผนการทำงาน/รวบรวมข้อมูล กำหนดจุดมุ่งหมาย ตั้งสมมติฐาน(ถ้ามี) ระบุตัวแปร และกำหนดวิธีการศึกษา
 3. ปฏิบัติการทดลองหรือการสำรวจ เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ พร้อมทั้งบันทึกผลการศึกษา ด้วยความละเอียด รอบคอบ
 4. สรุปและประเมินผล เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากลงมือปฏิบัติ มาสรุปและทบทวนและประเมินในสิ่งที่ได้เรียนรู้มา พร้อมทั้งเขียนรายงานและนำเสนอผลการศึกษา
- ทั้งนี้บาร์อน (Baron. 2010. n.d.: Online) ได้เสนอหลักที่ควรคำนึงถึงในการจัดทำโครงการให้ประสบความสำเร็จภายในเวลาและสื่อการเรียนรู้ที่มีอยู่ โดยเริ่มต้นวางแผนโครงการต้องกำหนดจุดมุ่งหมาย และทักษะที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียนจากมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งการวางแผนนี้ช่วยให้ครูมองเห็นสื่อการเรียนรู้ รวมถึงปราชญ์ชาวบ้านที่ต้องใช้ หลังจากนั้นจึงนำมาวางแผนกำหนดหัวเรื่อง (Topic) ให้ครอบคลุมมาตรฐานที่สอดคล้องกับท้องถิ่นโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนได้ทำโครงการผ่านกระบวนการวิจัยเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ทั้งนี้หัวเรื่องที่กำหนดขึ้นต้องไม่ยากจนเกินไปและอยู่ในความสนใจของนักเรียน โดยที่ครูและนักเรียนร่วมกันวางแผนด้านเวลาให้ชัดเจนก่อนเริ่มทำกิจกรรม นอกจากนั้นแล้วควรมีการวางแผนการจัดกิจกรรมในภาพรวม โดยครูอาจเริ่มต้นโครงการด้วยสิ่งที่ดึงดูดความสนใจของนักเรียน เช่น การเชิญวิทยากรที่มีประสบการณ์มาพูดให้นักเรียนฟัง การจัดทัศนศึกษา การดูวิดีโอทัศน์ เน้นการมีส่วนร่วมของนักเรียนในทุกขั้นตอน มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ และการนำเสนอผลงานของนักเรียนให้เกิดความประทับใจ ตลอดจนการประเมินผลที่ชัดเจน โดยเชิญผู้ปกครองหรือบุคลากรที่มีความรู้ในท้องถิ่นเข้าร่วมในกระบวนการจัดทำโครงการ

2.5 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์

โครงการวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญอย่างแท้จริง เพราะนักเรียนเป็นผู้ที่สร้างความรู้ด้วยตนเอง (ลัดดา ภูเกียรติ. 2544: 28) ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนต้องขอความร่วมมือและอาศัยคำแนะนำปรึกษา การช่วยเหลือจากครู โดยเฉพาะครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งนอกจากให้ความคำแนะนำปรึกษาแล้วยังมีส่วนช่วยกระตุ้นความสนใจ และเสริมกำลังใจให้นักเรียนในระหว่างที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531: 39-43) และมาฆะ ทิพย์ศิริ (2547: 20-21) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ ที่สอดคล้องกัน ดังนี้

ระยะเริ่มต้น ระยะนี้นักเรียนต้องเลือกหัวข้อหรือปัญหา ซึ่งเป็นเรื่องที่ยากที่สุดในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ เนื่องจากต้องมีความเหมาะสมกับระดับความรู้ของนักเรียนและมีแนวทางที่จะหาคำตอบได้ ดังนั้นบทบาทของครูที่ปรึกษาอาจทำได้ดังนี้

1. กระตุ้นหรือเร้าความสนใจ เพื่อให้นักเรียนเกิดข้อสงสัยหรือประเด็นปัญหาอันจะนำไปสู่หัวข้อเรื่องและวิธีทำโครงการ
2. จัดบรรยากาศการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนสำรวจความสนใจและศึกษาเพิ่มเติม เช่น เอกสาร แหล่งค้นคว้า การศึกษานอกสถานที่ การสนทนาพูดคุยกับภูมิปัญญาในท้องถิ่น
3. ช่วยแนะนำในการวางเค้าโครงย่อ และการวางแผนการทำงาน เช่น การเขียนจุดมุ่งหมาย การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การออกแบบการทดลอง ซึ่งควรมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันระหว่างครูที่ปรึกษากับนักเรียน

ระยะที่นักเรียนทำโครงการวิทยาศาสตร์ เมื่อตรวจแก้เค้าโครงย่อของโครงการวิทยาศาสตร์แล้ว ครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ ควรปฏิบัติดังนี้

1. ชี้แจงการใช้ห้องปฏิบัติการ การใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ สารเคมี รวมถึงความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ
2. ติดตามความก้าวหน้าของนักเรียน โดยดูจากแผนการทำงานและควรฝึกให้นักเรียนหาสมุดเฉพาะสำหรับจดบันทึกข้อมูลประจำวันไว้
3. ให้ความช่วยเหลือทางด้านวิชาการและปฏิบัติการ เมื่อนักเรียนมีปัญหาซึ่งบางครั้งอาจจะต้องติดต่อขอความช่วยเหลือจากอาจารย์มหาวิทยาลัย หรือผู้ทรงคุณวุฒิจากหน่วยงานอื่น
4. จัดให้นักเรียนพบปะและรวมกลุ่ม แลกเปลี่ยนความคิดเห็น โดยมีครูที่ปรึกษารวมอยู่ด้วย ซึ่งจะช่วยแก้ปัญหาซึ่งกันและกัน

5. ให้กำลังใจนักเรียนมิให้ท้อถอย เมื่อผลการทดลองไม่เป็นไปตามที่คาดหมาย ซึ่งอาจต้องมีการตั้งต้นใหม่ หรือทำซ้ำ ควรกระตุ้นให้นักเรียนทำโครงการจนสำเร็จครบทุกขั้นตอน
ระยะสิ้นสุดการทำโครงการ เมื่อนักเรียนทำการทดลองเพื่อรวบรวมข้อมูลซ้ำหลาย ๆ ครั้งก่อนที่จะแปลผลและลงข้อสรุป แล้วจึงเขียนรายงาน ฉะนั้นในช่วงนี้ครูที่ปรึกษาโครงการอาจให้ข้อเสนอแนะช่วยเหลือ ดังนี้

1. จัดเวลาให้นักเรียนได้พบ เพื่อเสนอผลการทดลองก่อนที่จะเขียนรายงาน
2. ตรวจสอบขั้นตอนการเขียนรายงาน เพื่อให้เป็นไปตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และการใช้ภาษาเพื่อสื่อความหมาย

3. การติดตามผล ครูที่ปรึกษาอาจส่งเสริมโครงการที่น่าสนใจเป็นพิเศษโดยให้นักเรียนทำต่อ เพื่อเพิ่มพูนทักษะในการค้นคว้าต่อไปหรือโครงการที่ยังไม่สมบูรณ์ก็ควรนำมาปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมให้เสร็จ

4. ควรมีการรวบรวมรายชื่อโครงการของนักเรียนในแต่ละปีไว้ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการทำโครงการต่อไป

สำหรับสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2555: 82-83) ได้กล่าวถึงการแสดงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงการว่า ครูมีหน้าที่เป็นผู้มีความรู้ (Know) ซึ่งหมายถึง ตรวจสอบความรู้เดิม ให้ข้อมูลพื้นฐาน ให้ข้อมูลเสริมและสอนเพิ่มเติม เป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) หมายถึง ทำหน้าที่อำนวยความสะดวก ส่งเสริมสนับสนุน ทำให้ง่าย เป็นผู้จัดบริบทการเรียนรู้ (Context) หมายถึง ทำหน้าที่จัดหา จัดเตรียมแหล่งเรียนรู้ เครื่องมือการเรียนรู้ และสถานที่เรียนรู้ทั้งในชั้นเรียนและนอกชั้นเรียน และเป็นผู้ประเมิน (Assessor) หมายถึง มีการประเมินหลายมิติ และใช้วิธีประเมินที่หลากหลาย และติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียน

ในส่วนของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ก็ต้องปรับเปลี่ยนบทบาทจากการเป็นผู้รับ ทำตาม จดจำ และทำแบบฝึกหัด มาเป็นผู้รู้จักซักถามเมื่อไม่เข้าใจ กล่าวพูดกล้าแสดงความคิดเห็น ให้ความร่วมมือและยอมรับคำแนะนำ ความช่วยเหลือจากเพื่อน ซึ่งสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2555: 81-82) ได้กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยโครงการผ่านกระบวนการวางแผน (Plan) โดยเริ่มตั้งแต่กำหนดเป้าหมาย ออกแบบและวางแผนสร้างชิ้นงาน สร้าง (Create) หมายถึง การเลือกใช้เครื่องมือปฏิบัติตามแผน และสร้างชิ้นงานรวมถึงการคิดแก้ปัญหาด้วย ไตร่ตรอง (Reflect) มีการนำเสนอความก้าวหน้าของการสร้างชิ้นงาน นำความคิดเห็นและข้อเสนอแนะมาปรับปรุงชิ้นงาน และแบ่งปัน (Publish) หมายถึง การนำเสนอชิ้นงานที่เสร็จแล้ว แบ่งปันเผยแพร่และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ อีกทั้ง ริชาร์ดสัน (สธน เสนาสวัสดิ์, 2549: 6; อ้างอิงจาก Richardson) ได้กล่าวถึงบทบาทนักเรียนที่สำคัญ 4 ประการ

คือ 1) การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน นักเรียนได้แสดงความรู้สึกรู้สึก การพูดคุยแลกเปลี่ยนประสบการณ์ทั้งระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และนักเรียนกับครู แต่ละคนได้มีโอกาสสนทนากัน
2) การทำงานร่วมกับผู้อื่น การปฏิบัติตนตามหน้าที่และมีปฏิสัมพันธ์กัน ใช้วิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เลือกทางเลือกที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ลงมือปฏิบัติร่วมกัน 3) มีความรับผิดชอบเพราะทุกคนต้องแสดงผลงานหรือชิ้นงานที่สำเร็จเรียบร้อยและสมบูรณ์ 4) กล้าแสดงออก กล้าพูด กล้าคิด กล้าเขียน กล้านำเสนอและอภิปราย

2.6 สิ่งที่นักเรียนจะได้เรียนรู้จากการทำโครงการวิทยาศาสตร์

โครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมการเรียนการสอน ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนอกจากนักเรียนจะได้เรียนรู้หลักการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ยังทำให้เกิดการเรียนรู้ในด้านอื่นๆ ดังคำกล่าวของของธีระชัย ปุณฺณโชติ (2531: 4-6) และ ภาพ เลหาไพบูลย์ (2542: 309-310) ที่มีความเห็นสอดคล้องกัน ดังนี้

1. ความรู้ในเนื้อหา นักเรียนจะได้รับความรู้ในเนื้อหาวิชา ซึ่งเป็นผลมาจากการศึกษาค้นคว้าในการทำโครงการ
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในการแสวงหาความรู้ นักเรียนจะได้ฝึกใช้ทักษะต่าง ๆ เช่น การสังเกต การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร การวัด การรวบรวมข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล และการแปลความหมายข้อมูล การสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยการเขียนรายงานโครงการ เป็นต้น
3. ความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหา การที่นักเรียนได้ลงมือทำโครงการวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองหลาย ๆ ครั้ง โดยมีครูเป็นเพียงที่ปรึกษาและแนะนำ นักจิตวิทยาเชื่อว่า นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ในกระบวนการดังกล่าว และการถ่ายโยงการเรียนรู้ของกระบวนการแก้ปัญหาไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่นๆ หรือแสวงหาคำตอบของปัญหาที่สงสัย
4. เจตคติ การที่นักเรียนได้มีโอกาสเลือกเรื่องที่สนใจจะศึกษา ลงมือค้นคว้า และค้นพบคำตอบด้วยตนเอง จะทำให้นักเรียนเกิดความชอบมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์
5. นักเรียนได้รับการส่งเสริมให้มีการคิดอย่างอิสระ การคิดอย่างพินิจพิเคราะห์ มีความเชื่อมั่นในตนเอง เป็นการช่วยพัฒนานักเรียนแต่ละคนให้ถึงจุดสูงสุด

3. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์

3.1 ทฤษฎีสรคณิยม

ทฤษฎีสรคณิยม(Constructivism) มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของ เพียเจต์ (Piaget) และ ไวกอตสกี (Vygotsky) ที่มีความเชื่อว่า นักเรียนสามารถสร้างความรู้

ใหม่ได้ด้วยตนเอง ด้วยการปฏิบัติหรือลงมือทำ มีการจัดกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่ที่
ได้รับด้วยความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่เดิม

เพียเจต์ (ทิสนา แชมมณี. 2553: 90-91; อ้างอิงจาก Piaget. 1972: 1-12) กล่าวว่า
การที่คนเรามีการปะทะสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่องจะช่วยพัฒนาระดับสติปัญญาและ
ความคิด และพัฒนาการทางเซาว์ปัญญาของบุคคลจะมีการปรับตัวผ่านกระบวนการซึมซับ
(Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา(Accommodation) โดยที่โครงสร้างทาง
ปัญญา หมายถึง ลำดับขั้นตอนของมโนทัศน์ ทักษะ หรือการเรียนรู้ที่ช่วยให้เราเข้าใจข้อมูลหรือ
สถานการณ์ต่างๆ และเมื่อนักเรียนเรียนรู้เรื่องใหม่ ครูควรนำโครงสร้างทางปัญญาเดิมมาใช้ให้เป็น
ประโยชน์ ทั้งนี้การพัฒนาจะเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซับข้อมูล หรือประสบการณ์ใหม่เข้าไป
สัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม จะเกิดการถ่ายโอน (Transfer) ความรู้ หาก
ข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่ไม่มีความใกล้เคียงหรือสัมพันธ์กับความรู้เดิม จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น
(Disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในสมดุล (Equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับ
โครงสร้างทางปัญญา เช่น นักเรียนมีความรู้เดิมอยู่ว่าการปลูกผักต้องใช้ดิน เพราะในดินมีธาตุ
อาหารที่จำเป็นและให้รากยึดเกาะเพื่อพุงลำต้นให้ตรง เมื่อนักเรียนได้รับความรู้ใหม่ว่า เราสามารถ
ปลูกผักในน้ำโดยไม่ต้องใช้ดินก็ได้ ถ้าเราใส่ธาตุอาหารพืชของลงในน้ำ และมีอุปกรณ์ช่วยให้พืชตั้ง
ลำต้นให้ตรง กระบวนการปรับสภาวะนี้ คือ การปรับความเข้าใจว่า ผักไม่จำเป็นต้องดูดธาตุอาหาร
จากดิน และมีสิ่งอื่นช่วยพุงลำต้นของผักได้ ผักชนิดเดียวกันสามารถเจริญเติบโตได้ในน้ำ (ชนาธิป
พรกุล. 2554: 74-75)

ส่วนไวทสกี้ (ทิสนา แชมมณี. 2553: 91-92; อ้างอิงจาก Vygotsky. 1978: 84-91)
จะเน้นที่ความสำคัญของวัฒนธรรมและสังคมที่มนุษย์จะได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ
และสิ่งแวดล้อมทางสังคมและวัฒนธรรมนั้นๆ โดยเน้นความสำคัญของความแตกต่างระหว่างบุคคล
และการให้ความช่วยเหลือนักเรียน เพื่อให้เกิดก้าวหน้าจากระดับพัฒนาการที่เป็นอยู่ไปถึงระดับ
พัฒนาการที่เด็กมีศักยภาพจะไปถึงได้จึงได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับ Zone of Proximal Development
นั่นก็คือ เด็กทุกคนมีระดับพัฒนาการทางสติปัญญาที่ตนเป็นอยู่ และสามารถที่พัฒนาศักยภาพทาง
สติปัญญาให้สูงขึ้นได้ ขึ้นอยู่กับช่วงห่างระหว่างระดับสติปัญญาที่เป็นอยู่ในปัจจุบันกับระดับ
สติปัญญาที่จะไปให้ถึง ซึ่งช่วงห่างนี้จะมีความแตกต่างกันในแต่ละบุคคล แนวคิดนี้ ส่งผลให้เกิดการ
เปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับการสอนที่เคยมีลักษณะที่อยู่ในแนวเดียวกัน (Linear) เปลี่ยนแปลงไป
เป็นลักษณะที่เหลื่อมกัน โดยการสอนจะต้องนำหน้าระดับพัฒนาการเสมอ

นักทฤษฎีคนสำคัญอีกคนหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อความเคลื่อนไหวของแนวคิด สรรคินิยม คือ ออซูเบล (Ausubel) มีความเห็นว่า โครงสร้างส่วนบุคคลเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดของการศึกษา สิ่งที่สำคัญที่สุดที่ครูจะต้องรู้ในระยะเริ่มแรกของการสอน คือ เด็กควรจะรู้อะไรบ้าง เพื่อที่ครูจะได้วางแผนการสอนโดยใช้ความรู้เดิมและกลวิธีการเรียนรู้เดิมของเด็กเป็นจุดเริ่มต้น (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2555: 83)

หลักการของทฤษฎีสรรคินิยม

อโบรสกาโต (สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. 2543: 51-52; อ้างอิงจาก Abroscato. 1996) ได้สรุปหลักการของทฤษฎีสรรคินิยมไว้ 3 ประการ ดังนี้

1. คนเราจะไม่รู้อย่างแท้จริงว่า โลกเป็นอย่างไร แต่ละคนจะสร้างความเชื่อเกี่ยวกับโลกหรือสิ่งต่างๆ ขึ้น จนเชื่อว่ามันคือความจริง (Reality)
2. คนเรามีความเชื่อเกี่ยวกับสิ่งหนึ่งสิ่งใดอยู่แล้ว หากได้รับข้อมูลหรือสถานการณ์เพิ่มเติม เขาอาจเปลี่ยนแปลงความเชื่อที่มีอยู่เดิมได้
3. คนเราสร้างความจริงบนพื้นฐานของ ความเชื่อที่มีอยู่ก่อนแล้ว ความสามารถในการใช้เหตุผล และความปรารถนาที่จะประสานความเชื่อกับสิ่งที่ตนสังเกตได้เชิงประจักษ์

ดังนั้นหลักการพื้นฐานทางทฤษฎี 3 ประการดังกล่าว นักทฤษฎีสรรคินิยมจึงถือว่า ประสบการณ์ใหม่กับการเรียนรู้ที่มีอยู่เดิม เป็นกุญแจสำคัญของการให้นักเรียนสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับโลกที่เขาอยู่ นั่นคือ นักเรียนจะเป็นผู้สร้างความรู้โดยอาศัยการเชื่อมต่อระหว่างการเรียนรู้ ความรู้และประสบการณ์เดิมกับการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นใหม่ โดยนักเรียนปรับสารสนเทศใหม่กับความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ จนในที่สุดจึงเกิดความเข้าใจใหม่(สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. 2543: 52)

เงื่อนไขที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีสรรคินิยม (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2545: 121) มีดังนี้

1. การเรียนรู้เป็น Active Process ที่เกิดขึ้นเฉพาะตัวบุคคล การสอนโดยวิธีบอกเล่าจัดเป็น Passive Process จะไม่ช่วยให้เกิดพัฒนาแนวความคิดหลักมากนัก แต่การบอกเล่าก็จัดเป็นวิธีให้ข้อมูลทางหนึ่งได้
2. ความรู้ต่างๆ จะถูกสร้างขึ้นด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยใช้ข้อมูลที่ได้รับมาใหม่ร่วมกับข้อมูลหรือความรู้ที่มีอยู่แล้วจากแหล่งต่างๆ เช่น สังคม สิ่งแวดล้อมรวมทั้งประสบการณ์เดิมมาเป็นเกณฑ์ช่วยการตัดสินใจ
3. ความรู้และความเชื่อของแต่ละคนจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อม ขนบธรรมเนียมประเพณี และสิ่งที่นักเรียนได้พบเห็น ซึ่งจะถูกใช้เป็นพื้นฐานในการตัดสินใจ และ

ใช้เป็นข้อมูลในการสร้างแนวคิดใหม่

4. ความเข้าใจจะแตกต่างจากความเชื่อโดยสิ้นเชิง ความเชื่อมีผลโดยตรงต่อการสร้างแนวคิดหรือการเรียนรู้

นอกจากนี้ สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2543: 52-53) ได้สรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับคุณลักษณะของทฤษฎีสรรคินิยมไว้ดังนี้

1. นักเรียนเป็นผู้สร้างและค้นพบหรือแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยสัมผัสทั้งห้า คือ การดู ฟัง อ่าน เขียน และปฏิบัติ/ทำ

2. การเรียนรู้ใหม่จะเกิดขึ้น ย่อมขึ้นกับความเข้าใจบทเรียนปัจจุบัน ทั้งนี้ผู้เรียนอาจมีความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์เดิมที่ช่วยส่งเสริม/สนับสนุน หรือขัดขวาง/เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ใหม่ ดังนั้นครูต้องจัดกิจกรรมให้นักเรียนเกิดประสบการณ์และสร้างความเข้าใจในบทเรียน

3. การเรียนรู้จะเกิดได้สะดวกเมื่อมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม โดยที่ผู้เรียนต้องร่วมกันคิดปฏิบัติและสื่อสารซึ่งกันและกัน จึงจำเป็นต้องอาศัยกระบวนการกลุ่ม (Group Process) หรือการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning)

4. การเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful Learning) จะต้องดำเนินการภายใต้การปฏิบัติจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริงมากที่สุด ซึ่งการจัดการเรียนการสอนภายใต้สภาพจริงหรือใกล้เคียง จะส่งผลทำให้นักเรียนค้นพบความรู้ที่เกิดจากความเข้าใจอย่างแท้จริงมากกว่าความรู้ที่เกิดจากความจำ นั่นคือต้องให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงโดยการปฏิบัติและโดยการคิดทางจิต (Hands-on and Mind-on Experience)

นั่นก็คือ การเรียนการสอนตามแนวคิดตามทฤษฎีสรรคินิยมนี้ มุ่งเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางของกระบวนการเรียนรู้ มีลักษณะ คือ นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้และมีอิสระในการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งไม่ได้มาจากการบอกของครูหรือคัดลอกมาจากตำรา มีแนวทางในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบที่หลากหลาย กระบวนการเรียนรู้ต้องเกิดขึ้นในสิ่งแวดล้อมหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง ครูผู้สอนมีหน้าที่จัดเตรียมประสบการณ์ที่ดีและส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างเหมาะสม (Edwards, Grandini; & Forman, 1994: 159-169) รวมถึงการสนับสนุนให้นักเรียนเลือกทำกิจกรรมที่ตนเองสนใจและออกแบบการทดลองด้วยตนเอง ซึ่งการเรียนรู้นี้เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ทำให้เกิดความร่วมมือกัน และแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน นักเรียนกับครู (Kalev Martens; & Jaak Umborg. 2012: 85)

แนวการสอนตามทฤษฎีสรคณนิยม

เยเกอร์ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2555: 84-85; อ้างอิงจาก Yager. n.d.) ได้เสนอแนวการสอนตามแนวทฤษฎีสรคณนิยม ได้ดังนี้

1. ให้นักเรียนตั้งคำถาม แล้วใช้คำถามและความคิดเห็นของนักเรียนในการวางแผนการสอน
2. ยอมรับและสนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียน
3. ส่งเสริมความเป็นผู้นำ ความร่วมมือ การหาแหล่งข้อมูลข่าวสาร และการนำความคิดเห็นไปปฏิบัติ อันเป็นผลเนื่องมาจากกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน
4. ใช้ความคิดเห็น ประสบการณ์ และความสนใจของนักเรียนเพื่อให้บทเรียนดำเนินไปอย่างมีความหมาย
5. สนับสนุนให้นักเรียนเสนอแนะสิ่งที่เป็นสาเหตุของเหตุการณ์ หรือสถานการณ์ และสนับสนุนให้นักเรียนทำนายผลที่จะเกิดขึ้น
6. สนับสนุนให้นักเรียนทดสอบความคิดเห็นของตนเอง เช่น ตอบคำถามที่ตัวเองตั้งขึ้น เดาว่าอะไรเป็นสาเหตุ และทำนายผลที่ตามมา
7. ค้นหาความคิดเห็นของนักเรียนก่อนนำเสนอความคิดเห็นของครูหรือก่อนศึกษาความคิดเห็นจากหนังสือเรียน หรือจากแหล่งอื่น
8. สนับสนุนให้นักเรียนทำลายความคิดเห็นของกันและกัน
9. ใช้ยุทธวิธีการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) ซึ่งเน้นความร่วมมือ การนับถือซึ่งกันและกัน และใช้กลยุทธ์ของการแบ่งงานกันทำ
10. สนับสนุนให้มีการสะท้อนความคิด และมีการวิเคราะห์วิจารณ์ความคิดเห็นของกันและกัน แสดงความเคารพและใช้ทุกความคิดเห็นที่นักเรียนสร้างขึ้น
11. สนับสนุนให้มีการวิพากษ์วิจารณ์ตนเอง รวบรวมพยานหลักฐานที่สนับสนุนความคิดเห็น และสร้างความคิดใหม่อันเนื่องมาจากประสบการณ์และพยานหลักฐานใหม่

ในทำนองเดียวกับสุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2543: 55) ที่เสนอลักษณะการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีสรคณนิยม ไว้ว่า

1. นักเรียนต้องเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรมเพื่อสร้างความเข้าใจด้วยตนเอง ค้นพบหรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยครูต้องออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนได้ใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าอย่างผสมผสานกันจนก่อให้เกิดการลงมือปฏิบัติ

2. กิจกรรมการเรียนรู้ควรเชื่อมโยงประสบการณ์หรือพื้นความรู้เดิมของนักเรียน ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจได้เร็วและง่ายขึ้น

3. กิจกรรมการเรียนรู้ควรสะท้อนโลกแห่งความเป็นจริงหรือใกล้เคียงชีวิตจริงมากที่สุด เพราะจะทำให้ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจได้แจ่มชัด และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ได้อย่างเหมาะสมและเป็นประโยชน์ในการดำเนินชีวิต

4. กิจกรรมการเรียนรู้ควรเป็นกิจกรรมกลุ่มเล็ก เพื่อให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด และทัศนคติ ตลอดจนทักษะทางสังคม ทั้งนี้กิจกรรมกลุ่มไม่จำเป็นต้องเหมือนกันทุกกลุ่ม เพราะนักเรียนแต่ละกลุ่มอาจมีความรู้พื้นฐาน ความสามารถ ความถนัด ความสนใจ ไม่เท่ากัน ครูควรจัดให้มีการนำเสนอผลงานและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ที่เกิดจากการปฏิบัติกิจกรรมของแต่ละกลุ่มซึ่งไม่เหมือนกัน

3.2 การเรียนรู้แบบร่วมมือ

การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) เป็นวิธีหนึ่งที่ส่งเสริมให้นักเรียน ได้เรียนรู้การทำงานร่วมกัน มีการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน โดยมีความสำเร็จเป็นเป้าหมายเดียวกันก่อให้เกิดความสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน แนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือนี้เริ่มขึ้นในราวศตวรรษที่ 20 เนื่องจากความเชื่อของดีวี่ (Bawn. 2007: 13; citing Dewey. 1960) ที่กล่าวว่า การที่นักเรียนมีโอกาสทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มจะช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา และเจตคติที่ดีต่อกัน และในเวลาต่อมามีนักการศึกษาแนวความคิดการเรียนรู้แบบนี้มาเผยแพร่ คือ สลาวิน (Slavin) เดวิด จอห์นสัน (David Johnson) และรอเจอร์ จอห์นสัน (Roger Johnson) ซึ่งกล่าวถึงลักษณะการจัดการเรียนการสอนที่พบเห็นโดยทั่วไปว่า ส่วนใหญ่แล้วจะมุ่งให้ความสนใจไปที่ความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน หรือนักเรียนกับบทเรียน และมองข้ามความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ทั้งที่ความเป็นจริงแล้วผลการวิจัยชี้ให้เห็นชัดเจนว่า ความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนมีผลต่อการเรียนรู้อย่างมาก (ทิตนา แชมมณี. 2553: 98-99)

ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

การเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นการจัดการเรียนการสอนวิธีหนึ่งที่ให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ เพื่อให้ภาระงานสำเร็จตามเป้าหมายที่สมาชิกในกลุ่มตั้งไว้ร่วมกัน โดยสมาชิกทุกคนมีจะส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายและการประเมินผลงาน ซึ่งผลงานที่เกิดขึ้นของกลุ่มเกิดจากรับผิดชอบและความร่วมมือของสมาชิกในกลุ่ม (Johnson; & Johnson. 1990: 23-37) ในทำนองเดียวกับสลาวิน (Slavin. 1990: 3) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้แบบร่วมมือว่า เป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับการทำงานเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งแต่ละคนจะ

มีความรับผิดชอบทั้งต่อความสำเร็จทั้งของตนเองและของกลุ่ม ทั้งนี้อาทซ์ และนิวแมน (Miller, Courtney K.; & Peterson, Reece L.. n.d: Online; citing Artz; & Newman. 1990: 448) มีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือ คือการทำงานร่วมกันเป็นทีมในการแก้ปัญหาต่างๆ ให้สำเร็จตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ร่วมกัน ในขณะที่แอนและแบ็ค (An; & Baek. 2011: 399-410) มีความเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่มที่มีการเรียนรู้แบบร่วมมือ นั้น จะมึลักษณะเป็นการส่งเสริมสนับสนุนร่วมมือกันระหว่างเพื่อนในกลุ่ม (Horizontal Relationships) สำหรับนักการศึกษาไทยแล้วการเรียนรู้แบบร่วมมือ คือ การเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย โดยมีสมาชิกกลุ่มที่มีความสามารถแตกต่างกันประมาณ 3-6 คน ช่วยกันเรียนรู้เพื่อไปสู่เป้าหมายของกลุ่ม(ทิศนา แชมมณี. 2553: 98) และรับผลตอบแทนร่วมกัน (ชนาธิป พรกุล. 2554: 102) สอดคล้องกับความหมายที่กรมวิชาการ (2544: 4) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการเรียนการสอนที่แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกัน โดยในกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน มีการช่วยเหลือพึ่งพาซึ่งกันและกัน และมีความรับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนรวมและในส่วนตัว เพื่อให้ให้นักเรียนและสมาชิกทุกคนในกลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนด

จากความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือพอจะสรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือหมายถึง กิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ โดยที่สมาชิกในกลุ่มมีความสามารถแตกต่างกัน ทำงานร่วมกันตามบทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบ ให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน โดยมีจุดมุ่งหมายเดียวกัน คือ ความสำเร็จทั้งของตนเองและของกลุ่ม

การเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ตามแนวทางการเรียนรู้แบบร่วมมือ

โครงการวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่นักเรียนศึกษาค้นคว้าในเรื่องที่สนใจอย่างรู้ตัวอย่างลุ่มลึกโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการทำโครงการวิทยาศาสตร์นั้นส่วนใหญ่แล้วนักเรียนจะทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ 2-3 คน สมาชิกในกลุ่มมีความสามารถแตกต่างกัน ทั้งนี้ การที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์ให้ประสบความสำเร็จนั้น สมาชิกในกลุ่มต้องช่วยกันคิดแก้ปัญหา ร่วมกัน มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนแสดงความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ที่ต้องการศึกษา ช่วยเหลือเกื้อกูลกัน ตลอดจนมีความรับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนรวมและในส่วนตัว เพื่อให้ภาระงานสำเร็จตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ร่วมกัน โดยอาศัยหลักการซึ่งเป็นองค์ประกอบของการเรียนรู้แบบร่วมมือ 5 ประการ(ทิศนา แชมมณี. 2553: 263; อ้างอิงจาก Johnson; & Johnson. 1974: 213) คือ

1. การเรียนรู้ต้องอาศัยหลักการพึ่งพากัน (Positive Independent) โดยถือว่าทุกคนมีความเท่าเทียมกันและต้องพึ่งพากันเพื่อความสำเร็จร่วมกัน ดังนั้นทุกคนต้องรับผิดชอบในบทบาทหน้าที่ของตนเอง และช่วยเหลือคนอื่น ๆ เพื่อให้ได้รับผลประโยชน์ร่วมกัน

2. การเรียนรู้ที่ดีต้องอาศัยการหันหน้าเข้าหากัน มีปฏิสัมพันธ์กัน (Face-to-Face Interaction) เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ข้อมูล และการเรียนรู้ต่างๆ ส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันทำให้เกิดความสัมพันธ์ที่ดีซึ่งจะช่วยให้การดำเนินงานของกลุ่มบรรลุตามเป้าหมาย

3. การเรียนรู้ร่วมกันต้องอาศัยทักษะทางสังคม (Social Skills) ทักษะการพูดคุย สื่อสารกับคนอื่น การยอมรับความคิดเห็น ให้การเคารพ และไว้วางใจซึ่งกันและกัน โดยเฉพาะในการทำงานร่วมกัน ซึ่งครูควรฝึกเพื่อให้กิจกรรมดำเนินต่อไปได้

4. การเรียนรู้ร่วมกันควรมีการวิเคราะห์กระบวนการกลุ่ม (Group Process) การให้ข้อมูลป้อนกลับการทำงานเป็นรายบุคคลและของกลุ่ม จะส่งผลช่วยให้กลุ่มเกิดการเรียนรู้ และปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น

5. การเรียนรู้ร่วมกันต้องมีผลงานหรือผลสัมฤทธิ์ทั้งรายบุคคลและรายกลุ่มที่สามารถตรวจสอบและวัดประเมินได้ (Individual Accountability) โดยครูอาจสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน การทดสอบเป็นรายบุคคล หรือให้นักเรียนทดสอบกันเอง

สำหรับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่นำมาใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้การสอนนั้นมีหลายรูปแบบ ทั้งนี้ พิมพันธ์ เตชะคุปต์; และเพยาร์ ยินดีสุข (2551: 46) และสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา(อโนมา ศิริพานิช. 2553: 109-110; อ้างอิงจาก สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2547: 113-120) ได้แบ่งประเภทของเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยการใช้ช่วงเวลาสำหรับการดำเนินกิจกรรมเป็นเกณฑ์ ซึ่งสามารถแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1. การเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างเป็นทางการ (Formal Cooperative Learning) เป็นเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดคาบเรียน หรือตั้งแต่ 1 คาบเรียนขึ้นไป การใช้เทคนิคประเภทนี้ ต้องเลือกใช้ให้ตรงกับเป้าหมายที่ต้องการ เช่น เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ (STAD) เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มด้วยเกม (TGT) เทคนิคการจัดกลุ่มแบบช่วยรายบุคคล (TAI) เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (LT) เทคนิคการสืบสอบเป็นกลุ่ม (GI) และเทคนิคจิกซอ (Jigsaw) เป็นต้น

2. การเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างไม่เป็นทางการ (Informal Cooperative Learning) เป็นเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่ใช้ขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละ

คาบเรียน โดยอาจจะนำไปใช้ในชั้นนำเข้าสู่บทเรียน หรือแทรกในขั้นตอนของสอน ชั้นการทบทวน ตลอดจนชั้นวัดผลงานของคาบเรียนใดคาบเรียนหนึ่ง การเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างไม่เป็นทางการนี้มีลักษณะที่สำคัญ คือ เป็นวิธีที่ใช้เวลาช่วงสั้น ประมาณ 5-10 นาที ซึ่งออกแบบโดยเคแกน (พิมพันธ์ เตชะคุปต์; และ เพয়ার์ ยินดีสุข. 2551: 46-56; อ้างอิงจาก Kagan. 1994) ได้แก่ การพูดรอบวง (Round Robin) คิดเดี่ยว-คิดคู่-ร่วมกันคิด (Think-Pair-Share) อภิปรายเป็นทีม (Team Discussion) การทำโครงการเป็นกลุ่ม (Team Project) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบหมุนเวียน (Rotating Feedback) เป็นต้น

กล่าวโดยสรุปคือ การเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นแนวทางการเรียนการสอนที่สำคัญวิธีหนึ่งของโครงการวิทยาศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนต้องทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม สมาชิกแต่ละคนมีความรับผิดชอบทั้งต่อตนเองและต่อเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม ดังนั้นในการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ควรจัดให้ นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ ซึ่งสมาชิกในกลุ่มจะสามารถกันมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ความรู้ และความคิดเห็น สามารถอธิบายได้ว่าจะแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างไร โดยการเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เดิมเข้ากับความรู้ใหม่ที่ได้รับ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีจุดมุ่งหมายร่วมกันคือความสำเร็จของของตนเองและของกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับสลาวิน (Slavin. 1996: 54) ที่กล่าวว่า ความสำเร็จของกลุ่มขึ้นอยู่กับเป้าหมายที่วางไว้ร่วมกัน รวมถึงความสามารถและความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม ตลอดจนการพูดคุยสื่อสารให้คนอื่นเข้าใจในสิ่งที่เราคิด มีการยอมรับความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เหล่านี้ล้วนช่วยส่งเสริมให้เกิดความสัมพันธ์ที่ดี ทั้งนี้ครูเป็นแต่เพียงผู้อำนวยความสะดวก คอยให้คำแนะนำปรึกษา และใช้คำถามเพื่อแนะแนวทางในการแก้ปัญหา รวมถึงการชมเชยและข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีกำลังใจอยากที่จะศึกษาค้นคว้าต่อไป สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างไม่เป็นทางการ ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งนักเรียนจะมีการช่วยเหลือ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ร่วมมือกันทำงาน เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้ร่วมกัน

3.3 กระบวนการสืบเสาะ

กระบวนการสืบเสาะ (Inquiry Process) เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิธีหนึ่ง ที่มุ่งให้นักเรียนได้เสาะแสวงหาความรู้โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เริ่มต้นขึ้นจากประเทศสหรัฐอเมริกา มีแนวความคิดในการปรับปรุงคุณภาพการศึกษาด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น (วีรยุทธ วิชัยโรชติ. 2521: 43) จากแนวคิดดังกล่าวส่งผลให้ ริชาร์ด ซัคแมน (วีรยุทธ วิชัยโรชติ. 2521: 43-45; อ้างอิงจาก Richard Suchman. 1962) จัดตั้ง

โครงการวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบสืบเสาะขึ้น ในปี ค.ศ.1961 ที่มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ ประเทศสหรัฐอเมริกาและเริ่มใช้สอนในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งขั้นตอนของกระบวนการสืบเสาะที่นำมาใช้นั้นประกอบด้วย ขั้นตอนแรก คือ การตั้งปัญหา โดยครูสร้างสถานการณ์กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยและต้องการที่จะสืบเสาะ จากนั้นครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถาม โดยครูจะตอบคำถามในรูปของคำตอบว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” เท่านั้น ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลในการซักถามและใช้เหตุผลจากความคิดของตนเอง ขั้นตอนสุดท้าย คือ การวิจารณ์กระบวนการสืบเสาะ โดยครูช่วยวิจารณ์การซักถามของนักเรียนว่ามีความเหมาะสมหรือควรปรับปรุงแก้ไขอย่างไร สอดคล้องกับแนวคิดของดิวอี้ (Hanegan; & Bigler. 2009: 395; citing Dewey. 1964b: 183) ที่มองเห็นปัญหาของระบบการศึกษาที่ว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มักจะเป็นการสอนให้นักเรียนทำตามเนื้อหาหรือกระบวนการตามที่ครูบอก ซึ่งไม่เพียงพอสำหรับการพัฒนาความคิดและเจตคติที่ดี ดิวอี้ (Hanegan; & Bigler. 2009: 395; citing Dewey. 1964a: 179) เชื่อว่า ถ้าเด็กได้ลงมือทำกิจกรรมอย่างเต็มที่และต่อเนื่องแล้ว จะทำให้เกิดกระบวนการสืบเสาะอย่างแท้จริง นั่นคือ พวกเขาเหล่านั้นได้ค้นพบด้วยตนเองว่า แนวคิดหรือผลงานที่พวกเขาสร้างขึ้นมานั้นประสบความสำเร็จ

ความหมายของกระบวนการสืบเสาะ

การสืบเสาะหาความรู้ เป็นคำที่รู้จักและใช้กันมานานแล้ว (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2552: 9) การสืบเสาะเป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาปรากฏการณ์เกี่ยวกับโลกธรรมชาติ โดยอาศัยการสังเกต การตั้งคำถาม การรวบรวมข้อมูล มีกระบวนการตรวจสอบหาความจริง (Investigate) เพื่อตอบคำถามและอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์เหล่านั้นได้อย่างลุ่มลึก (Aulls; & Shore. 2008: 144; citing AAAS. 1993; & NSES. 1996) สอดคล้องกับสภาวิจัยแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National Research Council: NRC). (Settlage & Southerland. 2012: 193. citing; NRC. 1966: 23) ที่กล่าวถึงกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) ในความหมายของนักวิทยาศาสตร์ว่า เป็นวิธีที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ศึกษาอธิบายโลกธรรมชาติ โดยอาศัยหลักฐานที่รวบรวมได้จากการทำงานงานของพวกเขา ส่วนในความหมายของนักศึกษานั้น หมายถึง กิจกรรมที่นักเรียนนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ เพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจแนวคิดและกระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ เบส คอนแทนท์ และ คาริน (Bass; Contant; & Carin. 2009: Preface) มีความเห็นว่าการสืบเสาะ เป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ หรือนักเรียนใช้ในการตรวจสอบหาความจริงของโลก ซึ่งในการเรียนการสอนนั้นครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก แนะนำทางการสืบค้น

โดยใช้คำถามง่ายๆ เพื่อกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนสามารถค้นหาคำตอบได้ด้วยตนเอง สำหรับ นักการศึกษาไทยได้ให้ความหมายของกระบวนการสืบเสาะในทำนองเดียวกันว่า เป็นกระบวนการ แสวงหาความรู้ที่ช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่างๆ ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ (ภพ เลหาไพบูลย์. 2542: 119; วีรยุทธ วิเชียรโชติ. 2547: พ) โดยที่ครูกระตุ้น ให้นักเรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และสืบเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือ ข้อสรุปด้วยตัวเอง ซึ่งจะช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ (ทิตนา แชมมณี. 2553: 140) สำหรับชนาธิป พรกุล (2554: 133) ได้กล่าวถึงการสืบเสาะว่า เป็นกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นระบบ มีการสืบค้นหาคำตอบและการตรวจสอบคำตอบของปัญหานั้น ทั้งนี้ สสวท.(2552: 9) ได้กล่าวเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเรียนการสอนด้วยวิธีการสืบเสาะว่า สามารถช่วยให้นักเรียนเข้าใจ แนวความคิดหลัก กฎ ทฤษฎีต่างๆ ในวิทยาศาสตร์ได้

จากความหมายดังกล่าวข้างต้นพอที่จะสรุปได้ว่า การให้ความหมายของกระบวนการ สืบเสาะขึ้นอยู่กับ การตีความหมาย นักการศึกษาบางคนคิดว่า เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ ในการสืบค้น อีกหลายคนแสดงความคิดเห็นว่า เป็นงานที่นักเรียนสนใจจะแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ตนเองสงสัย แต่ก็มีลักษณะร่วมที่เหมือนกัน คือ เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ ความจริงที่ได้จากการสังเกตสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัว มีการตั้งคำถามและสืบค้นเพื่อหาคำตอบโดยใช้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีกระบวนการตรวจสอบคำตอบเพื่อให้ได้ข้อสรุปด้วยตนเอง ทั้งนี้ในการจัดการเรียนการสอนด้วยกระบวนการสืบเสาะนั้น ครูจะเป็นผู้สร้างความสนใจ กระตุ้นให้ นักเรียนเกิดความสงสัยโดยใช้คำถามหรือสถานการณ์ และจัดกิจกรรมที่เอื้อต่อการสืบเสาะหา ความรู้ เพื่อให้ นักเรียนค้นพบและเข้าใจแนวคิดหลัก กฎ ทฤษฎีต่างๆ ในวิทยาศาสตร์ได้

การเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ตามแนวทางกระบวนการสืบเสาะ

โครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้โอกาสนักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าเพื่อตอบปัญหาที่สงสัยตามความสนใจของตนเอง ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ แสวงหาความรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติ (Hands-on) โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทาง ในการสืบเสาะ เพื่อให้ได้ข้อสรุปมาสร้างเป็นองค์ความรู้หรืออธิบายความเป็นไปของปรากฏการณ์ ต่างๆได้ด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ให้คำปรึกษาแนะนำ ทั้งนี้ สถาบันวิจัยแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NRC. 2000: 24-29) ได้กำหนดลักษณะที่สำคัญของ กระบวนการสืบเสาะไว้ 5 ประการ คือ

1. นักเรียนเป็นผู้ตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์จากปัญหาหรือข้อสงสัยที่ได้จากการสังเกต

2. นักเรียนเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้เป็นหลักฐาน หรือนำมาอธิบาย คำถามที่ตั้งขึ้น

3. นักเรียนสร้างคำอธิบายจากข้อมูลและหลักฐานที่มีอยู่ โดยนำข้อมูลที่ได้มา วิเคราะห์และใช้เป็นหลักฐานในการสร้างคำอธิบาย

4. นักเรียนประเมินคำอธิบายอย่างหลากหลาย เพื่อสะท้อนถึงความรู้ความเข้าใจ ในในองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

5. นักเรียนสื่อสารและประเมินคำอธิบายอย่างมีเหตุผล เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และข้อเสนอแนะจากผู้อื่น

สำหรับความคิดเห็นของสுகุณธ์ สินธพานนท์; และ คนอื่นๆ. (2545: 195) ได้กล่าวถึง ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะเป็น 3 ประเภท คือ

1. ครูมีบทบาทสำคัญในการสืบเสาะ (Passive Inquiry) วิธีนี้ครูมีบทบาทสำคัญในการใช้คำถามกระตุ้นเป็นแนวทางให้นักเรียนคิดหาคำตอบ เหมาะสำหรับการเริ่มสืบเสาะ เนื่องจากครูจะเป็นผู้ใช้คำถามนำไปสู่คำตอบโดยพัฒนาจากคำถามง่ายๆ ไปสู่คำถามที่ซับซ้อน และพยายามกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามและแสวงหาคำตอบด้วยตนเองอยู่เสมอ ซึ่งครูเป็นผู้ตั้งคำถามประมาณร้อยละ 90 นักเรียนตั้งคำถามประมาณร้อยละ 10 ส่วนใหญ่นักเรียนจะเป็นผู้ตอบคำถาม

2. ครูและนักเรียนร่วมกันในการสืบเสาะ (Combined Inquiry) วิธีนี้ครูและนักเรียนเป็นผู้ดำเนินการในการสืบเสาะร่วมกัน โดยครูเป็นผู้ตั้งคำถามต่างๆ กับนักเรียน ซึ่งเหมาะสำหรับการสอนที่นักเรียนได้ผ่านขั้นของ Passive Inquiry มาแล้ว นักเรียนจะคุ้นเคยกับการตอบคำถามและการฝึกตั้งคำถาม การซักถามปัญหา ในขั้นนี้เมื่อนักเรียนถาม ครูไม่ควรให้คำตอบทันที แต่ควรส่งเสริมหรือถามต่อ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดด้วยตนเองโดยใช้คำถามนำไปเรื่อยๆ จนกระทั่งนักเรียนค้นพบคำตอบด้วยตนเอง

3. นักเรียนเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการสืบเสาะ (Active Inquiry) การสอนแบบนี้ นักเรียนจะเป็นผู้ตั้งคำถามและตอบคำถามเป็นส่วนใหญ่ หลังจากที่ได้ฝึกการตั้งคำถามและตอบคำถามจนคุ้นเคยมาแล้ว นักเรียนได้รับการพัฒนาการคิด การตั้งคำถามในกระบวนการสืบเสาะ เพื่อหาคำตอบด้วยตนเองตามลำดับขั้น จึงมีความสามารถในการสร้างกรอบความคิด สร้างคำถามนำไปสู่การค้นพบด้วยตนเอง

เนื่องจากการทำโครงการวิทยาศาสตร์นั้น ส่วนใหญ่แล้วนักเรียนจะทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม สมาชิกในกลุ่มมีความสามารถแตกต่างกัน การเลือกใช้รูปแบบการสืบเสาะจึงขึ้นอยู่กับความสามารถของนักเรียน และหัวข้อของโครงการวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสนใจศึกษา ผู้วิจัยจึง

ใช้กระบวนการสืบเสาะทั้ง 3 รูปแบบ เนื่องจากในช่วงแรกๆ ของการทำโครงการนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการฟังแล้วคิดทำความเข้าใจ และยังขาดทักษะในการตั้งคำถาม ครูจึงมีบทบาทสำคัญในการสืบเสาะ แต่เมื่อนักเรียนคุ้นเคยกับการตอบคำถามและฝึกตั้งคำถามบ้างแล้ว ก็จะใช้รูปแบบที่ครูและนักเรียนร่วมกันในการสืบเสาะ และรูปแบบที่นักเรียนเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการสืบเสาะ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ชินน์และมัลฮอตรา (Chinn; & Malhotra. 2002: 175-218) ที่กล่าวถึงแนวทางในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะว่า สามารถทำได้ทั้งการชี้แนะโดยครูเป็นผู้ให้ข้อมูลและใช้คำถาม (Guided) เพื่อให้ให้นักเรียนคิดสืบเสาะจนได้คำตอบ หรือเปิดโอกาสให้นักเรียนสืบเสาะตามความสนใจของตนเอง (Open) ทั้งนี้ในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะอย่างง่าย ๆ นั้น นักเรียนจะได้รับคำถาม และข้อมูลบางส่วนเพื่อเป็นแนวทางให้คิดหาคำตอบ แต่สำหรับกระบวนการสืบเสาะที่แท้จริงแล้ว นักเรียนจะเป็นผู้ที่คิดคำถามที่สงสัยใคร่รู้ และวางแผนเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อให้ได้คำตอบด้วยตนเอง

4. แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์

รูปแบบการเรียนการสอน เป็นสภาพลักษณะของการเรียนการสอนที่ครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญซึ่งได้รับการจัดไว้อย่างเป็นระเบียบ ตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อต่างๆ โดยประกอบด้วย กระบวนการหรือขั้นตอนสำคัญในการเรียนการสอน รวมทั้งวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่างๆ ที่สามารถช่วยให้สภาพการเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามทฤษฎี หลักการหรือแนวคิดที่ยึดถือและได้รับการพิสูจน์ ทดสอบ หรือยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ สามารถใช้เป็นแบบแผนในการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์เฉพาะของรูปแบบนั้นๆ (ทิศนา แคมมณี. 2554: 3)

องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน

องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนอาจมีแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับการให้ความสำคัญของสิ่งที่ประกอบเป็นรูปแบบ ทั้งนี้ทิศนา แคมมณี (2554: 4) ได้กำหนดองค์ประกอบที่จำเป็นต้องมีในรูปแบบการเรียนการสอน ดังนี้

1. มีปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อที่เป็นพื้นฐานหรือเป็นหลักของรูปแบบนั้นๆ
2. มีการบรรยายและอธิบายสภาพหรือลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับหลักการที่ยึดถือ

3. มีการจัดระบบ คือ มีการจัดองค์ประกอบและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบให้สามารถนำนักเรียนไปสู่เป้าหมายของระบบหรือกระบวนการนั้นๆ

4. มีการอธิบายหรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่างๆ อันจะช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนนั้นๆเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

ในส่วนของจันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2549: 23) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบทั่วไปของรูปแบบการเรียนการสอน ดังนี้

1. หลักการ ซึ่งแสดงแนวคิดหลักที่วิเคราะห์สังเคราะห์มาจากทฤษฎี หลักการเป็นตัวกำหนดเป้าหมายที่ต้องการ รวมทั้งกระบวนการและวิธีการเรียนการสอนหลัก

2. วัตถุประสงค์ ซึ่งแสดงถึงเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน เช่น คุณลักษณะต่างๆ ของผู้เรียน ที่พัฒนาขึ้นหลังจากเรียนรู้ตามรูปแบบ โดยเชื่อมโยงกับหลักการของรูปแบบ

3. กระบวนการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการเรียนการสอน เทคนิควิธีสอน และกิจกรรมหลักของการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับหลักการของรูปแบบ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนบรรลุผลของการเรียนตามวัตถุประสงค์รวมทั้งวิธีวัดและประเมินผล

สำหรับจอยซ์และวิล (เกริก ศักดิ์สุภาพ. 2556: 48; อ้างอิงจาก Joyce; & Weil. 1978: 2) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วย

1. หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน คือ ความเชื่อและแนวคิดของทฤษฎีที่รองรับรูปแบบการเรียนการสอน หลักการของรูปแบบการเรียนการสอนจะเป็นตัวชี้หน้า กำหนดจุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมและขั้นตอนการดำเนินการในรูปแบบการเรียนการสอน

2. จุดประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน เป็นส่วนที่ระบุถึงความคาดหวังที่ต้องการให้เกิดขึ้นจากการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

3. เนื้อหา เป็นส่วนที่ระบุถึงเนื้อหาและกิจกรรมต่างๆ ที่จะใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน

4. กิจกรรมและขั้นตอนการดำเนินการ เป็นส่วนที่ระบุถึงวิธีการปฏิบัติในขั้นตอนหนึ่งๆ เมื่อนำรูปแบบไปใช้

5. การวัดและประเมินผล เป็นส่วนหนึ่งของการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน

ถึงแม้ว่าองค์ประกอบการเรียนการสอนดังกล่าวข้างต้นจะแตกต่างกันไปบ้าง ขึ้นอยู่กับการให้ความสำคัญของสิ่งที่ประกอบเป็นรูปแบบ แต่ก็ยังมีลักษณะร่วมที่คล้ายกัน ซึ่งผู้วิจัยพอที่จะ

สรุปและวิเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนได้ 4 องค์ประกอบ คือ 1) แนวคิด ทฤษฎีหรือหลักการของรูปแบบ 2) จุดมุ่งหมายของรูปแบบ 3) ขั้นตอนการเรียนการสอน และ 4) การวัดและประเมินผล

การพัฒนาารูปแบบการเรียนการสอน

การพัฒนาารูปแบบการเรียนการสอน เป็นการดำเนินการอย่างเป็นกระบวนการ มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงขั้นตอนการพัฒนาไว้ อาทิเช่น

ทิตนา แคมมณี (2553: 201-203) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างระบบหรือรูปแบบการเรียนการสอน ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการพัฒนาระบบหรือรูปแบบการเรียนการสอนให้ชัดเจน
2. ศึกษาหลักการ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดองค์ประกอบและแนวทางการจัดการความสัมพันธ์ขององค์ประกอบได้รอบคอบขึ้น ซึ่งจะช่วยให้ระบบหรือรูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีความมั่นคง
3. ศึกษาสภาพการณ์และปัญหาที่เกี่ยวข้อง จะช่วยให้ค้นพบองค์ประกอบที่สำคัญที่จะช่วยให้ระบบหรือรูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเมื่อนำไปใช้จริง ปัญหาและอุปสรรคต่างๆ เป็นสิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาในการจัดองค์ประกอบและจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ ซึ่งการนำข้อมูลจากความเป็นจริงมาใช้ในการสร้างรูปแบบ จะช่วยขจัดหรือป้องกันปัญหาอันอาจจะทำให้รูปแบบที่พัฒนาขึ้นขาดประสิทธิภาพ
4. กำหนดองค์ประกอบของระบบหรือรูปแบบ ได้แก่ การพิจารณาว่า มีอะไรบ้างที่สามารถช่วยให้จุดมุ่งหมายบรรลุความสำเร็จ
5. การจัดกลุ่มองค์ประกอบ ได้แก่ การนำองค์ประกอบที่กำหนดไว้มาจัดเป็นหมวดหมู่ เพื่อสะดวกในการคิดและดำเนินการนั้นต่อไป
6. การจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ ซึ่งเป็นขั้นที่ยุ่ยากและต้องใช้ความคิดอย่างรอบคอบ ผู้สร้างระบบหรือรูปแบบต้องพิจารณาว่าองค์ประกอบใดเป็นเหตุและเป็นผลต่อกัน สิ่งใดควรมาก่อนมาหลัง สิ่งใดสามารถดำเนินการคู่ขนานไปได้
7. การจัดผังระบบหรือรูปแบบ เป็นการสร้างความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ โดยแสดงให้เห็นถึงผังจำลองขององค์ประกอบต่างๆ
8. การทดลองใช้ระบบหรือรูปแบบ เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้น
9. การประเมินผล ได้แก่ การศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากการทดลองใช้ระบบหรือรูปแบบ ว่าได้ผลตามเป้าหมายหรือใกล้เคียงกับเป้าหมายมากน้อยเพียงใด

10. การปรับปรุงระบบหรือรูปแบบ ระบบหรือรูปแบบที่มีประสิทธิภาพส่วนใหญ่ จะต้องผ่านการทดลองและประเมินผลมาแล้ว ผลจากการทดลองใช้จะให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงระบบนั้นให้ดียิ่งขึ้น

จันทรเพ็ญ เชื้อพานิช (2549: 24) ได้กล่าวถึง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ต้องมีขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดแนวคิดหรือทฤษฎีที่จะใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ผู้พัฒนาอาจกำหนดแนวคิดขึ้นเอง หรือเลือกทฤษฎีทางจิตวิทยาหรือแนวคิดทางการศึกษาที่สนใจ แล้วศึกษาอย่างเจาะลึก วิเคราะห์ สังเคราะห์ จนได้ประเด็นที่จะนำไปสู่การพัฒนาผู้เรียน
 2. เขียนหลักการของรูปแบบจากสาระที่สังเคราะห์ได้จากแนวคิด ทฤษฎี
 3. กำหนดวัตถุประสงค์ในลักษณะของเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ซึ่งต้องอยู่ในกรอบของหลักการของรูปแบบ
 4. กำหนดกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการเรียนการสอน ที่มีจำนวนขั้นตอนและเทคนิควิธีการเรียนการสอนแตกต่างกันไปในแต่ละรูปแบบ ขึ้นอยู่กับหลักการ และวัตถุประสงค์ของรูปแบบ
 5. กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนหลักๆ ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับหลักการและวัตถุประสงค์ของรูปแบบ
 6. กำหนดวิธีวัดและประเมินผล รวมทั้งเครื่องมือในการวัดประเมินผลผู้เรียน
- จอยซ์ และวีล (Joyce; & Weil. 1996: 11-25) ได้นำเสนอหลักการที่สำคัญในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ดังนี้

1. รูปแบบการเรียนการสอนต้องมีทฤษฎีรองรับ เช่น ทฤษฎีทางจิตวิทยาการเรียนรู้ เป็นต้น
2. ก่อนที่จะนำรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปใช้ ต้องมีการวิจัยเพื่อทดสอบทฤษฎีและตรวจสอบคุณภาพในเชิงการนำไปใช้ในสถานการณ์จริง และนำข้อค้นพบมาปรับปรุงแก้ไข
3. การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน สามารถทำได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับความต้องการว่า จะออกแบบให้ใช้ได้อย่างกว้างขวาง หรือเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่ง
4. การนำรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปใช้ ผู้ใช้ควรนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้ตามจุดมุ่งหมายหลักของรูปแบบฯ ก็จะทำให้เกิดผลสูงสุด แต่ผู้ใช้ก็สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้ถ้าพิจารณาแล้วเห็นว่าเหมาะสม

สรุปได้ว่า การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพนั้น ต้องมีการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หรือหลักการ แล้วดำเนินการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนและกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน มีการตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบโดยการนำไปทดลองใช้ แล้วนำข้อค้นพบที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ก่อนที่จะนำไปใช้อย่างแพร่หลาย

รูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอรูปแบบการเรียนการสอนโครงการ ดังนี้

คิลแพททริก (Kelting-Gibson. 2013: 43; citing Kilpatrick. 1918: 333) ได้เขียนบทความที่เรียกว่า “The Project Method” ซึ่งมีขั้นตอนการทำโครงการ 4 ขั้นตอน กล่าวคือ

1. กำหนดจุดประสงค์ (Purposing)
2. วางแผนการศึกษาค้นคว้า (Planning)
3. ดำเนินการศึกษาค้นคว้า (Executing)
4. การตัดสินใจ (Judging)

คราจิก และคนอื่นๆ (Krajcik; et al. 1998: 315-316) ได้กล่าวถึงโครงการวิทยาศาสตร์ว่าเป็นรูปแบบการเรียนการสอนวิธีหนึ่งที่ใช้การสอนแบบสืบเสาะในห้องเรียน และได้เสนอรูปแบบการสอนแบบโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ 5 ขั้นตอน กล่าวคือ

1. ตั้งคำถาม (Asking Question) นักเรียนตั้งคำถามจากการสังเกตสิ่งต่างๆที่อยู่รอบตัวและเป็นเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งมีความหมายต่อตัวนักเรียน
2. ออกแบบและวางแผนการดำเนินงาน (Designing Investigations and Planning Procedures) นักเรียนออกแบบการทดลอง โดยมีการกำหนดและควบคุมตัวแปรที่ต้องการศึกษา ตลอดจนวางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อตอบคำถามที่ตั้งไว้
3. การสร้างเครื่องมือและดำเนินการตามแผน (Constructing Apparatus and Carrying out Procedures) นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแผนการดำเนินงานที่ได้ออกแบบไว้ด้วยความระมัดระวัง รวมถึงการสร้างหรือประยุกต์ใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้อย่างเหมาะสม
4. การวิเคราะห์ข้อมูลและลงข้อสรุป (Analyzing Data and Drawing Conclusions) นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอข้อมูลในรูปของกราฟ ตาราง ตลอดจนการแปลความหมายของข้อมูล
5. นำเสนอสิ่งที่ค้นพบ (Presenting Findings) นักเรียนนำเสนอข้อสรุปที่ค้นพบและอภิปรายข้อสรุปนั้นให้สอดคล้องกับคำถามและความรู้พื้นฐาน และเชื่อมโยงสิ่งที่ค้นพบกับประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน

แกรนท์ เอ็ม ไมเคิล (Grant M. Michael. 2002: Online) พัฒนารูปแบบการเรียนรู้โดยใช้แหล่งเรียนรู้บนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ร่วมกับการเรียนรู้แบบโครงงาน ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำ (Introduction)

ในขั้นนี้จะเป็นขั้นที่บอกให้นักเรียนทราบว่าเราจะเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องใด โดยครูอาจเป็นคนกำหนดสิ่งที่จะเรียนรู้ให้หรือให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามความสนใจของตนเอง เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน

2. กำหนดภาระงาน (Task)

ในขั้นนี้จะใช้คำถามหรือประเด็นปัญหาเพื่อให้นักเรียนทราบว่าเขาจะต้องทำอะไร ด้วยวิธีการใดบ้างเพื่อตอบหรือแก้ปัญหาดังกล่าว โดยปัญหาจะต้องเกี่ยวข้องกับเนื้อหาในขั้นตอนที่ 1 ที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้ โดยงานที่กำหนดให้จะต้องสร้างความท้าทายให้นักเรียนและเป็นสิ่งที่พวกเขาทำได้จริง

3. แนะนำแหล่งข้อมูล (Resources)

นักเรียนสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาหรือภาระงานจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซีดีรอม คู่มือต่างๆ การทดลองที่ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ การสอบถามจากประจักษ์พยาน เป็นต้น

4. วางแผนและดำเนินการศึกษา (Process)

นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น มาวางแผนโดยกำหนดระยะเวลาของแต่ละกิจกรรมที่นักเรียนต้องปฏิบัติ ซึ่งแต่ละแผนกิจกรรมนั้นจะได้รับการประเมินและคำแนะนำจากเพื่อน แล้วจึงดำเนินการทำภาระงานนั้นให้สมบูรณ์

5. การแนะแนวทางและให้ความช่วยเหลือ (Guidance & Scaffolding)

กระบวนการนี้อาจอยู่ในรูปของปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน การให้ทำแบบฝึกหัด หรือให้คำปรึกษากันในกลุ่มเพื่อนด้วยตนเอง รวมทั้งการให้ดูรูปแบบในการทำโครงงาน (Project Templates)

6. ร่วมมือกันเรียนรู้ (Cooperative/Collaborative Learning)

นักเรียนอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ข้อดี ข้อเสีย หรือสิ่งที่ต้องปรับปรุง เกี่ยวกับต้นแบบโครงงานที่สร้างขึ้น โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการนำเสนอ

7. การเปิดโอกาสให้มีการสะท้อนความคิด (Reflection) เช่น การสรุปเกี่ยวกับสิ่งที่

ที่เขาได้เรียนรู้ อาจทำในรูปของการอภิปรายร่วมกัน การเขียนอนุทิน การตั้งคำถาม

แคทซ์ และ ชาร์ด(Katz; & Chard. 2005: 305) แบ่งขั้นตอนการสอนแบบโครงงานออกเป็น 3 ระยะ ดังต่อไปนี้

1. ระยะเริ่มต้นโครงงาน (Getting Started) ครูจะใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความคิด

ของเด็ก เช่น ให้เด็กเล่าประสบการณ์ และพูดคุยในสิ่งที่ตนเองสนใจ จากนั้นครูและเด็กร่วมกัน

อภิปรายหัวข้อหรือประเด็นที่สนใจ ทั้งนี้เด็กอาจจะมีความคิดที่คลาดเคลื่อน ซึ่งครูต้องไม่แก้ไขความคิดที่คลาดเคลื่อนนั้นเร็วเกินไป ควรให้เด็กได้ใช้วิธีสืบสอบในการตรวจสอบความคิดนั้น ซึ่งเป็นการทดสอบความรู้ทางทฤษฎีกับการปฏิบัติจริง

2. ระยะพัฒนาโครงการ (A Project in Progress) เด็กลงมือปฏิบัติ โดยเริ่มตั้งแต่การวางแผนการทำโครงการ การออกแบบการสำรวจ/ทดลอง รวมถึงการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น หนังสือ ภาพยนตร์ทางการศึกษา การสัมภาษณ์ เพื่อตอบคำถามในหัวข้อหรือประเด็นที่สนใจ

3. ระยะสรุปโครงการ (Concluding a Project) เด็กจะสรุปและทบทวนสิ่งที่ได้เรียนรู้มาทั้งหมด และนำเสนอผลงานแก่ผู้สนใจในรูปแบบต่างๆ เช่น การจัดนิทรรศการ การแสดง การสาธิต ฯลฯ พร้อมทั้งประเมินผลงานของตนเองว่าสิ่งที่ค้นพบนั้นสามารถตอบคำถามในหัวข้อหรือประเด็นที่ตนเองอยากรู้หรือไม่

สถาบันแปซิฟิกศึกษา (Pacific Education Institute. 2011: 4) ได้พัฒนากรอบแนวคิดในการศึกษาสิ่งแวดล้อม โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนโครงการ (PEI's Project-based Model) ซึ่งแนวคิดหลักจะมุ่งประเด็นการศึกษาไปที่วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการดำรงชีวิตและโลกให้นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับระบบนิเวศในท้องถิ่น สำรวจ ตั้งคำถาม ตรวจสอบการแก้ปัญหาในระบบนิเวศ วางแผนและดำเนินการทำโครงการ มี 8 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การอธิบายระบบนิเวศ (Describe the Ecosystem) โดยการอธิบายเกี่ยวกับลักษณะทางชีววิทยา ธรณีวิทยา และฟิสิกส์ ในระบบนิเวศท้องถิ่นว่ามีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับระบบนิเวศอย่างไร

ขั้นที่ 2 ตรวจสอบและระบุปัญหา (Define the Problem) ระบุปัญหาในระบบนิเวศในท้องถิ่น ให้สัมพันธ์กับขั้นที่ 1 (การอธิบายระบบนิเวศ)

ขั้นที่ 3 ศึกษาปัญหาเชิงลึก (Research the Problem) โดยการสืบค้นข้อมูลเชิงลึก ร่วมมือกันสืบค้นเกี่ยวกับปัจจัยและผลกระทบที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ความต้องการที่จะแก้ปัญหา กำหนดแหล่งเรียนรู้ และวิธีการสืบค้นข้อมูล เพื่อหาความเป็นไปได้ของประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา ก่อนที่จะเริ่มออกแบบการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ทำความเข้าใจร่วมกัน (Understand Stakeholders) พุดคุยทำความเข้าใจ และข้อตกลงเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการจะศึกษาร่วมกัน

ขั้นที่ 5 กำหนดแนวทางแก้ปัญหา (Determine Possible Solutions) เขียนแนวทางแก้ปัญหาหลายๆ แนวทาง จากนั้นผู้ร่วมงานช่วยกันเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่มีความเป็นไปได้ 3-4 แนวทาง แล้วอธิบายเปรียบเทียบเพื่อสรุปแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ผลกระทบเชิงบวกต่อสิ่งแวดล้อม ผลกระทบเชิงลบ และเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

ขั้นที่ 6 พัฒนาแผนการดำเนินโครงการ (Develop a Plan) ร่วมกันการวางแผนแก้ปัญหา โดยระบุทรัพยากรและขั้นตอนที่จำเป็นสำหรับการดำเนินการแก้ปัญหา รวมถึงผลสะท้อนที่เกิดจากการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 7 ดำเนินการตามแผน (Implement the Plan) ลงมือทำตามแผนที่วางไว้ มีการจัดทำสมุดบันทึก (Field Note) เขียนอธิบายสั้นๆเกี่ยวกับการทำกิจกรรมในแต่ละวัน หรือบันทึกการดำเนินกิจกรรมและผลการทดลอง

ขั้นที่ 8 สรุป ประเมินผล และให้ข้อมูลย้อนกลับ (Summarize, Evaluate and Reflect) ประเมินผลโครงการ และสะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับการทำโครงการ รวมถึงประโยชน์และข้อบกพร่อง

เลบอย-รัส (Laboy-Rush. n.d: 5) ได้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ (STEM) ภายใต้โครงการ Project-Based STEM ในการเรียนการสอนแบบโครงการจากสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัว ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Reflection) กระตุ้นให้นักเรียนเกิดแรงบันดาลใจ อยากที่จะสืบสอบสิ่งที่เป็นปัญหาหรือสงสัย และอยากรู้ โดยกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบว่ารู้อะไรแล้วบ้าง อยากรู้อะไรอีกบ้าง ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนจะเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้

ขั้นที่ 2 ดำเนินการศึกษา (Research) นักเรียนสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือสิ่งที่อยากรู้ จากการศึกษาเอกสาร ตำรา และการลงมือทำโครงการ เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจในโมโนทัศน์ของปัญหาที่เกี่ยวกับโครงการ โดยมีครูร่วมอภิปรายสร้างความเข้าใจ และวิธีการทำโครงการของนักเรียน

ขั้นที่ 3 การค้นพบคำตอบ (Discovery) ในขั้นนี้นักเรียนได้ค้นพบคำตอบของปัญหาที่ได้จากการลงมือทำโครงการ และการทำงานร่วมกัน พร้อมทั้งนำเสนอสิ่งที่ค้นพบอภิปรายร่วมกัน

ขั้นที่ 4 การประยุกต์ใช้ (Application) เป็นขั้นของการนำรูปแบบการแก้ปัญหาหรือโครงการหรือชิ้นงานที่ค้นพบ ไปประยุกต์ออกแบบใหม่โดยใช้เทคโนโลยี เช่น การสร้างชิ้นงานในรูปแบบสามมิติ (3D Models)

ขั้นที่ 5 การเผยแพร่ (Communication) นักเรียนนำเสนอและเผยแพร่ผลงานแก่ผู้สนใจ ร่วมกันประเมินให้ข้อมูลย้อนกลับ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

จะเห็นได้ว่า รูปแบบการเรียนการสอนโครงการของนักการศึกษาแต่ละท่าน

มีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนแตกต่างกันไปบ้าง แต่ก็ยังมีลักษณะร่วมที่เหมือนๆ กัน คือ เริ่มจากการกำหนดปัญหาหรือหัวข้อที่สนใจศึกษา แล้วจึงวางแผนเพื่อหาวิธีการดำเนินการเพื่อให้ได้คำตอบในสิ่งที่สงสัยใคร่รู้ ต่อจากนั้นจึงลงมือปฏิบัติการศึกษาค้นคว้าตามแผน และขั้นตอนสุดท้ายเป็นการสรุปและประเมินผล

นอกจากการศึกษารูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษาต่างประเทศแล้ว ผู้วิจัยยังได้ไปสัมภาษณ์และวิเคราะห์แนวทางการให้คำปรึกษา และรูปแบบการจัดการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ ของครูผู้ที่มีประสบการณ์และความเชี่ยวชาญด้านโครงการวิทยาศาสตร์ 6 ท่าน ทั้งนี้เพื่อให้รูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นนั้น สามารถพัฒนาความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และของนักเรียนได้ มีรายละเอียด ดังนี้

ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 1 (2556: สัมภาษณ์) ครูวิทยาศาสตร์ สอนวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา กรุงเทพมหานคร ได้รับคัดเลือกเป็นครูวิทยาศาสตร์ดีเด่นจากสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ ในปี พ.ศ. 2547 เป็นครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ. 2528 จนถึงปัจจุบัน(พ.ศ. 2556) และมีผลงานจากการเป็นครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ในงาน Intel International Science and Engineering Fair (เป็นเวทีการประกวดโครงการวิทยาศาสตร์ที่ใหญ่ที่สุดในโลก มีประเทศต่างๆ กว่า 70 ประเทศ ประมาณ 1,500 โครงการ ประกอบด้วย 18 สาขาจัดขึ้นที่ประเทศสหรัฐอเมริกาทุกปี)ได้รับรางวัล 5 ปี คือ โครงการเรื่องคลื่นการเดินทางของกิ่งก้อ ได้รับรางวัลพิเศษอันดับ 1 จากสมาคม Sigma Xi ในปี 2004 โครงการเรื่องการแตกของผักตบชวี้ดิ่ง ได้รับรางวัล Grand Awards อันดับ 2 ประเภททีม ในปี 2006 โครงการเรื่องรูปแบบการหุบของใบไมยราบได้รับรางวัล Grand Awards อันดับ 1 ประเภททีม ในปี 2007 โครงการเรื่องการหมุนของหางเมลิ็ดหญ้าหนวดถั่วได้รับรางวัล Grand Awards อันดับ 3 ประเภททีม ในปี 2008 โครงการเรื่องการพัฒนาชุดทดลองเครื่องยนต์สเตอร์ลิงแบบแกมมาด้วยวิธีรับความร้อนจากรอบทิศทางของแหล่งกำเนิดความร้อนเข้าสู่เครื่องยนต์โดยตรงได้รับ รางวัล Grand Awards อันดับ 4 ประเภททีม ในปี 2013 และรางวัลเหรียญทองแดงในงาน I-SWEEEP 2013 International Sustainable World Project Olympiad ในปีเดียวกัน ทั้งนี้ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 1 (2556: สัมภาษณ์) ได้กล่าวถึงแนวคิดของเขาในการให้คำปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ ที่มีใจความว่า “การทำโครงการเป็นการฝึกกระบวนการคิด ไม่ควรเน้นผลที่เกิดขึ้น (Result) แต่เน้นที่เด็กจะต้องอภิปราย (Discuss) ได้ว่าผลที่เกิดขึ้นนั้น เป็นเพราะอะไร” และเขายังได้กล่าวอีกว่า

ครูต้องสรรหากิจกรรมที่หลากหลายในการจัดประกายเด็กให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น และอยากคิดอยากทำ เช่น การพูดคุยกับนักเรียนบ่อยๆ อย่างไม่ทางการนอกห้องเรียน เพื่อให้ได้รู้สึกรู้ว่าโครงการวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องปกติ กระตุ้นให้กล้าคิด กล้าฝัน กล้าลองทั้งสิ่งใหม่และสิ่งที่เห็นจนชินตา โดยเริ่มจากลองเล่นกับสิ่งที่สนใจ หรือสิ่งรอบตัวกับกลุ่มเพื่อนที่คิดว่าสามารถทำงานร่วมกันได้ แล้วพยายามเชื่อมโยงสิ่งที่สนใจกับสิ่งที่ถนัด ผักผ่อนตั้งคำถามหลายแง่หลายมุม และสืบค้นข้อมูลความรู้จากแหล่งต่างๆ เช่น เรื่องการเดินทางของกิ่งกือ โดยสังเกตการยกแต่ละขาของกิ่งกือในช่วงเวลาต่างๆ แล้วนำเชื่อมโยงกับคณิตศาสตร์และฟิสิกส์ที่ถนัดเพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแนวคิดนี้ได้มาจากแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เรียกว่า “Plearn” = Play + Learn ของศาสตราจารย์ ดร.ชยอนันต์ สมุทวณิช

นอกจากนี้ ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 1 ได้แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับการให้คำปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ว่า

สิ่งที่สำคัญ ที่นักเรียนควรหมั่นฝึกฝนให้มากขึ้น คือ “วิธีคิด” และ “วิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมหลายๆ วิธี” ครูต้องขยับคุยกับเด็ก ช่วยโฟกัสสิ่งที่เด็กสนใจ ไม่ให้เด็กฟุ้ง บางครั้งต้องเรียนรู้ไปพร้อมกับเด็กและกล้าที่จะบอกว่า “ไม่รู้” ไม่ใช่ตรัสรู้ไปทุกอย่าง เรื่อง ครูพยายามตั้งคำถามแทนการตอบคำถาม ส่งเสริมทักษะการคิดฝึกการใช้จินตนาการและการใช้ตรรกะ สร้างบรรยากาศให้เกิดความเป็นกันเอง เพื่อให้เกิดความสนุกในการเรียนรู้ เมื่อใดที่นักเรียนอยากทำอะไร ให้เขาลงมือทำทันที พร้อมทั้งจับบันทึกสิ่งที่สังเกตพบเพื่อค้นหาประเด็นปัญหา ซึ่งต้องร่วมกันพิจารณาว่าจะเลือกแก้ปัญหาอะไรก่อนหลัง ตรงนี้ครูอาจแนะนำแผนภูมิแกงปลาวิเคราะห้สาเหตุย่อยๆ ที่ทำให้เกิดปัญหานั้น หลังจากนั้นก็ไปค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม โดยครูจำเป็นต้องฝึกการตั้งคำถามให้นักเรียนคิดนอกกรอบบ้าง ไม่ยึดติดกับตำราหรือทฤษฎีจนเกินไป เพื่อให้ได้ข้อมูลมากพอที่จะตั้งสมมติฐาน แล้วจึงออกแบบการทดลองโดยมีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเปรียบเทียบกับกัน จัดให้มีการนำเสนอผลงานเป็นระยะ โดยให้เพื่อนนักเรียนร่วมประเมินและแสดงความคิดเห็น ซึ่งจะทำให้เกิดการพัฒนาต่อยอดต่อไป

จากการสัมภาษณ์พูดคุยเกี่ยวกับการให้คำปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้สรุปแนวทางการให้คำปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ของผู้ให้ข้อมูลคนที่ 1 (2556: สัมภาษณ์) ได้เป็น 6 แนวทาง คือ

1. เรียนรู้จากการเล่นกับสิ่งที่สนใจหรือสิ่งรอบๆ ตัว

นักเรียนหาเวลาเล่นนอกชวนเพื่อนมาลองเล่นลองทำ เพื่อทำความรู้จักกับสิ่งนั้น

ให้มาก พร้อมทั้งจัดบันทึกข้อเท็จจริง ข้อสังเกต ข้อสงสัยจากการซักถามกันเองในหมู่เพื่อน

2. ค้นหาสาเหตุของปัญหา

เมื่อนักเรียนได้เล่นกับสิ่งที่สนใจมากๆ เข้า จะเกิดข้อมูลด้านต่างๆ ที่ชวนให้สงสัย และอยากรู้คำตอบ ช่วยกันระดมสมองเพื่อค้นหาสาเหตุต่างๆ ที่คาดว่าจะส่งผลให้เกิดปัญหานั้นให้มากที่สุด โดยไม่ต้องสนใจว่าจะเป็นสาเหตุที่แท้จริงหรือไม่ แล้วมานำเสนอให้ครูฟัง ซึ่งครูไม่ควรตัดสินถูกผิดหรือวิจารณ์ แต่ควรไต่ถามถึงวิธีคิดหรือแนวคิดมากกว่า และพยายามให้คิดในแง่อื่นๆบ้าง ที่สำคัญอย่ารีบถามว่า ทำไปแล้วจะมีประโยชน์อะไร ใช้งบประมาณเท่าไร จะทำได้จริงหรือไม่ ในกรณีที่มีหลายสาเหตุ ควรร่วมกันอภิปรายว่าจะเลือกแก้ที่สาเหตุใดก่อนด้วยเหตุผลใด

3. สืบค้นข้อมูล

นักเรียนต้องร่วมกันตรวจสอบว่างานของกลุ่มเรามีอะไรที่ใหม่ แปลก หรือดีกว่างานของผู้อื่นตรงไหนบ้าง ทำซ้ำกับผู้อื่นหรือเปล่า และสืบค้นร่วมกันค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่สนใจหรือสิ่งที่ปัญหาเพิ่มเติม จากเอกสาร ตำรา วารสาร ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ หรือผู้ที่มีความรู้ความชำนาญ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนกับงานของเราให้มากที่สุด และได้ข้อมูลมากพอที่จะตั้งสมมติฐานได้หลายข้อ

4. ออกแบบการทดลองให้สอดคล้องกับสมมติฐาน

นักเรียนนำเสนอเค้าโครงโครงการวิทยาศาสตร์ (Proposal) โดยครูเป็นผู้คอยให้คำแนะนำ ซักถามและให้ข้อเสนอแนะเพื่อให้นักเรียนได้คิดต่อกันเอง เพื่อปรับแนวทางการทดลองให้รอบคอบและรัดกุม โดยคำนึงถึงความเหมาะสมกับเวลาและสถานที่ พิจารณาการควบคุมตัวแปรต่างๆ มีกลุ่มทดลอง กลุ่มควบคุมเปรียบเทียบกัน ความเหมาะสมของการใช้กลุ่มตัวอย่าง ขนาดประชากร จำนวนซ้ำ (Replication) ของการทดลอง ตรงนี้ครูต้องนำสถิติมาช่วยในกรณีที่ทดลองกับสัตว์ควรพิจารณาถึงชีวจริยธรรม (Bioethic) และจรรยาบรรณในการใช้สัตว์ทดลอง ซึ่งควรได้ศึกษาและตระหนักให้มาก ในกรณีที่เป็นสารเคมีและจุลินทรีย์ ควรพิจารณาความปลอดภัยของผู้ทดลองและการปนเปื้อนของเชื้อด้วย

5. ลงมือทดลอง

ขณะที่ทำการทดลอง ต้องจัดบันทึกการทำงานลงในสมุด (Log Book) หรือผลที่เกิดจากการทำงาน เพื่อเป็นร่องรอยหลักฐานการทำงานที่มาของแนวคิด และแนวทางแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างทำโครงการวิทยาศาสตร์ ความคิดเก่าใหม่เป็นอย่างไร ทำไม่จึงเปลี่ยนความคิด เพราะอะไรวาดรูปหรือถ่ายภาพเครื่องมือ อุปกรณ์ที่เป็นต้นแบบที่พัฒนามาเป็นรุ่นปัจจุบัน โดยระบุ

ขนาด วัสดุที่ใช้ เพื่อแสดงการพัฒนาเครื่องมือเหล่านี้ด้วยหลักคิดอะไรและดีขึ้นหรือไม่อย่างไร
ควรระบุวันเดือนปีไว้ด้วย

6. ประเมินผล

ครูควรนัดการประเมินความก้าวหน้าของโครงการวิทยาศาสตร์เป็นระยะๆ โดยครูที่ปรึกษา ครูวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ครูที่ปรึกษาพิเศษหรือผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนักเรียน มาช่วยกันซักถาม เพื่อจะได้ข้อคิด แนวทาง จุดเด่นและจุดที่ควรปรับปรุง ซึ่งจะทำให้เกิดการพัฒนา ต่อยอดการทำโครงการให้สมบูรณ์ต่อไป และที่สำคัญคือครูต้องสร้างขวัญกำลังใจ และทำความเข้าใจกับผู้ปกครองว่าการทำโครงการจะไม่ทำให้นักเรียนเสียเวลา โดยต้องรู้จักการแบ่งเวลาและ บริหารเวลาให้เป็น ตรงส่วนนี้ผู้ปกครองจะช่วยให้ได้มาก

ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 2 (2556: สัมภาษณ์) ครูวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา โรงเรียนสุราษฎร์พิทยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี ได้รับรางวัลครูดีในดวงใจระดับสำนักงานการศึกษาขั้น พื้นฐาน รับรางวัล เกียรติบัตร เข็มเชิดชูเกียรติ และโล่รางวัล ประจำปี 2551 เมื่อวันที่ 16 มกราคม 2552 ซึ่งจัดโดยสำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐาน และได้รับการประกาศเกียรติคุณผู้ประกอบการ ทางการศึกษาเพื่อรับรางวัลครูสุภา ประจำปี 2552 ได้รับเข็มทองคำ เงินรางวัล โล่ประกาศเกียรติ คุณและเกียรติบัตร ซึ่งจัดโดยสำนักงานเลขาธิการคุรุสภา กระทรวงศึกษาธิการ เมื่อวันที่ 16 มกราคม 2553 อีกทั้งยังได้รับเชิญเป็นวิทยากรโครงการวิทยาศาสตร์จากหน่วยงานทางการศึกษา ต่างๆ เริ่มสอนและให้คำปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์มาตั้งแต่ปี 2541 จนถึงปัจจุบัน(พ.ศ. 2556) ได้รับรางวัลจากการประกวดในระดับชาติอย่างต่อเนื่องทุกปีและยังมีผลงานจากการเป็นครูที่ปรึกษา โครงการวิทยาศาสตร์รางวัลจากการประกวดเวทีโลกในงาน Intel International Science and Engineering Fair (ISEF) ที่จัดขึ้นที่ประเทศสหรัฐอเมริกา คือ โครงการเรื่องหนังเทียมจากการ พัฒนาเซลล์โลสเจล ได้รับรางวัล Grand Award อันดับ 4 ประเภททีม ในปี 2009 โครงการเรื่อง พลาสติกจากเกล็ดปลา ได้รับรางวัล Grand Awards อันดับ 1 ประเภททีม ในปี 2011 และยังได้รับ รางวัลเหรียญทองและรางวัลพิเศษ NAC Environmental-Friendly Technology Award ในเวทีการ ประกวดโครงการในระดับนานาชาติ (I-SWEEEP 2011) สำหรับโครงการ เรื่อง บทบาทของ หอยทากในสวนยางพารา ได้รับรางวัล Grand Awards อันดับ 2 ประเภททีม ในงาน ISEF ปี 2012 หลักคิดสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของผู้ให้ข้อมูลคนที่ 2 คือยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และปลูกฝังคุณธรรมตามแนวเศรษฐกิจพอเพียง พยายามหาสิ่งใกล้ตัวมาฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหา ฝึกการคิดวิเคราะห์เพื่อพัฒนากระบวนการคิด โดยใช้โครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการเรียนรู้ ประสบการณ์จากภูมิปัญญาท้องถิ่นและชุมชนมาเชื่อมโยงบทเรียน ทั้งนี้ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 2

ได้กล่าวถึงปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนทำโครงการวิทยาศาสตร์ว่า “กำลังใจเป็นเรื่องสำคัญ เมื่อไรที่รู้สึกว่าคุณทำอะไรก็เหนื่อย เราก็จะมีอะไรที่เอาให้ดู อย่างเช่น โฆษณาเกาะบันหยี่ แล้วก็ ถ้าแก่น้อย เพื่อเสริมพลังใจ” ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 2 ได้ทำงานร่วมกับครูอีกคนหนึ่งในกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อค้นหาวิธีสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็นโดยพัฒนาชุดกิจกรรมเร้าพลัง เต็มพลัง และเสริมพลัง รวมถึงการนำเทคนิคแผนผังปลากระดูก (Fish Bone) มาให้นักเรียนวิเคราะห์ถึง ปัญหาที่สาเหตุของปัญหา และสาเหตุกับวิธีแก้ปัญหาซึ่งจะได้ปัญหาและวิธีแก้ปัญหาอย่าง หลากหลาย สิ่งหนึ่งที่ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 2 สังเกตเห็นและได้กล่าวถึงทำงานของนักเรียนว่า “เด็ก ๆ เวลาทำงานเป็นกลุ่มการขัดแย้งก็จะมีมากด้วย คนหนึ่งคิดอย่างนี้ อีกคนหนึ่งคิดไปอีกอย่างหนึ่ง เพราะฉะนั้นทำอย่างไร เวลาพูดเรื่องเดียวกันจะไปทางเดียวกันแทนที่จะคิดไปเรื่องอื่น ทำให้งาน มันเสร็จ ก็เลยต้องใช้หมวก 6 ใบเข้ามาจัดการ” ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 2 จึงนำเทคนิคหมวก 6 ใบ มาใช้ เป็นกรอบแนวคิดในการตัดสินใจเลือกปัญหาและวิธีแก้ปัญหาที่สนใจมาทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยเล่าให้ฟังว่า

หมวกใบแรกก็ใบสีขาว เราให้เค้าทำการตรวจสอบเอกสารอย่างละเอียดรอบคอบก่อนที่จะ ลงมือทำ ... เวลาใช้ก็จะผนวกกับแผนผังความคิด (Mind Map) ให้เค้าเขียนเพื่อจะให้เค้าได้รู้ว่า ใคร ทำอะไร ที่ไหน เมื่อไร อย่างไร มีข้อมูลอะไรบ้างที่สนับสนุนแนวคิดนี้ หลังจากนั้นหมวกใบต่อไป ให้ใช้หมวกใบสีดำ ที่สีดำก่อนนี้เพราะส่วนใหญ่เด็กนักเรียนมักจะขัดแย้งกันเอง มักจะพูดถึงว่าเป็นไปไม่ได้ ... อยากมองว่ามันเป็นไปได้หรือไม่ได้อย่างไรหรือมีปัญหาอุปสรรคอะไร เอาหมวกใบสีดำมาว่ากันก่อน หมวกใบสีเหลือง ก็จะให้นักเรียนมองจุดเด่นของงานชิ้นนี้ มีข้อดีอะไรบ้าง แล้วที่นี้มาใช้หมวกใบสีแดง วิเคราะห์จุดเด่นจุดด้อยว่า หมวกใบสีดำมีจุดด้อยอย่างนั้นนะ หมวกใบสีเหลืองมีจุดเด่นอย่างนั้นนะ เราจะ เลือกหรือไม่เลือก ... เราจะปรับปรุงจุดด้อยให้ดีขึ้นหรือจะพัฒนาจุดเด่นให้เด่นมากยิ่งขึ้น แล้วจากนั้น หมวกใบสีเขียว เราก็จะให้ใช้แผนผังเวนน์ (Venn Diagram) เพื่อพิจารณาร่วมกันว่านักเรียนรู้อะไรมาแล้ว และอยากจะทำอะไร แล้วจะทำอะไรเพื่อให้ได้รู้สิ่งใหม่ก็จะได้หัวข้อเรื่องที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์ว่า จริงๆ ที่จะทำคืออะไร หลังจากนั้นหมวกใบสีฟ้าสรุปขั้นตอนว่า จะวางแผนทำอะไร อย่างไร

ตั้งแต่กระบวนการวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้แผนผังปลากระดูก จนกระทั่งถึงหมวกใบสีฟ้า เพื่อลำดับขั้นตอนว่าควรจะเริ่มต้นทำอะไรก่อนหลังและเขียนเป็นเค้าโครงของการทดลองออกมา ผู้วิจัยพอที่จะสรุปแนวทางการให้คำปรึกษาและรูปแบบการเรียนการสอนแบบโครงการวิทยาศาสตร์ ของผู้ให้ข้อมูลคนที่ 2 (2556: สัมภาษณ์) เป็น 5 ขั้นตอน คือ

1. เตรียมความพร้อม

นักเรียนจะได้รับการร่ำพลัง เพื่อให้เกิดแรงจูงใจ และพร้อมที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์ เช่น รับฟังเรื่องเล่าจากคนที่ประสบความสำเร็จ ดูภาพกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ที่ได้รับรางวัล เป็นต้น

2. วิเคราะห์และระบุปัญหา

นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ปัญหากับสาเหตุของปัญหา และสาเหตุกับวิธีแก้ปัญหา โดยใช้แผนผังปลาครุ ในเรื่องหรือประเด็นที่สนใจ เช่น อาชีพ ภูมิปัญญาท้องถิ่น หรือสิ่งแวดล้อมรอบตัว ซึ่งจะได้ปัญหาและวิธีแก้ปัญหามากมาย

3. รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูล

นักเรียนสืบค้นและนำเสนอเรื่องราวที่สนใจศึกษาว่า มีข้อมูลอะไรบ้างที่มาสืบค้น และอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น บอกข้อดี ข้อเสีย รวมถึงสิ่งที่ต้องปรับปรุง และตัดสินใจเลือกเรื่องที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์ร่วมกัน โดยใช้เทคนิคหมวก 6 ใบ และแผนผังความคิด

4. วางแผนและดำเนินการตามแผน

นักเรียนร่วมกันวางแผนหาวิธี หรือออกแบบการทดลอง และเขียนเป็นเค้าโครงของการทดลอง โดยใช้เทคนิคหมวก 6 ใบ และแผนผังเวนน์ พร้อมทั้งลงมือทำการทดลองตามแนวทางที่วางแผนไว้ หากมีปัญหาคืออุปสรรคในระหว่างดำเนินการทดลองครูอาจจะเติมพลัง และเสริมพลัง เพื่อสร้างพลังใจให้แก่นักเรียนเป็นระยะ

5. สรุปและประเมินผล

นักเรียนนำผลการศึกษาหรือทดลอง มาอภิปรายร่วมกัน และเขียนเป็นเอกสารรายงาน ทั้งนี้ครูจะประเมินกระบวนการทำงานตามสภาพจริงเป็นระยะๆ เพื่อติดตามความก้าวหน้าในระหว่างการทำโครงการวิทยาศาสตร์ และประเมินจากการนำเสนอผลการศึกษาหรือทดลอง โดยครูและเพื่อนนักเรียนร่วมกันซักถาม

ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 3 (2556: สัมภาษณ์) ปัจจุบันเป็นครูผู้สอนและเป็นทีปรีक्षाโครงการวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ได้รับคัดเลือกเป็นครูต้นแบบสาขาวิทยาศาสตร์ ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ ในปี พ.ศ. 2543 อีกทั้งยังได้รับเชิญเป็นวิทยากรโครงการวิทยาศาสตร์ให้แก่ครูและหน่วยงานทางการศึกษาต่างๆ เริ่มสอนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2528 จนถึงปัจจุบัน(พ.ศ. 2556) ได้พัฒนาการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง และมีผลงานจากการเป็นครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์

ได้รับรางวัลจากการประกวดในเวทีระดับชาติ คือ โครงการงานเรื่องรถเก็บขยะอนุรักษ์พลังงาน ได้รับเหรียญทอง ในปี พ.ศ. 2552 จากกระทรวงพลังงาน และรางวัลจากการประกวดโครงการวิทยาศาสตร์ในงานศิลปหัตถกรรมนักเรียนระดับชาติ ที่จัดโดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน คือ โครงการงานเรื่องจักรยานตัดหญ้าประหยัดพลังงาน ได้รับเหรียญทอง ในปี พ.ศ. 2553 โครงการงานเรื่องการหมักแอลกอฮอล์จากผักจามจุรี ได้รับเหรียญทอง ในปี พ.ศ. 2554 และโครงการงานเรื่องการลดปริมาณไซยาไนด์ในมันสำปะหลัง ได้รับเหรียญทอง ในปี พ.ศ. 2556 ซึ่งผู้ให้ข้อมูลคนที่ 3 กล่าวถึงความสำคัญของโครงการวิทยาศาสตร์ว่า

โครงการวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่สำคัญมากสำหรับการเรียนรู้ของเด็ก ถ้าเด็กสามารถทำโครงการวิทยาศาสตร์ได้ คือ สูดยอดของการเรียนรู้ เนื่องจากว่า การที่เด็กจะทำโครงการวิทยาศาสตร์ได้ ต้องรวบรวมองค์ความรู้ และมีทักษะกระบวนการ มีการศึกษาค้นคว้าและมีจิตวิทยาศาสตร์ มีความรักต่อโครงการวิทยาศาสตร์ เช่น มีความมุ่งมั่น อดทน รับผิดชอบ มีวินัย ... เด็กสามารถทำโครงการได้สักเรื่องหนึ่งเค้าก็จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

เทคนิคง่าย ๆ ที่ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 3 ใช้ คือ ทำให้เด็กคิดว่าโครงการวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ไม่ยาก โดยการฝึกนักเรียนให้เกิดกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อันได้แก่ การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การรวบรวมข้อมูล และการสรุปผลการทดลอง โดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ปฏิบัติ 6 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 2) ขั้นศึกษาวิเคราะห์ 3) ขั้นปฏิบัติ/ฝึกหัด/ทดลอง 4) ขั้นสรุปและเสนอผลการเรียนรู้ 5) ขั้นปรับปรุงและนำไปใช้ 6) ขั้นการประเมินผล โดยฝึกจากตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความ ภาพ บทเพลง การทดลอง หรือสื่อและอุปกรณ์เสริมอื่นๆ ให้นักเรียนวิเคราะห์ว่า จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นั้น อะไรคือตัวแปรต้น อะไรคือตัวแปรตาม รวมถึงกลุ่มตัวอย่างที่ถูกสมมติขึ้น จากนั้นจะให้นักเรียนสร้างสถานการณ์ขึ้นมาเอง และระบุตัวแปร กลุ่มตัวอย่าง เพื่อฝึกขั้นตอนย่อยๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทีละขั้นตอนจนคล่องแคล่ว ซึ่งเป็นการเตรียมความพร้อมของนักเรียนก่อนที่จะเริ่มทำโครงการวิทยาศาสตร์ต่อไป สำหรับการสกัดเอาปัญหาที่นักเรียนสนใจทำโครงการวิทยาศาสตร์ นั้นผู้ให้ข้อมูลคนที่ 3 จะให้นักเรียนไปศึกษาข้อมูลที่ตนเองสนใจแล้วนำมาเขียนเป็นแผนผังความคิด (Mind Map) เพื่อสร้างองค์ความรู้ในเรื่องนั้นๆ หลังจากนั้นจะให้นักเรียนตั้งคำถามว่าอยากรู้เกี่ยวกับเรื่องอะไร โดยคำถามนั้นจะเป็นคำถามที่เรายังไม่รู้คำตอบ และยังหาคำตอบไม่ได้จากข้อเท็จจริงที่รู้แล้ว ซึ่งคำถามนั้นจะเป็นปัญหาหรือหัวข้อที่จะนำมาทำโครงการวิทยาศาสตร์

ในส่วนของผู้ให้ข้อมูลคนที่ 4 (2556: สัมภาษณ์) ซึ่งเป็นครูผู้สอนและเป็นทีปรีक्षाโครงการวิทยาศาสตร์ โรงเรียนโคกเกาะเทียมวิทยาลัย จังหวัดลพบุรี เป็นระยะเวลา 21 ปี และได้รับการคัดเลือกเป็นครุต้นแบบสาขาวิทยาศาสตร์ ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ ในปี พ.ศ. 2544 ทั้งนี้ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 4 ได้นำแนวทางการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ของผู้ให้ข้อมูลคนที่ 3 มาปรับประยุกต์ใช้ตามความเหมาะสมและบริบทของนักเรียนโดยเน้นการใช้เทคนิคสรุปองค์ความรู้ ให้อิสระแก่นักเรียนในการเรียนรู้ ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ลงมือปฏิบัติจริง เพื่อให้ นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น สามารถสรุปองค์ความรู้ได้ด้วยตัวเอง และทำงานอย่างประชาธิปไตยโดยมีครูเป็นผู้ให้คำปรึกษา ซึ่งมีผลงานจากการเป็นครุที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์จากการประกวดโครงการวิทยาศาสตร์ระดับชาติ คือ โครงการเรื่องสมุนไพรรักษาโรค ได้รับโล่ห์รางวัลรองชนะเลิศอันดับที่ 1 ในงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2553 ณ ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา รังสิต กรุงเทพมหานคร

ทั้งผู้ให้ข้อมูลคนที่ 3 และผู้ให้ข้อมูลคนที่ 4 มีผลงานในการเป็นครุที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์รางวัลชนะเลิศในระดับชาติ โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ในรูปแบบที่เน้นการปฏิบัติ นำสื่อหรือนวัตกรรมต่างๆ มาใช้ในการเรียนการสอน ให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยประสบการณ์ตรงจากสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน และจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ มีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน 6 ขั้น (ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 3. 2556: สัมภาษณ์; ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 4. 2556: สัมภาษณ์) ดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

กระตุ้น ชักจูง และโน้มน้าว นักเรียนให้เกิดความสงสัย อยากรู้ อยากค้นคว้า โดยใช้การสนทนา พูดคุย ชักถามและทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเพื่อเชื่อมโยงกับประสบการณ์ใหม่ที่เรียนรู้อีก

2. ขั้นศึกษาวิเคราะห์

แบ่งกลุ่มนักเรียน เพื่อทำกิจกรรมร่วมกันแสดงความคิดเห็น วิเคราะห์ และสรุปประเด็นปัญหา หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยเขียนเป็นแผนผังความคิด(Mind Map) พร้อมทั้งนำเสนอผลงานของกลุ่ม

3. ขั้นปฏิบัติ/ฝึกหัด/ทดลอง

นักเรียนแต่ละกลุ่มฝึกวิเคราะห์สถานการณ์จากการทำแบบฝึกหัด และสถานการณ์ที่นักเรียนสร้างขึ้นเอง ร่วมกันคิด ร่วมกันวางแผน ออกแบบการทดลอง และลงมือปฏิบัติ และร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กระบวนการปฏิบัติที่ชัดเจนของแต่ละกิจกรรม

4. ขั้นสรุปและเสนอผลการเรียนรู้

นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลการศึกษา และนำเสนอต่อกลุ่มใหญ่ เช่น การนำเสนอรายงานหน้าชั้นเรียน การจัดแสดงแผงโครงงาน เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ระหว่างครู นักเรียน และเพื่อน

5. ขั้นปรับปรุงและนำไปใช้

แต่ละกลุ่มนำข้อเสนอแนะที่ของครูและเพื่อน มาปรับปรุงให้ดีขึ้น แล้วนำไปต่อยอดสร้างเป็นผลงานตามความสนใจต่อไป

6. ขั้นการประเมินผล

ครู นักเรียน และเพื่อนนักเรียน ร่วมกันประเมินโครงงานวิทยาศาสตร์ จากผลงานและจากการปฏิบัติ ตามสภาพจริง

ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 5 (2556: สัมภาษณ์) เป็นข้าราชการบำนาญ และวิทยากร โครงงานวิทยาศาสตร์ ท่านเคยสอนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ ที่โรงเรียนสิงห์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี อย่างต่อเนื่องในช่วงปี พ.ศ. 2526-2554 และยังได้รับเชิญเป็นวิทยากรโครงงานวิทยาศาสตร์ให้แก่ครูและหน่วยงานที่สนใจมากกว่า 100 ครั้ง ถึงแม้ว่าจะเกษียณอายุราชการไปแล้วแต่ก็ยังได้รับเชิญเป็นที่ปรึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์ให้กับโรงเรียนสิงห์บุรีจนถึงปัจจุบัน (พ.ศ. 2556) ได้รับคัดเลือกเป็นครูวิทยาศาสตร์ดีเด่นจากสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ เมื่อปี พ.ศ. 2530 และในปี 2539 ได้รับคัดเลือกให้เป็นครูที่มีผลงานทางด้านวิทยาศาสตร์ดีเด่น อีกทั้งมีผลงานในการเป็นครูที่ปรึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์ได้รับรางวัลชนะเลิศ รองชนะเลิศจากการประกวดในการแข่งขันระดับชาติ เช่น การใช้ปุ๋ยชีวภาพเร่งการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง ปลาสัมพัทสี่เขียน นอกจากนั้นแล้วท่านได้เขียนหนังสือ เรื่อง เทคนิคการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ (ฉบับประสบการณ์) สำหรับแนวทางจัดการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 5 จะเน้นความสำคัญกับการคิดหัวเรื่องที่จะทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยกล่าวว่า “นักเรียนอยากทำอะไรให้เค้าทำไป แต่ควรให้คำแนะนำว่า ทำอย่างไรให้แตกต่างจากคนอื่นหรือแตกต่างจากของที่มีอยู่เดิม” ซึ่งจะใช้เทคนิคการตั้งคำถาม เพื่อได้หัวข้อที่ชัดเจนและแสดงออกถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ตลอดจนสามารถกำหนดตัวแปรได้ ทั้งนี้จะไม่บอกให้นักเรียนรู้จักตัวแปรตรงๆ แต่จะยกตัวอย่างสถานการณ์ให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาว่า นักเรียนต้องการจะศึกษาอะไร สิ่งใดเป็นสาเหตุ(ตัวแปรต้น) และสิ่งใดเป็นผลที่ตามมา(ตัวแปรตาม) ในการฝึกคิดหัวข้อนั้นจะใช้เวลาประมาณ 2-4 สัปดาห์ในทุกๆ สัปดาห์นักเรียนจะต้องคิดหัวข้อเรื่องที่ไม่ซ้ำกับเรื่องเดิมที่เคยคิดไว้ หลังจากนั้นจึงมาร่วมกันพิจารณาตัดสินใจเลือกหัวข้อที่สนใจมาทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งในช่วงแรกๆ ของ

การสอนโครงการวิทยาศาสตร์จะให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์ โดยใช้เทคนิคการยกตัวอย่างและการเล่าเรื่องให้ฟัง หลังจากนั้นจึงให้นักเรียนวิเคราะห์ตัวอย่างโครงการวิทยาศาสตร์ โดยครูจะต้องพยายามใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสามารถคิดออกมาเป็นโครงการ ทั้งนี้จะให้นักเรียนเขียนแผนการทดลองคร่าว ๆ ว่า จะทำอะไร ทำอย่างไร วัสดุอย่างไร จะดูผลอะไรบ้าง บันทึกผลอย่างไร ทั้งนี้ ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 5 ได้กล่าวถึงครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ว่า “ต้องรอบรู้ และมีเวลาให้นักเรียน สามารถใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้าต่อได้ เช่น อะไรที่ดีที่สุด ... แล้วมันคืออะไร ทำไม เพราะอะไร ถ้าไม่ทำแบบนี้จะมีวิธีไหนได้อีก” และได้แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมว่าการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ควรแบ่งเป็นระยะ 4 ระยะ (ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 5. 2556: สัมภาษณ์) คือ

ระยะที่ 1 คิดหัวข้อโครงการ ระยะนี้จะใช้เวลาประมาณ 2-4 สัปดาห์แล้วแต่ความสามารถของแต่ละกลุ่ม ให้นักเรียนศึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ของรุ่นพี่ และวิเคราะห์แนวคิดในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ที่มาและความสำคัญของโครงการ การกำหนดตัวแปร และวิธีการวัดตัวแปร หลังจากนั้นในทุกๆ สัปดาห์ครูจะให้นักเรียนคิดหัวข้อ หรือระบุปัญหา ที่ไม่ซ้ำกับเรื่องเดิมที่เคยคิดไว้ ซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะมีหัวข้อที่ตนเองสนใจมากกว่า 2 เรื่อง และร่วมกันพิจารณาตัดสินใจเลือกหัวข้อที่สนใจมาทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยครูจะใช้เทคนิคการตั้งคำถามเพื่อให้ได้หัวข้อที่ชัดเจนและแสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์

ระยะที่ 2 ออกแบบการทำโครงการ เมื่อได้หัวข้อที่สนใจทำโครงการแล้ว นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับหัวข้อเรื่องที่ตนเองสนใจจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ เช่น ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ วารสาร หนังสือพิมพ์ เอกสารอื่นๆ และภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อนำมาวางแผนออกแบบการทดลอง และเขียนเค้าโครงของโครงการร่วมกัน โดยมีครูเป็นผู้ให้คำปรึกษา

ระยะที่ 3 ลงมือทำโครงการ นักเรียนปฏิบัติการทำโครงการตามแผนที่วางไว้ และรายงานความก้าวหน้า ปัญหาอุปสรรคในการดำเนินงานให้ครูทราบเป็นระยะๆ

ระยะที่ 4 นำข้อมูลที่ได้มาอภิปรายร่วมกัน เป็นระยะที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลการทำโครงการ และเขียนรายงาน พร้อมทั้งนำเสนอผลงาน เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ระหว่าง ครู นักเรียน และเพื่อน ซึ่งจะเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อยอด

ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 6 (2556: สัมภาษณ์) ครูผู้สอนและเป็นที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์และสิ่งประดิษฐ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา โรงเรียนบ่อมานาคราชสวาทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ มีผลงานเป็นกรรมการประกวดโครงการสิ่งประดิษฐ์ ทั้งในระดับจังหวัดและระดับชาติ สอนโครงการวิทยาศาสตร์และฝึกให้นักเรียนทำโครงการวิทยาศาสตร์และสิ่งประดิษฐ์อย่างต่อเนื่อง

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2528 จนถึงปัจจุบัน(พ.ศ. 2556) มีผลงานจากการฝึกนักเรียนสร้างสิ่งประดิษฐ์ในปี พ.ศ. 2532 สิ่งประดิษฐ์หุ่นยนต์กิตติ 1 ได้รับรางวัลรองชนะเลิศอันดับ 1 ของประเทศไทย ระดับมัธยมต้น และในปี พ.ศ.2533 สิ่งประดิษฐ์รถเอนกประสงค์เกรียงไกร 1 สิ่งประดิษฐ์เรือเอนกประสงค์สามารถ 1 และสิ่งประดิษฐ์หุ่นยนต์กิตติ 2 ได้รับรางวัลชนะเลิศอันดับ 1 อันดับ 2 และ อันดับ 3 ตามลำดับ อีกทั้งได้รับคัดเลือกให้เป็นตัวแทนของประเทศไทยไปแสดงผลงานที่ประเทศญี่ปุ่น และประเทศเกาหลีเหนือ ทั้งนี้ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 6 จะใช้วิธีการคุย และยกตัวอย่างให้กับนักเรียนที่สนใจสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อจุดประกายความคิด โดยเล่าชีวประวัตินักวิทยาศาสตร์ที่ประสบผลสำเร็จและไม่ประสบผลสำเร็จ เพื่อให้เป็นแบบอย่างผลของความสำเร็จที่เกิดจากความสนใจ ความพยายาม ศึกษาค้นคว้า และความอดทน ต่อจากนั้นจึงสร้างความท้าทายอยากลองทำ โดยให้นักเรียนศึกษาของเล่นก่อน จากนั้นจึงใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนสังเกต และร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับหลักการทำงานของของเล่นนั้น นักเรียนอยากประดิษฐ์อะไรก็ให้ทำตามความสนใจ โดยให้ลองประดิษฐ์เป็นเบื้องต้นก่อน แล้วใช้วิธีการถามให้นักเรียนย้อนกลับไปคิด เพื่อกำหนดเป้าหมายของชิ้นงานให้ชัดเจน และปรับปรุงแก้ไข หากนักเรียนยังคิดไม่ออก ก็จะค่อยๆ แนะนำแนวทางให้นักเรียนสังเกตหลักการทำงานของเครื่องมือ เครื่องใช้ เครื่องจักรกลที่อยู่รอบๆ ตัว สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเกิดแนวคิดในการประยุกต์ใช้ และวางแผนการสร้างสรรค์ชิ้นงานให้เป็นขั้นตอน นักเรียนที่สร้างชิ้นงานเสร็จแล้ว ออกมานำเสนอผลงานให้ครูและเพื่อนนักเรียน ร่วมประเมินและแสดงความคิดเห็น เพื่อนๆ จัดบันทึกการบรรยายพร้อมข้อเสนอแนะ จากการสัมภาษณ์พูดคุยกับผู้ให้ข้อมูลคนที่ 6 ผู้วิจัยพอที่จะสรุปขั้นตอนการให้คำปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ และสิ่งประดิษฐ์เป็น 6 ขั้นตอน (ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 6. 2556: สัมภาษณ์) คือ

1. จุดประกายความคิด

กระตุ้น ชักจูง และโน้มน้าว ให้นักเรียนเล็งเห็นถึงความสำคัญของการสร้างสิ่งประดิษฐ์ โดยยกตัวอย่างนักวิทยาศาสตร์ของโลกและของไทย จากนั้นจึงให้สังเกตและลองเล่นของเล่น หรือสิ่งประดิษฐ์ แล้วร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับหลักการทำงานของของเล่น

2. กำหนดหัวข้อและเป้าหมายของชิ้นงาน

เมื่อนักเรียนได้สังเกตและลองเล่นของเล่น หรือสิ่งประดิษฐ์ จะเกิดคำถามข้อสงสัย เมื่อนักเรียนเกิดแนวคิดที่จะสร้างสรรค์ชิ้นงาน และทดลองสร้างชิ้นงานเบื้องต้น ซึ่งอาจจะเกิดปัญหาตามมาอีกหลายปัญหา นักเรียนต้องร่วมกันพิจารณาเลือกแก้ปัญหาให้บรรลุเป้าหมายของชิ้นงาน

3. สืบค้นและรวบรวมข้อมูล

นักเรียนหาข้อมูลเกี่ยวกับหลักการทำงานของชิ้นงานที่จะสร้าง จากเอกสาร ตำรา ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และการสอบถามจากผู้รู้

4. ออกแบบสร้างสรรค์ชิ้นงาน

นักเรียนวางแผน ออกแบบโครงสร้างของชิ้นงาน และขั้นตอนการสร้างชิ้นงาน ให้สอดคล้องกับหลักการทำงานของชิ้นงาน โดยการประยุกต์ใช้วัสดุอุปกรณ์ที่อยู่รอบๆ ตัว และ เครื่องมือ เครื่องใช้ เครื่องจักรกลที่หาได้ง่ายๆ พร้อมทั้งเขียนเป็นเค้าโครงของโครงการสิ่งประดิษฐ์

5. ลงมือสร้างสรรค์ชิ้นงาน

ในขณะที่สร้างชิ้นงาน นักเรียนต้องทดสอบชิ้นงานเพื่อดูว่าชิ้นงานที่สร้างนั้น สามารถทำงานได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้หรือไม่ มีสิ่งที่จะต้องปรับปรุง ดัดแปลงเพิ่มเติมอีกหรือไม่ พร้อมทั้งจัดทำเอกสารรายงาน แผนโครงการ เพื่อนำเสนอผลงาน

6. นำเสนอผลงาน

การนำเสนอชิ้นงาน นักเรียนจะต้องอธิบายหลักการทำงานและหลักการทางวิทยาศาสตร์ พร้อมสาธิตการทำงานของชิ้นงาน โดยมีครู และเพื่อนนักเรียน ร่วมซักถาม แสดงความคิดเห็น และให้ข้อเสนอแนะ

เป็นที่น่าสังเกตว่า รูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ของครูผู้มีประสบการณ์และความเชี่ยวชาญด้านโครงการวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 ท่าน มีความแตกต่างกันบ้าง ในรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน แต่ก็มีลักษณะร่วมที่คล้ายคลึงกันซึ่งสรุปได้เป็น 5 ขั้นตอน คือ

- 1) การเตรียมความพร้อม เพื่อจุดประกายความคิดให้นักเรียนเกิดความสงสัยอยากรู้ อยากค้นคว้า
- 2) การวิเคราะห์และระบุปัญหา 3) การวางแผนและออกแบบการทดลอง 4) การดำเนินการทดลอง และ 5) สรุปและประเมินผล โดยเฉพาะแนวทางการให้คำปรึกษาและการจัดการเรียนการสอน

โครงการวิทยาศาสตร์ของครูทั้ง 6 ท่าน ซึ่งผู้วิจัยสามารถสรุปได้เป็น 2 ประเด็นหลัก คือ

- 1) กิจกรรมที่ให้นักเรียนทำในการจัดการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ 2) เทคนิคและทักษะการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ของครู ดังที่แสดงไว้ในตาราง 2 และตาราง 3 ตามลำดับ

ตาราง 2 กิจกรรมที่ให้นักเรียนทำในการจัดการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์

กิจกรรม ที่ให้นักเรียนทำ	ผู้ให้ข้อมูล คนที่ 1 (2556: สัมภาษณ์)	ผู้ให้ข้อมูล คนที่ 2 (2556: สัมภาษณ์)	ผู้ให้ข้อมูล คนที่ 3 และคนที่ 4 (2556: สัมภาษณ์)	ผู้ให้ข้อมูล คนที่ 5 (2556: สัมภาษณ์)	ผู้ให้ข้อมูล คนที่ 6 (2556: สัมภาษณ์)	กิจกรรม ที่ใช้ พัฒนา รูปแบบ การเรียน การสอน
การฝึกหัดปฏิบัติซ้ำ	✓	✓	✓	✓		✓
เรียนปนเล่น	✓				✓	
หมวด 6 ไบ		✓				
การวาดรูป, การเขียน แผนผังความคิด	✓	✓	✓			✓
ฝึกให้นักเรียนคิด วิเคราะห์	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ฝึกให้นักเรียนคิด สร้างสรรค์	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ฝึกให้นักเรียนคิด วิจารณ์	✓	✓		✓	✓	✓
จัดทำสมุดบันทึก	✓				✓	
การแลกเปลี่ยนเรียนรู้	✓	✓	✓	✓	✓	✓
นักเรียนเลือกหัวข้อ ตามความสนใจ	✓	✓	✓	✓	✓	✓

จากตาราง 2 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์และสังเคราะห์กิจกรรมที่ให้นักเรียนทำในการจัดการเรียนการสอนของครูผู้ที่มีประสบการณ์และความเชี่ยวชาญด้านโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งนำมาใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ครั้งนี้ คือ

1. การฝึกหัดปฏิบัติซ้ำ ทั้งนี้การฝึกหัดปฏิบัติบ่อยๆ จะก่อให้เกิดเกิดความชำนาญ และเกิดความคงทนในการเรียนรู้
2. การวาดรูป การเขียนแผนผังความคิด จะมีส่วนช่วยในการจัดระบบความคิด และเชื่อมโยงข้อมูลหรือความคิดต่างๆ เข้าหากันได้ง่ายทำให้ไม่สับสน ทำให้เห็นความสัมพันธ์ของ

ข้อมูลในภาพรวม ง่ายต่อการเรียนรู้ และยังช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้อีกด้วย

3. ฝึกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ ทั้งนี้เพราะการทำโครงการวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้อง กับกระบวนการคิด ตั้งแต่การคิดหัวข้อเรื่อง วางแผนการทดลอง ดำเนินการทดลอง สรุปอภิปรายผล ตลอดจนการนำเสนอผลงาน นักเรียนต้องคิดแยกแยะข้อดี ข้อเสีย ควรทำหรือไม่ควรทำ สามารถ บอกเหตุและผลของข้อมูลได้

4. ฝึกให้นักเรียนคิดสร้างสรรค์ ใช้การระดมสมองให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น ให้ได้ปริมาณมากที่สุด เพื่อการหาแนวคิดอย่างหลากหลายและแปลกใหม่ในการทำโครงการ วิทยาศาสตร์

5. ฝึกให้นักเรียนคิดวิจารณ์ญาณ เนื่องจากการทำโครงการวิทยาศาสตร์มีความ เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดและการแก้ปัญหา ซึ่งต้องอาศัยความคิดวิจารณ์ญาณไตร่ตรองอย่างมี รอบคอบเพื่อตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด

6. การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ จะช่วยสร้างความเข้าใจและแนวปฏิบัติในการทำ โครงการวิทยาศาสตร์ การที่นักเรียนได้พูดคุยปรึกษา แสดงความคิดเห็น ตลอดจนแลกเปลี่ยน ประสบการณ์ซึ่งกันและกัน จะทำให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจและสามารถแก้ปัญหา และทำ โครงการวิทยาศาสตร์ได้สำเร็จ

7. นักเรียนเลือกหัวข้อตามความสนใจ เมื่อนักเรียนได้ทำในสิ่งที่ชอบจะทำให้เกิด การเรียนรู้ดี

ตาราง 3 เทคนิคและทักษะการสอนของครูในการจัดการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์

เทคนิค และ ทักษะการสอน ของครู	ผู้ให้ข้อมูล คนที่ 1 (2556: สัมภาษณ์)	ผู้ให้ข้อมูล คนที่ 2 (2556: สัมภาษณ์)	ผู้ให้ข้อมูล คนที่ 3 และคนที่ 4 (2556: สัมภาษณ์)	ผู้ให้ข้อมูล คนที่ 5 (2556: สัมภาษณ์)	ผู้ให้ข้อมูล คนที่ 6 (2556: สัมภาษณ์)	เทคนิคที่ ใช้พัฒนา รูปแบบ การเรียน การสอน
เน้นกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ใช้คำถามและ การซักถาม	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ใช้การยกตัวอย่าง และสถานการณ์		✓	✓	✓	✓	✓
จุดประกายความคิด	✓	✓	✓		✓	✓
การเสริมแรง	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ใช้กระบวนการกลุ่ม	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ติดตามความก้าวหน้า เป็นระยะ	✓	✓	✓	✓	✓	✓

จากตาราง 3 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์และสังเคราะห์เทคนิคและทักษะการสอนของครูผู้มีประสบการณ์และความเชี่ยวชาญด้านโครงการวิทยาศาสตร์ มาใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ครั้งนี้ คือ

1. เน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากโครงการวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า ในสิ่งที่ตนเองสนใจอย่างลุ่มลึก โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์
2. ใช้คำถามและการซักถาม เป็นทักษะสำคัญที่ครูใช้กระตุ้นความคิดของนักเรียน และแนะแนวทางให้นักเรียนคิดในการวางแผน ออกแบบการทดลอง อาทิเช่น “ทำไม” “อย่างไร” “เพราะอะไร” “ถ้าไม่ทำแบบนี้จะทำแบบไหนได้อีก” เป็นต้น

3. การยกตัวอย่างและสถานการณ์ เป็นการพูดหรือแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับเรื่องราวที่สมมติขึ้นจากความเป็นจริง นักเรียนร่วมกันอภิปรายซักถาม หรือตอบคำถามในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับตัวอย่างหรือสถานการณ์นั้น จนเกิดความเข้าใจที่ชัดเจนขึ้น และเกิดแรงจูงใจพร้อมที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์

4. จุดประกายความคิด เป็นทักษะที่ครูใช้ กระตุ้น โน้มน้าวนักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น อยากรู้คิด กล้าคิด กล้าลอง กล้าเสนอแนวคิดแปลกใหม่ ตลอดจนอยากมีส่วนร่วมในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

5. การเสริมแรง ทำให้นักเรียนมีกำลังใจในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ เช่น การชมเชย การให้ข้อมูลย้อนกลับ จะช่วยให้บรรยากาศการเรียนการสอนสนุกสนาน และทำโครงการวิทยาศาสตร์อย่างมีความสุข อันจะส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี

6. ใช้กระบวนการกลุ่ม เป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีการพูดคุย อภิปราย ซักถาม ช่วยกันแก้ปัญหาต่างๆ ให้บรรลุผลสำเร็จ มีปฏิสัมพันธ์กับสมาชิกในกลุ่มและสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาความคิด และความสัมพันธ์อันดีต่อกัน

7. ติดตามความก้าวหน้าเป็นระยะ ทำให้ทราบปัญหาและความต้องการ ตลอดจนความก้าวหน้าในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพื่อให้คำแนะนำปรึกษา และหาแนวทางแก้ปัญหาในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ร่วมกัน

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนโครงการของนักการศึกษา และวิเคราะห์บทสัมภาษณ์ครูที่มีประสบการณ์และมีความเชี่ยวชาญด้านโครงการวิทยาศาสตร์ ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 รูปแบบการเรียนการสอนโครงการของนักการศึกษา และครูผู้ที่มีประสบการณ์และความเชี่ยวชาญด้านโครงการวิทยาศาสตร์

ชั้น ที่	การวิเคราะห์เอกสาร						การวิเคราะห์บทสัมภาษณ์					รูปแบบการเรียนการสอน โครงการวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น
	Kilpatrick	Krajcik; et al	Grant M. Michael	Katz & Chard	Pacific Education Institute.	Laboy- Rush	ผู้ให้ข้อมูล คนที่ 1	ผู้ให้ข้อมูล คนที่ 2	ผู้ให้ข้อมูล คนที่ 3 และ คนที่ 4	ผู้ให้ข้อมูล คนที่ 5	ผู้ให้ข้อมูล คนที่ 6	
1	กำหนด จุดประสงค์ การเรียนรู้	ตั้งคำถาม	กระตุ้นให้ นักเรียน อยาก เรียนรู้ตาม ความสนใจ	ระยะเริ่มต้น โครงการ -ใช้คำถาม กระตุ้น ความคิด -กำหนดหัวข้อ ที่สนใจศึกษา	อธิบาย ประเด็น หรือหัวข้อ ที่สนใจ ศึกษา	-กระตุ้น ความสนใจ ด้วยปัญหา -เชื่อมโยง ความรู้เดิม กับสิ่งที่จะ เรียนรู้ใหม่	เล่นในสิ่ง ที่สนใจ ศึกษา	สร้างความ สนใจ	- กระตุ้น ให้เกิด ความสงสัย -เชื่อมโยง ความรู้เดิมกับ ความรู้ใหม่ที่ จะเรียนรู้	คิดหัวข้อ โครงการ	-กระตุ้น ให้เห็น ความสำคัญ -ลองเล่นกับ ของเล่น/ สิ่งประดิษฐ์	ระยะที่ 1 เตรียมความพร้อม (Preparation) - ได้รับความสนใจ - ทบทวนประสบการณ์
2	วางแผน การศึกษา	ออกแบบ และ วางแผน ดำเนินงาน	กำหนด ปัญหา หรือ ภาระงาน ที่ทำทาย	ระยะพัฒนา โครงการ โดย วางแผน การศึกษา และลงมือ ปฏิบัติ	ระบุปัญหา	ดำเนิน การศึกษา	ระบุ ปัญหา และ สาเหตุ ของ ปัญหา	วิเคราะห์ ปัญหา สาเหตุ และ แนวทาง แก้ปัญหา	วิเคราะห์ ปัญหา	-สืบค้น ข้อมูล -วางแผน การทำ โครงการ	-ตั้งคำถาม -ลองสร้าง ต้นแบบ -ระบุปัญหา -กำหนด เป้าหมาย ชิ้นงาน	ระยะที่ 2 สร้างสรรค์โครงการ (Project Creation) - ระบุปัญหา - แสวงหาและคัดสรรแนวทาง แก้ปัญหา - วางแผนแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์ - ปฏิบัติการทำโครงการ และสรุปผล

ตาราง 4 (ต่อ)

ชั้น ที่	การวิเคราะห์เอกสาร						การวิเคราะห์บทสัมภาษณ์					รูปแบบการเรียนการสอน โครงการวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น
	Kilpatrick	Krajcik; et al	Grant M. Michael	Katz & Chard	Pacific Education Institute.	Laboy- Rush	ผู้ให้ข้อมูล คนที่ 1	ผู้ให้ข้อมูล คนที่ 2	ผู้ให้ข้อมูล คนที่ 3 และ คนที่ 4	ผู้ให้ข้อมูล คนที่ 5	ผู้ให้ข้อมูล คนที่ 6	
3	ดำเนิน การศึกษา ค้นคว้า	การสร้าง เครื่องมือ และ ดำเนินงาน ตามแผน	สืบค้น ข้อมูล	ระยะสรุป โครงการ -สรุปสิ่ง ที่ได้เรียนรู้ -นำเสนอ ผลงาน -ประเมิน ตนเอง	สืบค้น ข้อมูล เชิงลึก	ค้นพบ คำตอบ	สืบค้น ข้อมูล	ตัดสินใจ เลือกปัญหา ที่จะทำ โครงการฯ	-วางแผน และออกแบบ การทดลอง -ลงมือปฏิบัติ	ลงมือทำ โครงการ	สืบค้นข้อมูล เกี่ยวกับ หลักการ ทำงานของ ชิ้นงาน	ระยะที่ 3 นำเสนอผลงาน (Presentation) - นำเสนอ - ประเมินผล
4	การ ตัดสินใจ	การ วิเคราะห์ ข้อมูล ลงข้อสรุป	วางแผน และ ดำเนินการ ศึกษา		ทำความเข้าใจและ ข้อตกลง ร่วมกัน	การ ประยุกต์ใช้	ออกแบบ การ ทดลอง	- วางแผน - ลงมือ ปฏิบัติ	-สรุปผล -นำเสนอผล การทดลอง	-สรุปผล -นำเสนอ	ออกแบบ ชิ้นงาน	
5		นำเสนอสิ่งที่ค้นพบ	แนะ แนวทาง และให้ ความ ช่วยเหลือ		กำหนด แนวทาง แก้ปัญหา	นำเสนอ และ เผยแพร่	ลงมือ ทดลอง	- สรุป - ประเมินผล	ปรับปรุง		ลงมือสร้าง ชิ้นงาน	

ตาราง 4 (ต่อ)

ชั้น ที่	การวิเคราะห์เอกสาร						การวิเคราะห์บทสัมภาษณ์					รูปแบบการเรียนการสอน โครงการวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น
	Kilpatrick	Krajcik; et al	Grant M. Michael	Katz & Chard	Pacific Education Institute.	Laboy- Rush	ผู้ให้ข้อมูล คนที่ 1	ผู้ให้ข้อมูล คนที่ 2	ผู้ให้ข้อมูล คนที่ 3 และ คนที่ 4	ผู้ให้ข้อมูล คนที่ 5	ผู้ให้ข้อมูล คนที่ 6	
6			อภิปราย ร่วมกัน		วางแผน แก้ปัญหา		ประเมินผล		ประเมินผล		นำเสนอ ผลงาน	
7			สะท้อน ความคิด		ดำเนินการ ตามแผน							
8					- สรุป - ประเมินผล - ให้ข้อมูล ย้อนกลับ							

ผู้วิจัยสังเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนจากตาราง 1 และตาราง 4 เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) ประกอบด้วย 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 เตรียมความพร้อม (Preparation) ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนย่อย คือ

1.1 ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนเกิดความรู้สึกรู้ว่าโครงการวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่สนุกและมีความท้าทาย มีความกระตือรือร้นที่จะเรียน ซึ่งขั้นตอนนี้ผู้วิจัยสังเคราะห์มาจากมาจากรูปแบบการเรียนการสอนโครงการของ Grant M. Michael (2002: Online); Katz; & Chard. (2005: 305); Pacific Education Institute (2011: 4) และLaboy-Rush (n.d.: 5); ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 1 (2556: สัมภาษณ์); ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 2 (2556: สัมภาษณ์); ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 3 และคนที่ 4 (2556: สัมภาษณ์) และผู้ให้ข้อมูลคนที่ 6 (2556: สัมภาษณ์) ในขั้นที่ 1 โดยในขั้นนี้ผู้วิจัยใช้ประเด็นปัญหาจากสภาพแวดล้อมใกล้ตัว และคำถามยั่วๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัยอยากรู้ อยากที่จะสืบสอบสิ่งที่เป็นปัญหา ตลอดจนยกตัวอย่างโครงการวิทยาศาสตร์ที่ได้รับรางวัลหรือสร้างสถานการณ์ง่ายๆ ให้นักเรียนลองทำ

1.2 ขั้นทบทวนประสบการณ์ เป็นขั้นที่ครูทบทวนความรู้เดิมในเรื่องที่มีความสัมพันธ์กับประเด็นปัญหา ตลอดจนทบทวนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งขั้นตอนนี้ผู้วิจัยสังเคราะห์มาจากรูปแบบการเรียนการสอนโครงการของ Laboy-Rush (n.d.: 5); ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 3 และคนที่ 4 (2556: สัมภาษณ์) โดยผู้วิจัยใช้วิธีการตั้งถาม การยกตัวอย่างสถานการณ์ การทำแบบฝึก และให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นตามประสบการณ์เดิมของนักเรียน เพื่อเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการนำไปปรับใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน

ระยะที่ 2 สร้างสรรค์โครงการ (Project Creation) เป็นขั้นที่ครูดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ที่สอดแทรกกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างความคิดนอกนัยและความคิดเอกนัย เพื่อให้นักเรียนสามารถคิดหัวข้อ วางแผน และลงมือทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนย่อย คือ

2.1 ขั้นระบุปัญหา เป็นขั้นที่ครูดำเนินการจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาและสาเหตุของปัญหา จากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ และ/หรือสถานการณ์ที่นักเรียนพบเจอ ซึ่งขั้นตอนนี้ผู้วิจัยสังเคราะห์มาจากรูปแบบการเรียนการสอนโครงการ ของ Krajcik; et al. (1998: 315-316); Katz; & Chard (2005: 305); ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 5 (2556: สัมภาษณ์)ในขั้นที่ 1 และของ Grant M. Michael (2002: Online); Pacific Education Institute

(2011: 4); ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 1 (2556: สัมภาษณ์); ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 2 (2556: สัมภาษณ์); ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 3 และคนที่ 4 (2556: สัมภาษณ์) และผู้ให้ข้อมูลคนที่ 6 (2556: สัมภาษณ์) ในชั้นที่ 2 และขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของ Torrance (1965) ในชั้นที่ 1 และ 2; Koberg; & Bagnall (1991: 23-26) ในชั้นที่ 2 และ 3; Osborn; & Parnes (1992) ในชั้นที่ 2 และ 3; Treffinger, Isaksen; & Dorval (n.d.) ในชั้นที่ 1 และกัณฐรัตน์ โคจร (2554: 48-149) ในชั้นที่ 2 ซึ่งในชั้นนี้ครูต้องฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้ และ/หรือให้นักเรียนนำเสนอสถานการณ์ที่นักเรียนพบในชีวิตจริง และกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อวิเคราะห์ประเด็นปัญหา และสาเหตุของปัญหาให้ได้จำนวนมาก โดยใช้แผนผังก้างปลา หรือตาราง แล้วร่วมกันพิจารณาเลือกปัญหาหรือสาเหตุของปัญหาที่มีความเป็นไปได้มาหาแนวทางแก้ปัญหา

2.2 ชั้นแสวงหาและคัดสรรแนวทางแก้ปัญหา เป็นชั้นที่ครูดำเนินกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา เพื่อนำมากำหนดเป็นหัวข้อที่จะสนใจทำโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งขั้นตอนนี้ผู้วิจัยสังเคราะห์มาจากรูปแบบการเรียนการสอนโครงการ ของ Grant M. Michael (2002: online); Pacific Education Institute (2011: 4); ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 1 (2556: สัมภาษณ์); ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 2 (2556: สัมภาษณ์) และผู้ให้ข้อมูลคนที่ 6 (2556: สัมภาษณ์) ในชั้นที่ 3 และขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของ Torrance (1965) ในชั้นที่ 3; Koberg; & Bagnall (1991: 23-26); Osborn; & Parnes (1992) ในชั้นที่ 4 และ 5; Treffinger, Isaksen; & Dorval (n.d.) ในชั้นที่ 2 และ 3 และกัณฐรัตน์ โคจร (2554: 48-149) ในชั้นที่ 3 โดยในชั้นนี้ผู้วิจัยใช้เทคนิคการเปรียบเทียบ(Synectics) และการตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนระดมสมองเสนอวิธีแก้ปัญหาให้ได้จำนวนมาก แปลกใหม่หรือแตกต่างจากคนอื่น แล้วจึงใช้ความคิดวิจารณ์พิจารณาถึงข้อดีข้อเสียของวิธีแก้ปัญหาแต่ละวิธี เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสม นำมากำหนดหัวข้อเรื่องที่สนใจศึกษา

2.3 ชั้นวางแผนแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นชั้นที่ครูดำเนินการจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนคิดออกแบบ วางแผนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งขั้นตอนนี้ผู้วิจัยสังเคราะห์มาจากรูปแบบการเรียนการสอนโครงการ ของ Kilpatrick (1918); Krajcik; et al. (1998: 315-316); Katz; & Chard (2005: 305); ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 5 (2556: สัมภาษณ์) ในชั้นที่ 2; ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 3 และคนที่ 4 (2556: สัมภาษณ์) ในชั้นที่ 3; Grant M. Michael (2002: Online); ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 1 (2556: สัมภาษณ์); ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 2 (2556: สัมภาษณ์); ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 6 (2556: สัมภาษณ์) ในชั้นที่ 4; Pacific Education Institute (2011: 4) ในชั้นที่ 6 และขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของ Torrance (1965) ในชั้นที่ 3; Osborn; & Parnes (1992) ในชั้นที่ 6; Treffinger, Isaksen; & Dorval

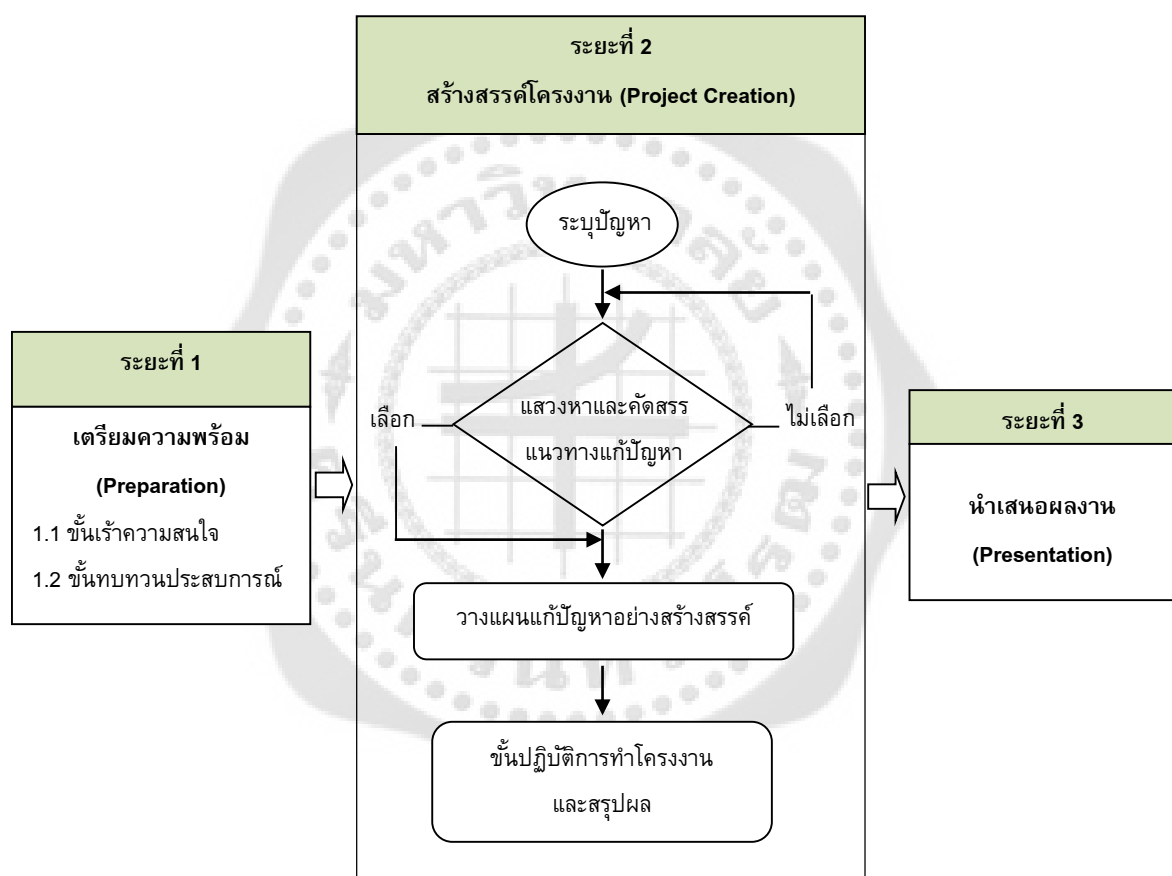
(n.d.); กัญรัตน์ โจร (2554: 48-149) ในชั้นที่ 4 โดยในชั้นนี้ผู้วิจัยใช้เทคนิคการเปรียบเทียบ (Synectics) และใช้คำถามกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ให้นักเรียนนำความรู้และประสบการณ์เดิม และความรู้ใหม่ที่ได้จากการสืบค้นข้อมูล มาร่วมกันวางแผนการทำโครงการ โดยเขียนเป็นเค้าโครงของโครงการ ซึ่งประกอบด้วย การระบุปัญหา(ตั้งชื่อเรื่อง) การกำหนดจุดมุ่งหมาย การตั้งสมมติฐาน การระบุตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูล ออกแบบการนำเสนอผลการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.4 ชั้นปฏิบัติการทำโครงการและสรุปผล เป็นชั้นที่ครูดำเนินกิจกรรมเพื่อให้ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการทำโครงการวิทยาศาสตร์ รวบรวมข้อมูล ร่องรอยหลักฐาน และสรุปผลที่เกิดจากการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งขั้นตอนนี้ผู้วิจัยสังเคราะห์มาจากรูปแบบการเรียนการสอนโครงการ ของ Kilpatrick (1918) ในชั้นที่ 3; Krajcik; et al. (1998: 315-316); Laboy-Rush (n.d.: 5); ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 3 และคนที่ 4 (2556: สัมภาษณ์); ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 5 (2556: สัมภาษณ์) ในชั้นที่ 3 และ 4; Grant M. Michael (2002: Online); ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 2 (2556: สัมภาษณ์) ในชั้นที่ 4 และ 5; Katz; & Chard (2005: 305) ในชั้นที่ 2 และ 3; Pacific Education Institute (2011: 4) ในชั้นที่ 7 และ 8; ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 1 (2556: สัมภาษณ์); ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 6 (2556: สัมภาษณ์) ในชั้นที่ 5 และขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของ Torrance (1965) ในชั้นที่ 4 และ 5; Koberg; & Bagnall (1991: 23-26); Osborn; & Parnes (1992) ในชั้นที่ 6; Treffinger, Isaksen; & Dorval (n.d.); กัญรัตน์ โจร (2554: 48-149) ในชั้นที่ 4 โดยในชั้นนี้นักเรียนลงมือปฏิบัติ และรวบรวมข้อมูล ร่องรอยหลักฐาน นำมาวิเคราะห์ แล้วนำมาสรุปและอภิปรายผล รวมถึงเขียนรายงานผลการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ตลอดจนแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ช่วยกันแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในขณะที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยที่ครูคอยดูแลให้คำแนะนำปรึกษา ใช้การตั้งคำถามแทนการตอบคำถาม และติดตามความก้าวหน้าในการทำโครงการเป็นระยะ

ระยะที่ 3 นำเสนอผลงาน(Presentation) เป็นชั้นที่ครูดำเนินกิจกรรมเพื่อประเมินผลงานโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งขั้นตอนนี้ผู้วิจัยสังเคราะห์มาจากรูปแบบการเรียนการสอนโครงการ ของ Krajcik; et al. (1998: 315-316); Laboy-Rush (n.d.: 5); ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 2 (2556: สัมภาษณ์) ในชั้นที่ 5; Grant M. Michael (2002: Online); ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 1 (2556: สัมภาษณ์); ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 3 และคนที่ 4 (2556: สัมภาษณ์); ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 6 (2556: สัมภาษณ์) ในชั้นที่ 6; Katz; & Chard (2005: 305) ในชั้นที่ 3; ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 5 (2556: สัมภาษณ์) ในชั้นที่ 4; Pacific Education Institute (2011: 4) ในชั้นที่ 7 โดยในชั้นนี้นักเรียนจะนำเอกสารรายงาน ผลงานหรือชิ้นงาน มาจัดแสดงและนำเสนอด้วยวาจา โดยมีครูและเพื่อนนักเรียนร่วมกันประเมิน แสดงความ

คิดเห็นเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปพัฒนาต่อยอดการทำโครงการวิทยาศาสตร์ต่อไป

รูปแบบการจัดการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจากการสังเคราะห์รูปแบบการสอนโครงการของนักการศึกษา บทสัมภาษณ์ครูที่มีประสบการณ์และมีความเชี่ยวชาญด้านโครงการวิทยาศาสตร์ และขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักการศึกษา แสดงดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 รูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์(3P)

กิจกรรมการเรียนการสอน บทบาทครู และบทบาทนักเรียน ของรูปแบบการเรียน
การสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น แสดงดังตาราง 5

ตาราง 5 กิจกรรมการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ บทบาทครู และบทบาทนักเรียน

ลำดับขั้น	กิจกรรมการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
<p>ระยะที่ 1</p> <p>เตรียม</p> <p>ความพร้อม</p> <p>(Preparation)</p>	<p>1.1 <u>ขั้นสร้างความสนใจ</u></p> <p>- สร้างบรรยากาศการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนรู้สึกว่าการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นเรื่องสนุกและท้าทาย</p> <p>- ใช้ประเด็นปัญหาจากสภาพแวดล้อมใกล้ตัวและการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นอยากเรียนรู้</p>	<p>- เตรียมสถานการณ์ หรือ ประเด็นปัญหาที่ใกล้ตัวนักเรียน</p> <p>- สร้างความสนใจ และกระตุ้นโดยใช้คำถามให้นักเรียนเกิดความสงสัยอยากรู้อยากปฏิบัติ</p>	<p>- มีส่วนร่วมทำกิจกรรมในชั้นเรียน โดยการซักถาม และแสดงความคิดเห็น</p>
	<p>1.2 <u>ขั้นทบทวนประสบการณ์</u></p> <p>- ตรวจสอบ ทบทวนความรู้ และประสบการณ์เดิมของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้เดิมที่จำเป็นกับความรู้ใหม่ที่ได้รับ และความรู้ที่ต้องแสวงหา</p>	<p>- เตรียมตัวอย่างโครงงาน วิทยาศาสตร์ หรือสถานการณ์ ปัญหาต่างๆ</p> <p>- ตรวจสอบ และทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนในเรื่องที่มีความสัมพันธ์กับโครงงาน วิทยาศาสตร์ วิธีการทาง วิทยาศาสตร์ ตลอดจน ความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ ปัญหา</p> <p>- นำเสนอตัวอย่างโครงงาน วิทยาศาสตร์ และใช้การซักถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนวิเคราะห์ และอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับประเภทของ โครงงานวิทยาศาสตร์</p>	<p>- แสดงความคิดเห็น และ แลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด โดยใช้ประสบการณ์เดิม</p> <p>- ร่วมกันวิเคราะห์ ตัวอย่างโครงงาน วิทยาศาสตร์ พร้อมทั้ง เสนอแนวคิดในการ ปรับปรุง หรือพัฒนาต่อยอดโครงงานต่อไป</p>

ตาราง 5 (ต่อ)

ลำดับชั้น	กิจกรรมการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ระยะเวลาที่ 2 สร้างสรรค์ โครงการ (Project Creation)	2.1 <u>ขั้นระบุปัญหา</u> จัดกิจกรรมให้นักเรียน สืบค้น รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับ ปัญหาและสาเหตุของปัญหา จากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ และ/หรือสถานการณ์ที่นักเรียน พบในชีวิตจริง	<ul style="list-style-type: none"> - จัดเตรียมคอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต หรือ แหล่งเรียนรู้ ให้นักเรียน สืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ สถานการณ์ปัญหา - แบ่งกลุ่มนักเรียนตามความสนใจกลุ่มละ 2-4 คน - กำหนดสถานการณ์ปัญหาหรือ ให้นักเรียนนำเสนอสถานการณ์ ปัญหาที่พบในชีวิตจริง - ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียน แต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูล เพื่อ ร่วมกันวิเคราะห์สาเหตุของ ปัญหาให้ได้จำนวนมากที่สุด และพิจารณาเลือกสาเหตุที่มีความเป็นไปได้มาหาแนวทาง แก้ปัญหา - สังเกตการทำกิจกรรม และ ประเมินกระบวนการทำงานของ นักเรียน - ให้คำแนะนำ ปรีกษา และ อำนวยความสะดวก 	<ul style="list-style-type: none"> - ให้ความร่วมมือและมีส่วนร่วม ในกิจกรรม - ทำงานเป็นกลุ่มสืบค้น และ รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ สถานการณ์ปัญหา - เขียนผังก้างปลาหรือตาราง เพื่อวิเคราะห์ประเด็นปัญหา สาเหตุของปัญหา - ร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียน อภิปรายแลกเปลี่ยน ความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหา และสาเหตุของปัญหาที่แต่ละ กลุ่มเลือกศึกษาพร้อมให้ เหตุผลประกอบการตัดสินใจ
	2.2 <u>ขั้นแสวงหาและคัดสรร แนวทางแก้ปัญหา</u> จัดกิจกรรมให้นักเรียนหา แนวทางแก้ปัญหาให้ได้จำนวน มาก แปลกใหม่ หรือแตกต่าง จากคนอื่น และตัดสินใจเลือก วิธีแก้ปัญหา เพื่อนำมากำหนด เป็นหัวข้อที่สนใจทำโครงการ วิทยาศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้คำถามกระตุ้น ให้นักเรียน ตรวจสอบความรู้ พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ที่ เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา - ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มย่อย สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อหา แนวทางแก้ปัญหา 	<ul style="list-style-type: none"> - อภิปรายแลกเปลี่ยนความ คิดเห็นภายในกลุ่มย่อย เพื่อ ตรวจสอบความรู้พื้นฐานทาง วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับ สถานการณ์ปัญหาว่ารู้อะไร แล้วบ้าง ยังไม่รู้อะไรบ้าง และต้องการรู้อะไรเพิ่มเติม

ตาราง 5 (ต่อ)

ลำดับขั้น	กิจกรรมการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
		<ul style="list-style-type: none"> - ใช้คำถาม การซักถาม หรือเทคนิคการเปรียบเทียบ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนระดมสมองหาแนวทางแก้ปัญหาให้ได้จำนวนมากและแปลกใหม่หรือแตกต่างจากคนอื่น - ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มย่อยร่วมกันอภิปรายเปรียบเทียบข้อดีข้อเสีย ความเป็นไปได้ของแนวทางแก้ปัญหาแต่ละแนวทาง เพื่อตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดมากำหนดหัวข้อเรื่องที่สนใจทำโครงการวิทยาศาสตร์ - สังเกตการทำกิจกรรม และประเมินกระบวนการทำงานของนักเรียน - รับฟังความคิดเห็นของนักเรียนและให้คำแนะนำปรึกษา 	<ul style="list-style-type: none"> - สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางแก้ปัญหา - ทำงานเป็นกลุ่มอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มและเสนอแนวทางปัญหาให้มากที่สุด แปลกใหม่หรือแตกต่างจากคนอื่น - แต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาข้อดีข้อเสียของแนวทางแก้ปัญหาแต่ละแนวทาง - ลงข้อสรุปร่วมกันภายในกลุ่มเพื่อตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดมาใช้เป็นหัวข้อเพื่อทำโครงการวิทยาศาสตร์
	<p>2.3 <u>ขั้นวางแผนแก้ปัญหา</u> <u>อย่างสร้างสรรค์</u> จัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนคิดออกแบบ วางแผนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยเขียนเป็นเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้คำถาม การซักถาม หรือเทคนิคการเปรียบเทียบ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้และประสบการณ์เดิม และความรู้ใหม่ที่ได้จากการสืบค้นและใช้ความคิดสร้างสรรค์มาร่วมกันวางแผน ออกแบบการปฏิบัติอย่างรอบคอบ และรัดกุม - สังเกตการทำกิจกรรม และประเมินกระบวนการทำงานของนักเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - แต่ละกลุ่มนำความรู้และประสบการณ์เดิม และความรู้ใหม่ที่ได้จากสืบค้นเกี่ยวกับหัวข้อโครงการวิทยาศาสตร์มาวางแผน ออกแบบการปฏิบัติอย่างสร้างสรรค์รอบคอบ และรัดกุม - เขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ - รายงานความก้าวหน้าในการเขียนเค้าโครงของ

ตาราง 5 (ต่อ)

ลำดับชั้น

กิจกรรมการเรียนการสอน

บทบาทครู

บทบาทนักเรียน



ตาราง 5 (ต่อ)

ลำดับขั้น	กิจกรรมการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
		<ul style="list-style-type: none"> - ติดตามความก้าวหน้าการทำโครงการวิทยาศาสตร์เป็นระยะ - เสริมแรงด้วยการให้กำลังใจ และให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นระยะ 	<ul style="list-style-type: none"> เกิดขึ้นในขณะที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ - รายงานความก้าวหน้าในการทำโครงการวิทยาศาสตร์เป็นระยะ
ระยะที่ 3 นำเสนอผลงาน (Presentation)	จัดกิจกรรมให้นักเรียนนำเสนอผลการทำโครงการวิทยาศาสตร์ แลกเปลี่ยนเรียนรู้กระบวนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ และประเมินความสามารถในการโครงการวิทยาศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> - นัดหมายวันเวลา เพื่อให้ นักเรียนนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์ - ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม จัดเตรียมเอกสารรายงานโปสเตอร์นำเสนอผลงาน ผลงาน หรือชิ้นงาน เพื่อนำเสนอด้วยวาจา - ประเมินผลโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม - ชักถามแนวคิด และกระบวนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ 	<ul style="list-style-type: none"> - ทำงานเป็นกลุ่มแบ่งหน้าที่รับผิดชอบจัดเตรียมเอกสารรายงาน แผนโครงการ ผลงาน หรือชิ้นงาน - แต่ละกลุ่มนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์ด้วยวาจา พร้อมทั้งตอบข้อซักถามของครูและเพื่อนนักเรียน - แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และร่วมแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประสบการณ์ที่ได้จากการทำโครงการวิทยาศาสตร์

5. แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินโครงการวิทยาศาสตร์

การประเมินโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นรูปแบบหนึ่งของการประเมินการเรียนการสอน ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ซึ่งครูผู้สอนจะต้องกระทำอย่างต่อเนื่องตั้งแต่เริ่มต้นโครงการ ระหว่างทำโครงการ และหลังจากเสร็จสิ้นลง ด้วยวิธีการประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ซึ่งเป็นกระบวนการที่เน้นการประเมินการปฏิบัติงาน (Performance Assessment) โดยใช้แฟ้มสะสมงาน (Portfolio) มาช่วยส่งเสริมสนับสนุนกิจกรรมการเรียนการสอน (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2546: 4-16; อ้างอิงจาก ศิริชัย กาญจนวาสี. 2543) อีกทั้งการทดสอบในด้านความรู้ความสามารถ และทักษะกระบวนการทำงาน เป็นร่องรอยหลักฐานที่สามารถวัดได้จริง (ลัดดา ภูเกียรติ. 2544:

379-381) โดยอาศัยการลงมือปฏิบัติหรือแสดงออก ซึ่งสามารถใช้สะท้อนให้เห็นกระบวนการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และทักษะจากการเรียนรู้ของนักเรียนที่เกิดขึ้นตามสภาพจริง (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2546: 4-16; บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. 2544: 47-49) รวมถึงการได้รับความร่วมมือระหว่าง ผู้ปกครอง ครู และนักเรียน

สืบเนื่องมาจากการประเมินโครงการวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ครูจะต้องทำการประเมินอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่องทั้งก่อน ระหว่าง และหลังเสร็จสิ้นการเรียนการสอน ซึ่งเป็นการประเมินอย่างเป็นระบบ มาใช้ในการประเมินการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ให้ครอบคลุมทั้ง 3 ระยะ (ลัดดา ภูเกียรติ. 2544: 379-381; บุรชัย ศิริมหาสาคร. 2553: 292-318) คือ การประเมินก่อนทำโครงการ (Input) การประเมินระหว่างทำโครงการ (Process) และการประเมินผลสำเร็จของโครงการ (Product) มีรายละเอียดดังนี้

1. การประเมินก่อนทำโครงการ (Input) เป็นการประเมินเพื่อสำรวจความพร้อมของนักเรียนว่ามีความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับการทำโครงการวิทยาศาสตร์ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์อยู่มากน้อยเพียงใด โดยการทดสอบวัดความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน หรือประเมินจากการปฏิบัติตามสภาพจริง โดยที่การกระทำนั้นแสดงให้เห็นถึงการประยุกต์ใช้ความรู้ และทักษะที่จำเป็น (Mueller. 2013: Online) เช่น การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร และการวางแผนการทำโครงการ

2. การประเมินระหว่างทำโครงการ (Process) เป็นการประเมินกระบวนการปฏิบัติให้เป็นไปตามแผนงานที่กำหนด พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการทำงาน เช่น การออกแบบวางแผนการดำเนินงาน วิธีการดำเนินงาน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการแก้ปัญหา ด้วยวิธีการประเมินตามสภาพจริงและประเมินการปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นการประเมินที่เน้นทักษะความสามารถในการทำงาน ความถูกต้องของการปฏิบัติลำดับการทำงาน ตลอดจนจนถึงการค้นคว้าทดลอง และการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลผลิตออกมา โดยอาศัยการสังเกตร่วมกับเครื่องมือที่ใช้ในการวัด เพื่อให้ได้ข้อมูลสารสนเทศว่านักเรียนสามารถทำงานได้สำเร็จตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพหรือไม่ มากน้อยเพียงไร (บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. 2544: 85; สุวิมล ว่องวาณิช. 2546: 226-235) ซึ่งจะประเมินโดยใช้การสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน การสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการดำเนินโครงการวิทยาศาสตร์ แบบประเมินการเขียนเค้าโครงของโครงการ และแบบประเมินการปฏิบัติงาน

3. การประเมินผลโครงการ (Product) เป็นการประเมินความสำเร็จในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ตามสภาพจริง โดยการพิจารณาชิ้นงานหรือผลงาน เอกสารรายงาน แผนโครงการ ตลอดจนการนำเสนอด้วยวาจา ที่เป็นผลจากการกระทำของนักเรียนว่าผลงานนั้น สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายหรือเกณฑ์ในการประเมินที่ตั้งไว้ร่วมกันหรือไม่ โดยใช้แบบประเมินผล

โครงการประกอบการสังเกต การสอบถาม การตรวจพิจารณาสื่อประกอบการนำเสนอ ตลอดจน การตรวจแผนโครงการวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ฟังหรือผู้ชม ทั้งนี้ หน่วยงานทางการศึกษาทั้งในและต่างประเทศ เช่น เอ็นวายซี (NYC. 2009: 72) โนวา สโกเทีย (Nova Scotia. 2013: 21-22) และสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (ส.ว.ท.) (2556: Online) ได้กำหนดรายการในการประเมินโครงการวิทยาศาสตร์ อย่างน่าสนใจ ดังนี้คือ

เอ็นวายซี (NYC. 2009: 72) ได้กำหนดรายการในการประเมินโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 5 ส่วน คือ

1. ภาพรวมของโครงการ ซึ่งพิจารณาจากความสมบูรณ์ขององค์ประกอบในแต่ละด้าน และผลงานของนักเรียน
2. ความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ พิจารณาจากความสามารถในการ นำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ มาอธิบายผลที่เกิดจากการสังเกตและการพยากรณ์ได้อย่างถูกต้อง
3. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พิจารณาจากการนำกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์มาใช้ในการทำโครงการได้อย่างถูกต้องชัดเจน
4. การเขียนรายงาน พิจารณาจากลำดับเขียนและการเชื่อมโยงโครงสร้าง แนวคิด ผลการศึกษาอย่างเป็นระบบ และมีองค์ประกอบครบสมบูรณ์
5. การนำเสนอด้วยวาจา พิจารณาจากความสามารถในการอธิบาย และ การใช้สื่อประกอบการนำเสนอ เพื่อสนับสนุนแนวคิด

ในขณะที่โนวา สโกเทีย (Nova Scotia. 2013: 21-22) ได้กำหนดรายการในการ ประเมินโครงการวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย 6 ส่วน คือ

1. การประเมินแนวคิด โดยพิจารณาการตั้งคำถามนำ ได้อย่างน่าสนใจและ นำไปใช้ในการศึกษาได้จริง
2. การพัฒนาคำถาม โดยพิจารณาจากการศึกษาค้นคว้าเอกสาร และการสังเกต ปรากฏการณ์ต่างๆ แล้วนำมาพัฒนาคำถามของนักเรียน
3. รายละเอียดของขั้นตอนการดำเนินงาน โดยพิจารณาความสามารถในการ เขียนลำดับขั้นตอนการทำงาน ที่ผู้อื่นสามารถปฏิบัติได้โดยไม่ต้องมีคำอธิบายเพิ่มเติม
4. การรวบรวมข้อมูล โดยพิจารณาจำนวนครั้งที่เก็บรวบรวมข้อมูล แล้วนำมาสรุป สิ่งที่ค้นพบได้อย่างชัดเจน
5. การสรุปผล โดยพิจารณาความสอดคล้องกับสมมติฐาน รวมถึงใช้ข้อมูลที่ได้

จากการค้นคว้าและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาประกอบการสรุปได้อย่างละเอียด ชัดเจน

6. การมีส่วนร่วมของนักเรียน โดยพิจารณาจากความร่วมมือ และความกระตือรือร้นในการสร้างสรรค์งานในทุกๆ องค์ประกอบของการทำโครงการงาน

สำหรับสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์(ส.ว.ท.) (2556: Online) ได้กำหนดรายการในการประเมินโครงการงานวิทยาศาสตร์เป็น 4 ส่วน คือ

1. ภาพรวมของโครงการงาน โดยพิจารณาจากความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การแสดงให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ การแสดงหลักฐานการบันทึกข้อมูลอย่างเพียงพอและต่อเนื่องเป็นระเบียบ และคุณค่าของโครงการงาน

2. ภาพรวมของรายงานโครงการงาน พิจารณาจากความถูกต้องของแบบฟอร์ม การนำเสนอข้อมูล การใช้ภาษาและคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ การอภิปรายและสรุปผลการทดลอง

3. การจัดแสดงโครงการงาน พิจารณาจากความเหมาะสมในการใช้อุปกรณ์ ชิ้นส่วน วัสดุ หรือส่วนประกอบอื่นๆ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความประณีตสวยงาม การจัดวางโครงการงาน การจัดทำโปสเตอร์

4. การอภิปรายปากเปล่า พิจารณาจากการสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญ รวมถึงความสามารถอธิบายและตอบข้อซักถาม โดยแสดงให้เห็นถึงความรู้ ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ

นอกจากนี้ลัดดา ภูเกียรติ (2544: 379-381) ได้เสนอกรอบแนวทางในการประเมินโครงการงานวิทยาศาสตร์ไว้อย่างน่าสนใจ ซึ่งสรุปใจความสำคัญได้ว่า ควรกำหนดประเด็นในการประเมินให้ชัดเจนว่าจะประเมินอะไรบ้าง เช่น การเลือกเรื่อง กระบวนการในการทำงาน การแสดงออกถึงสิ่งที่เป็นความรู้ ความคิด คุณธรรมจริยธรรม รวมไปถึงผลงานหรือชิ้นงาน อีกทั้งควรกำหนดช่วงเวลาในการประเมินอย่างต่อเนื่องตั้งแต่เริ่มต้นโครงการงาน ระหว่างทำโครงการงาน และหลังจากเสร็จสิ้นลงแล้ว นอกจากนั้นแล้วควรต้องกำหนดวิธีการที่จะใช้ในการประเมิน อันได้แก่ การตรวจจากผลงาน ชิ้นงาน เอกสาร รายงาน แบบบันทึกต่าง ๆ รวมทั้งการทดสอบในด้านความรู้ความสามารถ และทักษะกระบวนการทำงาน แฟ้มสะสมงานหรืออื่น ๆ ที่เป็นร่องรอยหลักฐานที่สามารถวัดได้จริง และประการสุดท้ายการประเมินที่ดีควรเป็นการประเมินที่ครอบคลุมจากทุกคนที่เกี่ยวข้องทั้งตัวผู้เรียน เพื่อนนักเรียน ครู ผู้ปกครอง และผู้เกี่ยวข้อง ทั้งนี้การประเมินผลโครงการงานวิทยาศาสตร์สามารถดำเนินการได้หลายแนวทางขึ้นอยู่กับครูผู้สอนที่จะนำมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับวุฒิภาวะของนักเรียน

สิ่งที่จะช่วยให้การประเมินโครงการวิทยาศาสตร์เป็นไปอย่างรอบคอบ คือการใช้ เกณฑ์การประเมิน (Rubrics) ซึ่งเป็นแนวทางการให้คะแนนที่บรรยายถึงระดับความสามารถในการแสดงออกของนักเรียน รวมถึงคุณภาพของผลงานที่นักเรียนต้องปฏิบัติได้ในแต่ละระดับไว้อย่างชัดเจน (เอกรินทร์ สีมหาศาล. 2546: 235) เพื่อให้ทราบว่า นักเรียนได้เรียนรู้อะไร สามารถทำสิ่งใดได้บ้าง และสะท้อนให้เห็นจุดแข็งและจุดอ่อนของโครงการวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนทำ (สุวิมล ว่องวาณิช. 2546: 71) ซึ่งบุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2544: 119) ได้กล่าวถึงเกณฑ์การให้คะแนนในการประเมินจะประกอบด้วยตัวเลขที่สะท้อนระดับคุณภาพของการปฏิบัติ อาทิเช่น 1 ถึง 4 เมื่อ 4 หมายถึง คุณภาพระดับสูงสุด 3 หมายถึง คุณภาพระดับสูง 2 หมายถึง คุณภาพระดับพอใช้ และ 1 หมายถึง คุณภาพยังไม่เป็นที่พอใจ ทั้งนี้การกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนในลักษณะนี้อาจพิจารณาตามองค์ประกอบเป็นสองลักษณะ (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2544: 121; เอกรินทร์ สีมหาศาล. 2546: 236-240) คือ การกำหนดเกณฑ์ในภาพรวม (Holistic) ซึ่งเป็นการให้คะแนนโดยพิจารณาผลงานของนักเรียนในภาพรวมมีคุณภาพสอดคล้องกับเกณฑ์ในระดับใดบ้าง และการกำหนดเกณฑ์แบบแยกองค์ประกอบ (Analytic) ซึ่งเป็นการกำหนดเกณฑ์โดยการจำแนกสิ่งต่างๆ ที่ต้องการประเมินออกเป็นประเด็นๆ ให้คะแนนตามระดับคุณภาพของแต่ละประเด็น แล้วนำคะแนนจากการประเมินประเด็นทั้งหมดมารวมกันอีกครั้งหนึ่ง

โดยสรุปแล้ว การประเมินโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นการประเมินที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ สามารถกระทำได้ด้วยวิธีการประเมินตามสภาพจริง ซึ่งเป็นกระบวนการที่เน้นการประเมินการปฏิบัติงาน โดยใช้แฟ้มสะสมงาน โดยที่ครูควรกำหนดจุดมุ่งหมายของการประเมินช่วงเวลาในการประเมินซึ่งควรกระทำอย่างต่อเนื่องตั้งแต่เริ่มต้นโครงการ ระหว่างทำโครงการ และหลังจากเสร็จสิ้นลงแล้ว รวมถึงการกำหนดวิธีการที่จะใช้ในการประเมิน อันได้แก่การสังเกต การสัมภาษณ์ การตรวจจากผลงานหรือชิ้นงาน เอกสารรายงาน แผนโครงการ แบบประเมินผลโครงการ ตลอดจนการนำเสนอด้วยวาจา รวมถึงแฟ้มสะสมงานหรืออื่นๆ ที่แสดงถึงพัฒนาการ ความก้าวหน้าซึ่งเป็นร่องรอยหลักฐานที่สามารถวัดได้จริง โดยมีครู และเพื่อนนักเรียนเป็นผู้ประเมินร่วมกัน การประเมินโครงการวิทยาศาสตร์ในลักษณะนี้จะใช้เกณฑ์การประเมิน (Rubrics) ซึ่งต้องสร้างให้สะท้อนจุดแข็งและจุดอ่อนของโครงการวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนทำ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินโครงการวิทยาศาสตร์ โดยใช้กรอบแนวคิดการประเมินตามสภาพจริงซึ่งเป็นกระบวนการที่เน้นการประเมินการปฏิบัติงาน (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2544: 47-49; ศิริชัย กาญจนวาสี. 2546: 4-16) และการประเมินโครงการอย่างเป็นระบบ (บุรชัย

ศิริมหาสาร. 2553: 292-318) ประกอบกับกรอบแนวคิดของลัดดา ภูเกียรติ. (2544: 379-381) เป็นแนวทางในการประเมิน มีรายละเอียดดังนี้

1. ประเมินอะไร

- ความเข้าใจในวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล และการสรุปและอภิปรายผล

- ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์

- กระบวนการทำงาน ได้แก่ การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การทำงานร่วมกันกับผู้อื่น และความรับผิดชอบ

- ผลสำเร็จของโครงการวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ชิ้นงานหรือผลงาน

เอกสารรายงาน การจัดแสดงโครงการ และการนำเสนอด้วยวาจา

2. ประเมินเมื่อไร

ประเมินทั้ง 3 ระยะของกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ คือ ระยะเตรียมความพร้อม ระยะดำเนินการ และระยะนำเสนอผลงานและประเมินผล

3. ประเมินจากอะไร

- แบบประเมินผลงานหรือชิ้นงาน เอกสารรายงาน การจัดแสดงโครงการ แฟ้มสะสมงานหรือบันทึกการเรียนรู้ และการนำเสนอ

- แบบทดสอบหรือใบงาน

- แบบสังเกต

4. ประเมินโดยวิธีใด

ใช้วิธีการประเมินตามสภาพจริง ได้แก่ การสังเกต การสัมภาษณ์ การนำเสนอผลงาน การตรวจผลงานหรือชิ้นงาน การตรวจเอกสารรายงาน การตรวจแฟ้มสะสมงานหรือบันทึกการเรียนรู้ และการทดสอบวัดความเข้าใจในวิธีการทางวิทยาศาสตร์

5. ประเมินโดยใคร

ประเมินโดยครู นักเรียน และเพื่อนร่วมชั้นเรียน

6. งานวิจัยเกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์

กาญจนา ฉัตรศรีตระกูล (2544: 90-97) ได้เปรียบเทียบความสามารถในการเขียนเค้าโครงโครงการภูมิปัญญาไทย การคิดแก้ปัญหา และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้แบบฝึกโครงการภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์กับการสอนแบบสืบเสาะ โดยกลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนด้วยแบบฝึกโครงการภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) ศึกษาสถานการณ์ที่จะนำไปสู่หัวข้อเรื่องภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ 2) ศึกษาปัญหาที่เป็นหัวข้อเรื่องที่เป็นภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ 3) ศึกษาและออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการและสรุปผลการทดลอง 4) ศึกษาและฝึกเขียนเค้าโครงของโครงการภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ สำหรับกลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะ โดยครูเป็นผู้ดำเนินกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นตอนอภิปรายก่อนการทดลอง 2) ขั้นตอนทดลอง 3) ขั้นตอนอภิปรายผลหลังการทดลอง ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงการภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ คะแนนการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะ

แจ่มจันทร์ ทองคุ้ม (2545: 72-73) ได้ศึกษาผลการเรียนวิทยาศาสตร์สาระการเรียนรู้เรื่อง กินดีอยู่ดี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเบญจมราชานุสรณ์ ที่ได้รับการสอนแบบโครงการโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งดำเนินกิจกรรมเป็น 3 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นเริ่มต้น เป็นระยะวางแผนโดยนำกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มาใช้วิเคราะห์และวางแผนแก้ปัญหา 2) ขั้นดำเนินการ เป็นระยะการปฏิบัติโดยใช้กระบวนการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง 3) ขั้นสรุป เป็นระยะการสรุปประเมิน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการ และการนำไปใช้ สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน และมีผลการเรียนด้านความสามารถในการคิดและทำโครงการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก

น้ำผึ้ง มีนิล (2545: 73) ได้ศึกษาผลของการใช้ผังกราฟิกในการเรียนการสอนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตที่มีต่อการใช้ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยกลุ่มทดลองเรียนรู้โดยใช้แผนการสอนที่จัดให้มีการใช้เทคนิคผังกราฟิก เช่น ผังมโนทัศน์ ผังเวนน์ ไอ้เดอะแกรม ผังใยแมงมุม ผังกังปลา ผังเรียงลำดับ ผังการจัดประเภทข้อมูล ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการใช้ผังกราฟิก ได้คะแนนการใช้ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงการ และความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ อยู่ในเกณฑ์ดี และได้คะแนนความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่มีการใช้เทคนิคผังกราฟิก แต่มีคะแนนการใช้ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกับนักเรียนที่ไม่มีการใช้เทคนิคผังกราฟิก

อรอุมา พร้อมจะบก (2547: 131-132) ได้ศึกษาผลการใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ในการสอนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างแบบฝึกโครงการวิทยาศาสตร์ โดยดัดแปลงกิจกรรมมาจากชุดวิชา วัฒนคีรี (2539) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2541) ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน คือ 1) การสำรวจปัญหา 2) การกำหนดปัญหาหรือชื่อโครงการวิทยาศาสตร์ 3) การสำรวจเอกสารและแหล่งความรู้ 4) ออกแบบการทดลอง/สำรวจ/ประดิษฐ์ 5) ทดลอง 6) สรุปผลการทดลอง 7) เขียนรายงาน 8) นำเสนอและแสดงผลงานโครงการวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ผู้วิจัย ครูผู้ร่วมวิจัย และนักเรียนมีความคิดเห็นตรงกันว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต โดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นและสนใจในการเรียน นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนมากขึ้น สามารถพัฒนาการคิดทำโครงการวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กล่าวแสดงออก กล่าวแสดงความคิดเห็น และยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น รู้จักการทำงานที่เป็นระบบกลุ่ม มีการพัฒนาผลงานโครงการวิทยาศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ และพบว่าคะแนนการทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์เป้าหมายที่โรงเรียนกำหนดไว้ คือ ร้อยละ 70 โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 79.35 และ 80.30 ตามลำดับ

กฤษณีย์ ปิตรีตน์ (2548: 85-86) ศึกษาผลของการใช้ชุดฝึกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนามาจากภูมิปัญญาท้องถิ่นของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแม่ลาน้อยจรูญสิกข์ ที่เคยผ่านการเรียนวิชาเริ่มต้นกับโครงการวิทยาศาสตร์(ว 014) และโครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต(ว 017) ผลการศึกษาพบว่า ชุดฝึกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนามาจากภูมิปัญญาท้องถิ่นของจังหวัดแม่ฮ่องสอน มีความเหมาะสมกับระดับความรู้ความสามารถของนักเรียน และเมื่อประเมินความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ด้วยชุดฝึกดังกล่าว พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี

ฐิตินันท์ โฉมสิทธิ์ (2549: 79) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเมืองเหนือวิทยาคม จังหวัดกาฬสินธุ์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 71.15 มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 72.31 และมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 75.3 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 สำหรับกระบวนการแก้ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหาของกิลฟอร์ด พบว่า คะแนนเฉลี่ยขั้นเตรียมการขั้นวิเคราะห์ปัญหาหรือขั้นคิดและเลือกหัวข้อโครงการวิทยาศาสตร์ และขั้นการเสนอแนวทางการแก้ปัญหาหรือขั้นการวางแผนทำโครงการวิทยาศาสตร์ มีคุณภาพอยู่ในระดับดี และขั้นตรวจสอบผล

หรือชั้นลงมือทำโครงการวิทยาศาสตร์และเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ ชั้นการประเมินและการประยุกต์ใช้หรือชั้นการแสดงผลงานโครงการวิทยาศาสตร์ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

ธนพล กลิ่นเมือง (2550: 100-101) ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ในหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีต่อความสามารถในการทำโครงการ และเจตคติต่อภูมิปัญญาท้องถิ่นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเบญจมราชูทิศราชบุรี โดยที่กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ในหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยการบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่น เรื่อง "ปูนแดงภูมิปัญญาท้องถิ่นในราชบุรี" ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ในหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยการบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่น มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ สูงกว่าร้อยละ 70 และมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อภูมิปัญญาท้องถิ่นอยู่ในระดับดี

นฤมล จันทรสุขวงศ์ (2551: 114-118) ได้ทำการวิจัยและพัฒนาแผนกิจกรรมโครงการที่ประยุกต์ใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานกลุ่มและคุณภาพผลงานของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5 โดยพัฒนาแผนกิจกรรมโครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์ที่สอดแทรกกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ เทรฟฟิงเกอร์ ไอแซกเซน และ ดอร์วัล (Treffinger, Isaksen; & Dorval) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ 1) ทำความเข้าใจกับปัญหา 2) ก่อกำเนิดความคิด 3) วางแผนปฏิบัติการ และ 4) การประเมินงานและผลงาน พบว่า นักเรียนที่ปฏิบัติกิจกรรมโครงการที่ประยุกต์ใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ มีความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานกลุ่ม และคุณภาพผลงานสูงกว่ากลุ่มที่ปฏิบัติกิจกรรมโครงการแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

บัวซอน ต่ามะ (2554: 75-77) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบโครงการวิทยาศาสตร์และชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น โดยกลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนแบบโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอน คือ การคิดและเลือกหัวข้อที่ทำ การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง การจัดทำเค้าโครงย่อของโครงการวิทยาศาสตร์ การลงมือทำ การเขียนรายงาน และการแสดงผลงาน สำหรับกลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีขั้นตอน คือ สร้างความสนใจ สำรวจและค้นหา อธิบายและลงข้อสรุป และการขยายความรู้ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ไม่แตกต่างกัน แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จิราวรรณ สอนสวัสดิ์ (2554: 86-87) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ เนื้อหาเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยกลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งมี 6 ขั้นตอน คือ 1) กำหนดปัญหา 2) ทำความเข้าใจกับปัญหา 3) ดำเนินการศึกษาค้นคว้า 4) สังเคราะห์ความรู้ 5) สรุปและประเมินค่าของคำตอบ และ 6) นำเสนอและประเมินผลงาน สำหรับกลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ชุด คือ ชุดที่ 1 เริ่มต้นกับโครงงานวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 2 โครงงานประเภทสำรวจ ชุดที่ 3 โครงงานประเภททดลอง ชุดที่ 4 โครงงานประเภทสิ่งประดิษฐ์ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ไม่แตกต่างกัน แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

เฉลิมวุฒิ ศุภสุข (2555: 116-117) ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้องค์ประกอบหลักของการออกแบบทางวิศวกรรมร่วมกับเทคนิคการใช้ผังกราฟิกที่มีต่อความสามารถในการวิเคราะห์ และการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนนทรีวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้องค์ประกอบหลักของการออกแบบทางวิศวกรรมร่วมกับเทคนิคการใช้ผังกราฟิกมีคะแนนความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์เท่ากับร้อยละ 81.67 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 และจัดอยู่ในเกณฑ์ความสามารถในระดับดี และมีคะแนนความสามารถในการวิเคราะห์ร้อยละ 65.4 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 65 มีคะแนนความสามารถในการวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คราจิกและคนอื่นๆ (Krajcik; et al. 1998: 313-350) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการนำกระบวนการสืบเสาะมาใช้ในห้องเรียนโครงงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษา เพื่ออธิบายกระบวนการสืบเสาะที่นักเรียนเริ่มใช้ในการทำโครงงานเป็นครั้งแรก โดยใช้วิธีการสังเคราะห์กรณีศึกษากับนักเรียนจำนวน 8 คน ที่ร่วมทำโครงงานจำนวน 2 ชิ้น คือ โครงงานขยะทั้งหมดของเราไปไหน และ โครงงานน้ำทุกที่มีเพียงพอที่จะดื่มหรือไม่ ใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลมากกว่า 7 เดือน โดยการศึกษากระบวนการทำโครงงานของนักเรียนเกี่ยวกับวิธีที่นักเรียน

ตั้งคำถาม การวางแผนและออกแบบการสืบเสาะ ขั้นตอนการดำเนินงาน การสร้างเครื่องมือและอุปกรณ์ การสรุปและอภิปรายผล รวมถึงความร่วมมือของสมาชิกในกลุ่มและการสนับสนุนของครู เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย การสังเกตประกอบการสัมภาษณ์ สมุดบันทึกการปฏิบัติการทดลอง การทดสอบ สิ่งประดิษฐ์ที่ได้รับมอบหมาย รวมถึงการนำเสนอรายงานเกี่ยวกับการใช้กระบวนการสืบเสาะ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า นักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่ทำโครงการด้วยวิธีการสืบเสาะมีความสามารถในการออกแบบ และใช้กระบวนการสืบเสาะในการวางแผนดำเนินโครงการเพื่อสร้างผลผลิต เช่น การกำหนดกลุ่มควบคุมและกลุ่มตัวอย่าง วิธีการจัดเก็บข้อมูล

แอนเดอร์เซน เอส เออร์ลิง และคนอื่นๆ (Andersen, S. Erling; et al. 2006: 27-147) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จของโครงการ โดยการสำรวจคำถามที่เกี่ยวข้องกับการลงมือทำโครงการ จาก 4 ประเทศที่มีความแตกต่างด้านวัฒนธรรม คือ อังกฤษ ฝรั่งเศส นอร์เวย์ และจีน จำนวน 60 คำถาม และใช้หลักการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Principal Components Analysis: PCA) สกัดแยกจนกระทั่งได้ 9 ปัจจัย ที่มีผลต่อความสำเร็จของโครงการคือ ระยะเวลา ค่าใช้จ่าย ความรับผิดชอบต่อโครงการ ความสามารถในการสื่อสารโครงการ ผลกระทบจากผู้ที่เกี่ยวข้อง การยอมรับจากผู้เกี่ยวข้อง วิธีการและการวางแผนโครงการ ความเข้าใจในการทำโครงการ และประสบการณ์ของผู้ทำ ทั้งหมดนี้ล้วนเป็นปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมการทำโครงการให้สำเร็จ โดยเฉพาะความสามารถในการสื่อสารโครงการนั้น มีส่วนช่วยสนับสนุนให้เกิดความสำเร็จทั้งผลงานและตัวบุคคล

แกรนท์ เอ็ม ไมเคิล (Grant, M. Michael. 2009: Online) ได้สำรวจความเข้าใจเกี่ยวกับการทำโครงการวิทยาศาสตร์ในมุมมองของนักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน จากนักเรียนเกรด 8 วิชาภูมิศาสตร์ ที่เลือกมาแบบเจาะจงจำนวน 5 คน โดยใช้กรณีศึกษาประเด็นหัวข้อใน 5 รายการ คือ 1) อิทธิพลภายใน 2) อิทธิพลภายนอก 3) ความเชื่อเกี่ยวกับโครงการ 4) เครื่องมือที่ใช้สำหรับเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าด้านสิ่งแวดล้อม 5) ผลการเรียนรู้และผลผลิตที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นการสำรวจว่านักเรียนสามารถสร้างสรรค์โครงการได้อย่างไร และพวกเขามีวิธีการเรียนรู้เพื่อให้โครงการนั้นสำเร็จได้อย่างไร โดยใช้กรณีศึกษาซึ่งเป็นการศึกษาทั้งด้านกระบวนการ และผลผลิตจากการเรียนการสอนที่ครอบคลุมช่วงเวลา และขอบเขตของหน่วยการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน ซึ่งเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างที่ประกอบด้วย การสังเกตและบันทึกพฤติกรรมเกี่ยวกับ การอ่าน การเขียน การวิจัย การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย และการประเมินผลงานที่นักเรียนสร้างขึ้นซึ่งประกอบด้วยรายงานการวิจัยและการจัดแสดงนิทรรศการ

ผลการศึกษาพบว่า ประเด็นหัวข้อทั้ง 5 รายการ ล้วนมีอิทธิพลต่อการสร้างสรรค์โครงการของนักเรียนทั้งสิ้น กล่าวคือประเด็นด้านอิทธิพลภายในเป็นความพยายามของนักเรียนในการสร้างสรรค์ผลงานหรือทำโครงการให้สำเร็จนับว่าเป็นสิ่งกระตุ้นให้เกิดแรงจูงใจเชิงบวก ในส่วนของประเด็นด้านอิทธิพลภายนอก อันประกอบด้วย ครูซึ่งมีบทบาทในการเป็นผู้อำนวยการความสะดวกและให้คำแนะนำช่วยเหลือ รวมถึงผลการเรียนที่นักเรียนคาดหวังว่าจะได้รับจากการทำโครงการ อีกทั้งเวลาที่มีการจัดตารางอย่างชัดเจนเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนทำโครงการได้สำเร็จ ตลอดจนการวางแผนการดำเนินงานอย่างเป็นระบบ(Logistics)มีอิทธิพลต่อนักเรียนในการสร้างสรรค์ผลผลิตสำหรับประเด็นด้านความเชื่อเกี่ยวกับโครงการนั้นพบว่า นักเรียนที่มีความเชื่อว่าโครงการเป็นเรื่องที่สนุก และน่าสนใจ ก็จะสามารถทำโครงการได้สำเร็จ และประเด็นด้านเครื่องมือที่มีความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม โดยครูและพยายามที่จะให้นักเรียนได้ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี เช่น คอมพิวเตอร์ และระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ หรือแหล่งทรัพยากรจากสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่มาเป็นเครื่องมือในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ประเด็นสุดท้ายด้านผลการเรียนรู้และผลผลิต ซึ่งเป็นสิ่งที่นักเรียนได้รับในระหว่างการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน และนำมาซึ่งความชัดเจนที่ทำให้เราทราบว่าการเรียนรู้และผลผลิตที่เกิดจากการเรียนรู้มีความซับซ้อนมากกว่าการสร้างสรค์สิ่งประดิษฐ์

ฮอง จอน-ชา และคนอื่นๆ (Hong,Jon-Chao; et al. 2012: 473-487) ได้ศึกษาการพัฒนาแนวคิดทางฟิสิกส์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาด้วยการลงมือปฏิบัติ(Hand-On Problem) ในมุมมองของการออกแบบโครงการเทคโนโลยี โดยให้นักศึกษาของวิทยาลัยไต้หวัน(Taiwan Normal University) ที่ลงเรียนรายวิชาเฟรชแมน (Freshman Course) ทำโครงการสิ่งประดิษฐ์ที่เรียกว่า หนอนคลาน (Crawling Worm) โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาด้วยการลงมือปฏิบัติ ประกอบกับการใช้ทฤษฎีการรู้คิด (Meta-Cognition) ความรู้ทางด้านวิศวกรรมเครื่องกล ไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ ตลอดจนการประยุกต์ใช้แนวคิดทางฟิสิกส์มาเป็นฐานในการทำโครงการ ซึ่งผลงานของนักศึกษาจะถูกประเมินจากวิศวกรที่มีความเชี่ยวชาญ 3 คน โดยการวิเคราะห์แฟ้มสะสมงาน (Portfolio) ที่แสดงถึงการประยุกต์ใช้ความรู้และแนวคิดทางฟิสิกส์ และประเมินจากความสามารถในการแก้ปัญหา ใน 4 ประเด็น คือ การระบุปัญหา สาเหตุของปัญหา การสร้างทางเลือกที่หลากหลาย และการลงมือปฏิบัติ เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาความสำเร็จของชิ้นงานมี 3 ประเด็น คือ การออกแบบการแข่งขัน กลไกหลัก และการสัมภาษณ์ ผลจากการศึกษาพบว่า นักศึกษาสามารถออกแบบและสร้างโครงการสิ่งประดิษฐ์ “หนอนคลาน” เพื่อใช้ในการแข่งขันได้อย่างสมบูรณ์ อีกทั้งการเรียนรู้ด้วยการ

ลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาช่วยให้อำนาจพัฒนาแนวคิดทางฟิสิกส์ของนักเรียนเรื่องแรงเสียดทาน และ
ทอร์ก ได้

รุษย์-ไชย ซีฮี้ และวีเจิน ชาง (Ruey-Shyy Shieh; & Wheijen Chang. 2014: 650-661) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ และทักษะการแก้ปัญหาของ
นักเรียนด้วยกิจกรรมการลงมือปฏิบัติ(Hands-on) โดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์
กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่เป็นสมาชิกชมรมนวัตกรรม ให้นักเรียนแบ่งทีม
ทำโครงงาน ทีมละ 2-4 คนร่วมกันออกแบบสร้างเรือสะเทินน้ำสะเทินบก แล้วจัดการประกวดแข่งขัน
โดยใช้เทคนิคการระดมสมอง(Brainstroming) แผนที่ความคิด(Mind Map) หมวก 6 ใบ(Six-Hat
Thinking) และวงจรการเรียนรู้ตามแนวคิดของคอล์บ(Kolb) มีการพบปะพูดคุย(Face-to-Face)เพื่อ
ช่วยกันแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ใช้เวลาทั้งสิ้น 16 สัปดาห์ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการประเมินคุณภาพ
ผลงาน การสัมภาษณ์ การสังเกต และรายงานการสะท้อนตนเอง ผลการศึกษาพบว่า กิจกรรม
การเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติ(Hands-on) สามารถส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการ
แก้ปัญหา และสามารถสร้างชิ้นงานได้สำเร็จ อีกทั้งยังทำให้เกิดความตระหนักถึงคุณค่าของการ
ทำงานร่วมกัน

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์ทั้งในต่างประเทศ พอสรุปได้ว่า
งานวิจัยส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งมักจะศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนแบบโครงงาน
วิทยาศาสตร์กับการสอนรูปแบบต่างๆ เช่น การสอนตามคู่มือครู การสอนแบบสืบเสาะ และการใช้
ปัญหาเป็นฐาน รวมทั้งการพัฒนาชุดกิจกรรมหรือแบบฝึกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ตลอดจน
การทำเทคนิคต่างๆ เข้ามาใช้ เช่น เทคนิคการระดมสมอง หมวก 6 ใบ กระบวนการแก้ปัญหา
อย่างสร้างสรรค์ การใช้ผังกราฟิก เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้น อันได้แก่ ผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหาวงการวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการทำ
โครงงานวิทยาศาสตร์ ตลอดจนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการเรียน
การสอน สำหรับต่างประเทศส่วนใหญ่จะศึกษากระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษา
ความสำเร็จของชิ้นงานหรือผลงาน แต่อย่างไรก็ตามมีงานวิจัยเพียงส่วนน้อย ที่ศึกษาความสามารถ
ในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโครงงาน
วิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ โดยมุ่งหวังที่จะพัฒนาความสามารถในการทำ
โครงงานวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ และความพึงพอใจของนักเรียนต่อรูปแบบการ
เรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

7. ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

7.1 ความหมายของความพึงพอใจ

ความพึงพอใจ(Satisfaction) เป็นการแสดงออกของความรู้สึกที่ดี หรือความประทับใจ ที่มีต่อการกระทำของบุคคลหรือสิ่งใดสิ่งหนึ่ง (จิรวัดน์ เจริญสถาพรกุล; และสารี วรวิสุทธิสารกุล. 2555: 9; กองนโยบายและแผน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน. 2543: 15) ซึ่งเป็นความรู้สึกของบุคคลที่มีความสุข เป็นความรู้สึกด้านบวกอันเกิดจากการได้รับการตอบสนอง ตามที่คาดหวัง (เมธา ชาญวณิชตระกูล. 2556: 23; อ้างอิงจาก Morse. 1955: 81) นอกจากนี้ สร้อยตระกูล (ตีทยานนท์) อรรถมานะ. (2542) ได้กล่าวถึงความพึงพอใจว่าเป็นทัศนคติหรือความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบ ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญคือ องค์ประกอบทางด้านความคิด ความเข้าใจ อันเป็นส่วนที่เกี่ยวกับความรู้สึกนึกคิดในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง องค์ประกอบด้านอารมณ์หรือความรู้สึก ซึ่งเป็นส่วนที่มีความรู้สึกต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่รู้และเข้าใจอยู่ก่อนแล้ว และองค์ประกอบด้านแนวโน้มของพฤติกรรม ซึ่งจะส่งผลต่อการเกิดพฤติกรรม

สรุปได้ว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึก ความชอบ ความประทับใจที่มีต่อการกระทำของบุคคลหรือสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งถือว่าเป็นความรู้สึกด้านบวก ในทางตรงข้ามกับความไม่พึงพอใจก็จะแสดงให้เห็นถึงความรู้สึกไม่ชอบ ไม่ประทับใจต่อการกระทำของบุคคลหรือสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยที่ความพึงพอใจนั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อเวลาหรือสถานการณ์เปลี่ยนไป ซึ่งหากเทียบเคียงกับกิจกรรมการเรียนการสอนแล้ว ความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนจึงมีความหมายโดยนัยคือความรู้สึกชอบหรือประทับใจของนักเรียนที่มีต่อการได้ร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนจนบรรลุเป้าหมายของการเรียนรู้

ความพึงพอใจ เกิดจากการได้รับการตอบสนองความต้องการทั้งด้านร่างกายและจิตใจ ซึ่งบุคคลแต่ละคนล้วนแล้วแต่มีความต้องการแตกต่างกันไป ถ้าหากความต้องการนั้นได้รับการตอบสนองก็จะแสดงพฤติกรรมหรือความรู้สึกออกมาว่าชอบมีความสุข แต่ถ้าความต้องการนั้นไม่ได้รับการตอบสนองก็อาจจะแสดงพฤติกรรมหรือความรู้สึกออกมาว่าไม่ชอบ ไม่สบายใจ ดังที่เชลลีย์ (สุกาญจนา อันบางใบ. 2554: 45; อ้างอิงจาก Shelley. 1975: 350-355) ได้ให้แนวคิดในเรื่องระบบความพึงพอใจไว้ว่า เป็นความรู้สึกทางบวกและความรู้สึกทางลบที่มีอยู่ในตัวของมนุษย์ กล่าวคือ ความรู้สึกทางบวกจะเป็นความรู้สึกที่เกิดขึ้นแล้วทำให้มีความสุข ส่วนความรู้สึกทางลบคือความรู้สึกที่เกิดขึ้นแล้วทำให้เกิดความไม่สบายใจ ทั้งนี้ความพอใจจะเกิดขึ้นเมื่อความรู้สึกทางบวกมีมากกว่าความรู้สึกทางลบ ความรู้สึกสองแบบนี้มีความสัมพันธ์กันอย่างสลับซับซ้อน และเรียกระบบของความสัมพันธ์นี้ว่า ระบบความพึงพอใจ

ทฤษฎีความพึงพอใจที่ได้รับการยอมรับในวงกว้าง คือ ทฤษฎีลำดับขั้นความต้องการของ มาสโลว์ (จิรวัดน์ เจริญสถาพรกุล และสารี วรวิสุทธิสารกุล. 2555: 9; ฉวีวรรณ สีสม. 2555: 69; อ้างอิงจาก Maslow. 1970: 69-80) ซึ่งสามารถใช้อธิบายความพึงพอใจของมนุษย์ กล่าวคือ มนุษย์มีความต้องการอยู่เสมอ และเป็นไปตามลำดับขั้นสูงขึ้นเรื่อยๆ เมื่อความต้องการในระดับหนึ่งได้รับการตอบสนองจนเป็นที่พอใจแล้วก็จะไม่จูงใจให้เกิดพฤติกรรมต่อสิ่งนั้น แต่จะมีความต้องการหรือเรียกร้องความพึงพอใจสิ่งอื่นๆ ต่อไป ซึ่ง มาสโลว์ ได้เรียงลำดับความต้องการของมนุษย์จากขั้นต้นไปสู่ความต้องการขั้นต่อไปเป็นลำดับ ดังนี้

1. ความต้องการทางด้านร่างกาย (Physiological Needs) เป็นความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ ได้แก่ ความต้องการอาหาร น้ำ อากาศ ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค และความต้องการทางเพศ
2. ความต้องการความปลอดภัย (Safety Needs) เป็นความรู้สึกที่ต้องการปลอดภัยจากอันตรายต่างๆ รวมถึงความมั่นคงในหน้าที่การงาน และความก้าวหน้า ความต้องการด้านนี้จะเกิดขึ้นเมื่อความต้องการทางด้านร่างกายได้รับการตอบสนองจนเกิดความพึงพอใจแล้ว
3. ความต้องการด้านความรักและความเป็นเจ้าของ (Belongingness and Love Needs) เป็นความต้องการได้รับความรัก ความเป็นเจ้าของ ความเป็นมิตรในการที่จะอยู่ร่วมกับคนอื่น
4. ความต้องการได้รับการยกย่องนับถือ (Esteem Needs) เป็นความต้องการนับถือตนเอง มีความมั่นใจในเรื่องของความรู้ความสามารถของของตนเอง และความต้องการได้รับการยอมรับ ยกย่องนับถือจากผู้อื่น
5. ความต้องการที่จะได้รับความสำเร็จในชีวิต (Self-Actualization Needs) เป็นความต้องการในระดับสูงของมนุษย์ อยากให้ตนเองประสบความสำเร็จในชีวิตตามที่ได้คาดหวังไว้

จากทฤษฎีลำดับขั้นความต้องการของมาสโลว์(ฉวีวรรณ สีสม. 2555: 69; อ้างอิงจาก Maslow. 1970: 69-80) แสดงให้เห็นว่ามนุษย์แต่ละคนมีความต้องการในแต่ละขั้นแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความพึงพอใจที่ได้รับการตอบสนองความต้องการในลำดับต้นๆ ซึ่งสามารถเทียบเคียงได้กับความพึงพอใจในการเรียนรู้ กล่าวคือ เมื่อบุคคลได้รับผลที่พึงพอใจย่อมอยากจะเรียนรู้ต่อไป แต่ถ้าได้รับผลที่ไม่พึงพอใจจะไม่อยากเรียนรู้ ดังนั้นการได้รับผลที่พึงพอใจจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับ พัชรวิวรรณ คุณชื่น (2552: 91) ที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า ความพึงพอใจก่อให้เกิดผลดีต่อการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่ดีหรือที่น่าพอใจทำให้เกิดความพึงพอใจ ซึ่งมีความสัมพันธ์กันในทางบวก ดังนั้น การจัดกิจกรรม

การเรียนการสอนจึงควรคำนึงถึงองค์ประกอบที่ทำให้เกิดแรงจูงใจซึ่งจะส่งผลเกิดเป็นความพึงพอใจในการเรียนรู้

7.2 การวัดความพึงพอใจ

ความพึงพอใจ เป็นทัศนคติที่บุคคลแสดงออกในมีลักษณะของความรู้สึกด้านบวกต่อการกระทำหรือสิ่งเร้าต่างๆ สามารถวัดได้โดยให้บุคคลนั้นแสดงพฤติกรรมหรือความคิดเห็นออกมาอย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งวิธีการวัดความพึงพอใจสามารถกระทำได้หลายวิธี (สุรพล พยอมแย้ม. 2541; พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543: 98-111) ได้แก่

1. การใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) ที่มีลักษณะเป็นชุดของคำถาม เพื่อรวบรวมความคิดเห็น ความรู้สึก ความสนใจ และความพึงพอใจ ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางวิธีหนึ่ง สามารถทำโดยการกำหนดคำตอบให้เลือก หรือให้ตอบคำถามอย่างอิสระ ข้อดีของการใช้แบบสอบถามก็คือสามารถรวบรวมข้อมูลได้จำนวนมาก ผู้ตอบมีอิสระในการตอบเป็นตัวของตัวเอง และได้ข้อมูลที่มีลักษณะเดียวกัน สะดวกในการวิเคราะห์ แต่ก็มีข้อเสียคือ ผู้ตอบไม่มีโอกาสซักถามในประเด็นที่คลุมเครือทำให้ผลการตอบคลาดเคลื่อนได้

2. การสัมภาษณ์ (Interview) วิธีนี้ใช้ได้ดีสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึก ความสนใจ ความคิดเห็น และทัศนคติในเรื่องต่างๆ มีลักษณะเหมือนการสอบปากเปล่า ซึ่งต้องอาศัยการโต้ตอบทางวาจาเป็นหลัก ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์จะมีความน่าเชื่อถือได้มากน้อยเพียงไรขึ้นอยู่กับ ประสิทธิภาพและความสามารถในการใช้เทคนิคการใช้คำถามของผู้สัมภาษณ์

3. การสังเกต (Observation) เป็นวิธีวัดความพึงพอใจที่ต้องอาศัยประสาทสัมผัสหลายอย่าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งประสาทสัมผัสทางตาและหู เพื่อสังเกตการแสดงออกไม่ว่าจะเป็นน้ำเสียงจากการพูด สีหน้า และกิริยาท่าทาง เป็นต้น ซึ่งจะช่วยให้ได้ข้อมูลที่ถูกสังเกตไม่เต็มใจที่จะเล่าออกมาเป็นคำพูด แต่ถึงกระนั้นก็ตามการสังเกตที่มีอคติก็อาจทำให้ข้อมูลความคลาดเคลื่อนและขาดความน่าเชื่อถือ

กล่าวโดยสรุป วิธีการวัดความพึงพอใจสามารถกระทำได้หลายวิธี และการที่จะเลือกใช้วิธีการใดนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสม ความสะดวก และจุดมุ่งหมาย รวมไปถึงกลุ่มตัวอย่างที่จะวัด หากต้องการได้ข้อมูลจำนวนมาก สะดวกในการวิเคราะห์ และกลุ่มตัวอย่างสามารถอ่านและเข้าใจข้อคำถามได้ ก็อาจจะเลือกใช้แบบสอบถาม เพราะนอกจากจะช่วยประหยัดเวลาแล้วผู้ตอบยังมีอิสระในการตอบคำถาม แต่ถ้ากลุ่มตัวอย่างไม่สามารถอ่านข้อความที่เป็นการสื่อสารทางภาษาได้ ก็อาจจะต้องเลือกใช้การสัมภาษณ์ หรือการสังเกต ซึ่งในการวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้แบบสอบถามในการวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เนื่องจากสามารถรวบรวมข้อมูลได้จำนวนมาก สะดวกในการวิเคราะห์ และผู้ตอบมีอิสระที่จะตอบคำถาม อันจะทำให้ได้ข้อมูลที่ตรงกับความรู้สึกที่แท้จริง

7.3 งานวิจัยเกี่ยวกับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

อนิรุทธิ์ สติมัน (2550: 191-193) ศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่มีต่อการเรียนรู้แบบนำตนเองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักศึกษาชั้นปีที่ 1 คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา พบว่ารูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.94/84.72 และขั้นตอนการเรียนรู้แบบโครงงานบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตประกอบด้วย 1) ขั้นตอนกำหนดปัญหาหรือความต้องการ 2) ขั้นรวบรวมข้อมูล 3) ขั้นวางแผนโครงงาน 4) ขั้นปฏิบัติการโครงงาน 5) ขั้นสรุปผลโครงงานและ 6) ขั้นการนำเสนอผลงาน ผลการเรียนรู้แบบนำตนเองของนักศึกษา ที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและการเรียนรู้แบบนำตนเองของนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังเรียนไม่แตกต่างกัน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน นักศึกษากลุ่มทดลองมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาขึ้น

วิลัยวรรณ ยมกวาง (2551: 74-75) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยโครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารและสารอาหาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เครื่องมือที่ใช้เป็นแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่องอาหารและสารอาหาร จำนวน 9 แผน ทำการสอนแผนละ 2 ชั่วโมง รวมใช้เวลาทั้งหมด 18 ชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่าแผนการจัดการเรียนรู้โดยโครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารและสารอาหาร มีประสิทธิภาพ 87.34/87.30 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้โดยโครงงานวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 0.7724 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยรวมรายด้านทุกด้านและรายข้อทุกข้ออยู่ในระดับมากที่สุด

ดวงตา เสาวโรนุพันธ์ (2552: 67-68) ได้พัฒนาระบบจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 34 คน และครูโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ลพบุรี จำนวน 3 คน ระบบจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 1) ขั้นตอนการสร้างข้อคำถามของครู 2) นักเรียนตอบคำถาม ตามขั้นตอนกิจกรรมโครงงาน โดยมี กระดานข่าว ห้องสนทนา ตารางนัดหมายเวลาจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ เป็นเครื่องมือสนับสนุนการทำงานร่วมกันของนักเรียนผ่านระบบเครือข่าย 3) กลุ่มครูร่วมกันประเมินคำตอบของนักเรียน และให้คำแนะนำแหล่งเรียนรู้ออนไลน์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผลการวิจัยพบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี ผู้ใช้งานระบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

สุวิจักขณ์ อธิคมกุลชัย (2554: 227) พัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติม เรื่อง โครงการวิทยาศาสตร์ผลิตภัณฑ์จากท้องถิ่น สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่าง เป็น นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดวังน้ำเขียว อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียน และผู้เกี่ยวข้องเห็นความสำคัญและต้องการให้การจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับ ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น คาดหวังให้นักเรียนได้ศึกษาเรื่องราวแหล่งเรียนรู้ในชุมชนของตนเอง โดยมีผู้ในท้องถิ่นร่วมจัดการเรียนรู้ และประเมินผล ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ โดยครูผู้สอนและผู้รู้ในท้องถิ่น ซึ่งผลการประเมินและปรับปรุงหลักสูตร พบว่า นักเรียนมีผลการเรียนรู้เรื่องโครงการวิทยาศาสตร์ผลิตภัณฑ์จากท้องถิ่นหลังการใช้หลักสูตรสูงกว่า ก่อนการใช้หลักสูตร นักเรียนมีความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ผลิตภัณฑ์จากท้องถิ่น อยู่ในระดับดี นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับปานกลาง นักเรียนมีความพึงพอใจต่อ หลักสูตรและเห็นว่าหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติม เรื่องโครงการวิทยาศาสตร์ผลิตภัณฑ์จากท้องถิ่นทำให้นักเรียนสามารถหาความรู้ที่ได้รับไปพัฒนาท้องถิ่นของตนเองได้

โมวาเฮดซาเดห์ และคนอื่นๆ (Movahedzadeh.; et al. 2012: 1-9) ได้ศึกษาผล ของการจัดการเรียนรู้ที่ใช้โครงการเป็นฐานเพื่อส่งเสริมบรรยากาศการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ในรายวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ โดยทดลองใช้กับนักศึกษาของวิทยาลัยฮาร์โรลด์ วอชิงตัน (Harold Washington College) ที่ลงเรียนรายวิชาชีววิทยา 521 จำนวน 14 คนเป็นเวลา 1 ภาคเรียน เนื้อหาที่ใช้ คือ การโคลนนิ่งยีนของแบคทีเรียในสปีชีส์ของสิ่งมีชีวิต และเทคนิคในการสกัดโปรตีน บริสุทธิ์ ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษามีความมั่นใจในตนเอง มีทักษะและเทคนิคในการทำปฏิบัติการ ทางวิทยาศาสตร์ ความสนใจในเนื้อหาทางด้าน STEM ผลการเรียนรู้ และมีความพึงพอใจที่จะลง เรียนรายวิชาชีววิทยาเพิ่มขึ้น

เออร์เด็ม (Erdem. 2012: 764-769) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ โครงการเป็นฐานที่มีต่อเจตคติต่อวิชาเคมีและความกังวลในการสอบของครูที่เข้าร่วมการอบรม ในการสอนโดยใช้โครงการเป็นฐาน โดยดำเนินการทดลองกับครูจำนวน 29 คนที่เข้าร่วมในการ อบรมเกี่ยวกับการสอนเคมีปีการศึกษา 2009-2010 ใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันใน การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความกังวลใจและเจตคติ ผลการวิจัยพบว่า เจตคติต่อวิชาเคมีและความกังวลใจในการสอบของครูก่อนและหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างไม่มี นัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในด้านของความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความกังวลใจและ เจตคตินั้น พบว่า ทั้งสามลักษณะมีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อ พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติและความกังวลใจในการสอบ พบว่ามีความสัมพันธ์กันแบบ ผกผัน นั่นคือ ครูที่มีเจตคติต่อวิชาเคมีสูงจะมีความกังวลใจในการเข้าสอบต่ำ

จายาสูริยา (Jayasuriya. 2008: 260-267) ได้ศึกษาผลของการสอนที่ใช้โครงงานเป็นฐาน รายวิชาการบริหารจัดการปริมาณน้ำฝนอย่างยั่งยืน ภาควิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและวิศวกรรมพลเรือนของมหาวิทยาลัย RMIT เมืองเมลเบิร์น ประเทศออสเตรเลีย เพื่อศึกษาการแก้ปัญหาโดยใช้สถานการณ์จริง โดยมุ่งเน้นการนำความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์มาใช้ในการออกแบบและสร้างชุดซอฟต์แวร์ เพื่อจัดการคุณภาพน้ำโดยใช้การเรียนการสอนแบบโครงงาน และประเมินผลของการจัดการเรียนการสอนด้วยแบบสอบถามที่ชื่อว่า Course Experience Questionnaire ซึ่งเป็นแบบวัดแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ในประเด็นการให้ข้อมูลย้อนกลับ คุณภาพของบรรยากาศการสอนและการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ การประเมินผล สื่อและแหล่งเรียนรู้ ความสมดุลระหว่างภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ การใช้สื่อออนไลน์ และความพึงพอใจของผู้เรียน ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องนับตั้งแต่ปี 2006 ถึงปี 2008 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและเห็นว่าโครงการนี้ช่วยพัฒนาพื้นที่และสามารถพัฒนาการบริหารจัดการน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากผลการวิจัยความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอน โดยการจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนทำโครงงานทั้งในประเทศและต่างประเทศ แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความพึงพอใจที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน ซึ่งความพึงพอใจมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กล่าวคือ ความพึงพอใจก่อให้เกิดผลดีต่อการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่ดีหรือที่น่าพอใจทำให้เกิดความพึงพอใจ ซึ่งมีความสัมพันธ์กันในทางบวก

บทที่ 3

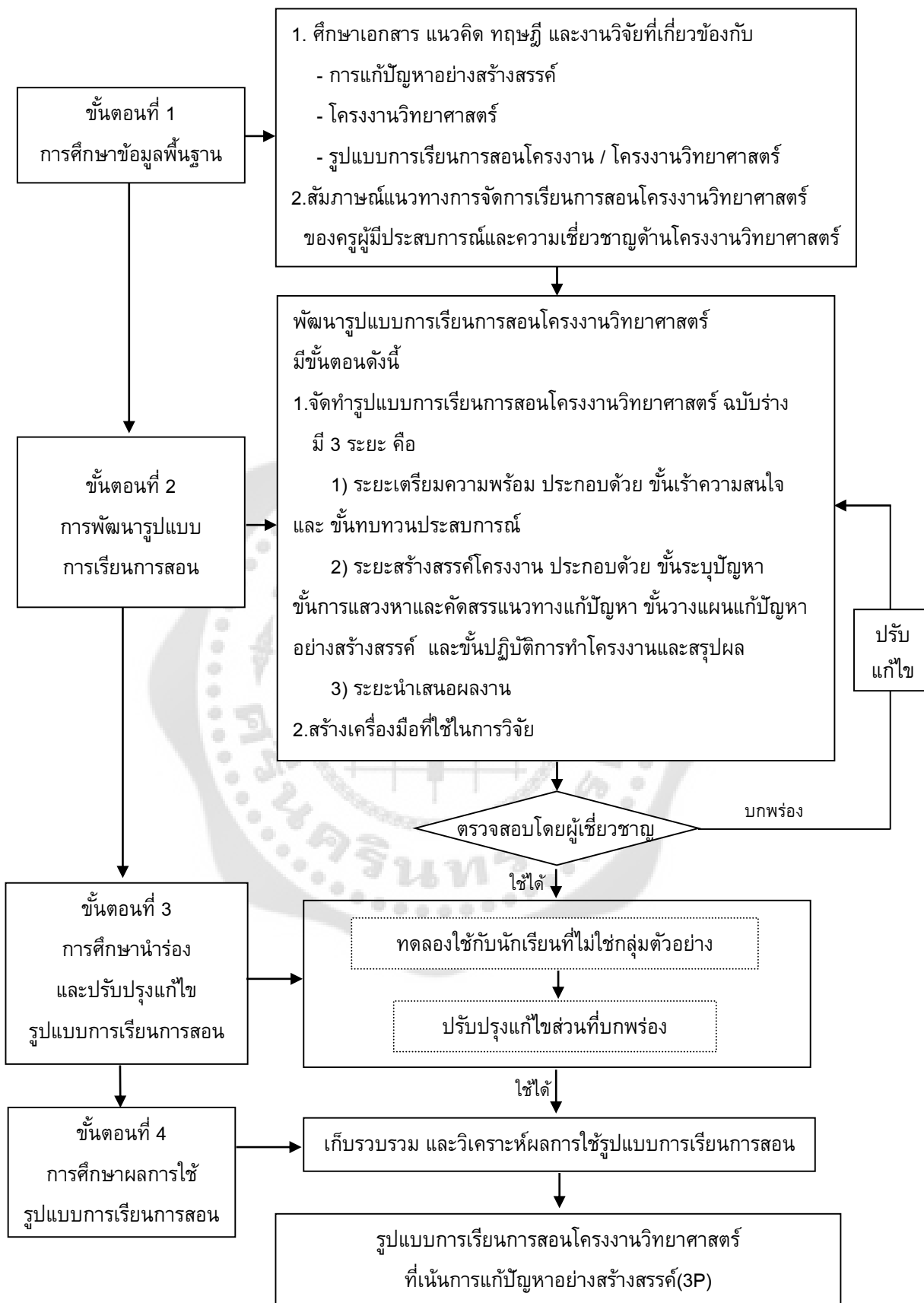
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา Qdrd bg mc Cdudknol dms ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นตอนที่ 0 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน เอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
- ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน
- ขั้นตอนที่ 2 การศึกษานำร่องและปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการเรียนการสอน
- ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

ขั้นตอนการวิจัยดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ดังภาพประกอบ 3





ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการดำเนินการพัฒนาการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P)

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน เอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง กับงานวิจัย

ขั้นตอนนี้ เป็นการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย เพื่อสร้างข้อสรุปแนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 20(โดยดำเนินการ ดังนี้

0-0 ศึกษาแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 00 (พ.ศ.1444,1448(พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 1431 แก้ไขเพิ่มเติม ฉบับที่ 1(พ.ศ. 1434 และแก้ไขเพิ่มเติม ฉบับที่ 2(พ.ศ. 1442 และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 1440 สรุปได้ว่า

0(กระบวนการเรียนการสอน ควรเอื้อต่อการพัฒนานักเรียนอย่างรอบด้าน ให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ทั้งในและนอกห้องเรียน และสร้างนิสัยใฝ่รู้ มีทักษะในการคิด การแก้ปัญหาเฉพาะหน้าและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รวมถึงการต่อยอดสู่ความคิดสร้างสรรค์ โดยจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีสรคณิยม ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 1442934, 40(ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาตนเองอย่างเต็มตามศักยภาพ จัดกิจกรรมให้นักเรียนเรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติจากสถานการณ์ต่างๆ เพื่อฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ รวมทั้งการประยุกต์ความรู้ไปใช้ในการป้องกันและแก้ปัญหาในชีวิตจริง (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา. 1436901, 02(

1(จัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องตามมาตรฐานการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ สาระที่ 7 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสอดคล้องกับคุณภาพ ของนักเรียนหลังจบการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งกำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 1440 (กระทรวงศึกษาธิการ. 14409 81, 020(ที่ระบุไว้ตอนหนึ่งว่า สามารถตั้งคำถามที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผน และลงมือสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูลในการสร้างองค์ความรู้ ตลอดจนใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต การศึกษา หาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการ หรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

0-1 ศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด นิพิฐพร โกมลภิตติศักดิ์. 1442905, 06: อ้างอิงจาก t h a c- 0848-(อร์เรนซ์ ณีฐพงษ์ เจริญพิทย์. 142890/ 2- และภัทรกร แสงไชย. 1440943, 44: อ้างอิงจาก Sn n b d- 0854: และอารี พันธุ์ณี-

143496,7(ดี โบโน Cd Anm- 0871942(ออสบอร์น และ พาร์น Bn,B d stud nr st scd-08849
 Nnknd: blsmf Nran m O ndr-0881(และเทรฟฟิงเกอร์: ไอแซกเซ็น และ ดอร์วอล B d stud
 Onakdl Rnkumf nto-1/029Nnknd: blsmf S dehf d+r jr dm Cn u k mc(สรุปได้ว่า
 แนวคิดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักการศึกษาดังกล่าวข้างต้นมีลักษณะร่วมที่คล้ายกัน คือ
 0(การค้นพบปัญหาและสาเหตุของปัญหา โดยพิจารณาปัญหาให้ชัดเจนว่าอะไรคือปัญหาที่แท้จริง
 1(สร้างแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายและพิจารณาตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่
 เหมาะสมที่สุด 2(วางแผนแก้ปัญหา 3(ปฏิบัติการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ (รายละเอียดดัง
 แสดงในบทที่ 1 หน้า 06,14(

0-2 ศึกษาสภาพและปัญหาการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ โดยการรวบรวม
 จากเอกสารและงานวิจัยของ ปิยฉัตร เพชรครสวัสดิ์ 143/9051,053(พิทักษ์ เชียงนอก 143/9
 0/0,0/1(ศักดา สถาพรวงษา 143/9141,145(สุกัลยา ขำเพชร 1432973,75(พิมพ์พันธ์
 เตชะคุปต์. 1433(วยุรีย์ โควษา 1433962,64(กิติภูมิ เลิศกิตติกุลโยธิน 144/90(จิระศักดิ์
 จิตรโรจนรักษ์ 14409062(และนวลจันทร์ บุญหนู 144498/ (ซึ่งสรุปเป็นภาพรวมของสภาพ
 ปัญหาได้เป็น 2 ด้าน คือ

0(ด้านนักเรียน พบว่า นักเรียนไม่สามารถคิดและเลือกเรื่องที่เหมาะสมในการ
 ทำโครงการ หัวข้อโครงการไม่แปลกใหม่และไม่สร้างสรรค์ ขาดความรู้พื้นฐานในเรื่องที่ศึกษา เช่น
 การเขียนวัตถุประสงค์ การระบุตัวแปร การศึกษาทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องเพื่อตั้งสมมติฐาน
 นักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่เข้าใจขั้นตอนวิธีการทำโครงการทำให้
 วางแผนการทดลองไม่ได้ เขียนเค้าโครงไม่ค่อยถูกต้องและไม่ครอบคลุมเนื้อหา ตลอดจนเขียน
 รายงานผลไม่ค่อยตรงประเด็น บริหารเวลาที่ใช้ในการทำโครงการไม่เหมาะสม ทำให้การทำงาน
 เกิดความล่าช้าไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ ขาดความรับผิดชอบไม่ทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย

1(ด้านครูและผู้ปกครอง พบว่า ครูยังไม่มีความเข้าใจในหลักการที่แท้จริงของ
 การทำโครงการวิทยาศาสตร์ ไม่มีความรู้ความชำนาญทางด้านวิทยาศาสตร์ ขาดความรู้เฉพาะเรื่อง
 ในการให้คำปรึกษา เวลาที่ใช้ในการคำแนะนำปรึกษามีน้อยและไม่ทั่วถึง เนื่องจากมีภาระงานอื่น
 ที่ต้องรับผิดชอบมาก ครูบางคนไม่ค่อยเห็นคุณค่าของการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ แต่กลับมี
 ความคิดเห็นว่าเสียเวลาเรียนและสร้างความยุ่งยากให้กับนักเรียนและตนเอง ในส่วนของผู้ปกครอง
 เองก็ยังไม่เข้าใจว่าทำโครงการวิทยาศาสตร์เพื่ออะไร มักจะไม่สนับสนุนให้นักเรียนทำโครงการ
 วิทยาศาสตร์ แต่จะให้ลูกขยันเรียนเพื่อสอบเรียนต่อในระดับอุดมศึกษามากกว่า

2(ด้านปัจจัยสนับสนุน พบว่า ขาดปัจจัยสนับสนุนในการทำโครงการ ประกอบด้วย เงินทุนในการทำโครงการ แหล่งข้อมูลในการศึกษาค้นคว้า และสถานที่ที่เหมาะสมในการทำโครงการ

0-3 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนการสอนโครงการ ของคิลแพททริก dkmf, harnm 1/02932: bkmf ho shj- 08079222(คราจิก และคนอื่นๆ ibj: ds k 08879204,205(แกรนท์ เอ็ม ไมเคิล (nsL -L hbg dk 1//19nmkm(แคทซ์ และ ชาร์ดี s Bg c- 1//492/4(สถาบันแพซิฟิกศึกษา O bkhb Dctb smm nrst sd- 1/0093(และเลบอย,รัส K anx,Qtrg- mc94(สรุปได้ว่า การสอนโครงการโดยส่วนใหญ่เริ่มจากการกระตุ้นความสนใจ ให้นักเรียนเกิดความสงสัยอยากรู้ อยากรับลองสิ่งที่เป็นปัญหา ซึ่งผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนที่สำคัญได้ 3 ขั้นตอน คือ 0(กำหนดปัญหาหรือหัวข้อที่สนใจศึกษา 1(วางแผนการศึกษาค้นคว้า 2(ดำเนินการศึกษาค้นคว้า 3(สรุปและประเมินผล (รายละเอียดดังแสดงในบทที่ 1 หน้า 53 57(

0-4 สัมภาษณ์แนวทางการจัดการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ของครูผู้มีประสบการณ์และความเชี่ยวชาญด้านโครงการวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน (มีประสบการณ์ด้านการสอนหรือเป็นที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ไม่น้อยกว่า 0/ ปี และมีผลงานจากการให้คำปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ได้รับรางวัลจากการประกวดระดับชาติหรือนานาชาติ) ด้วยวิธีการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล คือ แบบสัมภาษณ์ครูด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

0(ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักการ วิธีสร้าง และตัวอย่างแบบสัมภาษณ์ของบุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. 1442940,7/(และพิสนุ พงศรี. 14439 134,135(

1(กำหนดประเด็นคำถามในการสัมภาษณ์ ให้ครอบคลุมประเด็นด้านหลักการหรือแนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน และเทคนิคที่ใช้

2(นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นเสนอต่อประธานและคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท พิจารณาตรวจสอบความเหมาะสม ความถูกต้องชัดเจน และภาษาที่ใช้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของประธานและคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท

หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการสัมภาษณ์ครูผู้มีประสบการณ์และความเชี่ยวชาญด้านโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถสรุปขั้นตอนสำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนการสอน

โครงการวิทยาศาสตร์ ได้เป็น 4 ขั้นตอน คือ 0(การเตรียมความพร้อม เพื่อจุดประกายความคิด
ให้นักเรียนเกิดความสงสัยอยากรู้ อยากเห็น อยากคิด อยากค้นคว้า 1(การวิเคราะห์และระบุปัญหา
2(การวางแผนและออกแบบการทดลอง 3(การดำเนินการทดลอง 4(สรุปและประเมินผล
(รายละเอียดดังแสดงในบทที่ 1 หน้า 57,75(

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นของการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้น
การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 20(ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

2.1 การจัดทำรูปแบบการเรียนการสอน (ฉบับร่าง)

0(ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาข้อ แนวคิด ทฤษฎี และแนวทางการจัดการเรียน
การสอนที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยในขั้นตอนที่ 0 มาวิเคราะห์และสังเคราะห์ เพื่อนำมาจัดทำรูปแบบ
การเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 20((ฉบับร่าง)
เป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 0 เตรียมความพร้อม O do smn(หมายถึง ขั้นที่ครูกระตุ้นความสนใจ
ให้นักเรียนเกิดความรู้สึกรู้จักอยากเรียนรู้ ตลอดจนทบทวนความรู้เดิมในเรื่องที่มีความสัมพันธ์กับ
โครงการวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 1 ขั้นตอนย่อย คือ ขั้นสร้างความสนใจ และขั้นทบทวน
ประสบการณ์

ระยะที่ 1 สร้างสรรค์โครงการ OnidbsB d smn(หมายถึง ขั้นที่ครูดำเนินการ
จัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนสามารถคิดหัวข้อ วางแผน และลงมือทำโครงการ
วิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนย่อย คือ ขั้นระบุปัญหา
ขั้นแสวงหาและคัดสรรแนวทางแก้ปัญหา ขั้นวางแผนแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และขั้นปฏิบัติการ
ทำโครงการและสรุปผล

ระยะที่ 2 นำเสนอผลงาน O dr dms smn(หมายถึง ขั้นที่ครูดำเนินกิจกรรม
เพื่อประเมินผลงานโครงการวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนจะนำเอกสารรายงาน ผลงานหรือชิ้นงาน
มาจัดแสดงและนำเสนอด้วยวาจา มีครูและเพื่อนนักเรียนร่วมกันประเมิน แสดงความคิดเห็นเพื่อ
แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงหรือพัฒนาต่อยอดการทำโครงการ
วิทยาศาสตร์ต่อไป

รายละเอียดของขั้นตอนแต่ละระยะแสดงดังภาคผนวก ข

1(นำรูปแบบการเรียนการสอนที่จัดทำขึ้น (ฉบับร่าง) เสนอต่อประธานและคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท เพื่อพิจารณาและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ หลังจากนั้นจึงนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 4 ท่าน ซึ่งประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล หรือผู้ที่มีประสบการณ์ด้านโครงการวิทยาศาสตร์ ไม่น้อยกว่า 4 ปี หรือมีวุฒิการศึกษาระดับดุษฎีบัณฑิต ตรวจสอบประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของรูปแบบการเรียนการสอน แล้วทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ (รายนามปรากฏในภาคผนวก ก) โดยดำเนินการดังนี้

1-0(ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอน โดยการหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ตัดแปลงจากพวงรัตน์ ทวีรัตน์. 14329006(ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

ขั้นแรก นำรูปแบบการเรียนการสอน ที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนพิจารณาความเหมาะสมของขั้นตอนและกิจกรรม โดยกำหนดมาตราส่วนประเมินค่า 4 ระดับ ดังนี้

ระดับคะแนน	ความคิดเห็น
4	เหมาะสมมากที่สุด
3	เหมาะสมมาก
2	เหมาะสมปานกลาง
1	เหมาะสมน้อย
0	เหมาะสมน้อยที่สุด

ขั้นที่สอง นำคะแนนผลการประเมินมาหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 2-4/ ขึ้นไป และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 0-// (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 14329006(สำหรับขั้นตอนและกิจกรรมที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ค่าเฉลี่ยนี้ ผู้วิจัยจะนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์ที่ใช้ในการแปลผลค่าเฉลี่ย พิจารณาดังนี้ (ยุทธ ไกยวรรณ.

144/ 9088(

ค่าคะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
3-4/ , 4-//	เหมาะสมมากที่สุด
2-4/ , 3-38	เหมาะสมมาก
1-4/ 2-38	เหมาะสมปานกลาง
0-4/ 1-38	เหมาะสมน้อย
0-// 0-38	เหมาะสมน้อยที่สุด

1-1 (การประเมินความสอดคล้องของรูปแบบการเรียนการสอน โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง $ncd_{wne\ sdl}$, $Naidbshwd\ Bnnf\ tdmbd9\ NB$ (ดัดแปลงจากวรรณิ แกมเกตุ. 1444911/ ,110) ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

ขั้นแรก นำรูปแบบการเรียนการสอน ที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน พิจารณาลงความเห็นและให้คะแนน ดังนี้

- 0 เห็นด้วยกับขั้นตอนและกิจกรรม
- / ไม่แน่ใจ/ปรับปรุงขั้นตอนและกิจกรรม
- ,0 ไม่เห็นด้วยกับขั้นตอนและกิจกรรม

ขั้นที่สอง นำคะแนนผลการประเมินมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ถ้าค่าดัชนีความสอดคล้องที่คำนวณได้มากกว่า $/ -4$ หมายความว่า ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพ (วรรณิ แกมเกตุ. 1444911/ ,110) ถ้าขั้นตอนใดมีค่าดัชนีความสอดคล้องน้อยกว่าหรือเท่ากับ $/ -4$ ผู้วิจัยจะนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ผลการประเมินรูปแบบการเรียนการสอน พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง $/ -7/ 0-1/$ ซึ่งอยู่ในระดับที่มีคุณภาพยอมรับได้ และค่าความเหมาะสมอยู่ระหว่าง $3-3/ 3-5/$ แสดงว่ารูปแบบการเรียนการสอน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด (รายละเอียดจัดภาคผนวก ค) ทั้งนี้ได้รับคำแนะนำเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ เช่น ในขั้นตอนสรุปผล ถ้างานที่ได้ไม่สำเร็จหรือไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ ควรได้มีการย้อนกลับไปที่กระบวนการคัดเลือกวิธีการดำเนินการ เพื่อให้นักเรียนได้เสนอแนะหรือถ้ามีเวลาจะได้หาแนวทางอื่นๆ ในการตอบโจทย์ของโครงการ

2.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ประกอบการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แบบประเมินความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 20 ซึ่งมียะเอียดดังต่อไปนี้

1-1-0 แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ เป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนสามารถค้นพบความรู้ และทำโครงการวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง โดยดำเนินการดังนี้

0(ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 1440 สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สารที่ 7 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อ ออกแบบจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสม

1(กำหนดหน่วยการเรียนรู้ หัวข้อการเรียนรู้ และระยะเวลาการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนที่เหมาะสม ดังตาราง 5

ตาราง 5 หน่วยการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้

หน่วยการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
หน่วยที่ 0 เรื่อง นักสำรวจมือใหม่	, อาหารมื้อกลางวัน	7
หน่วยที่ 1 เรื่อง นักค้นคว้าทดลอง	, น้ำยาลบคำผิด	7
หน่วยที่ 2 เรื่อง นักสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์	, ขวดน้ำพลาสติก	7
หน่วยที่ 3 เรื่อง ผู้พิชิตโครงการวิทยาศาสตร์	, โครงการวิทยาศาสตร์อิสระ	05
รวม		3/

2(ขึ้นจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยดำเนินการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วย ชื่อเรื่อง เวลา แนวความคิดหลัก ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้ สารการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อและแหล่งเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล (รายละเอียดแสดงดังภาคผนวก ข)

3(ขึ้นหาคคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

3-0(นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปเสนอต่อประธานและคณะกรรมการ ที่ปรึกษาปริญญาโท พิจารณาด้านความเหมาะสมของภาษา ความเหมาะสมของเนื้อหา การลำดับเนื้อหา ความยากง่ายของเนื้อหา ความถูกต้องของเนื้อหา บทบาทของครูและนักเรียน ในแต่ละขั้นตอนของการเรียนการสอน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของคณะกรรมการ ที่ปรึกษา

3-1(นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 4 ท่าน ซึ่งประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล หรือ

ผู้มีประสบการณ์ด้านโครงงานวิทยาศาสตร์ไม่น้อยกว่า 4 ปี หรือมีวุฒิการศึกษาระดับดุษฎีบัณฑิต ประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ตามแบบวัดค่าดัชนีความ สอดคล้อง เป็นเกณฑ์ในการพิจารณา ถ้าคำนวณได้ค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า /-4/ ถือว่ามี ความสอดคล้อง ไม่ต้องปรับปรุง แต่ถ้าค่าดัชนีความสอดคล้องน้อยกว่าหรือเท่ากับ /-4/ จะต้องทำ การปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ(วรรณิ์ แกมเกตุ. 1444911/,110(ก่อนนำไปใน การศึกษานำร่อง

ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง /-7/ 0-/ ซึ่งอยู่ในระดับที่มีคุณภาพยอมรับได้ (รายละเอียดดังภาคผนวก ง) หลังจากนั้นผู้วิจัย ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เช่น

- , ควรให้นักเรียนได้มีโอกาสตั้งประเด็นคำถามเองแทนการใช้คำถามของครู เพื่อมีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน
- , ควรกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามจากการสังเกต, อ่าน, ชมแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ก่อนที่จะพัฒนาไปสู่ปัญหา หรือหัวข้อของโครงงาน นักเรียนอาจจะระบุปัญหาหรือหัวข้อโครงงาน ได้ยาก จึงมักให้เขียนจากคำถาม/ข้อสงสัยก่อน
- , ปรับเวลาให้นักเรียนปฏิบัติมากขึ้น น่าจะตัดเรื่องความรู้เกี่ยวกับกิจกรรมออกไป

1-1-1 แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ผู้วิจัยศึกษาแนวคิดการสร้างแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของกัญญารัตน์ โจร 1443ข970(และนำมาปรับใช้เพื่อสร้างแบบทดสอบความสามารถในการ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ที่มีลักษณะเป็นแบบเขียนตอบ โดยกำหนดสถานการณ์เกี่ยวกับปัญหาที่ นักเรียนพบในชีวิตจริง 3 สถานการณ์ ซึ่งข้อความของแต่ละสถานการณ์ครอบคลุมองค์ประกอบ ของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 2 ด้าน คือ การระบุปัญหา การแสวงหาและจัดสรรทางเลือกใน การแก้ปัญหา และการวางแผนแก้ปัญหา ประเมินให้คะแนนโดยการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน รูปรีด Qt a kb Rbn hmf (ดำเนินการดังนี้

- 0(ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้น ในสภาพแวดล้อมจริง การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และการประเมินการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
- 1(ร่างข้อความของสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมจริง จำนวน 3 สถานการณ์ และร่างข้อความให้ครอบคลุมประเด็น ด้านการระบุปัญหาและสาเหตุของปัญหา การหาแนวทางแก้ปัญหา และการออกแบบวางแผนแก้ปัญหา

2(กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนรูปรีด ให้ครอบคลุมองค์ประกอบของ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทั้ง 2 ด้าน คือ

2-0(การระบุปัญหา พิจารณาใน 2 ประเด็นย่อย ได้แก่ ค้นหาปัญหา ระบุสาเหตุของปัญหา และ ตัดสินใจเลือกปัญหา

2-1(การแสวงหาและคัดสรรแนวทางแก้ปัญหา พิจารณาใน 3 ประเด็นย่อย ได้แก่ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดอย่างมีเหตุผล

2-2(การวางแผนแก้ปัญหา พิจารณาใน 1 ประเด็นย่อย ได้แก่ จำนวน แผนการแก้ปัญหา และ ตัดสินใจเลือกแผนการแก้ปัญหา

3(ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ ผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

3-0(นำแบบทดสอบและเกณฑ์การประเมิน ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ไปให้ประธานและคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท ตรวจสอบความเหมาะสมของสถานการณ์ ปัญหา ข้อคำถาม และเกณฑ์การประเมิน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของประธาน และคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท

3-1(นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน และด้านการวัดการประเมินผล หรือผู้มีวุฒิการศึกษาระดับดุษฎีบัณฑิต จำนวน 4 ท่าน ประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ตามแบบวัดค่าดัชนีความ สอดคล้องเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง NB(อยู่ระหว่าง /-5/ 0-/ / ซึ่งอยู่ในระดับที่มีคุณภาพยอมรับได้ (รายละเอียดดังภาคผนวก ง) และปรับปรุงแก้ไขตาม ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

3-2(นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 0/ 8 คน และนำคะแนนที่ได้มาหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก โดยวิเคราะห์ เป็นรายข้อ ใช้สูตรของ ดี อาร์ วิทนีย์ และ ดีแอล ซาเบอร์ส C-Q- V g l s m d x : C-K-R a d r (พิชิต ฤทธิ์จรูญ. 14429038, 04/ (และหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์ แอลฟาของครอนบาค (B n m a b g r l o g B n d e t h i n s 9 0 ((วรณี แกมเกต. 14449122(มีค่า ความยากอยู่ระหว่าง / -47, / -55 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง / -40, / -46 และมีค่าความเชื่อมั่น / -77 (รายละเอียดดังภาคผนวก ง)

4(นำแบบทดสอบไปใช้จริง

1-1-2 แบบประเมินความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบประเมินความสามารถในการทำโครงการ

วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนรูปค
บรรยายพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก และคุณภาพของผลงาน โดยดำเนินการดังนี้

0(ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการทำโครงการวิทยาศาสตร์ และ
การประเมินผลตามสภาพจริง ตลอดจนเกณฑ์การประเมินของเอ็นวายซี MXB- 1//8961(
โนวา สโกเทีย Mnu Rbnsh - 1/02910,11(และสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระ
บรมราชูปถัมภ์ ส.ว.ท.) 14459Nntknd(เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินความสามารถ
ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ และกำหนดขอบเขตการประเมิน

1(สร้างแบบประเมินความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์
จำนวน 4 ฉบับ ดังนี้

ฉบับที่ 0 แบบประเมินการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์
ประเภทการสำรวจ

ฉบับที่ 1 แบบประเมินการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์
ประเภทการทดลอง

ฉบับที่ 2 แบบประเมินการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์
ประเภทสิ่งประดิษฐ์

แบบประเมินฉบับที่ 0 2 นี้ ประกอบด้วยรายการประเมิน 7 ประเด็นย่อย
คือ การคิดและเลือกหัวข้อเรื่อง ความชัดเจนของที่มาและความสำคัญ ความชัดเจนของจุดมุ่งหมาย
การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การระบุข้อเท็จจริงประกอบการทำโครงการ
การออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูล และการออกแบบการนำเสนอผลการเก็บรวบรวมข้อมูล

ฉบับที่ 3 แบบประเมินการปฏิบัติงาน ใช้ประเมินการทำโครงการ
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งประเภทการสำรวจ ประเภทการทดลอง และประเภทสิ่งประดิษฐ์
ประกอบด้วย 2 ประเด็นย่อย คือ การใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล
และการทำงานร่วมกัน

ฉบับที่ 4 แบบประเมินผลงานโครงการวิทยาศาสตร์ ใช้ประเมินผลงาน
ที่เกิดจากทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งประเภทการสำรวจ ประเภทการทดลอง และ
ประเภทสิ่งประดิษฐ์ ประกอบด้วย 2 ประเด็นหลัก คือ การเขียนรายงาน ผลงานและการจัดแสดง
ผลงาน และการนำเสนอด้วยวาจา

2(ตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมิน ผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

2-0(นำแบบประเมินที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ไปให้ประธานและ

คณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท ตรวจสอบความเหมาะสมของประเด็นและรายการที่ใช้ในการประเมิน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของประธานและคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท

2-1 (นำแบบประเมินที่ปรับปรุงแล้วไป ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านโครงการงาน วิทยาศาสตร์ และด้านการวัดการประเมินผล จำนวน 4 ท่าน ประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ตามแบบวัดค่าดัชนีความสอดคล้องเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง NB (อยู่ระหว่าง / -5/ 0- / / ซึ่งอยู่ในระดับที่มีคุณภาพยอมรับได้ (รายละเอียดตั้งภาคผนวก ง) และดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

2-2 (นำแบบประเมินความสามารถในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ ทั้ง 4 ฉบับ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาโครงการงานวิทยาศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 1445 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยประเมินโครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภท การสำรวจ ประเภทการทดลอง และประเภทสิ่งประดิษฐ์ ประเภทละ 0/ โครงการงาน ซึ่งมีผู้สังเกตให้ คะแนน 1 คน คือ ผู้วิจัยกับครูผู้สอนวิชาโครงการงานวิทยาศาสตร์

2-3 (นำคะแนนที่ได้จากผู้สังเกตทั้ง 1 คน มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบ ประเมินโครงการงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการของ วิลเลียม เอ สกอตต์ V $\sqrt{1 - R_{bns}}$ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 14329016) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความสามารถในการทำโครงการงาน วิทยาศาสตร์ ฉบับที่ 0+ฉบับที่ 1+ฉบับที่ 2+ฉบับที่ 3+และฉบับที่ 4 คือ / -8/ - / -82+ / -80+ / -87 และ / -82 ตามลำดับ (รายละเอียดตั้งภาคผนวก ง)

3 (นำแบบประเมินไปใช้จริง

1-1-3 แบบทดสอบความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงการงานวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงการงานวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบเขียนตอบ ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

0(ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงการงานวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็น แนวทางในการสร้างสถานการณ์ปัญหา และแนวทางในการกำหนดประเด็นการเขียนเค้าโครงของ โครงการงานวิทยาศาสตร์

1(สร้างแบบทดสอบแบบเขียนตอบ จำนวน 1 ฉบับ มีลักษณะเป็น สถานการณ์ที่นักเรียนพบในชีวิตจริง และกำหนดประเด็นการเขียนเค้าโครงฯ ให้ครอบคลุม ประเด็นด้าน การคิดและเลือกหัวข้อเรื่อง การเขียนที่มาและความสำคัญ การเขียนจุดมุ่งหมาย การตั้งสมมติฐาน การกำหนดตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริง

ประกอบการทำงานโครงการ การออกแบบการทดลอง และการออกแบบการนำเสนอผลการทดลอง
ซึ่งประเมินให้คะแนนโดยการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนรูปรีด

2(ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ ผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

2-0(นำแบบทดสอบ ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วไปให้ประธาน และ
คณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท ตรวจสอบความเหมาะสมของสถานการณ์ปัญหา และ
การกำหนดประเด็นการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตาม
ข้อเสนอแนะของประธานและคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท

2-1(นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านโครงการ
วิทยาศาสตร์ และด้านการวัดการประเมินผล จำนวน 4 ท่าน ประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ตามแบบวัดค่าดัชนีความสอดคล้องเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา
ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง NB(อยู่ระหว่าง / -5/ 0-/ / ซึ่งอยู่ในระดับที่มีคุณภาพยอมรับได้
(รายละเอียดดังภาคผนวก ง) และดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

2-2(นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 0/ 8 คน และนำคะแนนที่ได้มาหาความยาก ค่าอำนาจจำแนก
โดยใช้สูตรของ ดี อาร์ วิทนี และ ดีแอล ซาเบอร์ส C-Q- V g l a n d x : C-K-R a d r ((พิชิต
ฤทธิ์จัญญู. 14429038, 04/ (และหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์
แอลฟาของครอนบาค (B n m a b g r l o g B n d e t h d m s 9 Q ((วรรณิ แกมเกต. 14449122(
ฉบับที่ 0 มีค่าความยากอยู่ระหว่าง / -36, / -47 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง / -55 , / -77 และมีค่า
ความเชื่อมั่น / -72 ฉบับที่ 1 มีค่าความยากอยู่ระหว่าง / -37 , / -4/ ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง
/ -44 , / -67 และมีค่าความเชื่อมั่น / -7/ (รายละเอียดดังภาคผนวก ง)

3(นำแบบทดสอบไปใช้จริง

1-1-4 แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนโครงการ
วิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 2Q

แบบวัดความพึงพอใจนี้ ใช้สอบถามความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียน
การสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 2Q ผู้วิจัยดำเนินการตาม
ขั้นตอนต่อไปนี้

0(ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดความพึงพอใจต่อรูปแบบ
การเรียนการสอน

1(สร้างแบบวัดความพึงพอใจให้ครอบคลุมรูปแบบการเรียนการสอน

ทั้ง 2 ระยะ คือ ระยะเตรียมความพร้อม ระยะสร้างสรรค์โครงการ และระยะนำเสนอผลงาน มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 4 ระดับ คือ ฟังพอใจมากที่สุด ฟังพอใจมาก ฟังพอใจปานกลาง ฟังพอใจน้อย และฟังพอใจน้อยที่สุด จำนวน 1/ ข้อ และข้อเสนอแนะปลายเปิดให้นักเรียนแสดงความรู้สึกเพิ่มเติมที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งการแปลผลคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอน พิจารณาดังนี้ (ยุทธ ไกยวรรณ. 144/ 9088(

ค่าคะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
3-4/ , 4- /	ระดับมากที่สุด
2-4/ , 3-38	ระดับมาก
1-4/ 2-38	ระดับปานกลาง
0-4/ 1-38	ระดับน้อย
0- / 0-38	ระดับน้อยที่สุด

2(ดำเนินการตรวจสอบคุณภาพแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอน ตามขั้นตอนต่อไปนี้

2-0(นำแบบวัดความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอน เสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทตรวจสอบความชัดเจนของภาษา และความถูกต้อง แล้วนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

2-1(เมื่อปรับปรุงแก้ไขแล้วจึงนำแบบวัดความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอน ไปตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้น โดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการวัดการประเมินผล ด้านโครงงานวิทยาศาสตร์ หรือผู้มีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาโท จำนวน 4 ท่าน ตรวจสอบความชัดเจนของภาษา และความสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ตามแบบวัดค่าดัชนีความสอดคล้องเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง NB(อยู่ระหว่าง /-5/ 0- / ซึ่งอยู่ในระดับที่มีคุณภาพยอมรับได้ (รายละเอียดดังภาคผนวก ง)

2-2(ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอน ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 20(ในชั้นของการศึกษานำร่อง OhsRst cx(

เพื่อวิเคราะห์หาอำนาจจำแนกของแบบวัดความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอนเป็นรายข้อ โดยใช้ร้อยละ 14 ของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ โดยการทดสอบค่าที่ χ^2 และเลือกข้อที่มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0-64 ขึ้นไป (รายละเอียดดังภาคผนวก ง)

2-3(หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนทั้งฉบับ โดยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (B nma bgr log Bndedhdms90 ((วรรณิ์ แกมเกตุ. 14449122(ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ / -8/ (รายละเอียดดังภาคผนวก ง)

2-4(นำแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้จริง

ขั้นตอนที่ 3 การศึกษานำร่องและปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการเรียนการสอน

ขั้นตอนนี้เป็นการนำรูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 20(ที่ได้รับการประเมินและปรับปรุงโครงร่างแล้ว ไปศึกษานำร่องเพื่อตรวจสอบความเหมาะสม ความเป็นไปได้ และข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้นก่อนนำไปใช้จริง ในระหว่างวันที่ 04 มกราคม 1446 ถึงวันที่ 14 กุมภาพันธ์ 1446 โดยทำการศึกษานำร่องกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพระนารายณ์ จังหวัดลพบุรี ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ห้องเรียน ดังนี้

ห้องเรียน	หน่วยการเรียนรู้
ห้อง ม.1.00	หน่วยที่ 0 เรื่อง นักสำรวจมือใหม่
ห้อง ม.1.7	หน่วยที่ 1 เรื่อง นักค้นคว้าทดลอง
ห้อง ม.1.0/	หน่วยที่ 2 เรื่อง นักสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์
ห้อง ม.1.01	หน่วยที่ 3 เรื่อง ผู้พิชิตโครงการวิทยาศาสตร์

ผลการศึกษาพบว่า โดยภาพรวมเนื้อหาสาระและกิจกรรมการเรียนรู้ ในหน่วยที่ 0,3 มีความเหมาะสมกับการนำไปทดลองใช้จริง นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมดี สามารถวิเคราะห์ปัญหาและหาแนวทางแก้ปัญหาเพื่อกำหนดเป็นหัวข้อในการทำโครงการ และทำโครงการวิทยาศาสตร์ได้ แต่ก็มีอุปสรรคในการใช้รูปแบบการเรียนการสอนอยู่บ้าง ดังนี้

ระยะที่ 0 เตรียมความพร้อม

, นักเรียนบางส่วนมีความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่ชัดเจน ซึ่งผู้วิจัยได้แก้ไขโดยอธิบายพร้อมยกตัวอย่างสถานการณ์ง่ายๆ ให้นักเรียนได้ฝึกการระบุปัญหา

กำหนดและควบคุมตัวแปร ตั้งสมมติฐาน การนิยามเชิงปฏิบัติการ การออกแบบการทดลอง แล้วให้ทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติม

ระยะที่ 1 สร้างสรรค์โครงการ

, คำถามเกี่ยวกับการวางแผนแก้ปัญหา ในใบกิจกรรมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ไม่ค่อยชัดเจนทำให้นักเรียนสับสน ผู้วิจัยแก้ไขโดยปรับภาษาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น พร้อมทั้งยกตัวอย่างและอธิบายจุดประสงค์ของคำถามว่า ต้องการให้นักเรียนวางแผนการแก้ปัญหาให้ได้จำนวนมาก และแต่ละแผนมีแนวทางการดำเนินการในภาพรวมอย่างไร

, นักเรียนยังเรียบเรียงความคิดเพื่อนำมาเขียนเค้าโครง และเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ที่ต้องสื่อสารให้คนอื่นเข้าใจตรงกันยังไม่ค่อยชัดเจนเท่าที่ควร เช่น การเขียนที่มาและความสำคัญ การเขียนนิยามเชิงปฏิบัติการ การออกแบบการทดลอง การสรุปและอภิปรายผล เป็นต้น ผู้วิจัยแก้ไขโดยให้คำแนะนำปรึกษาเป็นกลุ่มเล็ก และใช้คำถามนำทางเพื่อช่วยให้นักเรียนเรียบเรียงความคิดและเขียนข้อความที่ต้องการสื่อสารให้ชัดเจน พร้อมทั้งจัดทำตัวอย่างการเขียนเค้าโครง และรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ให้ดูเป็นตัวอย่าง ซึ่งนักเรียนได้ดัดแปลงให้เหมาะสมกับงานของกลุ่มตนเอง และสามารถเขียนข้อความเพื่อสื่อสารให้คนอื่นเข้าใจงานของกลุ่มตนเองได้ดีขึ้น

, เวลาที่ใช้ดำเนินกิจกรรมในระยะสร้างสรรค์โครงการของหน่วยการเรียนรู้ที่ 0,2 ผู้วิจัยกำหนดไว้เดิมเท่ากับ 2 ชั่วโมง พบว่านักเรียนบางกลุ่มทำเสร็จตามเวลา แต่นักเรียนส่วนใหญ่ทำไม่เสร็จ ผู้วิจัยจึงปรับให้กลุ่มตัวอย่างจริงใช้เวลาเท่ากับ 3 ชั่วโมง และใช้เวลาทั้งในและนอกห้องเรียนในการตรวจงาน ให้คำแนะนำปรึกษา เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำไปปรับปรุงแก้ไข

, การจัดทำแผนโครงการแบบตั้งโต๊ะตามขนาดมาตรฐานเพื่อนำเสนอผลงานมีความยุ่งยากใช้เวลามากและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย ผู้วิจัยจึงปรับให้กลุ่มตัวอย่างจริงจัดทำแผ่นนำเสนอโครงการชนิดม้วนเก็บได้ และจัดเตรียมปากกาเคมี สีไม้สำหรับตกแต่ง ไว้ให้บริการ

ระยะที่ 2 นำเสนอผลงาน

, เวลาที่ใช้ในการนำเสนอผลงานไว้เดิมเท่ากับ 0 ชั่วโมง ซึ่งพบว่าไม่เพียงพอต่อการนำเสนอและการซักถาม ผู้วิจัยจึงปรับให้กลุ่มตัวอย่างจริงใช้เวลาเท่ากับ 1 ชั่วโมง

, นักเรียนบางกลุ่มนำเสนอผลงานในลักษณะของการอ่านจากโปสเตอร์ให้ผู้ประเมินฟัง ทำให้การนำเสนอผลงานไม่น่าสนใจ ผู้วิจัยจึงให้ข้อเสนอแนะและทำความเข้าใจกับนักเรียนเกี่ยวกับการพูดนำเสนอผลงานให้น่าสนใจ พร้อมกับแจ้งเกณฑ์การให้คะแนนในส่วนของ

การนำเสนอผลงาน และให้โอกาสนักเรียนนำเสนออีกครั้ง ซึ่งพบว่านักเรียนสามารถพูดนำเสนอ
ได้ดีขึ้น

เนื่องจากเวลาที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ในหน่วยที่ 0,2 ไม่เพียงพอ ผู้วิจัยจึงได้ปรับ
ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมให้สามารถดำเนินการได้ตามเป้าหมาย ดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 เวลาที่ใช้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

หน่วยการเรียนรู้	รูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P)	เวลาที่ใช้(ชั่วโมง)	
		ก่อน ปรับปรุง	หลัง ปรับปรุง
หน่วยที่ 0 เรื่อง นักสำรวจมือใหม่	ระยะที่ 0 เตรียมความพร้อม	1	1
	ระยะที่ 1 สร้างสรรค์โครงงาน	2	3
	ระยะที่ 2 นำเสนอผลงาน	0	1
	รวม	6	8
หน่วยที่ 1 เรื่อง นักค้นคว้าทดลอง	ระยะที่ 0 เตรียมความพร้อม	1	1
	ระยะที่ 1 สร้างสรรค์โครงงาน	2	3
	ระยะที่ 2 นำเสนอผลงาน	0	1
	รวม	6	8
หน่วยที่ 2 เรื่อง นักสร้างสรรค์ สิ่งประดิษฐ์	ระยะที่ 0 เตรียมความพร้อม	1	1
	ระยะที่ 1 สร้างสรรค์โครงงาน	2	3
	ระยะที่ 2 นำเสนอผลงาน	0	1
	รวม	6	8
หน่วยที่ 3 เรื่อง ผู้พิชิตโครงงาน วิทยาศาสตร์	ระยะที่ 0 เตรียมความพร้อม	1	0
	ระยะที่ 1 สร้างสรรค์โครงงาน	03	02
	ระยะที่ 2 นำเสนอผลงาน	5	1
	รวม	22	16
ใช้เวลาทั้งหมด		40	40

จากตาราง 6 จะเห็นว่า มีการปรับเวลาที่ใช้ดำเนินกิจกรรมในระยะสร้างสรรค์โครงงาน
และในระยะนำเสนอผลงาน ของหน่วยการเรียนรู้หน่วยที่ 0,2 เพิ่มขึ้น เนื่องจากนักเรียนต้องการ
เวลาในการปรึกษาการเขียนเค้าโครง ลงมือทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เขียนรายงานและจัดทำ

แผนโครงการ ตลอดจนการนำเสนอผลงาน สำหรับหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 มีการปรับลดเวลาลง ทั้งนี้นักเรียนได้ฝึกทำโครงการอย่างต่อเนื่องในหน่วยการเรียนรู้ที่ 0,2 จึงมีความเข้าใจวิธีการศึกษาค้นคว้าและเข้าใจการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการปฏิบัติมากขึ้น แต่เวลารวมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ยังคงเท่าเดิม คือ 3/ ชั่วโมง

ขั้นตอนที่ 4 การศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยนำรูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 20X ที่ได้ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและจากการศึกษานำร่อง ไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3-0 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง $P_t r_h D w o d h d m s k Q d r d b g$ (ซึ่งใช้แบบแผนการวิจัย 1 แบบแผน คือ แบบแผนการวิจัยแบบ $M h m m c n l _ h d c B n n s n k n t o O d s d r s O n r s s d r s C d r l f m$ ชูศรี วงศ์รัตนะ และองอาจ นัยพัฒน์. 1440941(และ $N m d, n t o Q d o d s d c L d r t d c C d r l f m$ (องอาจ นัยพัฒน์- 14439013, 015(ดังตาราง 7 และ ตาราง 8 ตาราง 7 แบบแผนการวิจัยแบบ $M h m m c n l _ h d c B n n s n k n t o O d s d r s O n r s s d r s C d r l f m$

กลุ่ม	ทดสอบก่อน	ทดลอง	ทดสอบหลัง
D	S_0	W	$S_1 + S_2 + S_3$
B	S_4	,W	S_5

ตาราง 8 แบบแผนการวิจัยแบบ $N m d, n t o Q d o d s d c L d r t d c C d r l f m$

กลุ่ม	ก่อนทดลอง	ระหว่างทดลอง	หลังทดลอง
	โครงการ ประเมิน วิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 0	โครงการ ประเมิน วิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 1	โครงการ ประเมิน วิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 2
	ประเภท การสำรวจ	ประเภท การทดลอง	ประเภท สิ่งประดิษฐ์
D	, W	S_6 W	S_7 W S_8 ,

เมื่อ	W	แทน	การจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน โครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 2Q
	,W	แทน	การจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน โครงการวิทยาศาสตร์ที่ไม่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 2Q
	D	แทน	กลุ่มทดลอง
	B	แทน	กลุ่มควบคุม
	S ₀ +S ₄	แทน	การทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียน
	S ₁ +S ₅	แทน	การทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียน
	S ₂	แทน	การประเมินความสามารถในการทำโครงการอิสระ
	S ₃	แทน	การวัดความพึงพอใจของนักเรียน
	S ₆ +S ₇ +S ₈	แทน	การประเมินความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ระหว่างเรียน

3-1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 0 ปีการศึกษา 1446 ที่สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การมัธยมศึกษาเขต 4 ในอำเภอบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี จำนวน 45/ คน
กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านหมี่วิทยา
อำเภอบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม Bkrsd
Q ncnl R l okmf (เป็นกลุ่มทดลอง 0 ห้องเรียน จำนวน 28 คน และกลุ่มควบคุม 0 ห้องเรียน
จำนวน 31 คน

3-2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 0 ปีการศึกษา 1446 เป็นเวลา 1/ สัปดาห์

3/ คาบ เวลาเรียน 1 คาบ/สัปดาห์ โดยผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

0(ทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เป็นรายบุคคล
ด้วยแบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยนัดหมายการสอบนอกเวลาเรียน

1(ผู้วิจัยดำเนินการสอนกลุ่มทดลองด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ในหน่วยที่0,2
ตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
2Q ซึ่งนักเรียนจะต้องทำโครงการเป็นกลุ่มๆ ละ 1,3 คนโดยการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่ครู
กำหนดในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

2(ครูประจำวิชาดำเนินการสอนกลุ่มควบคุมตามแนวการจัดกิจกรรม

การเรียนรู้ที่ไม่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 20

3) ผู้วิจัยประเมินพัฒนาการในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง เป็นรายกลุ่ม ด้วยแบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 2 ระยะ คือ

3-0(ระยะที่ 0 ประเมินหลังจากเสร็จสิ้นการทำโครงงานในหน่วยที่ 0

3-1(ระยะที่ 1 ประเมินหลังจากเสร็จสิ้นการทำโครงงานในหน่วยที่ 1

3-2(ระยะที่ 2 ประเมินหลังจากเสร็จสิ้นการทำโครงงานในหน่วยที่ 2

4) เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนการสอนตามสถานการณ์ที่ครูกำหนดในหน่วยที่ 0,2 แล้ว ผู้วิจัยทำการทดสอบความสามารถในการเขียนเค้าโครงฯ ของกลุ่มทดลองเป็นรายบุคคลครั้งที่ 0 ด้วยแบบทดสอบความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ ฉบับที่ 0

5) ผู้วิจัยดำเนินการสอนกลุ่มทดลองด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ในหน่วยที่ 3 ตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 20 ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มต้องทำโครงงานอิสระ โดยการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนพบในชีวิตจริงตามความสนใจ

6) เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนการสอนโครงงานอิสระ ผู้วิจัยทำการประเมินความสามารถในการทำโครงงานอิสระ ของกลุ่มทดลองเป็นรายกลุ่ม และทดสอบความสามารถในการเขียนเค้าโครงฯ เป็นรายบุคคลครั้งที่ 1 ด้วยแบบทดสอบความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ ฉบับที่ 1

7) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ผู้วิจัยทำการทดสอบหลังเรียนรายบุคคลกับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และวัดความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอน

8) นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม คะแนนความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และคะแนนความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนของกลุ่มทดลอง มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐาน

3-3 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

0(สถิติพื้นฐาน ได้แก่

, ร้อยละ

, ค่าเฉลี่ย

, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1(สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

, สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ข้อ 0 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของกลุ่มทดลอง ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยสถิติ $sdrs\theta\ c\theta d\theta m\theta d\theta n\theta s\ r\ |\ o\theta k\theta r$ และเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ด้วยสถิติ $sdrs\theta\ h\theta m\theta d\theta d\theta m\theta d\theta n\theta s\ r\ |\ o\theta k\theta r$ (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 14429068)

, สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานข้อ 1 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของพัฒนาการในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน ด้วยสถิติ $N\theta m\theta d\theta ,\ v\ x\ m\ k\theta r\ h\theta m\theta e\ h\theta n\theta b\theta d\theta 9\theta d\theta d\theta\ s\theta d\theta c\ L\theta d\theta r\theta t\theta d\theta r$ ชูศรี วงศ์รัตนะ. 14429142,143(และถ้าพบว่าคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินทั้ง 2 ครั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะทำการสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ด้วยวิธีการทดสอบแบบ $K\theta d\theta\ r\theta s\theta R\theta f\theta m\theta b\theta\ n\theta s\ C\theta r\theta e\theta d\theta\ d\theta m\theta b\theta\ K\theta R\theta C$

, สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ข้อ 2 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์อิสระกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 54 ด้วยสถิติ $N\theta m\theta d\theta ,\ r\ |,\ o\theta k\theta\ s\theta d\theta r\theta s$ ชูศรี วงศ์รัตนะ. 14429023(

, สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ข้อ 3 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนแบบ 20 กับเกณฑ์ที่กำหนด คือ 2-4/ ด้วยสถิติ $N\theta m\theta d\theta ,\ r\ |,\ o\theta k\theta\ s\theta d\theta r\theta s$ ชูศรี วงศ์รัตนะ. 14429023(

สำหรับการเปรียบเทียบความแตกต่างของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนของทั้ง 1 กลุ่มก่อนด้วยสถิติ $sdrs\theta\ h\theta m\theta d\theta d\theta m\theta d\theta n\theta s$ ถ้าพบความแตกต่างของคะแนนทดสอบก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จะทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติ $M\theta B\theta N\theta\ m\theta k\theta r\ h\theta m\theta e\ B\theta n\theta\ h\theta m\theta b\theta d$ (ถ้าไม่พบความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จะทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติ $sdrs\theta\ h\theta m\theta d\theta d\theta m\theta d\theta n\theta s\ r\ |,\ o\theta k\theta r$

ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยใช้การประมวลผลด้วยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในบทนี้ ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P)

ตอนที่ 2 ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P)

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ประกอบการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนที่เป็นแหล่งข้อมูล
k	แทน	คะแนนเต็ม
\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ย (Mean)
S.D	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
SS	แทน	ผลรวมของคะแนนเบี่ยงเบนยกกำลังสอง (Sum of Squares)
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลรวมของคะแนนเบี่ยงเบนยกกำลังสอง (Mean Squares)
df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degree of Freedom)
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบค่าที (t-test)
F	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบค่าเอฟ (F-test)
p	แทน	ค่าความน่าจะเป็น (Probability)

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P)

จากการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) ประกอบด้วย 3 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 เตรียมความพร้อม (Preparation) มี 2 ขั้นตอนย่อย คือ

- 1.1 ชั้นเร้าความสนใจ
- 1.2 ชั้นทบทวนประสบการณ์

ระยะที่ 2 สร้างสรรค์โครงการ (Project Creation) มี 4 ขั้นตอนย่อย คือ

- 2.1 ชั้นระบุปัญหา
- 2.2 ชั้นแสวงหาและคัดสรรแนวทางแก้ปัญหา
- 2.3 ชั้นวางแผนแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
- 2.4 ชั้นปฏิบัติการทำโครงการและสรุปผล

ระยะที่ 3 นำเสนอผลงาน (Presentation)

ซึ่งรายละเอียดของขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้แสดงไว้ในคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน (รายละเอียดดังภาคผนวก ข) และเมื่อนำรูปแบบการเรียนการสอนไปตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพที่ยอมรับได้ และค่าความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.40 – 4.60 แสดงว่ารูปแบบการเรียนการสอน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด (รายละเอียดดังภาคผนวก ค) ทั้งนี้ ได้รับคำแนะนำเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ เช่น ในขั้นตอนสรุปผล ถ้างานที่ได้ไม่สำเร็จหรือไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ ควรได้มีการย้อนกลับไปที่กระบวนการคัดเลือกวิธีการดำเนินการ เพื่อให้นักเรียนได้เสนอแนะ หรือถ้ามีเวลาจะได้หาแนวทางอื่นๆ ในการตอบโจทย์ของโครงการ

ตอนที่ 2 ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P)

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตอนนี้เป็น การวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัย 4 ข้อ ดังนี้

สมมติฐานข้อที่ 1 นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวปรากฏดังตาราง

ตาราง 10 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P)

ความสามารถในการ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	n	k	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p
			\bar{X}	S.D	\bar{X}	S.D		
การระบุปัญหา	39	48	27.23	5.37	31.56	3.96	6.34**	.00
การแสวงหาและคัดสรร แนวทางการแก้ปัญหา	39	64	37.59	5.76	42.54	7.86	3.94**	.00
การวางแผนแก้ปัญหา	39	32	16.67	4.09	19.00	3.52	3.63**	.00
ภาพรวม	39	144	81.49	11.47	93.10	12.17	7.17**	.00

** p < .01

จากตาราง 10 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งในภาพรวมและรายด้าน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 11 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์	n	k	\bar{X}	S.D	t	p
การระบุปัญหา						
กลุ่มทดลอง	39	48	27.23	5.37	1.00	.32
กลุ่มควบคุม	42	48	26.17	4.14		
การแสวงหาและคัดสรร แนวทางแก้ปัญหา						
กลุ่มทดลอง	39	64	37.59	5.76	1.48	.14
กลุ่มควบคุม	42	64	35.83	4.95		

ตาราง 11 (ต่อ)

ความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์	n	k	\bar{X}	S.D	t	p
การวางแผนแก้ปัญหา						
กลุ่มทดลอง	39	32	16.67	4.09	1.62	.11
กลุ่มควบคุม	42	32	15.33	3.31		
ภาพรวม						
กลุ่มทดลอง	39	144	81.49	11.47	1.92	.06
กลุ่มควบคุม	42	144	77.33	7.82		

หมายเหตุ

กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์(3P)

กลุ่มควบคุม คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่ไม่เน้นการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์(3P)

จากตาราง 11 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งในภาพรวมและรายด้าน ดังนั้นการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จึงใช้การทดสอบค่าที (t-test for independent samples) ซึ่งปรากฏผลการศึกษาดังตาราง 12

ตาราง 12 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียน
ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์	n	k	\bar{X}	S.D	t	p
การระบุปัญหา						
กลุ่มทดลอง	39	48	31.56	3.96	4.10**	.00
กลุ่มควบคุม	42	48	28.14	3.54		
การแสวงหาและคิดสรร						
แนวทางแก้ปัญหา						
กลุ่มทดลอง	39	64	42.54	7.85	2.74**	.00
กลุ่มควบคุม	42	64	37.62	8.30		
การวางแผนแก้ปัญหา						
กลุ่มทดลอง	39	32	19.00	3.52	3.70**	.00
กลุ่มควบคุม	42	32	16.33	2.96		
ภาพรวม						
กลุ่มทดลอง	39	144	93.10	12.17	4.32**	.00
กลุ่มควบคุม	42	144	82.10	10.78		

** p < .01

หมายเหตุ

กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P)

กลุ่มควบคุม คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่ไม่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P)

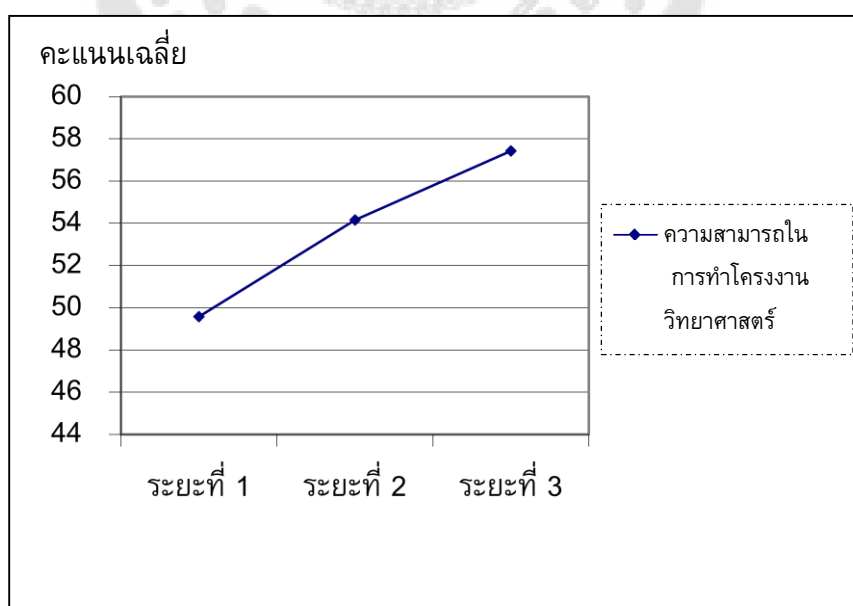
จากตาราง 12 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งในภาพรวมและรายด้าน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมมติฐานข้อที่ 2 นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) มีพัฒนาการในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน ซึ่งผลการศึกษารากฎดังตาราง 13-16

ตาราง 13 คะแนนเฉลี่ยพัฒนาการในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนของนักเรียน ระยะเวลาที่ 1 ระยะเวลาที่ 2 และระยะเวลาที่ 3 เป็นรายกลุ่ม

การประเมินผล	n	k	\bar{X}	S.D
ระยะที่ 1	12	68	49.58	5.51
ระยะที่ 2	12	68	54.16	4.62
ระยะที่ 3	12	68	57.42	5.90

จากตาราง 13 พบว่า คะแนนเฉลี่ยพัฒนาการในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นรายกลุ่ม ระยะที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 49.58 ระยะที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 54.16 และระยะที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 57.42 ซึ่งคะแนนเฉลี่ยในระยะที่ 3 สูงกว่าระยะที่ 2 และสูงกว่าระยะที่ 1 แสดงว่านักเรียนมีแนวโน้มพัฒนาการในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนเพิ่มขึ้น ผลการพัฒนาความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน สามารถนำมาเขียนกราฟเส้นแสดงแนวโน้มของพัฒนาการที่เพิ่มขึ้น ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 แสดงแนวโน้มพัฒนาการในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน

ตาราง 14 ผลการเปรียบเทียบพัฒนาการในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน ระยะที่ 1 ระยะที่ 2 และระยะที่ 3 เป็นรายกลุ่ม

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	144.83	11	13.17		
ภายในกลุ่ม	634.00	24	185.86		
สิ่งทดลอง	371.72	2	185.86	15.59**	.00
ส่วนที่เหลือ	262.28	22	11.92		
ทั้งหมด	778.83	35			

** p < .01

จากตาราง 14 พัฒนาการในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน เป็นรายกลุ่ม ในระยะที่ 1 ระยะที่ 2 และระยะที่ 3 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จะต้องทดสอบต่อไปว่ามีคู่ใดบ้างที่แตกต่างกัน ซึ่งผลการศึกษปรากฏดังตาราง 15

ตาราง 15 ผลการทดสอบความแตกต่างรายคู่ของพัฒนาการในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ในแต่ละระยะ

\bar{X}	$\bar{X}_1 = 49.58$	$\bar{X}_2 = 54.16$	$\bar{X}_3 = 57.42$
ระยะที่ 1 (\bar{X}_1)	-	4.58**	7.83**
ระยะที่ 2 (\bar{X}_2)	-	-	3.25*
ระยะที่ 3 (\bar{X}_3)	-	-	-

* p < .05, ** p < .01

จากตาราง 15 แสดงว่า หลังจากจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) นักเรียนมีพัฒนาการในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ในระยะที่ 3 สูงกว่าระยะที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่าระยะที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และในระยะที่ 2 สูงกว่าระยะที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นอกจากการประเมินพัฒนาการในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายกลุ่มแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการประเมินความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายบุคคล ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ เพื่อสนับสนุนให้เห็นว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) มีพัฒนาการในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยทำการทดสอบ 2 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ทำการทดสอบหลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ตามสถานการณ์ที่ครูกำหนดในหน่วยที่ 1-3 และครั้งที่ 2 ทำการทดสอบหลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์อิสระในหน่วยที่ 4 ซึ่งปรากฏผลการศึกษาดังตาราง 16

ตาราง 16 คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนเป็นรายบุคคล

ความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์	n	k	การทดสอบ ครั้งที่ 1		การทดสอบ ครั้งที่ 2		t	p
			\bar{X}	S.D	\bar{X}	S.D		
			การคิดและเลือกหัวข้อโครงงานวิทยาศาสตร์	39	8	5.23		
ความชัดเจนของที่มาและความสำคัญ	39	8	2.21	0.57	2.62	0.75	2.91**	.00
ความชัดเจนของจุดมุ่งหมาย	39	8	6.26	1.48	6.92	1.35	2.49**	.01
การตั้งสมมติฐาน	39	8	6.28	1.52	6.79	1.44	2.21*	.03
การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	39	8	4.74	1.94	5.36	2.22	2.63**	.01
การระบุข้อมูลประกอบการทำงาน	39	8	3.82	2.35	5.13	2.18	4.98**	.00
การออกแบบการทดลอง	39	8	4.49	1.64	4.90	1.60	2.20*	.03
การออกแบบการนำเสนอผลการทดลอง	39	8	4.79	1.66	5.46	1.73	2.40*	.02
ภาพรวม	39	64	37.82	9.39	43.26	8.43	7.73**	.00

* p < .05, ** p < .01

จากตาราง 16 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงการงานวิทยาศาสตร์ เป็นรายบุคคล ในภาพรวมการทดสอบครั้งที่ 2 สูงกว่าครั้งที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านการคิดและเลือกหัวข้อโครงการงานวิทยาศาสตร์ ความชัดเจนของที่มาและความสำคัญ ความชัดเจนของจุดมุ่งหมาย การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และการระบุข้อมูลประกอบการทำโครงการงาน การทดสอบครั้งที่ 2 สูงกว่าครั้งที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สำหรับด้านการตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง และการออกแบบการนำเสนอผลการทดลอง การทดสอบครั้งที่ 2 สูงกว่าครั้งที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมมติฐานข้อที่ 3 นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโครงการงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) มีความสามารถในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์อิสระ อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ที่กำหนด(ร้อยละ 65) ซึ่งผลการศึกษารากฏดังตาราง 17 ตาราง 17 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์อิสระ ของนักเรียน เป็นรายกลุ่ม กับเกณฑ์ที่กำหนด(ร้อยละ 65)

ความสามารถในการ ทำโครงการงานวิทยาศาสตร์	n	k	\bar{X}	\bar{X} ร้อยละ	S.D	t	p
ด้านกระบวนการทำโครงการงาน	12	44	37.17	84.48	5.96	11.32**	.00
การเขียนเค้าโครงของโครงการงาน	12	32	26.00	81.25	7.18	7.85**	.00
การปฏิบัติงาน	12	12	11.17	93.08	6.96	13.97**	.00
ด้านผลงานโครงการงานวิทยาศาสตร์	12	24	18.58	77.42	10.12	4.25**	.00
ภาพรวม	12	68	55.75	81.99	6.27	9.38**	.00

** p < .01

จากตาราง 17 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์อิสระ ของนักเรียน เป็นรายกลุ่ม ในภาพรวมเท่ากับ 55.75 คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 81.99 ซึ่งอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ที่กำหนด(ร้อยละ 65) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณา รายด้าน พบว่า ด้านกระบวนการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 37.17 คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 84.48 และด้านผลงานโครงการงานวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.58

คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 77.42 ซึ่งอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ที่กำหนด(ร้อยละ 65) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมมติฐานข้อที่ 4 นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก(3.50) ซึ่งผลการศึกษารากฏตั้งตาราง 18

ตาราง 18 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) กับเกณฑ์ที่กำหนด(3.50)

ความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอน	n = 39		ระดับ	t	p
	\bar{X}	S.D			
ระยะเตรียมความพร้อม					
1.ครูนำประเด็นปัญหาจากสภาพแวดล้อมใกล้ตัวมาสร้างความสนใจของนักเรียน	4.62	.49	มากที่สุด		
2.ครูใช้คำถามสร้างความสนใจของนักเรียน	4.36	.63	มาก		
3.ครูใช้ตัวอย่างสถานการณ์ ทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์	4.38	.63	มาก		
4.ครูใช้คำถามทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์	4.62	.43	มากที่สุด		
5.ครูใช้สื่อประกอบการสอน เพื่อทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์	4.46	.60	มาก		
รวม	4.49	.35	มาก	17.52**	.00
ระยะสร้างสรรค์โครงการวิทยาศาสตร์					
6.นักเรียนมีโอกาสระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้	4.54	.51	มากที่สุด		
7.นักเรียนมีโอกาสระบุปัญหาจากสิ่งที่นักเรียนสังเกตเห็นในชีวิตจริง	4.51	.56	มากที่สุด		
8.นักเรียนได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาให้ได้จำนวนมาก	4.38	.54	มาก		

ตาราง 18 (ต่อ)

ความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอน	n = 39		ระดับ	t	p
	\bar{X}	S.D			
9.นักเรียนมีส่วนร่วมในกลุ่ม เพื่อกำหนดหัวข้อเรื่องทำโครงการวิทยาศาสตร์	4.46	.51	มาก		
10.นักเรียนมีส่วนร่วมในกลุ่ม เพื่อวางแผนเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์	4.49	.60	มาก		
11.นักเรียนได้สร้างสรรค์งานตามจินตนาการอย่างอิสระ	4.10	.79	มาก		
12.นักเรียนมีโอกาสได้ค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งต่างๆด้วยตนเอง	4.41	.68	มาก		
13.นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทำโครงการวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง	4.46	.72	มาก		
14.ครูให้คำแนะนำปรึกษาการทำโครงการวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน	4.46	.72	มาก		
15.ครูติดตามความก้าวหน้าในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นระยะๆ	4.49	.60	มาก		
16.การทำโครงการวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น	4.59	.50	มากที่สุด		
รวม	4.44	.35	มาก	16.71**	.00
ระยะนำเสนอผลงาน					
17.นักเรียนรู้สึกภูมิใจเมื่อสามารถนำเสนอผลงานที่เกิดจากการทำโครงการวิทยาศาสตร์ให้ผู้อื่นเข้าใจได้	4.46	.51	มาก		
18.นักเรียนมีโอกาสซักถาม แสดงความคิดเห็น และติชมผลงานของเพื่อนกลุ่มอื่น	3.92	.72	มาก		

ตาราง 18 (ต่อ)

ความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอน	n = 39		ระดับ	t	p
	\bar{X}	S.D			
19.นักเรียนได้แนวทางในการปรับปรุงโครงงาน วิทยาศาสตร์จากการประเมินผลงานโดยครู และเพื่อน	4.18	.72	มาก		
20.นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองจากการ แลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้กับเพื่อน ในกลุ่ม	4.28	.60	มาก		
รวม	4.21	.47	มาก	9.36**	.00
ภาพรวมทั้งหมด	4.45	.41	มาก	14.44**	.00

** p < .01

จากตาราง 18 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) ในภาพรวมและรายด้านอยู่ในระดับมาก(3.50) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นอกจากนี้ นักเรียนแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมจากตอนท้ายของแบบสอบถามวัดความพึงพอใจ รายละเอียดปรากฏดังข้อความต่อไปนี้

“การเรียนวิชาโครงงานทำให้ดิฉันได้เข้าใจอะไรหลายๆ เรื่อง ซึ่งก่อนเรียนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ ดิฉันคิดว่ามันเป็นวิชาที่ยากมาก แต่พอเรียนแล้วก็พบว่ามันไม่ได้ยากอย่างที่ดิฉันคิด มันกลายเป็นวิชาที่ดิฉันชอบมาก”

“จากแต่ก่อนไม่เคยตัดสินใจด้วยตัวเอง ถามแต่เพื่อนถามแต่ครูเดี๋ยวนี้เริ่มตัดสินใจเองได้ แต่ก่อนไม่ค่อยเปิดหาความรู้เกี่ยวกับเรื่องที่เรียนก็เริ่มที่จะค้นหาความรู้มากขึ้น”

“ผมไม่เคยเรียนโครงงานวิทยาศาสตร์มาก่อน แต่พอได้ลงมือทำทำให้ผมมีวิธีการคิดที่รวดเร็วและดีเกิดขึ้น”

“โครงการนี้ทำให้เราวิเคราะห์ปัญหาได้ไม่ว่าจะเป็นจากสถานการณ์จริง และในสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ แล้วก็สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง”

“ตอนแรกๆ คิดหาวิธีแก้ปัญหาได้แค่อย่างเดียว พอทำโครงการไปเรื่อยๆ เจอปัญหาบ่อยขึ้น เถียงกันมากขึ้น ทำให้ผมมีวิธีแก้ปัญหาได้หลายวิธี”

“เมื่อก่อนไม่ค่อยเชื่อเพื่อน แต่พอนำวิธีแก้ปัญหาที่เพื่อนๆ ช่วยกันคิดไปใช้ แล้วประสบความสำเร็จ ตอนนี้จะช่วยกันคิดแก้ปัญหาหลายวิธี แล้วนำมารวมกัน แล้วค่อยปรึกษาอีกทีว่าจะเลือกวิธีไหน”

“เริ่มมีความสามัคคีมากขึ้นในกลุ่ม ได้รู้จักการนำเสนอ”

“อยากให้มีเรียนทุกวัน และมีการสร้างสรรค์งานมากขึ้น”

“เมื่อก่อนคิดว่าโครงการวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องยาก รู้สึกกังวลว่าจะทำออกมาไม่ดี เพราะต้องใช้ความคิดเยอะ เมื่อทำสำเร็จก็รู้สึกภูมิใจ และดีใจมาก”

“การที่ได้ทำโครงการฯ ทำให้มีความรับผิดชอบในการทำงานมากขึ้น จัดระเบียบการทำงานได้ดีขึ้น มีทักษะในการทดลองการใช้อุปกรณ์ดีขึ้น ทักษะการเขียนรายงานโครงการฯ ดีขึ้นกว่าเดิม”

“มีความเข้าใจโครงการฯ มากขึ้น เพราะได้ลงมือทำด้วยตนเอง”

“ถ้าเราสงสัยอะไรไม่จำเป็นต้องถามพ่อแม่ก็ได้ เพียงแค่เราตั้งปัญหาขึ้นมา แล้วก็นำมาเขียนเป็นขั้นตอน ก็สามารถทำการทดลองในสิ่งที่เราสงสัยได้ด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์”

จากความคิดเห็นของนักเรียนข้างต้น พบว่า เมื่อนักเรียนได้รับการสอนด้วยรูปแบบ การเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) นักเรียนมีความ พึงพอใจต่อการทำโครงการวิทยาศาสตร์ มีการแสวงหาความรู้ด้วยตัวเอง มีทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น มีความรับผิดชอบและมั่นใจในตัวเองมากขึ้น สามารถวิเคราะห์และแก้ปัญหาได้ ด้วยตนเอง

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มีความมุ่งหมายคือ 1) เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 2) เพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) ในด้าน 4 ด้าน คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ พัฒนาการในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน ความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์อิสระ และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) โดยมีสมมติฐานของการวิจัย ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มควบคุม
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) มีพัฒนาการในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) มีความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์อิสระ อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ที่กำหนด
4. นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

การดำเนินการวิจัยมี 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ขั้นที่ 2 พัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ขั้นที่ 3 ศึกษานำร่องและปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการเรียนการสอน และขั้นที่ 4 ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

ผลจากการสร้างรูปแบบการเรียนการสอน ทำให้ได้รูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ซึ่งตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 4.40-4.60 โดยรูปแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วย 3 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 เตรียมความพร้อม (Preparation) ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนย่อย คือ

1.1 ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนเกิดความรู้สึกว่าโครงการวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่สนุกและมีความท้าทาย มีความกระตือรือร้นที่จะเรียน โดยใช้ประเด็นปัญหาจากสภาพแวดล้อมใกล้ตัว และคำถามยั่วๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัย อยากรู้ อยากที่จะสืบสอบสิ่งที่เป็นปัญหา ตลอดจนยกตัวอย่างโครงการวิทยาศาสตร์ที่ได้รับรางวัล หรือสร้างสถานการณ์ง่ายๆ ให้นักเรียนลองทำ

1.2 ขั้นทบทวนประสบการณ์ เป็นขั้นที่ครูทบทวนความรู้เดิมในเรื่องที่มีความสัมพันธ์กับประเด็นปัญหา ตลอดจนทบทวนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีตั้งถาม ยกตัวอย่างสถานการณ์ การทำแบบฝึก และให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นตามประสบการณ์เดิมของนักเรียน เพื่อเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนนำไปปรับใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน

ระยะที่ 2 สร้างสรรค์โครงการ (Project Creation) เป็นขั้นที่ครูดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดแทรกกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างความคิดนอกนัยและความคิดเอกนัย เพื่อให้นักเรียนสามารถคิดหัวข้อเรื่อง วางแผนและลงมือทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนย่อย คือ

2.1 ขั้นระบุปัญหา เป็นขั้นที่ครูดำเนินการจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาและสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ และ/หรือสถานการณ์ที่นักเรียนพบในชีวิตจริง และกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อวิเคราะห์ประเด็นปัญหา และสาเหตุของปัญหาให้ได้จำนวนมาก โดยใช้แผนผังก้างปลา หรือตาราง แล้วร่วมกันพิจารณาเลือกปัญหาหรือสาเหตุของปัญหาที่มีความเป็นไปได้มาหาแนวทางแก้ปัญหา

2.2 ขั้นแสวงหาและคัดสรรแนวทางแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ครูดำเนินการจัดกิจกรรมให้นักเรียนตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาเพื่อนำมากำหนดเป็นหัวข้อที่สนใจจะทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยใช้เทคนิคการเปรียบเทียบ (Synectics) และการตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนระดมสมองเสนอวิธีแก้ปัญหาให้ได้จำนวนมาก แปลกใหม่หรือแตกต่างจากคนอื่น แล้วจึงใช้ความคิดวิจรรณญาณพิจารณาถึงข้อดีข้อเสียของวิธีแก้ปัญหาแต่ละวิธี เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสม นำมากำหนดหัวข้อเรื่องที่สนใจศึกษา

2.3 ขั้นวางแผนแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นขั้นที่ครูดำเนินการจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนคิดออกแบบวางแผนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยใช้เทคนิคการเปรียบเทียบ (Synectics) และใช้คำถามกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ให้นักเรียนนำความรู้และประสบการณ์เดิม

และความรู้ใหม่ที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลมาร่วมกันวางแผนการทำโครงการ โดยเขียนเป็นเค้าโครงของโครงการ ซึ่งประกอบด้วย การระบุปัญหา(ตั้งชื่อเรื่อง) การกำหนดจุดมุ่งหมาย การตั้งสมมติฐาน การระบุตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง การออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูล ออกแบบการนำเสนอผลการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.4 ชั้นปฏิบัติการทำโครงการและสรุปผล เป็นขั้นที่ครูดำเนินกิจกรรมเพื่อให้ นักเรียนลงมือปฏิบัติการทำโครงการวิทยาศาสตร์ รวบรวมข้อมูล ร่องรอยหลักฐาน และสรุปผลที่เกิดจากการทำโครงการวิทยาศาสตร์ รวมถึงเขียนรายงานผลการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ตลอดจนแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ช่วยกันแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในขณะที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยที่ครูคอยดูแลให้คำแนะนำปรึกษาและติดตามความก้าวหน้าในการทำโครงการเป็นระยะ

ระยะที่ 3 นำเสนอผลงาน(Presentation) เป็นขั้นที่ครูดำเนินกิจกรรม เพื่อประเมินผลงานโครงการวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนจะนำเอกสารรายงาน ผลงานหรือชิ้นงาน มาจัดแสดงและนำเสนอด้วยวาจา มีครูและเพื่อนนักเรียนร่วมกันประเมิน แสดงความคิดเห็นเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงหรือพัฒนาต่อยอดการทำโครงการวิทยาศาสตร์ต่อไป

2. ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

ผลจากการนำรูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) ไปทดลองใช้ พบว่า

2.1 กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งในภาพรวมและรายด้าน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2 กลุ่มทดลองมีพัฒนาการในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนเพิ่มขึ้น โดยมีคะแนนเฉลี่ยพัฒนาการฯ รายกลุ่ม ระยะที่ 1 ระยะที่ 2 และระยะที่ 3 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อทดสอบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละระยะ พบว่า คะแนนเฉลี่ยพัฒนาการ ในระยะที่ 3 สูงกว่าระยะที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่าระยะที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และในระยะที่ 2 สูงกว่าระยะที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อีกทั้งคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์รายบุคคล ซึ่งประเมินด้วยแบบทดสอบการเขียนเค้าโครง จำนวน 2 ครั้ง พบว่า คะแนนเฉลี่ยการทดสอบครั้งที่ 2 สูงกว่าครั้งที่ 1 ทั้งในภาพรวมและรายด้าน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ยกเว้นด้านการตั้งสมมติฐาน ด้านการออกแบบการทดลอง และด้านการออกแบบการนำเสนอผลการทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยการทดสอบครั้งที่ 2 สูงกว่าครั้งที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์อิสระอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ที่กำหนด(ร้อยละ 65) ทั้งในภาพรวมและรายด้าน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.4 กลุ่มทดลองมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) อยู่ในระดับมาก ทั้งในภาพรวมและรายด้าน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผลการวิจัย

ผลจากการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) มีประเด็นที่ผู้วิจัยนำมาอภิปราย 2 ประเด็น คือ ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน และผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

1. ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (3P) สามารถนำไปจัดการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม ทั้งนี้เนื่องมาจากผู้วิจัยพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนบนพื้นฐานแนวคิดตามทฤษฎีสรคณิยม การเรียนรู้แบบร่วมมือ และกระบวนการสืบเสาะ อีกทั้งทำการสังเคราะห์ขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และสังเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนโครงงานของนักการศึกษา ซึ่งผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันว่า การกำหนดขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน มีความเหมาะสมกับการเรียนรู้ของนักเรียนและสามารถพัฒนานักเรียนตามหลักการจัดการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้อย่างเหมาะสม โดยผลการประเมินในภาพรวมมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.50$) จากนั้นผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้วนำไปศึกษานำร่องเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนก่อนนำไปใช้จริง นับว่าเป็นการดำเนินการตามกระบวนการวิจัยและพัฒนาอย่างเป็นระบบ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของทิสนา แคมมณี (2553: 201-203) และจันท์เพ็ญ เชื้อพานิช (2549: 24) ที่มีความเห็นสอดคล้องกันว่า การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนจะต้องดำเนินการให้เป็นระบบ โดยคำนึงถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องรวมทั้งต้องจัดองค์ประกอบต่าง ๆ อันได้แก่ หลักการหรือแนวคิดพื้นฐาน วัตถุประสงค์ ขั้นตอนการเรียนการสอน กิจกรรมการเรียนการสอน และการวัดผลประเมินผล ให้มีความสัมพันธ์กัน

เพื่อนำนักเรียนไปสู่เป้าหมายที่ต้องการ เช่นเดียวกับแนวคิดของจอยซ์และวีล (Joyce; & Weil. 1996: 11-25) ที่กล่าวว่า ก่อนนำรูปแบบการสอนไปใช้ ต้องมีการตรวจสอบคุณภาพในเชิงการใช้อย่างมีประสิทธิภาพจริง และนำข้อค้นพบมาปรับปรุงแก้ไข

2. ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน พบว่า

2.1 กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งในภาพรวมและรายด้าน อาจเนื่องมาจาก ประการแรก รูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) ช่วยให้นักเรียนฝึกกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้อย่างเป็นระบบ ซึ่งประกอบด้วย 3 ระยะ คือ 1) ระยะเตรียมความพร้อม(Preparation) 2) ระยะสร้างสรรค์โครงการ (Project Creation) และ 3) ระยะนำเสนอผลงาน(Presentation) โดยเฉพาะระยะที่ 2 สร้างสรรค์โครงการ ซึ่งเป็นระยะที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สร้างสรรค์และลงมือทำโครงการวิทยาศาสตร์ด้วยตัวเอง ประกอบด้วยขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้นจากขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักการศึกษา มีอยู่ 4 ขั้นตอนย่อย คือ 1) ชั้นระบุปัญหา ที่มีการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายเพื่อวิเคราะห์ประเด็นปัญหา และสาเหตุของปัญหาให้ได้จำนวนมาก แล้วพิจารณาเลือกปัญหาหรือสาเหตุของปัญหาที่มีความเป็นไปได้มาหาแนวทางแก้ปัญหา 2) ชั้นแสวงหาและคิดสรรแนวทางแก้ปัญหา ซึ่งกิจกรรมในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะระดมสมองเสนอแนวทางแก้ปัญหาให้ได้จำนวนมาก แปลกใหม่ หรือแตกต่างจากคนอื่น แล้วจึงใช้ความคิด วิเคราะห์ วิจัยจนถึงข้อดีข้อเสียของวิธีแก้ปัญหาแต่ละวิธี เพื่อตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสม นำมากำหนดหัวข้อเรื่องที่สนใจศึกษา 3) ชั้นวางแผนแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นขั้นที่นักเรียนคิดออกแบบวางแผนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยนำความรู้และประสบการณ์เดิม และความรู้ใหม่ที่ได้จากการสืบค้นข้อมูล มาร่วมกันวางแผนการปฏิบัติโดยเขียนเป็นเค้าโครงของโครงการ 4) ชั้นปฏิบัติการทำโครงการและสรุปผล เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือทำโครงการวิทยาศาสตร์ รวบรวมข้อมูล และสรุปผลที่เกิดจากการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ตลอดจนแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ช่วยกันแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในขณะที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ นักเรียนจะได้รับการฝึกฝนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ด้วยการลงมือทำโครงการวิทยาศาสตร์ ถึง 4 โครงการ ซึ่งเป็นโครงการตามสถานการณ์ที่ครูกำหนด จำนวน 3 โครงการ และทำโครงการตามความสนใจ จำนวน 1 โครงการ นับว่าเป็นการช่วยให้นักเรียนได้ฝึกพิจารณารายละเอียด และวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งถ้าหากนักเรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการคิดหาวิธีแก้ปัญหาแล้วนักเรียนก็จะได้แนวทางแก้ปัญหาหลายๆ แนวทาง และมี

ความแปลกใหม่ ซึ่งสามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวบุคคลได้ด้วยการฝึกฝน (De Bono. 1982: 53) สอดคล้องกับอารี พันธุ์มณี (2545: 89) ที่กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นคุณสมบัติที่มีอยู่ในตัวนักเรียนทุกคน และสามารถส่งเสริมให้พัฒนาได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ในทางตรง คือ การสอนและฝึกฝน ส่วนในทางอ้อม คือ การสร้างบรรยากาศและการจัดสิ่งแวดล้อมที่ส่งเสริมความเป็นอิสระในการเรียนรู้ เช่นเดียวกับโอลสัน (มิ่งขวัญ ภาคสฤษฎ์ไชย. 2555: 10; อ้างอิงจาก Olson. 1996) กล่าวไว้ว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นกระบวนการที่ประกอบด้วยทักษะหลายๆ ทักษะที่สามารถพัฒนาได้ด้วยการฝึกฝนจนชำนาญ โดยอาศัยทั้งความสามารถเฉพาะตัวและการฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอ และสอดคล้องกับความคิดเห็นของนักเรียนคนหนึ่งที่เคยเขียนไว้ตอนท้ายแบบวัดความพึงพอใจว่า “ตอนแรกๆ คิดหาวิธีแก้ปัญหาได้แค่อย่างเดียว พอทำโครงการไปเรื่อยๆ เจอปัญหาบ่อยขึ้น เกียงกันมากขึ้น ทำให้ผมมีวิธีแก้ปัญหาได้หลายวิธี”

ประการที่สอง กิจกรรมการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) มีการจัดบรรยากาศของห้องเรียนในลักษณะที่ให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ ซึ่งสมาชิกในกลุ่มจะความสามารถกัน มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ความรู้ และแสดงความคิดเห็นว่าจะแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างไร โดยผู้วิจัยได้สร้างสถานการณ์ให้นักเรียนฝึกกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์อย่างเป็นระบบ เริ่มตั้งแต่การวิเคราะห์ประเด็นปัญหาและสาเหตุของปัญหาให้ได้จำนวนมาก แล้วร่วมกันพิจารณาเลือกปัญหาหรือสาเหตุของปัญหาที่มีความเป็นไปได้มาหาวิธีการแก้ปัญหา จากนั้นสมาชิกในกลุ่มจะต้องเสนอวิธีแก้ปัญหาให้ได้จำนวนมากและแตกต่างจากคนอื่น แล้วใช้ความคิดวิจารณ์พิจารณาถึงข้อดีข้อเสียของวิธีแก้ปัญหแต่ละวิธี และตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหที่เหมาะสมมากำหนดเป็นหัวข้อเรื่องที่สนใจศึกษา หลังจากนั้นจึงร่วมกันวางแผนแก้ปัญหาโดยเขียนเป็นเค้าโครงของโครงการ พร้อมทั้งลงมือปฏิบัติการทำโครงการและสรุปผล ทั้งนี้ในระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรมอยู่นั้น ผู้วิจัยจะใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการระดมสมอง เพื่อฝึกความคิดสร้างสรรค์ให้นักเรียนคิดได้มากขึ้น เช่น “อยากรู้อะไรอีก” “ใช้อะไรได้อีก” “มีวิธีอื่นอีกไหม” “ทำอย่างไรได้อีก” “เพิ่มหรือลดอะไรได้อีก” “ถ้า.....แล้วต้องกำหนดอะไรให้เท่ากันบ้าง” “ถ้าไม่ใช่....จะใช้อะไรแทนได้” “ดัดแปลงได้อย่างไร” โดยที่ยังไม่ตัดสินใจความคิดเห็นของนักเรียนว่าถูกหรือผิด ดีหรือไม่ดี แต่จะพยายามกระตุ้นให้นักเรียนคิดให้ได้มากที่สุด และฝึกให้นักเรียนใช้เหตุผลเพื่อพิจารณาตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหที่เหมาะสม เช่น “เพราะอะไร” “ทำไม” “ถ้าทำอย่างนี้ ... แล้วต่อไปจะเกิดอะไรขึ้น” “... เหมือนหรือต่างกันอย่างไร” “ทำอย่างไรผลการทดลองจึงจะน่าเชื่อถือ” เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของไอแซกเซน (Isaksen. 1995: 52-53) ที่กล่าวถึงการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ว่าเป็นกรอบแนวคิดที่ช่วยแก้ปัญหาโดยใช้เทคนิคการระดมสมอง อันประกอบด้วยความคิดอเนกนัย (Divergent Thinking) เพื่อให้ได้แนวคิดที่แตกต่างหลากหลายและแปลกใหม่ โดยยังไม่มีมีการ

ประเมินหรือตัดสินแนวคิดเหล่านั้นว่าถูกหรือผิด และความคิดเอกนัย (Convergent Thinking) ที่ใช้พิจารณาวิเคราะห์ ประเมินค่า เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีที่สมาชิกในกลุ่มคิดว่าเป็นที่ดีที่สุด เช่นเดียวกับ เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2549: 108) ได้ให้ความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า ความคิดที่ได้จากการระดมสมองเป็นเพียงปริมาณความคิดหรือความคิดใหม่ๆ จำนวนมากซึ่งยังใช้การไม่ได้ ต้องนำมาสู่ขั้นตอนการคัดเลือกและประเมินความคิดเหล่านั้นว่า “ใช้การได้” “น่าสนใจ” “เหมาะสม” ด้วยการใคร่ครวญโดยใช้เหตุผลพิจารณาตัดแนวความคิดที่หาข้อบกพร่องได้ทิ้งไป ซึ่งในขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้แสดงความคิดเห็นและวิพากษ์วิจารณ์ กลั่นกรองให้เหลือแนวความคิดที่ตอบจุดมุ่งหมายได้อย่างเหมาะสมที่สุด

นอกจากนี้ยังมีผลงานวิจัย ที่สนับสนุนการจัดการเรียนการสอนที่ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้สูงขึ้น ดังเช่นงานวิจัยของสุปราณี สดาร์ตัน (2548: 136 - 137) ที่ศึกษาพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง โครงงานภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยแบบฝึก เช่นเดียวกับงานวิจัยของกัญญารัตน์ โคจร (2554: 115-119) ที่ได้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(CPS Learning Model) เรื่องสารและสมบัติของสารสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบ CPS มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มควบคุม อีกทั้งยังพบว่า นักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้ในระดับสูง เมื่อได้เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบ CPS มีทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มควบคุม อีกทั้งยังพบว่า นักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้ในระดับปานกลางและระดับต่ำอย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของพาร์น (มิ่งขวัญ ภาคสัญญาไชย, 2555: 115; อ้างอิงจาก Parnes, 1967) ที่ได้ทดลองใช้วิธีระดมสมองในการหาวิธีแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งพบว่า ในช่วงเวลาเท่ากันกลุ่มที่ใช้วิธีระดมสมองมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มที่ต้องออกความคิดแก้ปัญหาอยู่ในกรอบเท่านั้น

2.2 กลุ่มทดลองมีพัฒนาการในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนเพิ่มสูงขึ้น ในภาพรวมและรายด้าน อาจเป็นผลเนื่องมาจาก

ประการแรก รูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) มีขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายเพื่อวิเคราะห์ประเด็นปัญหา สาเหตุของปัญหา โดยใช้แผนผังก้างปลาหรือตาราง แล้วจึงใช้การเปรียบเทียบ (Synectics) และคำถามกระตุ้นให้นักเรียนระดมสมองเสนอวิธีแก้ปัญหาให้ได้จำนวนมาก และแตกต่างจากคนอื่น จากนั้นร่วมกันพิจารณาวิเคราะห์ข้อดี ข้อจำกัดและความเป็นไปได้

ของวิธีแก้ปัญหาแต่ละวิธี เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีที่สมาชิกในกลุ่มคิดว่าดีที่สุด มากำหนดเป็นหัวเรื่องในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งในขณะที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนยังได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่แทรกอยู่ในรูปแบบการเรียนการสอน อันเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

ประการที่สอง นักเรียนได้ลงมือทำโครงงานวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน ตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) ด้วยการวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนด จำนวน 3 โครงงาน มีการประเมินเป็น 3 ระยะ ซึ่งพบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ในระยะที่ 1 ระยะที่ 2 และระยะที่ 3 เท่ากับ 49.58, 54.16 และ 57.42 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องมาจากการทำโครงงานในระยะที่ 1 เป็นกิจกรรมแรกที่นักเรียนได้เริ่มลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยมีครูคอยให้คำแนะนำปรึกษา นักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับวิธีการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง และยังไม่เข้าใจการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการปฏิบัติ นักเรียนทุกกลุ่มยังไม่สามารถทำโครงงานได้ด้วยตนเอง ต้องดูจากตัวอย่างโครงงานวิทยาศาสตร์ที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ และดัดแปลงให้เหมาะสมกับงานของกลุ่มตัวเอง ส่งผลให้ผลงานโครงงานวิทยาศาสตร์ในระยะที่ 1 มีคะแนนการประเมินต่ำกว่าระยะที่ 2 และระยะที่ 3 ตามลำดับ แต่เมื่อนักเรียนได้ฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนนี้ซ้ำอีก ในระยะที่ 2 และระยะที่ 3 จะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เป็นเพราะว่านักเรียนได้ฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ต่อจากการทำโครงงานในระยะที่ 1 ทำให้เข้าใจวิธีการศึกษาค้นคว้าและเข้าใจการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการปฏิบัติมากขึ้น อีกทั้งได้ฝึกทำโครงงานอย่างต่อเนื่อง จนสามารถทำโครงงานวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง ซึ่งเมื่อนักเรียนผ่านการฝึกฝนบ่อยๆ ก็จะเกิดความชำนาญส่งผลให้ผลงานโครงงานวิทยาศาสตร์มีความสมบูรณ์มากขึ้น สอดคล้องกับคำกล่าวของธีระชัย ปุณณโชติ (2531: 4-5) และภพ เลหาไพบุลย์ (2542: 310) ที่กล่าวว่า การที่นักเรียนได้ลงมือทำโครงงานวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองหลายๆ ครั้ง โดยมีครูเป็นเพียงที่ปรึกษาและแนะนำ นักเรียนจะเกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ของกระบวนการแก้ปัญหาไปใช้ในการแก้ปัญหาค้นคว้า หรือแสวงหาคำตอบของปัญหาที่สงสัย นอกจากนั้นผู้วิจัยยังพบอีกว่า คะแนนความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงานเป็นรายบุคคลก็เพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งสนับสนุนให้เห็นว่ารูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) ช่วยพัฒนาความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของแอนเดอร์เซน เอส เออร์ลิง และคนอื่นๆ (Andersen, S. Erling; et al. 2006: 127-147) ที่ศึกษาพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการทำโครงงาน คือ ความเข้าใจในการทำโครงงาน และประสบการณ์ของผู้ทำ เช่นเดียวกับคราจิกและคนอื่นๆ (Krajcik; et al.

1998: 313-350) ที่ทำการวิจัยเกี่ยวกับการนำกระบวนการสืบเสาะมาใช้ในห้องเรียนโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษา โดยให้นักเรียนทำโครงการจำนวน 2 ชิ้น คือ โครงการขยะทั้งหมดของเราไปไหน และโครงการน้ำทุกที่มีเพียงพอที่จะดื่มหรือไม่ ซึ่งพบว่านักเรียนมีความสามารถใช้กระบวนการสืบเสาะในการวางแผนดำเนินโครงการเพื่อสร้างผลผลิต นอกจากนี้ผู้วิจัยได้รวบรวมความคิดเห็นที่นักเรียนเขียนไว้ในตอนท้ายของแบบวัดความพึงพอใจ ซึ่งพบว่า นักเรียนทุกกลุ่มมีพฤติกรรมในการทำโครงการเปลี่ยนไปในทางที่ดีขึ้น เข้าใจกระบวนการทำโครงการวิทยาศาสตร์มากขึ้น ดังเช่นความคิดเห็นของนักเรียนคนหนึ่งซึ่งเขียนว่า “การที่ได้ทำโครงการฯ ทำให้มีความรับผิดชอบในการทำงานมากขึ้น จัดระเบียบการทำงานได้ดีขึ้น มีทักษะในการทดลองการใช้อุปกรณ์ดีขึ้น ทักษะการเขียนรายงานโครงการฯ ดีขึ้นกว่าเดิม”

2.3 กลุ่มทดลองมีความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์อิสระ ทั้งในภาพรวมและรายด้าน อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ที่กำหนด(ร้อยละ 65) อาจเป็นผลเนื่องมาจาก

ประการแรก รูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) มีขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอน ที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือทำโครงการวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นคว้าหาความรู้ผ่านกิจกรรมแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ที่ประกอบด้วยความคิดอเนกนัยและความคิดเอกนัย ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้รับความรู้ใหม่ๆ นอกเหนือจากตำราเรียน ทำให้การเรียนการสอนไม่น่าเบื่อ นักเรียนเกิดความสุข ตื่นเต้น และเกิดความสนใจที่จะแก้ปัญหาและแสวงหาความรู้ สามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้และประสบการณ์มาประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง ซึ่งมีครูเป็นผู้คอยกระตุ้นโดยใช้วิธีการตั้งคำถามแทนการตอบคำถาม ส่งเสริมให้นักเรียนใช้จินตนาการของตนเองในการสร้างสรรค์โครงการวิทยาศาสตร์ โดยการเชื่อมโยงความรู้ หรือประสบการณ์เดิมที่มีอยู่กับความรู้ใหม่ที่ได้รับและความรู้ที่ต้องแสวงหา ซึ่งสอดคล้องกับหลักการของทฤษฎีสรคณิยม (สึนีย์ เหมะประสิทธิ์. 2543: 51-52) ที่กล่าวว่า นักเรียนจะเป็นผู้สร้างความรู้โดยอาศัยการเชื่อมต่อระหว่างการเรียนรู้ ความรู้และประสบการณ์เดิมกับการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นใหม่ โดยนักเรียนปรับสารสนเทศใหม่กับความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ จนในที่สุดจึงเกิดความเข้าใจใหม่

ประการที่สอง หัวข้อเรื่องโครงการวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสนใจเลือกมาทำโครงการนั้น ได้มาจากการวิเคราะห์ปัญหาที่พบเห็นในชุมชนที่นักเรียนอาศัยอยู่ ซึ่งเป็นปัญหาใกล้ตัว จึงเป็นแรงผลักดันให้นักเรียนสนใจที่จะแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงการด้วยความเต็มใจ สอดคล้องกับทฤษฎีลำดับขั้นความต้องการของมาสโลว์(ฉวีวรรณ สีสม. 2555: 69; อ้างอิงจาก Maslow. 1970: 69-80) ที่กล่าวว่า เมื่อบุคคลได้รับผลที่พึงพอใจย่อมอยากจะเรียนรู้ต่อไป แต่ถ้าได้รับผลที่ไม่พึงพอใจจะไม่อยากเรียนรู้ นอกจากนี้ประสบการณ์เดิมของนักเรียนก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนทำโครงการวิทยาศาสตร์ประสบความสำเร็จ ดังคำกล่าว

ของทีศนา แคมมณี (2553: 90-9) และชนาธิป พรกุล (2554: 74-75) ที่กล่าวว่า ครูควรรนำ โครงสร้างทางปัญญาเดิมมาใช้ให้เป็นประโยชน์ ทั้งนี้การพัฒนาจะเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซับ ข้อมูล หรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิมเกิด การถ่ายโอน (Transfer) ความรู้

ประการสุดท้าย โครงการงานวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่นักเรียนศึกษาค้นคว้าในเรื่อง ที่สนใจอยากรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์นั้นส่วนใหญ่แล้ว นักเรียนจะทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ สมาชิกในกลุ่มมีความสามารถแตกต่างกัน ทั้งนี้การที่จะ ทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ให้ประสบความสำเร็จนั้น สมาชิกในกลุ่มต้องช่วยกันคิดแก้ปัญหา มีการ อภิปรายแลกเปลี่ยนแสดงความคิดเห็นซึ่งกันและกัน โดยการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ที่ ต้องการศีกษา ตลอดจนมีความรับผิดชอบ ให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อให้ภาระงานสำเร็จ ตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ร่วมกัน สอดคล้องกับสลาวิน (Slavin. 1996: 54) ที่กล่าวว่า ความสำเร็จ ของกลุ่มขึ้นอยู่กับเป้าหมายที่วางไว้ร่วมกัน รวมถึงความสามารถและความรับผิดชอบของสมาชิก แต่ละคนในกลุ่ม มีการยอมรับความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

นอกจากนี้มีผลงานวิจัยที่แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนการสอนโครงการงาน วิทยาศาสตร์ช่วยพัฒนาความสามารถในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังเช่น งานวิจัย ของแจ่มจันทร์ ทองคุ่ม (2545: 72-73) ที่ศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบโครงการงานโดยใช้ กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการ และการนำไปใช้ สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน และมีผลการเรียน ด้านความสามารถในการคิดและทำโครงการงานวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก ซึ่งสอดคล้องงานวิจัย ของนฤมล จันทร์สุขวงศ์ (2551: 114-118) ที่ศึกษาพบว่า นักเรียนที่ปฏิบัติกิจกรรมโครงการงานที่ ประยุกต์ใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ มีความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานกลุ่ม และ คุณภาพผลงานสูงกว่ากลุ่มที่ปฏิบัติกิจกรรมโครงการงานแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 เช่นเดียวกับงานวิจัยธนพล กลิ่นเมือง (2550: 100-101) ที่ศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ รูปแบบการเรียนการสอน 5E ในหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยการบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่น มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ สูงกว่าร้อยละ 70 และสอดคล้องกับงานวิจัยของรุ่ย-ไชย ชีฮ์ และวีเจิน ชาง (Ruey-Shyy Shieh; & Wheijen Chang. 2014: 650-661) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ และ ทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนด้วยกิจกรรมการลงมือปฏิบัติ(Hands-on) ด้วยเทคนิคเทคนิคการ ระดมสมอง แผนผังความคิด หมวก 6 ใบ และวงจรการเรียนรู้ตามแนวคิดของคอล์บ(Kolb) โดยใช้ กิจกรรมโครงการงานวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยให้นักเรียนสร้างเรือสะเทินน้ำ สะเทินบก ซึ่งพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติ (Hands-on) สามารถส่งเสริมทักษะ

ความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหา และสามารถสร้างชิ้นงานได้สำเร็จ อีกทั้งยังทำให้เกิดความตระหนักถึงคุณค่าของการทำงานร่วมกัน

2.4 กลุ่มทดลองมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) ทั้งในภาพรวมและรายด้านอยู่ในระดับมาก อาจเนื่องมาจากรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นนี้ ให้ออกาสนักเรียนได้เรียนรู้จากการคิดเอง ทำเอง และแก้ปัญหาด้วยตนเองด้วยการปฏิบัติจริง เริ่มตั้งแต่ระยะเตรียมความพร้อม ซึ่งผู้วิจัยจะนำประเด็นปัญหาสภาพแวดล้อมใกล้ตัวและใช้คำถามมาเร้าความสนใจ ทำให้นักเรียนรู้สึกท้าทาย เกิดความสงสัยอยากที่จะสืบเสาะค้นคว้าเพื่อหาคำตอบ ประกอบกับผู้วิจัยทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา และทบทวนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ด้วยคำถามเป็นระยะ จึงทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจด้วยตนเอง สอดคล้องกับทฤษฎีสรคินิยมซึ่งชนาธิป พรกุล (2554: 74-75) กล่าวไว้ตอนหนึ่งว่า เมื่อนักเรียนเรียนรู้เรื่องใหม่ ครูควรนำโครงสร้างทางปัญญาเดิมมาใช้ให้เป็นประโยชน์ ทั้งนี้การพัฒนาจะเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซับข้อมูล หรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม สำหรับในระยะสร้างสรรค์โครงการนั้น นักเรียนจะลงมือทำโครงการวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยใช้ความคิดเอกนัยและความคิดเอกนัยในทุกขั้นตอน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และช่วยกันแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างที่ดำเนินการทำโครงการ เพื่อให้งานของกลุ่มสำเร็จ ส่งผลให้เกิดความพึงพอใจ ดังความรู้สึกของเด็กหญิงคนหนึ่งที่ได้แสดงความคิดเห็นในแบบวัดความพึงพอใจว่า “... การเรียนวิชาโครงการฯ ทำให้ดิฉันได้เข้าใจอะไรหลายๆ เรื่อง ซึ่งก่อนเรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์ดิฉันคิดว่ามันเป็นวิชาที่ยากมาก แต่พอเรียนแล้วก็พบว่ามันไม่ได้ยากอย่างที่ดิฉันคิด มันกลายเป็นวิชาที่ดิฉันชอบมาก” สอดคล้องกับ พัชรวิวรรณ คุณชื่น (2552: 91) ที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า ความพึงพอใจก่อให้เกิดผลดีต่อการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่ดีหรือที่น่าพอใจทำให้เกิดความพึงพอใจ และสอดคล้องกับงานวิจัยของสุวิจักขณ์ อธิคมกุลชัย (2554: 227); วิไลวรรณ ยมกวาง (2551: 74-75) และจายาสุริยา (Jayasuriya. 2008: 260-267) ที่พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนที่ใช้โครงการเป็นฐานในระดับมากถึงมากที่สุด ในส่วนของระยะนำเสนอผลงานนั้น นักเรียนจะนำเอกสารรายงาน ผลงานหรือชิ้นงานมาจัดแสดง และนำเสนอด้วยวาจา โดยมีครูและเพื่อนนักเรียนร่วมกันประเมิน และแสดงความคิดเห็นเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยสังเกตเห็นว่า นักเรียนมีความภูมิใจในผลงานที่ได้มาจากการคิดเอง ทำเอง และการช่วยเหลือกันของสมาชิกในกลุ่ม ซึ่งเมื่อนักเรียนสร้างงานได้สำเร็จจะเกิดความเชื่อมั่น(เอียน สมิธ; และ อนงค์ วิเศษสุวรรณ. 2550: 7) เป็นแรงผลักดันให้อยากที่จะทำงานชิ้นอื่นต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำรูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P)ไปใช้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับผู้บริหาร

1.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด ซึ่งโครงการวิทยาศาสตร์นับว่าเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งที่ทำให้โอกาสนักเรียนได้เรียนรู้จากการคิดเอง ทำเอง และแก้ปัญหาด้วยตนเอง ผู้บริหารโรงเรียนควรตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ และส่งเสริมสนับสนุนให้ครูผู้สอนนำหลักการ ทฤษฎีต่างๆ มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างหรือสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง และแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์

1.2 โครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ สืบเสาะ ค้นคว้า ลงมือปฏิบัติ ในเรื่องที่น่าสนใจอย่างลุ่มลึก ที่ต้องใช้ทั้งทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ ทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ และทักษะทางสังคมในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ จนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง ผู้บริหารโรงเรียนควรมีแผนปฏิบัติการในการส่งเสริมสนับสนุนให้มีแหล่งการเรียนรู้ที่มีความทันสมัย มีเทคโนโลยีการสืบค้นข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว และมีจำนวนมากเพียงพอต่อการใช้งาน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับครูผู้สอน

2.1 ครูผู้สอนควรทำความเข้าใจกับขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน และกิจกรรมที่จะนำไปใช้ในแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน ทั้งนี้อาจจะปรับเปลี่ยนกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาให้มีความยืดหยุ่น ทันต่อเหตุการณ์ปัจจุบัน ซึ่งจะทำให้ให้นักเรียนเกิดความรู้สึกท้าทาย อยากรู้ อยากที่จะสืบเสาะสิ่งที่เป็นปัญหา

2.2 ครูควรสร้างบรรยากาศการเรียนการสอนให้นักเรียนมีอิสระในการคิด กระตุ้นให้นักเรียนเสนอความคิดเห็นให้ได้จำนวนมากและแปลกใหม่ ทั้งนี้ครูผู้สอนยังไม่ควรตัดสินความคิดนั้นว่า ดีหรือไม่ดี ถูกหรือผิด แต่ควรใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาถึงข้อดี ข และใช้เหตุผลในการตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด โดยเฉพาะกิจกรรมในระยาส่งเสริมสร้างสรรค์โครงการ (Project Creation) ซึ่งเป็นระยะที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำโครงการวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง

2.3 จากการสังเกตและให้คำปรึกษาในขั้นตอนการเขียนเค้าโครงของโครงการฯ ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนบางคนยังไม่เข้าใจการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการปฏิบัติ ดังนั้นก่อนที่จะเริ่มกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรทบทวนวิธีการทางวิทยาศาสตร์และการนำมาใช้ในการปฏิบัติ ตลอดจนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปรึกษาทั้งใน

และนอกห้องเรียน หลากหลายช่องทาง นอกเหนือจากการพบปะพูดคุย เช่น ทางเครือข่ายสังคมออนไลน์ (Social network) เป็นต้น

2.4 ควรให้นักเรียนได้วิเคราะห์ วิพากษ์โครงการวิทยาศาสตร์ ในระยะเตรียมความพร้อม ในขั้นตอนของการทบทวนประสบการณ์ก่อนที่จะเริ่มทำโครงการอิสระตามความสนใจ ซึ่งจะให้นักเรียนเข้าใจการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการปฏิบัติมากขึ้น ทั้งนี้ควรจัดเตรียมตัวอย่างโครงการวิทยาศาสตร์ที่มีทั้งลักษณะดี และลักษณะไม่ดี เพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์และวิพากษ์ โดยกำหนดประเด็นและเกณฑ์การพิจารณาลักษณะของโครงการวิทยาศาสตร์ที่ดี ตลอดจนให้นักเรียนนำเสนอแนวทางปรับปรุงแก้ไข หรือแนวทางพัฒนาต่อยอด

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรนำรูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) ไปทดลองใช้กับนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย หรือมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. ควรศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) กับตัวแปรอื่นๆ ได้แก่ ความคงทนในการเรียนรู้ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความรับผิดชอบ และความสามารถในการตัดสินใจ เนื่องจากมีข้อสังเกตจากความคิดเห็นเพิ่มเติมที่นักเรียนเขียนไว้ในตอนท้ายแบบวัดความพึงพอใจ ซึ่งสรุปได้ว่า นักเรียนสามารถวิเคราะห์และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง มีความรับผิดชอบ กล้าตัดสินใจ และมั่นใจในตัวเองมากขึ้น

3. ควรพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หรือพัฒนาชุดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ โดยนำรูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) ไปประยุกต์ใช้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการนำความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง



บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2539). การประเมินผลจากสภาพจริง (Authentic Assessment). กรุงเทพฯ:
คุรุสภาลาดพร้าว.
- กรมวิชาการ. ศูนย์พัฒนาหลักสูตร. (2544). การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ. กรุงเทพฯ :
โรงพิมพ์คุรุสภา.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.
กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กรอุณา นัคราจารย์. (2548). การนำเสนอรูปแบบกิจกรรมนิตยสารอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง สิ่งแวดล้อม
เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์
ค.ม.(โสตทัศนศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
ถ่ายเอกสาร.
- กฤษณีย์ ปิตุรัตน์. (2548). ผลของการใช้ชุดฝึกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการทำโครงการ
วิทยาศาสตร์ที่พัฒนามาจากภูมิปัญญาท้องถิ่นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
จังหวัดแม่ฮ่องสอน. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). เชียงใหม่:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- กัญญารัตน์ โฉจร. (2554ก, กรกฎาคม-กันยายน). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้การคิดแก้ปัญหา
อย่างสร้างสรรค์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.
วารสารวิจัย มข. 1(2): 1-20.
- (2554ข). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS Learning
Model) เรื่องสารและสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์
กศ.ด.(วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- กาญจนา ฉัตรศรีตระกูล. (2544). การเปรียบเทียบความสามารถในการเขียนเค้าโครงโครงการ
ภูมิปัญญาไทย การคิดแก้ปัญหา และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้แบบฝึกโครงการภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์กับ
การสอนแบบสืบเสาะ วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- กิติภูมิ เลิศกิตติกุลโยธิน. (2550). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เกริก ศักดิ์สุภาพ. (2556). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ (FECA) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2549). การคิดเชิงสร้างสรรค์. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: ชัดเชสมี่เดีย.
- จันเพ็ญ เชื้อพานิช. (2549). นวัตกรรมการศึกษาไทย: รูปแบบการเรียนการสอน. ใน นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จิรวัดน์ เจริญสถาพรกุล; และ สารี วรวิสุทธิสารกุล. (2555). รายงานการวิจัย การมีงานทำและความพึงพอใจของนายจ้างต่อบัณฑิตเศรษฐศาสตร์ในปีการศึกษา 2552. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาเศรษฐศาสตร์และนโยบายสาธารณะ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จิรวรรณ สอนสวัสดิ์. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จีระศักดิ์ จิตรโรจนรักษ์. (2551). กรณีศึกษากระบวนการพัฒนาโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม.(วิจัยการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- แจ่มจันทร์ ทองคุ้ม. (2545). การศึกษาผลการเรียนวิทยาศาสตร์สาระการเรียนรู้ เรื่อง กินดีอยู่ดีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเบญจมราชาอนุสรณ์ ที่ได้รับการสอนแบบโครงงานโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ฉวีวรรณ สีสม. (2555). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในหน่วยการเรียนรู้วิชาเคมีทั่วไป สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ด (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เฉลิมวุฒิ ศุภสุข. (2555). ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้องค์ประกอบหลักของการออกแบบทางวิศวกรรมร่วมกับเทคนิคการใช้ผังกราฟิก ที่มีต่อความสามารถในการวิเคราะห์ และการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษา. วิทยานิพนธ์ คม. (การศึกษาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร
- ชนาธิป พรกุล (2554). การสอนกระบวนการคิด ทฤษฎีและการนำไปใช้. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2555). 80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตปอเรชั่น จำกัด.
- ชาร์ปแมน คาร์ลยอร์น; และ ฟรีแมน ไลนน. (2546). ขอบหูลงมือเอง: คู่มือจัดศูนย์ปฏิบัติการเรียนรู้ และโครงการเพื่อพัฒนาหุปัญญา. แปลโดย มัลลิกา พงศ์ปริตร. กรุงเทพฯ: เพียร์สัน เอ็ดดูเคชั่น อินโดไชน่า.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2553). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชูศรี วงศ์รัตน์; และองอาจ นัยพัฒน์. (2551). แบบแผนการวิจัยเชิงทดลองและสถิติวิเคราะห์: แนวคิดพื้นฐานและวิธีการ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เชษฐ ศิริสวัสดิ์. (2556). การสอนให้คิดและสร้างสรรค์โครงการวิทยาศาสตร์ด้วยการเรียนรู้ เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา. วารสารศึกษาศาสตร์. 24(1): 1-15.
- จิตินันท์ โฉณะสิทธิ์. (2549). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2539). ทางเลือกในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แนวคิดและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: ดวงกลม.
- (2541). ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์: ทศนะแบบองค์รวม เล่ม 2. กรุงเทพฯ: สยามโอเวอร์ซีส์โปรด.

- ณัฐพงศ์ ฉลาดแย้ม. (2548). การพัฒนากิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนในช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนในอำเภอศรีบุญเรือง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาหนองบัวลำภู เขต1. *วิจัย มข.* 5(พิเศษ): 226-233.
- ดวงตา เสาวโรนุพันธ์. (2552). *การพัฒนาระบบจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.* วิทยานิพนธ์ คอ.ม.(เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ถ่ายเอกสาร.
- ทากาฮาชิ มาโกโตะ. (2551). *เทคนิคการแก้ไขปัญหาอย่างสร้างสรรค์.* แปลโดย รังสรรค์ เลิศในสัตย์. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น).
- ทิสนา แคมมณี. (2553). *ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.* พิมพ์ครั้งที่13. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (2554). *รูปแบบการเรียนการสอน:ทางเลือกที่หลากหลาย.* พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธนพล กลิ่นเมือง. (2550). *ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ในหน่วยการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีต่อความสามารถในการทำโครงการ และเจตคติต่อภูมิปัญญาท้องถิ่นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น.* วิทยานิพนธ์ คม. (การศึกษาวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ธีระชัย ปุณฺณโชติ. (2531). *การสอนกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์: คู่มือสำหรับครู.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ฐปทอง กว่างสวาสดี. (2554). *การสอนการคิด.* กรุงเทพฯ: ข้าวฟ่าง.
- นฤมล จันทร์สุขวงศ์. (2551). *การวิจัยและพัฒนาแผนกิจกรรมโครงการที่ประยุกต์ใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานกลุ่มและคุณภาพผลงานของนักเรียนประถมศึกษา.* วิทยานิพนธ์ ค.ม.(วิจัยการศึกษา). กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- นวลจันทร์ บุญหนู. (2555). *พฤติกรรมการแสวงหาสารสนเทศเพื่อการจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์.* ปริญญาานิพนธ์ ศศ.ม.(บรรณารักษศาสตร์และสารสนเทศศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- น้ำผึ้ง มีนิล. (2545). ผลของการใช้เทคนิคผังกราฟฟิกในการเรียนการสอนวิชาโครงการ วิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตที่มีต่อการใช้ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และ ความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ค.ม.(การศึกษาวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- บัวช้อน ดำมะ. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบโครงการ วิทยาศาสตร์และชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. (2544). การประเมินการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ:แนวคิด และวิธีการ. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2553). เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: ศรีอนันต์การพิมพ์.
- บุญเลี้ยง ทุมทอง. (2553). การพัฒนาหลักสูตร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุรชัย ศิริมหาสาร. (2553). การทำโครงการวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: บুদ্ধ พอยท์.
- ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา. (2538). อุปสรรคต่อการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์. วารสารครุศาสตร์. 24: 31-40.
- ปิยฉัตร เพชรครสวรรค์. (2540). การศึกษาการดำเนินการจัดโครงการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน ประถมศึกษาที่ได้รับรางวัลโครงการวิทยาศาสตร์จากสมาคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ศึกษาไทย. วิทยานิพนธ์ ค.ม.(นิเทศการศึกษาและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 1. (2556, 15 มีนาคม). สัมภาษณ์โดย ยุพาพันธ์ มินวงษ์ ที่โรงเรียน เตรียมอุดมศึกษา วิทยาไทย กรุงเทพมหานคร.
- ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 2. (2556, 15 กรกฎาคม). สัมภาษณ์โดย ยุพาพันธ์ มินวงษ์ ที่โรงเรียน สุราษฎร์พิทยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี.
- ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 3. (2556, 25 มีนาคม). สัมภาษณ์โดย ยุพาพันธ์ มินวงษ์ ที่โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา.

- ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 4. (2556, 22 กุมภาพันธ์). สัมภาษณ์โดย ยุพาพันธ์ มินวงษ์ ที่โรงเรียน
โคกกะเทียมวิทยาลัย จังหวัดลพบุรี.
- ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 5. (2556, 20 เมษายน). สัมภาษณ์โดย ยุพาพันธ์ มินวงษ์ ที่บ้านเลขที่ 129/4
หมู่ 1 ตำบลบางมัญ อำเภอเมือง จังหวัดสิงห์บุรี.
- ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 6. (2556, 27 มีนาคม). สัมภาษณ์โดย ยุพาพันธ์ มินวงษ์ ที่โรงเรียน
บ่อมนาคราชสวาทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ.
- พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553. (2553, 22 กรกฎาคม). ราชกิจจา
นุเบกษา. เล่ม 127 ตอนที่ 45ก. หน้า 1-3.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 8.
กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พัชรีวรรณ คุณชื่น. (2552). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องค่าของเงินและการใช้จ่าย และ
ความพึงพอใจต่อการเรียนของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาในระดับ
เล็กน้อยจากการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.
(การศึกษาพิเศษ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2553). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ:
เข้า ออฟ เคอร์มิสท์.
- พิทักษ์ เชียงนอก. (2540). *องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดนครราชสีมา*.
วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.(วิทยาศาสตร์ศึกษา). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์. (2544). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิดวิธีการและเทคนิค
การสอน*. กรุงเทพฯ: สถาบันคุณภาพวิชาการ.
- (2545). *พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพ
วิชาการ(พว.).
- พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์; และ เพียวร์ ยินดีสุข. (2551). *ทักษะ 5C เพื่อ การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้และ
การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ*. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์; เพียวร์ ยินดีสุข และ ราเชน มีศรี. (2549). *การสอนคิดด้วยโครงการ*.
พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- (2553). การสอนคิดด้วยโครงงาน การเรียนการสอนแบบบูรณาการ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิสนุ พงศ์ศรี. (2554). การสร้างและพัฒนาเครื่องมือวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ด้านสหวิชาการพิมพ์.
- ภพ เลหาไพบุลย์. (2542) แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ภัทรภร แสงไชย. (2551). การวิเคราะห์ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างการสอนแบบแก้ปัญหาโดยอิง ทฤษฎีสามศรกับรูปแบบการแก้ปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ค.ม.(วิจัยการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- มันัส บุญประกอบ และคณะ. (2547). พลิกปัญหาให้เป็นปัญญา. กรุงเทพฯ: พัฒนาศึกษา.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2540). เอกสารการสอนชุดพฤติกรรมกรรมการสื่อสาร. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- มาณะ ทิพศิริ. (2547). การวิจัยการสอนโครงงาน ระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพ วิชาการ.
- มิ่งขวัญ ภาคสัญญาไชย. (2555). การวิจัยและพัฒนาชุดฝึกอบรมเพื่อพัฒนาการแก้ปัญหา เชิงสร้างสรรค์ของนักศึกษาปริญญาตรี. วิทยานิพนธ์ คด. (วิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- เมธา ชาญวณิชตระกูล. (2556). ภาพลักษณ์องค์กร ความพึงพอใจ และแรงจูงใจของผู้บริโภค ที่มีผลต่อแนวโน้มพฤติกรรมในการใช้บริการเทคโนโลยี 3G กับผู้ให้บริการที่ผู้บริโภค ใช้บริการอยู่ในกรุงเทพมหานคร. ปริญญาโท บธ.ม.(การตลาด). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ยุทธ ไทยวรรณ. (2550). หลักการทำวิจัยและการทำวิทยานิพนธ์. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- เยาวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี. (2554). การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- ลัดดา ภูเกียรติ. (2544). โครงงานเพื่อการเรียนรู้ หลักการและแนวทางการจัดกิจกรรม. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- (2552). การสอนแบบโครงงานและการสอนแบบใช้วิจัยเป็นฐาน : งานที่ครูประถมทำได้.
กรุงเทพฯ: สาสะแอนด์ซันพริ้นติ้ง.
- วยุรีย์ โคษา. (2544). สภาพปัจจุบันและปัญหาการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน
ขยายโอกาสทางการศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัด เขตการศึกษา 11.
วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.(หลักสูตรและการสอน). นนทบุรี: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช. ถ่ายเอกสาร.
- วรรณิ แกมเกตุ. (2555). วิธีวิทยาการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ:
สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วัฒนา มัคคสมัน. (2554). การสอนแบบโครงการ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วัฒนาพร ระบุทับทุกข์. (2542). แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง จากหลักสูตร...สู่การสอน.
พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ:
มูลนิธิธิดาศรี-สุษะดิวิงศ์.
- วิมลศรี สุวรรณรัตน์; และ มามะ ทิพย์ศิริ. (2544). โครงงานวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2.
กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ(พว.).
- วิไลวรรณ ยมกวาง. (2551). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยโครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหาร
และสารอาหาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. การค้นคว้าอิสระ
กศ.ม(หลักสูตรและการสอน). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
ถ่ายเอกสาร.
- วีรยุทธ วิเชียรโชติ. (2521). จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน. กรุงเทพฯ:
อำนวยการพิมพ์.
- (2547). เทคนิคการเรียนการสอนแบบอารยวิถี ในกระบวนการสืบสวน-สอบสวน
เพื่อพัฒนา "เบญจลักษณะ" ในแนวพุทธศาสตร์. กรุงเทพฯ: ก้าวใหม่.
- ศศิกานต์ วิบูลยศรีนทร์. (2543). ผลของการใช้รูปแบบการสอนตามทฤษฎีสามเกลียวของ
สเตอร์นเบิร์กในกลุ่มวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตที่มีต่อความสามารถในการคิด
แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.
วิทยานิพนธ์ ค.ม.(สารัตถศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
ถ่ายเอกสาร.





ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

1. ดร.ประมวล ศิริพันธ์แก้ว
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรุงเทพมหานคร
2. ดร.ประสงค์ เมธีพินิตกุล
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรุงเทพมหานคร
3. รศ.ดร.ประสาท เนื่องเฉลิม
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม
4. ผศ.ดร.ชาติรี เกิดธรรม
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์
จังหวัดปทุมธานี
5. ผศ.ดร.ศศมล ผาสุษ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี
6. ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร
7. ดร.กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์
ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร
8. นางต้นหยง อิ่มมาก
โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

หมายเหตุ

- การประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอน ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญลำดับที่ 1, 2, 4, 6, และ 8
- การประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ ลำดับที่ 1, 2, 4, 6, และ 8
- การประเมินความสอดคล้องแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญลำดับที่ 1, 3, 4, 5, และ 8
- การประเมินความสอดคล้องแบบประเมินความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญลำดับที่ 1, 2, 4, 6, และ 8
- การประเมินความสอดคล้องแบบทดสอบความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงการ วิทยาศาสตร์ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญลำดับที่ 1, 2, 4, 6, และ 8
- การประเมินความสอดคล้องแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ ลำดับที่ 3, 4, 5, 6, และ 7

ภาคผนวก ข

- คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้
- ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนการสอน
- ตัวอย่างผลงานนักเรียน
- ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



คู่มือการใช้

รูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์

ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P)

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สภาพปัญหาและความสำคัญ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้เป็นผู้เรียนรู้ และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด แต่สภาพการเรียนการสอนในปัจจุบันก็ยังพบว่า ครูผู้สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษายังคงจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ที่เน้นไปในด้านความรู้ความจำเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา เพื่อให้นักเรียนเรียนสามารถสอบผ่านหรือสอบเรียนต่อในระดับชั้นสูงขึ้น โดยที่นักเรียนไม่ค่อยมีโอกาที่จะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดมาแก้ปัญหาด้วยตัวเอง ทำให้นักเรียนหย่อนความสามารถในด้านการคิดและการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริง จากการศึกษาพบว่าโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้โอกาสนักเรียนได้เรียนรู้จากการคิดเองทำเอง และแก้ปัญหาด้วยการปฏิบัติจริงในลักษณะของการศึกษา สำรวจ ทดลอง และประดิษฐ์คิดค้น โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นรูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมจึงควรมีลักษณะที่เร้าความสนใจของนักเรียน ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน และใช้จินตนาการของตนเองในการสร้างสรรค์โครงการวิทยาศาสตร์ผ่านสถานการณ์ปัญหาใกล้ตัวหรือสถานการณ์ที่มีความหมาย ตลอดจนใช้ทักษะการคิดในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบที่สงสัย และเข้าถึงความรู้ความจริง ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองมากกว่าที่จะพยายามเข้าใจความรู้ที่มีอยู่ในตำรา

แนวคิดพื้นฐาน

นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้ดี เมื่อได้เรียนรู้จากประสบการณ์ตรงด้วยการลงมือปฏิบัติ มีอิสระในการริเริ่มความคิดและลงมือทำตามความคิด ผู้วิจัยจึงพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) ขึ้น บนพื้นฐานแนวคิดตามทฤษฎีสรคินิยม (Constructivism) และกระบวนการสืบเสาะ(Inquiry) ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าในเรื่องที่สนใจอย่างลุ่มลึกผ่านสถานการณ์ปัญหาที่มีความหมาย โดยการเชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่มีอยู่กับความรู้นใหม่ที่ได้รับและความรู้ที่ต้องแสวงหา จนสามารถสร้างหรือสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงการเรียนรู้แบบร่วมมือ(Cooperative Learning) ที่นักเรียนช่วยกันทำงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้ร่วมกัน และใช้กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(Creative Problem Solving Process)ซึ่งเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างความคิดอเนกนัย (Convergent Thinking) และความคิดเอกนัย(Divergent Thinking) เพื่อมุ่งหาคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาให้ได้จำนวนมาก แปลกใหม่ แตกต่าง แล้วพิจารณาตัดสินใจเลือกวิธีที่ดีที่สุด เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาหรือหาคำตอบที่สงสัย และประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

หลักการ

โครงการวิทยาศาสตร์ เป็นการศึกษาเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนลงมือศึกษาค้นคว้าและสร้างสรรค์ผลงานจากปัญหาข้อสงสัยหรือความสนใจของตนเอง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ภายในขอบเขตของระดับความรู้ และเพื่อให้การจัดการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จึงได้กำหนดหลักการของรูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) ไว้ดังนี้

1. เป็นการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความรู้ความสามารถของนักเรียนในด้านความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์
2. เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ช่วยในการศึกษาค้นคว้าเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบปัญหาที่สงสัย
3. เป็นการจัดการเรียนการสอนที่นักเรียนเป็นผู้วางแผนในการศึกษาค้นคว้า สำรวจ ทดลอง หรือประดิษฐ์คิดค้นด้วยตนเอง โดยมีครูอาจารย์หรือผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้อำนวยการความสะดวกและให้คำปรึกษา
4. เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ยึดหลักการตรวจสอบและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริงเพื่อพัฒนานักเรียน

จุดมุ่งหมาย

การจัดการเรียนการสอน ตามรูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) มีจุดมุ่งหมายดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
2. เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรง เกิดความรู้ความเข้าใจ และสามารถทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนเป็นผู้ลงมือทำด้วยตนเอง
3. เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จากแหล่งข้อมูลต่างๆ
4. เพื่อให้นักเรียนใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาค้นคว้าเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบปัญหาที่สงสัย
5. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสเสนอแนวคิดของตนเอง และได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น
6. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสได้ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับเพื่อนในการทำงาน

รูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (3P)

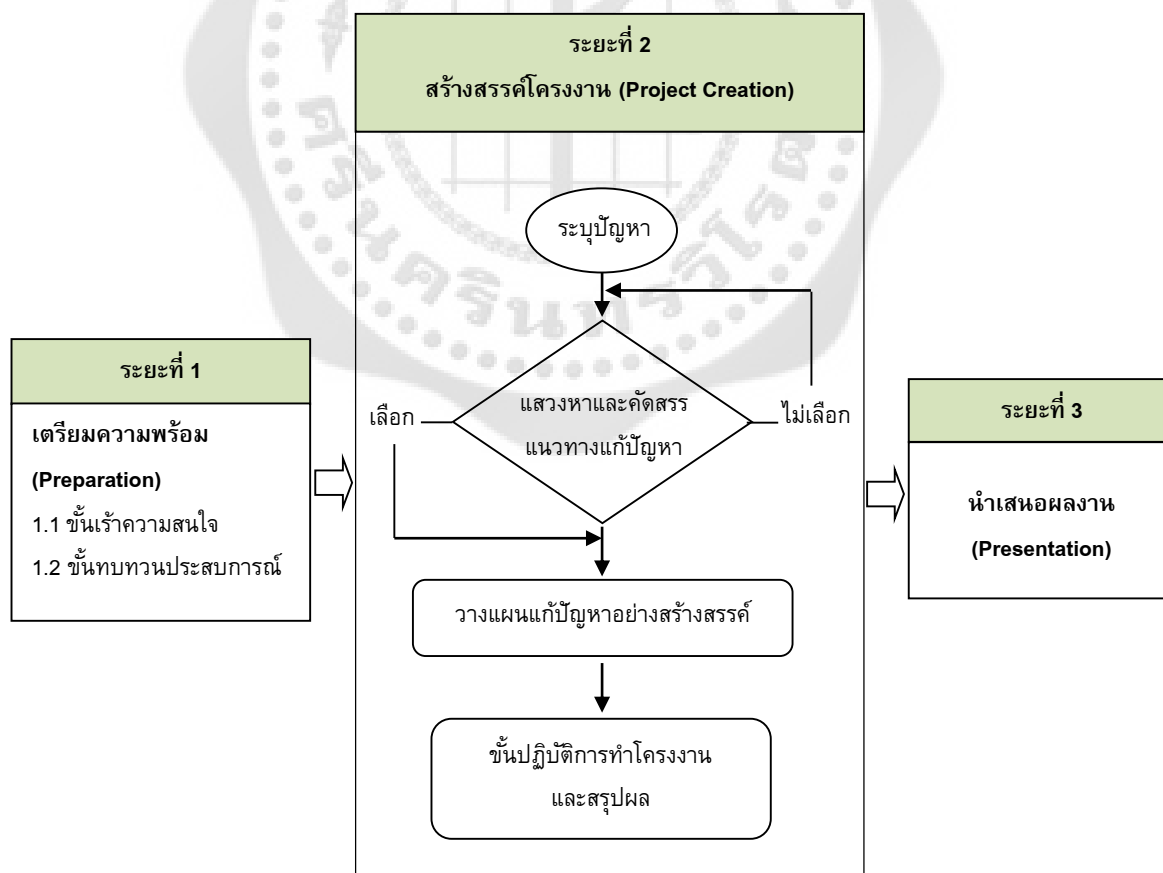
รูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยนำแนวคิดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มาใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรม ประกอบด้วย 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 เตรียมความพร้อม (Preparation)

ระยะที่ 2 สร้างสรรค์โครงงาน (Project Creation)

ระยะที่ 3 นำเสนอผลงาน (Presentation)

โดยกิจกรรมในระยะสร้างสรรค์โครงงานนั้น จะเน้นให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมฝึกการคิดสร้างสรรค์เพื่อให้ได้แนวคิดให้ได้จำนวนมากและแปลกใหม่ ควบคู่ไปกับการคิดวิจารณ์ญาติที่ใช้พิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบด้วยเหตุผลเพื่อตัดสินใจเลือกแนวคิดที่เหมาะสมที่สุด ขั้นตอนและรายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอน ได้แสดงให้เห็นดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 รูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P)

ระยะที่ 1 เตรียมความพร้อม (Preparation) ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนย่อย คือ

1.1 **ขั้นสร้างความสนใจ** เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนเกิดความรู้สึกว่าโครงการวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่สนุกและมีความท้าทาย มีความกระตือรือร้นที่จะเรียน โดยใช้ประเด็นปัญหาจากสภาพแวดล้อมใกล้ตัว และคำถามยั่วๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัย อยากรู้ อยากที่จะสืบสอบสิ่งที่เป็นปัญหา ตลอดจนยกตัวอย่างโครงการวิทยาศาสตร์ที่ได้รับรางวัลหรือสร้างสถานการณ์ง่ายๆ ให้นักเรียนลองทำ

1.2 **ขั้นทบทวนประสบการณ์** เป็นขั้นที่ครูทบทวนความรู้เดิมในเรื่องที่มีความสัมพันธ์กับโครงการวิทยาศาสตร์และความรู้เดิมเกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีตั้งถาม ยกตัวอย่างสถานการณ์ การทำแบบฝึก และให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นตามประสบการณ์เดิมของนักเรียน เพื่อเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนนำไปปรับใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน

ระยะที่ 2 สร้างสรรค์โครงการ (Project Creation) เป็นขั้นที่ครูดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดแทรกกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างความคิดเนกนัยและความคิดเอกนัย เพื่อให้นักเรียนสามารถคิดหัวข้อ วางแผน และลงมือทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนย่อย คือ

2.1 **ขั้นระบุปัญหา** เป็นขั้นที่ครูดำเนินการจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาและสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ และ/หรือสถานการณ์ที่นักเรียนพบในชีวิตจริง และกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อวิเคราะห์ประเด็นปัญหา และสาเหตุของปัญหาให้ได้จำนวนมากโดยใช้แผนผังก้างปลา หรือตาราง แล้วร่วมกันพิจารณาเลือกปัญหาหรือสาเหตุของปัญหาที่มีความเป็นไปได้มาหาแนวทางแก้ปัญหา

2.2 **ขั้นแสวงหาและคัดสรรแนวทางแก้ปัญหา** เป็นขั้นที่ครูดำเนินการจัดกิจกรรมให้นักเรียนตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาเพื่อนำมากำหนดเป็นหัวข้อที่สนใจจะทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยใช้เทคนิคการเปรียบเทียบ(Synectics) และการตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนระดมสมองเสนอวิธีแก้ปัญหาให้ได้จำนวนมาก แปลกใหม่หรือแตกต่างจากคนอื่น แล้วจึงใช้ความคิดวิจารณ์ญาณพิจารณาถึงข้อดีข้อเสียของวิธีแก้ปัญหาแต่ละวิธี เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสม นำมากำหนดหัวข้อเรื่องที่สนใจศึกษา

2.3 **ขั้นวางแผนแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์** เป็นขั้นที่ครูดำเนินการจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนคิดออกแบบวางแผนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยใช้เทคนิคการเปรียบเทียบ(Synectics) และใช้คำถามกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ให้นักเรียนนำความรู้และประสบการณ์เดิม และความรู้ใหม่ที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลมารวมกันวางแผนการทำโครงการ โดยเขียนเป็นเค้าโครงของโครงการ ซึ่งประกอบด้วย การระบุปัญหา(ตั้งชื่อเรื่อง) การกำหนดจุดมุ่งหมาย การตั้งสมมติฐาน

การระบุตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง การออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูล ออกแบบการนำเสนอผลการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.4 ขั้นปฏิบัติการทำโครงการและสรุปผล เป็นขั้นที่ครูดำเนินกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการทำโครงการวิทยาศาสตร์ รวบรวมข้อมูล ร่องรอยหลักฐาน และสรุปผลที่เกิดจากการทำโครงการวิทยาศาสตร์ รวมถึงเขียนรายงานผลการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ตลอดจนแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ช่วยกันแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในขณะทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยที่ครูคอยดูแลให้คำแนะนำปรึกษาและติดตามความก้าวหน้าในการทำโครงการเป็นระยะ

ระยะที่ 3 นำเสนอผลงาน(Presentation) เป็นขั้นที่ครูดำเนินกิจกรรมเพื่อประเมินผลงานโครงการวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนจะนำเอกสารรายงาน ผลงานหรือชิ้นงาน มาจัดแสดงและนำเสนอด้วยวาจา มีครูและเพื่อนนักเรียนร่วมกันประเมิน แสดงความคิดเห็นเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุง หรือพัฒนาต่อยอดการทำโครงการวิทยาศาสตร์ต่อไป

การเตรียมความพร้อม

ครูผู้สอนที่จะนำรูปแบบการเรียนการสอนนี้ไปใช้ ควรจัดเตรียมสื่อการเรียนรู้และเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลให้พร้อมก่อนที่จะดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

การเตรียมสื่อการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนการสอนนี้ มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ครูผู้สอนจึงควรทำความเข้าใจกับแผนการจัดการเรียนรู้ให้ชัดเจน จัดเตรียมสื่อและอุปกรณ์ที่จะใช้ให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานได้ เตรียมเอกสารใบความรู้ใบกิจกรรมให้มีจำนวนเพียงพอกับนักเรียน

การเตรียมเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการวัดประเมินผล

ครูผู้สอนจะต้องตระหนักว่า การเรียนการสอนและการวัดประเมินผลเป็นกระบวนการเดียวกัน ซึ่งต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่องและเพื่อให้การวัดและประเมินผลได้สะท้อนความสามารถที่แท้จริงของนักเรียน ผลการประเมินควรมาจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เช่น การสังเกต การประเมินผลงานตามภาระงานที่มอบหมาย การประเมินความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ ดังนั้นครูผู้สอนจึงควรเตรียมศึกษาวิธีการวัดและประเมินผลดังกล่าว เพื่อจะได้ผลการประเมินที่น่าเชื่อถือ

แนวปฏิบัติของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

การใช้รูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (3P) มีแนวการปฏิบัติดังนี้

1. ครูผู้สอนที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอน

- ควรมีความเชื่อที่สอดคล้องกับแนวคิดพื้นฐานของรูปแบบการเรียนการสอนนี้
ทำความเข้าใจกับขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน และกิจกรรมที่จะนำไปใช้ในแต่ละขั้นตอน
ซึ่งอาจจะปรับเปลี่ยนกิจกรรมให้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัจจุบัน และสิ่งแวดล้อมในสถานศึกษา

- ควรจัดบรรยากาศการเรียนการสอนให้นักเรียนมีอิสระในการคิด กระตุ้นให้นักเรียนเสนอความคิดเห็นให้ได้จำนวนมากและแปลกใหม่ โดยยังไม่ควรตัดสินว่าความคิดนั้นถูกหรือผิด ดีหรือไม่ดี แต่ควรใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาถึงข้อดีข้อเสีย และใช้เหตุผลในการตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด

2. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายของรูปแบบการเรียนการสอนนี้ คือ นักเรียนที่เรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งครูผู้สอนสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับนักเรียนชั้นอื่นๆ ได้ตามความเหมาะสม

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนนี้ คือ 40 ชั่วโมง

4. รูปแบบการเรียนการสอนนี้ ใช้ควบคู่กับแผนการจัดการเรียนรู้

5. ครูผู้สอนจะต้องศึกษากระบวนการจัดการเรียนการสอนให้เข้าใจก่อนที่จะดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนของรูปแบบ ดังนี้

- ศึกษาคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนว่าประกอบด้วยเอกสารอะไรบ้าง เช่น ใบความรู้ ใบกิจกรรม แบบประเมินต่างๆ

- ศึกษาเนื้อหาในเอกสารและกิจกรรมการเรียนการสอน ให้เข้าใจอย่างชัดเจนก่อนที่จะดำเนินการใช้ ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนจริงนั้น บางกิจกรรมอาจมีการปรับเปลี่ยนเพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับเวลา เนื้อหาสาระ และสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจและทันต่อเหตุการณ์ปัจจุบัน

- จัดเตรียมอุปกรณ์และสิ่งแวดล้อมในชั้นเรียนให้พร้อมก่อนที่จะนำรูปแบบไปใช้

สิ่งที่ควรรู้ก่อนการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้

การนำรูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (3P) ไปใช้เพื่อพัฒนานักเรียนในด้านความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และสามารถทำโครงการวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง ครูผู้สอนควรดำเนินการดังนี้

1. ควรให้นักเรียนทำโครงการวิทยาศาสตร์จากการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดตามลำดับความง่ายของโครงการอย่างต่อเนื่อง ก่อนที่จะให้นักเรียนทำโครงการวิทยาศาสตร์อิสระตามความสนใจจากการวิเคราะห์ปัญหาที่นักเรียนพบในชีวิตจริง ดังนี้

1.1 ควรให้นักเรียนเริ่มทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจเป็นโครงการชิ้นแรกก่อน เนื่องจากโครงการประเภทนี้เป็นเพียงการรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อมมาจำแนกเป็นหมวดหมู่ ซึ่งใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานที่มีความซับซ้อนน้อยเหมาะสำหรับการเริ่มต้นการทำโครงการวิทยาศาสตร์

1.2 หลังจากทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจเสร็จแล้ว จึงควรให้นักเรียนทำโครงการประเภทการทดลองและประเภทสิ่งประดิษฐ์ ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากโครงการประเภทการทดลองต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ได้แก่ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ซึ่งมีความซับซ้อนมากกว่า ทั้งนี้โครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์จะมีความซับซ้อนเพิ่มมากขึ้นตรงที่ต้องมีการออกแบบและสร้างสิ่งประดิษฐ์ขึ้นมา

2. รูปแบบการเรียนการสอนนี้ ได้สอดแทรกกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไว้ในขั้นตอนของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการให้คำแนะนำปรึกษาเพื่อให้นักเรียนสามารถนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการปฏิบัติ และสามารถทำโครงการวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเองนั้น ครูควรใช้คำถามและการซักถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการระดมสมองแทนการตอบคำถามของนักเรียน ทั้งนี้เพื่อฝึกความคิดสร้างสรรค์ให้นักเรียนคิดให้ได้จำนวนมาก แปลกใหม่ โดยที่ยังไม่ตัดสินว่าความคิดเหล่านั้นว่าถูกหรือผิด ดีหรือไม่ดี เช่น “มีวิธีอื่นอีกไหม” “ถ้าไม่ใช่... จะใช้อะไรแทนได้บ้าง” “เพิ่มหรือลดอะไรได้อีก” “ถ้า...แล้วต้องกำหนดอะไรให้เท่ากันบ้าง” แล้วจึงใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบด้วยเหตุผลเพื่อตัดสินใจเลือกแนวคิดที่เหมาะสมที่สุด เช่น “ดีกว่าอย่างไร” “ทำไม” “เพราะอะไร” “เหมือนหรือต่างกันอย่างไร” “ทำอย่างไรผลการทดลองจึงจะน่าเชื่อถือ” เป็นต้น

เทคนิคการสอน

เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

เทคนิคการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนได้ฝึกคิดแบบอเนกนัย เพื่อให้ได้ความคิดจำนวนมาก แปลกใหม่ และใช้ความคิดเอกนัยเพื่อรวบรวมแนวคิดที่ได้จากการใช้ความคิดอเนกนัยมาพิจารณา ไตร่ตรองอย่างรอบคอบด้วยเหตุผล ในการตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด ได้แก่

1. การระดมสมอง (Brain Storming) ซึ่งเป็นเทคนิควิธีคิดอย่างหนึ่งของการคิดอเนกนัย ที่พัฒนาโดยอเล็กซ์ ออสบอร์น (สมศักดิ์ ภูวิภาดาธรรม. 2537: 91; อ้างอิงจาก Osborn. 1957) มีหลักการดังนี้

1. เปิดโอกาสให้ทุกคนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ
2. แสดงความคิด หรือหาคำตอบให้ได้ปริมาณมากที่สุด
3. พยายามหาแนวคิด หรือคำตอบที่แปลกแตกต่างจากคนอื่น
4. ห้ามวิพากษ์ วิจารณ์ ตัดสินความคิดเหล่านั้นว่า ดีหรือไม่ดี ถูกหรือผิด

ในระหว่างที่มีการเสนอความคิดเห็น

5. สมาชิกในกลุ่มแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระและสามารถใช้ความคิดของคนอื่นเป็นฐานก็ได้

ทั้งนี้ ความคิดที่ได้จากการระดมสมองเป็นเพียงปริมาณความคิดหรือความคิดใหม่ๆ จำนวนมากซึ่งยังใช้การไม่ได้ ต้องนำมาสู่ขั้นตอนการคัดเลือกและประเมินความคิดเหล่านั้นว่า “ใช้การได้” “น่าสนใจ” “เหมาะสม” ด้วยการใคร่ครวญโดยใช้เหตุผลพิจารณาคัดแนวความคิดที่หาข้อบกพร่องได้ทิ้งไป (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. 2549: 108) ซึ่งในขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้แสดงความคิดเห็นและวิพากษ์วิจารณ์ พิจารณาคัดเลือกให้เหลือแนวความคิดที่ตอบจุดมุ่งหมายได้อย่างเหมาะสมที่สุด นั่นคือใช้ความคิดเอกนัยในการพิจารณาเพื่อตัดสินใจเลือกวิธีที่ดีที่สุด

2. การใช้คำถามกระตุ้นการคิดสร้างสรรค์ของอเล็กซ์ ออสบอร์น เป็นเทคนิคหนึ่งในการค้นหาแนวคิดหรือวิธีการใหม่ๆ เพื่อใช้แก้ปัญหาที่มีอยู่และพัฒนางานต่างๆ ซึ่งออสบอร์นได้เสนอแนวทางในการพิจารณา 9 แนวทาง (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. 2549: 120-123; อ้างอิงจาก Osborn. 1963) ได้แก่

- เอาไปใช้อย่างอื่นได้หรือไม่? (Put to Other Uses ?) เช่น ใช้ทำอะไรได้อีก
- ดัดแปลงใช้อย่างอื่นได้หรือไม่? (Adapt ?) เช่น จะดัดแปลงใช้สิ่งนี้อย่างไร
- ปรับเปลี่ยนได้หรือไม่? (Modify ?) เช่น เปลี่ยนสี เปลี่ยนรูปร่าง เปลี่ยนทิศทาง

- เพิ่ม, ขยายได้หรือไม่? (Magnify ?) เช่น ลองเพิ่มส่วนประกอบมากขึ้น เพิ่มเวลาให้นานขึ้น ทำให้มันแข็งแรงขึ้น ทำให้มันมีค่ามากขึ้น

- ลด, หดได้หรือไม่? (Minify ?) เช่น ทำให้เล็กลง ทำให้ราคาถูกลง ทำให้ช้าลง

- ทดแทนได้หรือไม่? (Substitute ?) เช่น ใช้อะไรแทนได้บ้าง ลองทำวิธีอื่น

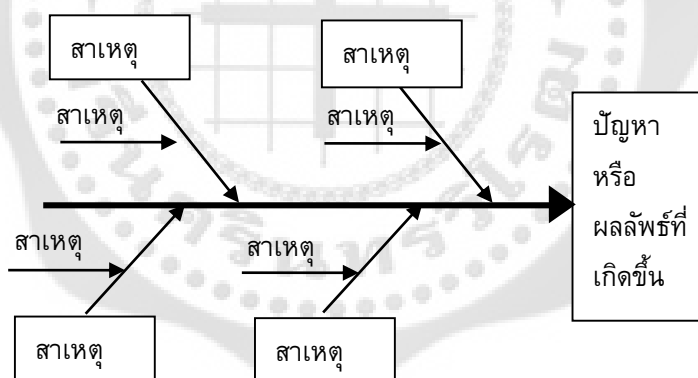
- จัดใหม่ได้หรือไม่? (Rearrange ?) เช่น จัดเรียงใหม่ จัดองค์ประกอบใหม่

- สลับได้หรือไม่? (Reverse ?) เช่น ทำในทางตรงข้าม ลองทำย้อนกลับ กลับด้าน

- ผสม, รวมได้หรือไม่? (Combine ?) เช่น ลองรวมกับผลิตภัณฑ์อื่น

3. แผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) หรืออาจเรียกว่าแผนผังเหตุผล เป็นวิธีสำหรับค้นหาว่าปัญหามีสาเหตุจากอะไรบ้าง โดยทำเป็นแผนผังแสดงเหตุและผลซึ่งจะช่วยให้การแก้ปัญหาง่ายขึ้นเพราะสามารถรับรู้ประเด็นปัญหาที่แท้จริงได้

ทากาฮาชิ (2551: 54-141) ได้เสนอโครงสร้างของแผนผังก้างปลา ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนปัญหาหรือผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจะแสดงไว้ที่หัวปลา ส่วนที่เป็นสาเหตุจะเขียนไว้ในก้างปลาแต่ละก้าง โดยที่ก้างย่อยเป็นสาเหตุของก้างรอง และก้างรองเป็นสาเหตุของก้างหลัก ดังแสดงในภาพประกอบ



ภาพประกอบ แผนผังก้างปลาที่ปรับปรุงมาจากทากาฮาชิ

ที่มา: ทากาฮาชิ. (2551). เทคนิคการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หน้า 139

4. เทคนิคเชื่อมโยงสัมพันธ์โดยใช้การเปรียบเทียบ (Synectics) เป็นวิธีการที่อาศัยกิจกรรมการเปรียบเทียบอุปมาอุปไมย (Analogy) เพื่อให้เกิดความคิดแปลกใหม่ แตกต่างออกไปจากกรอบแนวคิดเดิมๆ ซึ่งสมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ (2537: 106-108) ได้กล่าวถึงกิจกรรมที่ใช้ในการเปรียบเทียบอุปมาอุปไมยมีอยู่ 3 วิธี คือ

1. การเอาตัวเองไปเปรียบเทียบกับสิ่งอื่น (Personal Analogy) ซึ่งจะทำให้ลิ้มความเป็นตัวเองชั่วคราว และการที่ต้องเปรียบเทียบจะทำให้เกิดความรู้สึกแปลกใหม่และสร้างสรรค์ความคิดขึ้นได้ โดยใช้คำถามกระตุ้น เช่น สมมติว่านักเรียนเป็นปากกานักเรียนจะทำอะไรให้ผู้คนสนใจเลือกซื้อมาใช้ ถ้านักเรียนเป็นนกในตอนนี้นักเรียนกำลังทำอะไรอยู่ที่ไหน

2. การเปรียบเทียบทางตรง (Direct Analogy) เป็นการเปรียบเทียบระหว่าง 2 สิ่งหรือมากกว่า จะเป็นอะไรก็ได้ที่เราต้องการเปรียบเทียบ เช่น คน พืช สัตว์ สิ่งของ สถานที่ ความคิด หรือสิ่งอื่น ๆ เพื่อให้มองเห็นปัญหาในอีกแนวหนึ่งหรือเพื่อให้เกิดความคิดใหม่ซึ่งอาจนำมาใช้แก้ปัญหาที่ต้องการได้ เช่น วิศวกรคนหนึ่งสังเกตดูหนอนที่เจาะรูท่อนไม้ซึ่งต้องสร้างปล้องทุกระยะที่มันเคลื่อนตัวไปข้างหน้า จึงเกิดความคิดออกแบบโครงสร้างอุโมงค์ทำงานใต้น้ำขึ้นมา ทั้งนี้ครูผู้สอนอาจใช้คำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเปรียบเทียบ เช่น รถยนต์เหมือนกับคนอย่างไร ระหว่างสลักกับขนแมวอะไรนุ่มกว่ากัน

3. การเปรียบเทียบโดยใช้คำคู่ที่มีความหมายขัดแย้งกัน (Compressed Conflict) เป็นการใช้คำเปรียบเทียบ 2 คำ ที่มีความหมายขัดแย้งกันหรือตรงข้ามกันมาอธิบายลักษณะของคน สัตว์ พืช หรือสิ่งของที่ต้องการ โดยใช้คำถามกระตุ้น เช่น เครื่องใช้ชนิดใดที่มีทั้งประโยชน์และให้โทษในขณะเดียวกัน

บทบาทของครูผู้สอน

ครูผู้สอนมีบทบาทในฐานะเป็นผู้อำนวยความสะดวก ดำเนินการดังนี้

1. ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนด และ/หรือสถานการณ์ที่นักเรียนพบในชีวิตจริง เน้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และได้ลงมือปฏิบัติจริง
2. แบ่งนักเรียนให้ทำกิจกรรมเป็นกลุ่มๆ ละ 2-4 คน โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มคละความสามารถกัน เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ซึ่งกันและกัน และการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
3. รับฟังความคิดเห็นของนักเรียนและให้ความสำคัญต่อการแสดงความคิดเห็นของนักเรียน
4. ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้แทนการตอบคำถาม และฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

5. อธิบายการทำกิจกรรมให้นักเรียนเข้าใจอย่างชัดเจน ด้วยภาษาที่จูงใจ และให้กำลังใจ
6. กำกับดูแลการทำกิจกรรมของนักเรียนให้เป็นไปในแนวทางที่ถูกต้องเหมาะสม และอำนวยความสะดวก เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้จากการทำกิจกรรมได้
7. จัดสิ่งแวดล้อมและบรรยากาศที่มีชีวิตชีวา จูงใจให้นักเรียนอยากค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมด้วยตนเองในสิ่งที่สนใจ
8. ส่งเสริมให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น เสนอความคิดในการแก้ปัญหา และสร้างสรรค์โครงการวิทยาศาสตร์อย่างอิสระ
9. สร้างบรรยากาศของความร่วมมือร่วมใจ ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างเท่าเทียมกัน
10. เสริมแรงโดยการให้รางวัล หรือชมเชยเมื่อนักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้อง หรือเมื่อทำกิจกรรมได้สำเร็จตามเวลา เพื่อเป็นการสร้างแรงจูงใจ และเป็นกำลังใจแก่นักเรียน เพราะนักเรียนในวัยนี้จะรู้สึกภูมิใจมากที่ได้รับคำชมเชย และการยอมรับจากครูและเพื่อน

บทบาทนักเรียน

ครูผู้สอนควรชี้แนะให้นักเรียนเข้าใจบทบาทของตนเอง ในการทำกิจกรรมระหว่างเรียน โดยเฉพาะการทำโครงการวิทยาศาสตร์ และการฝึกคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ดังนี้

1. ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ เช่น วารสาร หนังสือพิมพ์ วิทยุ โทรทัศน์ อินเทอร์เน็ต การสอบถามจากผู้รู้ เป็นต้น
2. ทำงานเป็นกลุ่ม อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้ เพื่อร่วมกันสร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาให้ได้จำนวนมาก แปลกแตกต่างจากคนอื่น และการทำงานวิทยาศาสตร์
3. มีส่วนร่วมในการนำเสนอผลงานในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรม

เพื่อความสะดวกและง่ายต่อการทำความเข้าใจในการนำไปปฏิบัติ จึงได้แสดงกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละขั้นตอน บทบาทครู และบทบาทนักเรียน ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 กิจกรรมการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ บทบาทครู และบทบาทนักเรียน

ลำดับชั้น	กิจกรรมการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ระยะที่ 1 เตรียม ความพร้อม (Preparation)	1.1 <u>ขั้นเร้าความสนใจ</u> - สร้างบรรยากาศการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนรู้สึก ว่าโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นเรื่องสนุกและท้าทาย - ใช้ประเด็นปัญหาจาก สภาพแวดล้อมใกล้ตัว และ การใช้คำถามเพื่อให้นักเรียน เกิดความกระตือรือร้นอยาก เรียนรู้	- เตรียมสถานการณ์หรือ ประเด็นปัญหาที่ใกล้ตัวนักเรียน - สร้างความสนใจ และกระตุ้น โดยใช้คำถามให้นักเรียนเกิด ความสงสัยอยากรู้ อยากปฏิบัติ	- มีส่วนร่วมทำกิจกรรม ในชั้นเรียน โดยการ ชักถาม และแสดงความ คิดเห็น
	1.2 <u>ขั้นทบทวนประสบการณ์</u> - ตรวจสอบ ทบทวนความรู้ และประสบการณ์เดิมของ นักเรียน เพื่อให้นักเรียน สามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ เดิมที่จำเป็นกับความรู้ใหม่ที่ จะได้รับ และความรู้ที่ต้อง แสวงหา	- เตรียมตัวอย่างโครงการ วิทยาศาสตร์ หรือสถานการณ์ ปัญหาต่างๆ - ตรวจสอบ และทบทวนความรู้ เดิมของนักเรียนในเรื่องที่มี ความสัมพันธ์กับโครงการ วิทยาศาสตร์ วิธีการทาง วิทยาศาสตร์ ตลอดจนความรู้ เดิมที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ ปัญหา - นำเสนอตัวอย่างโครงการ วิทยาศาสตร์ และใช้การซักถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนวิเคราะห์ และอภิปรายแลกเปลี่ยนความ คิดเห็นเกี่ยวกับประเภทของ โครงการวิทยาศาสตร์	- แสดงความคิดเห็น และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เกี่ยวกับสถานการณ์ที่ ครูกำหนด โดยใช้ ประสบการณ์เดิม - ร่วมกันวิเคราะห์ ตัวอย่างโครงการ วิทยาศาสตร์ พร้อมทั้ง เสนอแนวคิดในการ ปรับปรุง หรือพัฒนา ต่อยอดโครงการต่อไป
ระยะที่ 2 สร้างสรรค์ โครงการ (Project Creation)	2.1 <u>ขั้นระบุปัญหา</u> จัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียน สืบค้น รวบรวมข้อมูล เกี่ยวกับปัญหาและสาเหตุ ของปัญหา จากสถานการณ์ที่ ครูกำหนดให้ และ/หรือ	- จัดเตรียมคอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต หรือ แหล่งเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียน สืบค้นข้อมูลที่ เกี่ยวข้องกับ สถานการณ์ปัญหา - แบ่งกลุ่มนักเรียนตามความ สนใจกลุ่มละ 2-4 คน	- ให้ความร่วมมือ และ มีส่วนร่วมในกิจกรรม - ทำงานเป็นกลุ่มสืบค้น และรวบรวมข้อมูลที่ เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ ปัญหา

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับชั้น	กิจกรรมการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
	สถานการณ์ที่นักเรียนพบในชีวิตจริง	<ul style="list-style-type: none"> - กำหนดสถานการณ์ปัญหาหรือให้นักเรียนนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่พบในชีวิตจริง - ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูล เพื่อร่วมกันวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาให้ได้จำนวนมากที่สุด และพิจารณาเลือกสาเหตุที่มีความเป็นไปได้มาหาแนวทางแก้ปัญหา - สังเกตการทำกิจกรรม และประเมินกระบวนการทำงานของนักเรียน - ให้คำแนะนำ ปรีกษา และอำนวยความสะดวก 	<ul style="list-style-type: none"> - เขียนผังก้างปลาหรือตาราง เพื่อวิเคราะห์ประเด็นปัญหาและสาเหตุของปัญหา - ร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาและสาเหตุของปัญหาที่แต่ละกลุ่มเลือกศึกษาพร้อมให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ
	2.2 <u>ขั้นแสวงหาและคัดสรร</u> <u>แนวทางแก้ปัญหา</u> จัดกิจกรรมให้นักเรียนหาแนวทางแก้ปัญหาให้ได้จำนวนมาก แปลกใหม่ หรือแตกต่างจากคนอื่น และตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาเพื่อนำมากำหนดเป็นหัวข้อที่สนใจทำโครงงานวิทยาศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้คำถามกระตุ้น เพื่อให้ นักเรียน ตรวจสอบความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา - ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มย่อยสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหา - ใช้คำถาม การซักถาม หรือเทคนิคการเปรียบเทียบ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนระดมสมองหาแนวทางแก้ปัญหาให้ได้จำนวนมากและแปลกใหม่หรือแตกต่างจากคนอื่น - ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มย่อยร่วมกันอภิปรายเปรียบเทียบข้อดีข้อเสีย ความเป็นไปได้ 	<ul style="list-style-type: none"> - อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มย่อย เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาว่ารู้อะไรแล้วบ้างยังไม่รู้อะไรบ้าง และต้องการจะรู้อะไรเพิ่มเติม - สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางแก้ปัญหา - ทำงานเป็นกลุ่ม อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม และเสนอแนวทางปัญหาให้มากที่สุด แปลกใหม่หรือแตกต่างจากคนอื่น

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับชั้น	กิจกรรมการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
		<p>ของแนวทางแก้ปัญหาแต่ละแนวทางเพื่อตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดมากำหนดหัวข้อเรื่องที่สนใจทำโครงการวิทยาศาสตร์</p> <ul style="list-style-type: none"> - สังเกตการทำกิจกรรม และประเมินกระบวนการทำงานของนักเรียน - รับฟังความคิดเห็นของนักเรียน และให้คำแนะนำปรึกษา 	<ul style="list-style-type: none"> - แต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาข้อดีข้อเสียของแนวทางแก้ปัญหาแต่ละแนวทาง - ลงข้อสรุปร่วมกันภายในกลุ่มเพื่อตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดมาใช้เป็นหัวข้อเพื่อทำโครงการวิทยาศาสตร์
	<p>2.3 <u>ขั้นวางแผนแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์</u></p> <p>จัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนคิดออกแบบ วางแผนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยเขียนเป็นเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้คำถาม การซักถาม หรือเทคนิคการเปรียบเทียบ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้และประสบการณ์เดิม และความรู้ใหม่ที่ได้จากการสืบค้นและใช้ความคิดสร้างสรรค์มาร่วมกันวางแผน ออกแบบการปฏิบัติอย่างรอบคอบ และรัดกุม - สังเกตการทำกิจกรรม และประเมินกระบวนการทำงานของนักเรียน - ให้คำแนะนำปรึกษาแนวทางในการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ - ใช้คำถามแทนการตอบคำถามเพื่อให้นักเรียนสามารถวางแผนแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ - ให้เวลานักเรียนทำกิจกรรมอย่างเพียงพอ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปรึกษาทั้งในและนอกห้องเรียนในหลายช่องทาง นอกเหนือจากการพบปะพูดคุย 	<ul style="list-style-type: none"> - แต่ละกลุ่มนำความรู้และประสบการณ์เดิม และความรู้ใหม่ที่ได้จากการสืบค้นเกี่ยวกับหัวข้อโครงการวิทยาศาสตร์ มาวางแผน ออกแบบการปฏิบัติอย่างสร้างสรรค์ รอบคอบ และรัดกุม - เขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ - รายงานความก้าวหน้าในการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นระยะ - จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับชั้น	กิจกรรมการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
		เช่น ทางเครือข่ายสังคมออนไลน์(Social network) - ติดตามความก้าวหน้าการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์เป็นระยะ	
	2.4 <u>ขั้นปฏิบัติการทำโครงการและสรุปผล</u> จัดกิจกรรมให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการทำโครงการวิทยาศาสตร์ รวบรวมข้อมูล ร่องรอยหลักฐาน และสรุปผลที่เกิดจากการทำโครงการวิทยาศาสตร์	- ใช้คำถามแทนการตอบคำถามให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างทำการปฏิบัติการทำโครงการได้อย่างสร้างสรรค์ - ให้นักเรียนทำกิจกรรมอย่างเพียงพอ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปรึกษาทั้งในและนอกห้องเรียน ในหลายช่องทางนอกเหนือจากการพบปะพูดคุย เช่น ทางเครือข่ายสังคมออนไลน์(Social network) - ติดตามความก้าวหน้าการทำโครงการวิทยาศาสตร์เป็นระยะ - เสริมแรงด้วยการให้กำลังใจและให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นระยะ	- ทำงานเป็นกลุ่มแบ่งหน้าที่รับผิดชอบปฏิบัติการทำโครงการวิทยาศาสตร์ตามแผนที่วางไว้ร่วมกัน - เก็บรวบรวมข้อมูล ร่องรอยหลักฐาน วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล - เขียนรายงานผลการทำโครงการวิทยาศาสตร์ - แสดงความคิดเห็น และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันเพื่อช่วยกันแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในขณะทำโครงการวิทยาศาสตร์ - รายงานความก้าวหน้าในการทำโครงการวิทยาศาสตร์เป็นระยะ
ระยะที่ 3 นำเสนอ ผลงาน (Presentation)	จัดกิจกรรมให้นักเรียนนำเสนอผลการทำโครงการวิทยาศาสตร์ แลกเปลี่ยนเรียนรู้กระบวนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ และประเมินความสามารถในการโครงการวิทยาศาสตร์	- นัดหมายวันเวลา ให้นักเรียนนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์ - ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดเตรียมเอกสารรายงานแผ่นนำเสนอโครงการ ผลงาน	- ทำงานเป็นกลุ่มแบ่งหน้าที่รับผิดชอบจัดเตรียมเอกสารรายงาน แผ่นนำเสนอโครงการ ผลงานหรือชิ้นงาน

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับชั้น	กิจกรรมการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
		หรือชิ้นงาน เพื่อนำเสนอด้วย วาจา - ประเมินผลโครงงาน วิทยาศาสตร์ของนักเรียน แต่ละกลุ่ม - ชักถามแนวคิด และ กระบวนการทำโครงงาน วิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งให้ คำแนะนำที่เป็นประโยชน์	- แต่ละกลุ่มนำเสนอ โครงงานวิทยาศาสตร์ ด้วยวาจา พร้อมทั้งตอบ ข้อซักถามของครูและ เพื่อนนักเรียน - แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และร่วมแสดงความ คิดเห็นเกี่ยวกับ ประสบการณ์ที่ได้จาก การทำโครงงาน วิทยาศาสตร์

โครงสร้างเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ โครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ ประเภทการทดลอง และประเภทสิ่งประดิษฐ์ อยู่ในสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ดังนี้

มาตรฐาน ว. 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลเครื่องมือและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

- ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็น หรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจ ตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้
- สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้และวางแผนการสำรวจตรวจสอบ
หลาย ๆ วิธี
- เลือกเทคนิควิธีการสำรวจตรวจสอบทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ที่ได้ผล
เที่ยงตรงและปลอดภัยโดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม

4. รวบรวมข้อมูลจัดทำข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ
5. วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของประจักษ์พยานกับข้อสรุปทั้งที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสมมติฐาน และความผิดปกติของข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ
6. สร้างแบบจำลองหรือรูปแบบที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการสำรวจตรวจสอบ
7. สร้างคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในเรื่องที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ อธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ
8. บันทึกและอธิบายผลการสังเกต การสำรวจตรวจสอบค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่างๆ ให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบ เมื่อมีข้อมูลประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม
9. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และหรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

เวลาที่ใช้สอน 40 ชั่วโมง ดังนี้

ตาราง 2 หน่วยการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้

หน่วยการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
หน่วยที่ 1 เรื่อง นักสำรวจมือใหม่	- อาหารมื้อกลางวัน	8
หน่วยที่ 2 เรื่อง นักค้นคว้าทดลอง	- น้ำยาลบคำผิด	8
หน่วยที่ 3 เรื่อง นักสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์	- ขวดน้ำพลาสติก	8
หน่วยที่ 4 เรื่อง ผู้พิชิตโครงการวิทยาศาสตร์	- โครงการวิทยาศาสตร์อิสระ	16
รวม		40

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ระบุปัญหา กำหนดตัวแปร และตั้งสมมติฐาน จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
2. ออกแบบสำรวจ และสร้างเกณฑ์การจำแนกข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดได้
3. วางแผน และทำการทดลองจากสถานการณ์ที่กำหนดได้
4. ออกแบบ และสร้างสิ่งประดิษฐ์จากสถานการณ์ที่กำหนดได้
5. คิดและเลือกหัวข้อทำโครงงานวิทยาศาสตร์ตามความสนใจได้อย่างเหมาะสม
6. วางแผนดำเนินการ และลงมือทำโครงงานวิทยาศาสตร์ตามความสนใจได้
7. บันทึกข้อมูลที่สามารถอ่านเข้าใจง่าย และสื่อความหมายได้ชัดเจน
8. เขียนรายงานและนำเสนอผลงานโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ การทดลอง และสิ่งประดิษฐ์ ได้อย่างเหมาะสม





ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (โครงการวิทยาศาสตร์)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง นักสำรวจมือใหม่

เวลา 8 ชั่วโมง

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว. 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหา

ความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่
มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลเครื่องมือ
และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

แนวคิดหลัก

โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ ดำเนินการศึกษาและรวบรวมข้อมูลจาก
ธรรมชาติ หรือสิ่งแวดล้อมต่างๆ โดยใช้วิธีการสำรวจและรวบรวมข้อมูลต่างๆ แล้วนำข้อมูลเหล่านั้น
มาจัดกระทำ เช่น จำแนกเป็นหมวดหมู่ แล้วนำเสนอในรูปแบบต่างๆ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

นักเรียนสามารถทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
2. ออกแบบสำรวจ และสร้างเกณฑ์การจำแนกข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดได้
3. บันทึกข้อมูลที่สามารถอ่านเข้าใจง่าย และสื่อความหมายได้ชัดเจน
4. เขียนรายงานและนำเสนอผลงานโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจได้

อย่างเหมาะสม

สาระการเรียนรู้

โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ เป็นกิจกรรมการศึกษาและรวบรวมข้อมูล
จากธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมต่างๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาความรู้ที่มีอยู่ในธรรมชาติและ
สิ่งแวดล้อม โดยใช้วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูลต่างๆ แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาจัดกระทำ เช่น
จำแนกเป็นหมวดหมู่ แล้วนำเสนอในรูปแบบต่างๆ ซึ่งไม่ต้องมีการกำหนดตัวแปร สามารถทำได้

หลายรูปแบบ ได้แก่

- เก็บรวบรวมข้อมูลในภาคสนามหรือในธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้ทันที เช่น การสำรวจชนิดของสมุนไพรในท้องถิ่น การศึกษาพฤติกรรมของสัตว์ในธรรมชาติ การสำรวจระยะในโรงเรียน การสำรวจการใช้วัสดุทำรังของนก การสำรวจหมู่เลือดของนักเรียน เป็นต้น
- เก็บรวบรวมวัสดุตัวอย่างมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ เช่น การวิเคราะห์ปริมาณ ปริมาณวิตามินในผักและผลไม้ การวิเคราะห์ปริมาณสารเจือปนในอาหาร การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในชุมชน เป็นต้น
- จำลองธรรมชาติขึ้นในห้องปฏิบัติการ แล้วทำการศึกษาดูด้วยการสังเกตและรวบรวมข้อมูลต่างๆ เช่น การศึกษาวงชีวิตของผีเสื้อ การศึกษาพฤติกรรมการชกมวยของแมงมุม เป็นต้น

กิจกรรมการเรียนการสอน

ระยะเตรียมความพร้อม (Preparation)

ชั่วโมงที่ 1 - 2

ขั้นสร้างความสนใจ (10 นาที)

1. ครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 2-4 คน และแจกกระดาษรูปทรงเรขาคณิต กลุ่มละ 1 ชุด (1 ชุดประกอบด้วย รูปทรงห้าแฉก วงกลม สีเหลี่ยม และห้าเหลี่ยม และแต่ละรูปทรงมีสีแตกต่างกัน 4 สี มีขนาดแตกต่างกัน 2 ขนาด) แล้วให้แต่ละกลุ่มจำแนกรูปทรงเรขาคณิตออกเป็นหมวดหมู่ ตามเกณฑ์ที่นักเรียนสร้างขึ้น โดยครูเดินสังเกตและใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับเกณฑ์ที่ใช้จัดประเภทสิ่งของเหล่านั้น
2. ครูสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับอุปกรณ์เครื่องใช้ที่จำเป็นต้องนำมาโรงเรียน และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสำรวจสิ่งของในกระเป๋านักเรียน ของสมาชิกในกลุ่ม 1 คน หลังจากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจำแนกสิ่งของที่สำรวจพบในกระเป๋าออกเป็นหมวดหมู่ โดยใช้เกณฑ์ที่นักเรียนกำหนดขึ้นเอง (เกณฑ์การจำแนกที่ครูคาดหวังว่านักเรียนจะใช้ในการจำแนก เช่น ราคา รูปทรง ลักษณะการใช้งาน ความทนทาน วัสดุที่ใช้ทำ สี น้ำหนัก เป็นต้น)
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการจำแนกประเภทสิ่งของในกระเป๋าหน้าชั้นเรียน โดยครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับเกณฑ์ที่ใช้

ขั้นทบทวนประสบการณ์ (110 นาที)

4. ครูสนทนากับนักเรียน เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า กิจกรรมที่นักเรียนจำแนกสิ่งของในข้อ 1. และข้อ 2. เรียกว่า ทักษะการจำแนกประเภท ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นที่ใช้ในโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ

5. ครูตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์ โดยการซักถาม “นักเรียนเคยทำโครงการวิทยาศาสตร์ หรือเคยเห็นคนอื่นทำโครงการวิทยาศาสตร์มาก่อนหรือไม่?”

6. ให้นักเรียน 1-2 คน เล่าประสบการณ์การทำโครงการวิทยาศาสตร์ หรือประสบการณ์ที่เคยเห็นคนอื่นทำโครงการวิทยาศาสตร์ให้เพื่อนร่วมชั้นฟัง หลังจากที่นักเรียนเล่าจบ ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่าประสบการณ์ที่เพื่อนนักเรียนเล่ามานั้น จัดว่าเป็นโครงการวิทยาศาสตร์หรือไม่? เพราะเหตุใด?

6. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับความหมายและประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์ โดยใช้สื่อ Power Point

7. นักเรียนวิเคราะห์ความหมาย และประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ที่กำหนดในใบกิจกรรมที่ 1 และ ใบกิจกรรมที่ 2 ตามลำดับ

8. นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบความรู้ที่ 1 โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ และช่วยกันสรุป โดยเขียนเป็นแผนผังความคิดลงในใบกิจกรรมที่ 3

9. ครูตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน เรื่อง สารอาหาร โดยให้นักเรียนแต่ละคนวิเคราะห์สารอาหารในอาหารที่ตนเองชอบรับประทาน และอภิปรายร่วมกันถึงประโยชน์ของสารอาหาร และโทษที่เกิดจากการขาดสารอาหารหรือได้รับสารอาหารบางชนิดมากเกินไป

ระยะสร้างสรรค์โครงการ (Project Creative)

ชั่วโมงที่ 3 - 5

ขั้นระบุปัญหา (45 นาที)

10. ครูใช้เทคนิคคิดเดี่ยว-คิดคู่-ร่วมกันคิด ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่า “อาหารที่มีคุณภาพ ควรมีลักษณะอย่างไร” แล้วนักเรียนตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการแสดงความคิดเห็นของกลุ่มตัวเอง หลังจากนั้นนักเรียนทั้งชั้นอภิปรายผลการนำเสนอของทุกกลุ่มและร่วมกันสรุปลักษณะของอาหารที่มีคุณภาพ

11. ครูกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งคำถามหรือข้อสงสัยเกี่ยวกับอาหารมื้อกลางวันที่ทำในโรงอาหาร โดยครูเขียนคำถามของนักเรียนแต่ละกลุ่มไว้บนกระดานดำ เช่น

- อาหารที่ขายในโรงอาหารมีอะไรบ้าง?
- กินกล้วยเดียวกับกินข้าวหมูทอดจะได้รับสารอาหารแตกต่างกันอย่างไร?
- อาหารแต่ละรายการมีรสชาติอย่างไร?
- แม่ค้าปรุงอาหารด้วยวิธีไหนบ้าง?
- อาหารส่วนใหญ่ปรุงจากเนื้อสัตว์ หรือผัก?
- อาหารส่วนใหญ่มีรสเผ็ดหรือจืด?

- อาหารแต่ละรายการราคาต่างกันอย่างไร?
- อาหารที่ราคาถูกที่สุด และราคาแพงที่สุดมีอะไรบ้าง?
- นักเรียนหญิงกับนักเรียนชายชอบกินอาหารต่างกันอย่างไร?
- น้ำส้มสายชูที่ใช้ได้มาตรฐาน อย. หรือไม่?
- วัตถุดิบหลักที่ใช้ประกอบอาหารแต่ละอย่างแตกต่างกันอย่างไร?

ฯลฯ

แล้วให้นักเรียนช่วยกันจัดกลุ่มของคำถามเพื่อนำเข้าสู่สถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 4

12. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุของจากสถานการณ์ ในใบกิจกรรมที่ 4 ข้อ 1. และตัดสินใจเลือกปัญหาที่ควรได้รับการแก้ปัญหาเป็นอันดับแรก พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจเลือก

ขั้นแสวงหาและคัดสรรแนวทางแก้ปัญหา (40 นาที)

13. ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนสำรวจตนเองว่า รู้อะไรบ้าง ยังไม่รู้อะไรบ้าง และต้องสืบค้นอะไรเพิ่มเติม เช่น

- “นักเรียนจะรู้ได้อย่างไรว่าอาหารแต่ละอย่างที่ขายในโรงอาหารมีสารอาหารเหมือนกันหรือแตกต่างกัน”
- “อาหารที่ขายในโรงอาหารแต่ละอย่างมีอะไรบ้างแตกต่างกันบ้าง”
- “อาหารที่ขายในโรงอาหารแต่ละอย่างมีอะไรบ้างเหมือนกันบ้าง”
- “ใช้เกณฑ์อะไรบ้างในการจัดจำแนกข้อมูลเกี่ยวกับโรงอาหารของโรงเรียน”

14. ครูสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับการจำแนกประเภทข้อมูลเกี่ยวกับโรงอาหารได้หลายประเภทขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่นักเรียนกำหนดขึ้น เช่น สารอาหาร วิธีการปรุงอาหาร ราคาอาหาร ความสะอาด การต่างกายของแม่ค้า มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม(มอก.) เครื่องหมาย อย. ร้านอาหารที่ชอบซื้อ อาหารที่ชอบรับประทาน เป็นต้น

15. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 4 มาร่วมกันอภิปรายและระดมสมอง เพื่อหาวิธีแก้ปัญหา โดยการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับโรงอาหาร หรืออาหารที่ขายในโรงอาหาร พร้อมทั้งพิจารณาเปรียบเทียบข้อดี ข้อจำกัด และความเป็นไปได้ของการสำรวจข้อมูล โดยครูพยายามกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและจดบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 4 ข้อ 2

ขั้นวางแผนแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (95 นาที)

16. นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมสมอง เพื่อเสนอแผนปฏิบัติการในการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับโรงอาหาร หรืออาหารที่ขายในโรงอาหารให้ได้จำนวนมากและแปลกใหม่ โดยยังไม่พิจารณาตัดสินว่าถูกหรือผิด ใช้ได้หรือไม่ได้ เลขานุการกลุ่มบันทึกข้อเสนอของสมาชิก ลงในใบกิจกรรมที่ 4 ข้อ 3 แล้วตัดสินใจเลือกแผนปฏิบัติการที่เหมาะสม พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ

17. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแผนปฏิบัติการสำรวจฯ ที่ตัดสินใจเลือก มาออกแบบวางแผนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยเขียนเป็นเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ ลงในใบกิจกรรมที่ 5

18. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ที่ร่วมกันเขียน มาอภิปรายและพิจารณาร่วมกับครู ถึงความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการลงมือปฏิบัติ

หมายเหตุ

ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเขียนเค้าโครงฯ ครูผู้สอนควรเดินดูนักเรียนแต่ละกลุ่ม และให้คำแนะนำ โดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการระดมสมอง แทนการตอบคำถาม และยังไม่ตัดสินใจความคิดเห็นของนักเรียนว่าถูกหรือผิด ดีหรือไม่ เช่น “อะไรคือประเด็นปัญหาที่นักเรียนสนใจสำรวจ” “จะสามารถหาข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่สำรวจได้อย่างไร” “อยากรู้อะไรอีก” “ใช้อะไรได้อีก” “มีอะไรอีกไหม” “มีวิธีอื่นอีกไหม” “ทำอย่างไรได้อีก” “ถ้าไม่ใช่.....จะใช้อะไรแทนได้” เป็นต้น แล้วใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้เหตุผลพิจารณาตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสม เช่น “เพราะอะไร” “ทำไม” “ถ้าทำอย่างนี้...แล้วต่อไปจะเกิดอะไรขึ้น” “...เหมือนหรือต่างกันอย่างไร” “ทำอย่างไรผลการสำรวจจึงจะน่าเชื่อถือ” “จะนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสำรวจอย่างไร” เป็นต้น

ชั่วโมงที่ 6

ขั้นปฏิบัติการทำโครงการ (60 นาที)

19. นักเรียนแต่ละกลุ่ม ดำเนินการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับโรงอาหาร หรืออาหารกลางวัน ตามที่ได้วางแผนไว้ (ใช้เวลาช่วงพักกลางวัน)

20. ครูติดตามสังเกตการลงมือสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับโรงอาหาร หรืออาหารกลางวัน พร้อมทั้งประเมินการปฏิบัติงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

21. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการสำรวจมาจัดประเภทข้อมูลเป็นหมวดหมู่ ตามเกณฑ์ที่แต่ละกลุ่มสร้างขึ้น และเขียนเป็นรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ และเตรียมจัดทำโปสเตอร์นำเสนอ พร้อมทั้งอุปกรณ์ประกอบเพื่อนำเสนอผลงาน โดยที่ครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวก

ระย่นำเสนอผลงาน(Presentation)

ชั่วโมงที่ 7-8

22. ครูชี้แจงรายละเอียดการนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การประเมิน

23. ตัวแทนแต่ละกลุ่มจับฉลากลำดับการนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์

24. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสำรวจตามลำดับ

25. ครูและนักเรียนกลุ่มอื่นๆ ประเมินการนำเสนอด้วยวาจา และซักถามเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้

1. กระดาษรูปทรงเรขาคณิต ประกอบด้วย รูปทรงห้าแฉก วงกลม สีเหลี่ยม และห้าเหลี่ยม และแต่ละรูปทรงมีสีแตกต่างกัน 4 สี มีขนาดแตกต่างกัน 2 ขนาด

2. สิ่งของในกระเป๋านักเรียน

3. Power Point ความหมายและประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์

4. ใบความรู้ที่ 1 โครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ

5. ใบกิจกรรมที่ 1 ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์

6. ใบกิจกรรมที่ 2 ประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์

7. ใบกิจกรรมที่ 3 โครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ

8. ใบกิจกรรมที่ 4 อาหารมื้อกลางวัน

9. ใบกิจกรรมที่ 5 คำโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ

แหล่งเรียนรู้

1. ห้องสมุดโรงเรียน

2. อินเทอร์เน็ต

3. โรงอาหารของโรงเรียน

การวัดผลประเมินผล

วิธีการวัด	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
1. ตรวจสอบกิจกรรมที่ 1 ความหมายของโครงงาน วิทยาศาสตร์	แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 1 ความหมายของโครงงาน วิทยาศาสตร์	ได้คะแนนการประเมิน 5 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
2. ตรวจสอบใบกิจกรรมที่ 2 ประเภทของโครงงาน วิทยาศาสตร์	แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 2 ประเภทของโครงงาน วิทยาศาสตร์	ได้คะแนนการประเมิน 5 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์

การวัดผลประเมินผล(ต่อ)

วิธีการวัด	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
3. ตรวจสอบกิจกรรมที่ 3 โครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทการสำรวจ	แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 3 โครงงานวิทยาศาสตร์ประเภท การสำรวจ	ได้คะแนนการประเมิน 5 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
4. ตรวจสอบกิจกรรมที่ 4 อาหารมื้อกลางวัน	แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 4 อาหารมื้อกลางวัน	ได้คะแนนรวมการประเมิน 18 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
5. ประเมินความสามารถใน การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทการสำรวจ - การเขียนเค้าโครงฯ - การปฏิบัติงาน - ผลงานโครงงานฯ	- แบบประเมินการเขียนเค้าโครง ของโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทการสำรวจ - แบบประเมินการปฏิบัติงาน - แบบประเมินผลงานโครงงาน วิทยาศาสตร์	ได้คะแนนรวมการประเมิน ร้อยละ 65 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์

บันทึกหลังสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน

(.....)

วัน..... เดือน..... พ.ศ.

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม (โครงการวิทยาศาสตร์)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง นักค้นคว้าทดลอง

เวลา 8 ชั่วโมง

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว. 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลเครื่องมือและสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

แนวคิดหลัก

โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง ดำเนินการศึกษาด้วยการทดลอง โดยมีการออกแบบการทดลอง เพื่อศึกษาผลของตัวแปรต้นที่มีต่อตัวแปรตาม และจะต้องควบคุมตัวแปรอื่นๆ ที่อาจมีผลต่อการศึกษานั้นๆ เป็นตัวแปรที่จะต้องควบคุมให้หมดทุกตัว

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

นักเรียนสามารถทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ระบุปัญหา กำหนดตัวแปร และตั้งสมมติฐานจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
2. วางแผนและทำการทดลองจากสถานการณ์ที่กำหนดได้
3. บันทึกข้อมูลที่สามารถอ่านเข้าใจง่าย และสื่อความหมายได้ชัดเจน
4. เขียนรายงานและนำเสนอผลงานโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง

ได้อย่างเหมาะสม

สาระการเรียนรู้

โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง เป็นการศึกษาหาคำตอบของปัญหาใดปัญหาหนึ่ง โดยการออกแบบการทดลอง เพื่อหาคำตอบของปัญหาที่ต้องการทราบ หรือเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ มีการจัดกระทำกับตัวแปรต้น(ตัวแปรอิสระ) เพื่อดูผลที่เกิดขึ้นกับตัวแปรตาม และมีการควบคุมตัวแปรอื่นๆ ที่อาจจะส่งผลต่อตัวแปรตามที่ต้องการศึกษา ทั้งนี้ในการทดลอง

เพื่อตอบปัญหาแต่ละเรื่องอาจมีตัวแปรต้นหลายตัว ที่มีผลต่อตัวแปรตามที่ต้องการศึกษา แต่ในการทดลองดังกล่าวนี้ ผู้ทำโครงการวิทยาศาสตร์ต้องเลือกศึกษาตัวแปรต้นเพียงครั้งละตัวแปรเสียก่อน และจะต้องควบคุมตัวแปรอื่นๆ ที่อาจส่งผลให้การทดลองคลาดเคลื่อน เช่น สถานการณ์ต่อไปนี้

“ยาเม็ดจะละลายน้ำได้ดี ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำ จำนวนเม็ดยา ชนิดของยาเม็ด ปริมาตรน้ำ และเวลาที่ใช้ในการทำให้ยาเม็ดละลาย”

จากสถานการณ์ดังกล่าว สิ่งที่เป็นสาเหตุหรือมีผลต่อการละลายของยาเม็ด คือ อุณหภูมิของน้ำ จำนวนเม็ดยา ชนิดของยา ปริมาตรน้ำ หรือเวลาที่ใช้ในการทำให้ยาเม็ดละลาย ซึ่งทั้งหมดที่กล่าวมานั้นล้วนแต่เป็นสาเหตุหรือตัวแปรต้น ที่ทำให้ยาเม็ดละลายได้ในน้ำ แต่ในการทดลองจะเลือกมาเพียงสาเหตุเดียวก่อน เช่น อุณหภูมิของน้ำจะมีผลต่อการละลายของยาเม็ดอย่างไร ซึ่งการละลายของยาเม็ดก็คือตัวแปรตามนั่นเอง ดังนั้นผู้ทำการทดลองต้องควบคุมตัวแปรเหตุอื่นๆ ให้หมดซึ่งถ้าควบคุมไม่หมดแล้วอาจจะส่งผลให้การทดลองคลาดเคลื่อนได้ จากนั้นจึงดำเนินการออกแบบการทดลองและลงมือทดลองเพื่อพิสูจน์ปัญหาดังกล่าว เมื่อทราบแล้วว่าอุณหภูมิของน้ำมีผลต่อการละลายของยาเม็ด ก็อาจจะทำโครงการนั้นต่อไปอีกโดยการเลือกศึกษาตัวแปรต้นตัวอื่นๆ ที่คาดว่าน่าจะมีผลต่อการละลายของยาเม็ดจนครบทุกตัวแปรก็ได้ ซึ่งจะทำให้ผลของการศึกษาชัดเจนและครอบคลุมมากยิ่งขึ้น

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ระยะเตรียมความพร้อม (Preparation)

ชั่วโมงที่ 1-2

ขั้นสร้างความสนใจ (10 นาที)

1. ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีลบข้อความที่เขียนลงบนกระดาษ เช่น

- นักเรียนมีวิธีลบข้อความที่เขียนด้วยปากกาลูกลื่นอย่างไรบ้าง?
- ทำไมยางลบดินสอจึงลบรอยปากกาออกไม่หมด?
- น้ำยาลบคำผิดช่วยลบข้อความต่างๆ ได้อย่างไร?
- น้ำยาลบคำผิดเกิดขึ้นมาได้อย่างไร?

2. ครูเล่าเรื่องการค้นพบน้ำยาลบคำผิด ซึ่งมาจากแนวคิดของนางเบ็ต เนสมิธ เกรแฮม ที่ใช้สีน้ำสียาวใส่ลงในขวดน้ำยาทาเล็บแล้วใช้ฟู่ป้ายน้ำยาทาเล็บป้ายสียาวลงบนกระดาษ และ

กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามหรือข้อสงสัย เกี่ยวกับการทำน้ำยาละลายคำผิดตามวิธีการของนางเบ็ตเนสมิธ เกรแฮม ซึ่งครูคาดหวังว่านักเรียนควรจะตั้งคำถาม เช่น

- ใส่สีน้ำสียาวลงในขวดที่ยังมีน้ำยาทาเล็บอยู่ภายใน หรือขวดเปล่าของน้ำยาทาเล็บ?

- ใช้สีน้ำสียาวกับน้ำยาทาเล็บปริมาณเท่าไร?
- ถ้าไม่ใช้สีน้ำสียาวจะใช้อะไรแทนได้บ้าง?
- ถ้าไม่ใช้น้ำยาทาเล็บใช้อะไรแทนได้บ้าง?
- ถ้าไม่ใช้น้ำยาทาเล็บผสมกับสีน้ำสียาวจะเกิดผลอย่างไร?
- ชนิดของกระดาษมีผลต่อน้ำยาละลายคำผิดอย่างไร?
- ทำอย่างไรจึงจะทำให้น้ำยาละลายคำผิดแห้งเร็ว?

3. ครูเขียนคำถามของนักเรียนบนกระดานดำ ซึ่งบางคำถามสามารถหาคำตอบได้ทันที หรือหาคำตอบจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น เอกสารตำรา อินเทอร์เน็ต โดยไม่ต้องไปค้นคว้าเพิ่มเติม หรือไม่จำเป็นต้องทำโครงการ เช่น “น้ำยาละลายคำผิดมีส่วนผสมที่เป็นอันตรายหรือไม่” “น้ำยาละลายคำผิดราคาเท่าไร” แต่บางคำถามนำไปสู่การทำโครงการวิทยาศาสตร์ เช่น “ถ้าไม่ใช้สีน้ำสียาวจะใช้อะไรแทนได้บ้าง” “ถ้าไม่ใช้น้ำยาทาเล็บผสมกับสีน้ำสียาวจะเกิดผลอย่างไร” เป็นต้น

ขั้นตอนทบทวนประสบการณ์ (110 นาที)

4. นักเรียนแต่ละคนศึกษาใบความรู้ที่ 1 โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง แล้วตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ 1

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบความรู้ที่ 2 วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และเขียนสรุปวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบของแผนผังความคิด ลงในใบกิจกรรมที่ 2 (ส่งเป็นการบ้าน)

6. ครูทบทวนวิธีการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อ Power Point และให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าสถานการณ์ที่ครูยกตัวอย่างนี้ ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์อย่างไร พร้อมทั้งบันทึกลงในสมุด

“นภา ต้องตัดใจทิ้งขนมปังรสหวานด้วยความเสียดายทุกครั้งที่มีมดจำนวนมากขึ้นมาอยู่ในขนมปังที่วางลืมไว้ วันหนึ่งนภาสังเกตเห็นว่า อาหารที่มีรสเผ็ดมักจะไม่มีมดขึ้น และเกิดความสงสัยว่า ถ้ามดไม่ชอบอาหารที่มีรสเผ็ดแล้วดังนั้นสมุนไพรมีรสเผ็ด เช่น พริกขี้หนู พริกไทยสด กระเทียม มดก็คงไม่ชอบนภาอยากทราบว่าพริกขี้หนู พริกไทย และกระชายจะช่วยไล่มดออกจากขนมปังแตกต่างกันอย่างไร”

จากสถานการณ์ข้างต้น วิเคราะห์ได้ว่า

- ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร (คำตอบที่ครูคาดว่านักเรียนจะตอบ : ชนิดของสมุนไพรมีผลต่อการไล่มดแตกต่างกันอย่างไร)
- อะไรบ้างที่จัดว่าเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และกลุ่มตัวอย่าง (คำตอบที่ครูคาดว่า

นักเรียนจะตอบ : ตัวแปรต้นคือ ชนิดของสมุนไพร, ตัวแปรตามคือ การไล่มด, กลุ่มตัวอย่างคือ มด)
หลังจากที่นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ดังกล่าวแล้ว นักเรียนร่วมกันออกแบบการทดลอง
ดังนี้

ชื่อเรื่อง	การศึกษาชนิดของสมุนไพรที่มีผลต่อการไล่มด
จุดมุ่งหมาย	เพื่อศึกษาชนิดของสมุนไพรที่มีผลต่อการไล่มด
สมมติฐาน	ชนิดของสมุนไพรน่าจะมีผลต่อการไล่มด
ตัวแปรต้น	ชนิดของสมุนไพร
ตัวแปรตาม	การไล่มด
ตัวแปรควบคุม	ชนิดของมด ปริมาณสมุนไพร ชนิดของขนมปัง ปริมาณขนมปัง ภาชนะใส่ขนมปัง ระยะเวลา

นียมเชิงปฏิบัติการ

ชนิดของสมุนไพร คือ พืชสมุนไพรที่มีรสเผ็ด 3 ชนิด ได้แก่ พริกขี้หนูสด
พริกไทยสด และกระเทียม

การไล่มด คือ การที่มดเดินหนีออกไปจากภาชนะเมื่อใส่สมุนไพรลงไป
โดยนับจำนวนมด(ตัว) ที่เหลืออยู่ในภาชนะ

ชนิดของมด คือ มดละเอียด

ปริมาณสมุนไพร คือ สมุนไพรที่ใช้ในการทดลอง ชนิดละ 20 กรัม โดยใช้ตาชั่ง

ภาชนะใส่ขนมปัง คือ กล่องพลาสติกใสขนาด 25x25x10 เซนติเมตร(มีฝาปิด)

ชนิดของขนมปัง คือ ขนมปังรสหวาน

ปริมาณขนมปัง คือ ขนมปังรสหวานที่ใช้ในการทดลอง ภาชนะละ 10 กรัม
โดยใช้ตาชั่ง

อุปกรณ์ และสารเคมี

1. พริกขี้หนูสด	จำนวน	60 กรัม
2. พริกไทยสด	จำนวน	60 กรัม
3. กระเทียม	จำนวน	60 กรัม
4. ขนมปังรสหวาน	จำนวน	120 กรัม
5. มดละเอียด (จำนวน 4 กล่อง กล่องละ 20 ตัว)จำนวน		80 ตัว
6. ครกและสาก	จำนวน	1 ชุด
7. ตาชั่ง	จำนวน	1 เครื่อง
8. ปากกา	จำนวน	1 ด้าม

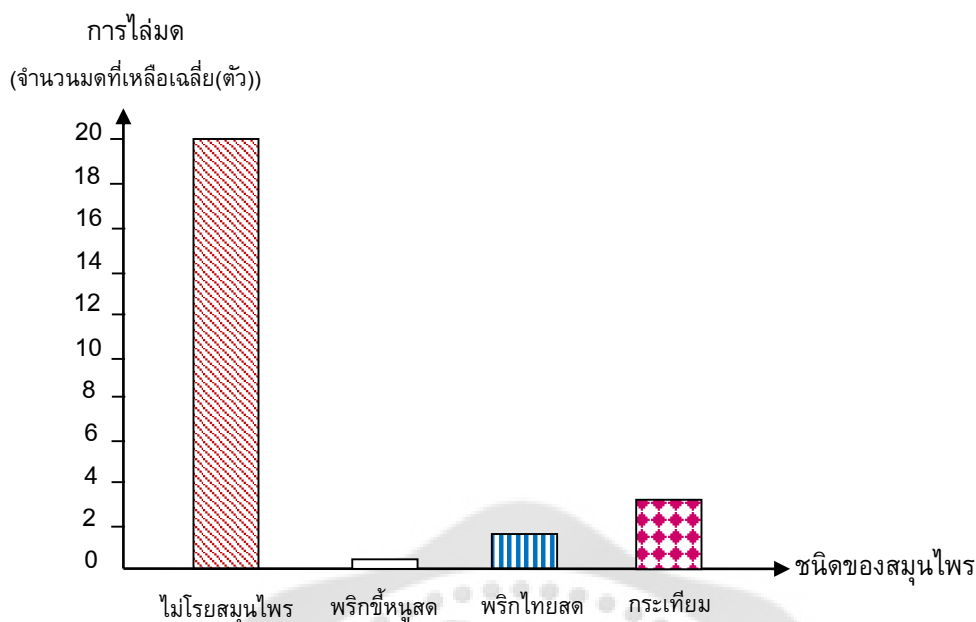
วิธีทดลอง

1. เตรียมกล่องพลาสติกใสขนาด 25 x 25 x 10 เซนติเมตร จำนวน 4 ใบ แต่ละใบแป้นเขียนข้อความติดไว้ที่ข้างกล่อง ดังนี้ ดังนี้
 - กล่องใบที่ 1 พริกชี้หนูสด
 - กล่องใบที่ 2 พริกไทยสด
 - กล่องใบที่ 3 กระเทียม
 - กล่องใบที่ 4 ไม่โรยสมุนไพร
2. นำขนมปังไปชั่งน้ำหนัก จำนวน 4 ก้อน ก้อนละ 10 กรัม แล้วนำไปใส่ไว้ในกล่องพลาสติก ใบละ 1 ก้อน
3. นำมาใส่ลงในกล่องพลาสติกที่มีขนมปังทั้ง 4 ใบ ใบละ 20 ตัว
4. นำพริกชี้หนูสดไปชั่งน้ำหนัก จำนวน 20 กรัม แล้วตำให้ละเอียด นำไปโรยใส่ในกล่องใบที่ 1
5. นำพริกไทยสดไปชั่งน้ำหนัก จำนวน 20 กรัม แล้วตำให้ละเอียด นำไปโรยใส่ในกล่องใบที่ 2
6. นำกระเทียมไปชั่งน้ำหนัก จำนวน 20 กรัม แล้วตำให้ละเอียด นำไปโรยใส่ในกล่องใบที่ 3
7. กล่องใบที่ 4 ไม่ต้องใส่สมุนไพรลงไป
8. จับเวลา 10 นาที แล้วสังเกตและบันทึกจำนวนมดที่เหลืออยู่ในกล่องพลาสติกแต่ละใบ
9. ทำซ้ำข้อ 1-8 อีก 2 ครั้ง พร้อมทั้งบันทึกจำนวนมดที่เหลืออยู่ในกล่องพลาสติกแต่ละใบ

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางแสดง ชนิดของสมุนไพรที่มีผลต่อการป้องกันมด

ชนิดของสมุนไพร	การไล่มด (จำนวนมดที่เหลืออยู่ในกล่อง (ตัว))				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	รวม	เฉลี่ย
ไม่ได้โรยสมุนไพร	20	20	20	60	20
พริกชี้หนูสด	0	1	0	1	0.33
พริกไทยสด	2	1	3	6	2
กระเทียม	5	4	4	13	4.33



กราฟแสดง ชนิดของสมุนไพรมดที่มีผลต่อการป้องกันมด

7. นักเรียนฝึกวิธีการทางวิทยาศาสตร์(ใช้เวลานอกเวลาเรียน) โดยแต่ละกลุ่มสร้างสถานการณ์ขึ้นเองกลุ่มละ 1 สถานการณ์ แล้วนำไปออกแบบการทดลอง โดยเขียนเป็นลำดับขั้นตอนตั้งแต่การระบุปัญหา จนกระทั่งถึงขั้นตอนการออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง เขียนลงบนสมุดบันทึกของตนเอง

8. ให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่ม เตรียมสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับน้ำยาลบคำผิด (นอกเวลาเรียน)

ระยะสร้างสรรค์โครงการ (Project Creation)

ชั่วโมงที่ 3-4

ขั้นระบุปัญหา (20 นาที)

9. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลเกี่ยวกับน้ำยาลบคำผิดที่สืบค้นได้ มาอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน

10. ครูใช้เทคนิค Quick Write ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่า “น้ำยาลบคำผิดมีข้อดีข้อเสียอย่างไร” และ “จะทำน้ำยาลบคำผิดขึ้นมาใช้เองได้อย่างไร” จากนั้นครูสุ่มถามความคิดเห็นของนักเรียน 2-3 คน

11. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุของจากสถานการณ์ ในใบกิจกรรมที่ 3 ข้อ 1.

12. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกัน เพื่อเลือกปัญหาหรือสาเหตุของปัญหาที่น่าสนใจ และมีความเป็นไปได้ที่นักเรียนสามารถหาวิธีแก้ปัญหาได้เหมาะสม

ขั้นแสวงหาและคัดสรรแนวทางแก้ปัญหา (20 นาที)

13. ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนสำรวจตนเองว่า รู้อะไรแล้วบ้าง ยังไม่รู้อะไรบ้าง และต้องสืบค้นอะไรเพิ่มเติม เช่น

- นักเรียนคิดว่าสารที่จะนำมาทำน้ำยาลบคำผิดควรมีลักษณะอย่างไร?
- มีวัสดุท้องถิ่นอะไรบ้างที่น่าจะนำมาทำน้ำยาลบคำผิดได้?
- สารที่มีสถานะของแข็งจะนำมาทำน้ำยาลบคำผิดได้อย่างไร?
- ส่วนผสมของสารที่ใช้ทำน้ำยาลบคำผิดควรเป็นอย่างไร?
- น้ำยาลบคำผิดที่ดีควรมีสมบัติอย่างไร?
- ปัจจัยอะไรบ้างที่อาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพของน้ำยาลบคำผิด?
- ใช้ของเหลวสีน้ำสีขาวเพียงอย่างเดียวกับใช้สีน้ำสีขาวผสมสารช่วยปิดทับ เช่น

ผงชอล์ก จะปิดทับคำผิดแตกต่างกันอย่างไร?

14. นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมสมอง เพื่อเสนอวิธีแก้ปัญหาทำน้ำยาลบคำผิดที่มีสารเคมีที่เป็นอันตรายและราคาแพง ให้ได้จำนวนมากและแปลกใหม่ โดยยังไม่พิจารณาตัดสินว่าถูกหรือผิด ใช้ได้หรือใช้ไม่ได้ เลขานุการกลุ่มบันทึกข้อเสนอของสมาชิก ลงในใบกิจกรรมที่ 3 ข้อ 2 (ในขณะที่ระดมสมองนักเรียนอาจสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตก็ได้) หลังจากนั้นจึงพิจารณาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันเพื่อเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย และความเป็นไปได้ของวิธีแก้ปัญหาแต่ละวิธี แล้วตัดสินใจเลือกวิธีที่เหมาะสมพร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ (ครูพยายามเชื่อมโยงเพื่อให้ นักเรียนสนใจทำน้ำยาลบคำผิดโดยใช้วัสดุท้องถิ่นทดแทนสารเคมีที่มีอันตรายและราคาแพง)

ขั้นวางแผนแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (80 นาที)

15. นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมสมอง เพื่อเสนอแผนปฏิบัติการในการทำน้ำยาลบคำผิดใช้เอง เพื่อแก้ปัญหาทำน้ำยาลบคำผิดที่มีสารอันตรายและราคาแพง ให้ได้จำนวนมากและแปลกใหม่ โดยยังไม่พิจารณาตัดสินว่าถูกหรือผิด ใช้ได้หรือใช้ไม่ได้ เลขานุการกลุ่มบันทึกข้อเสนอของสมาชิก ลงในใบกิจกรรมที่ 3 ข้อ 3 แล้วตัดสินใจเลือกแผนปฏิบัติการที่เหมาะสม พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ

16. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแผนปฏิบัติการในการแก้ปัญหาที่ตัดสินใจเลือก มาออกแบบวางแผนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ลงในใบกิจกรรมที่ 4

17. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ที่ร่วมกันเขียน มาอภิปรายและพิจารณาร่วมกับครู ถึงความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการลงมือปฏิบัติ

ชั่วโมงที่ 5-6

ขั้นปฏิบัติการทำโครงการ (120 นาที)

18. นักเรียนแต่ละกลุ่ม จัดเตรียมอุปกรณ์ และลงมือทดลองทำน้ำยาลบคำผิดตามที่ได้วางแผนไว้ในเค้าโครงของโครงงานฯ พร้อมทั้งเก็บรวบรวม บันทึกข้อมูลลงในตารางบันทึกผลการทดลองที่ออกแบบไว้ โดยที่ครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวก

19. ครูสังเกตและประเมินการปฏิบัติงานของนักเรียนในขณะที่ทำการทดลอง

20. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการทดลองมาเขียนเป็นรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ และเตรียมจัดทำโปสเตอร์นำเสนอ พร้อมทั้งอุปกรณ์ประกอบเพื่อนำเสนอผลงาน

หมายเหตุ

ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเขียนเค้าโครงฯ และลงมือปฏิบัติการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนควรเดินดูนักเรียนแต่ละกลุ่ม และให้คำแนะนำ โดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการระดมสมอง แทนการตอบคำถาม และยังไม่ตัดสินความคิดเห็นของนักเรียนว่าถูกหรือผิด ดีหรือไม่ เช่น “ควรตั้งชื่อโครงงานนี้ให้น่าสนใจอย่างไร” “อยากรู้อะไรบ้าง” “ใช้อะไรได้อีก” “ถ้าไม่ใช่.....จะใช้อะไรแทนได้” “วิธีการทำเป็นอย่างไร” “มีวิธีอื่นอีกไหม” “ถ้า.....แล้วต้องกำหนดอะไรให้เท่ากันบ้าง” “ต้องเตรียมวัสดุอุปกรณ์อะไรบ้าง” “เพิ่มหรือลดอะไรได้อีก” เป็นต้น แล้วใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้เหตุผลพิจารณาตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสม เช่น “เพราะอะไร” “ทำไม” “ถ้าทำอย่างนี้...แล้วต่อไปจะเกิดอะไรขึ้น” “เหมือนหรือต่างกันอย่างไร” “ทำไมจึงคิดว่า.....จึงสามารถนำมาทำน้ำยาลบคำผิดได้” “ทำอย่างไรผลการทดลองจึงจะน่าเชื่อถือ” “จะออกแบบบันทึกผลการทดลองอย่างไร” เป็นต้น

ระย่นำเสนอผลงาน(Presentation) (120 นาที)

ชั่วโมงที่ 7-8

21. ครูชี้แจงรายละเอียดการนำเสนอโครงงานวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การประเมิน

22. ตัวแทนแต่ละกลุ่มจับฉลากลำดับการนำเสนอโครงงานวิทยาศาสตร์

23. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองตามลำดับ

24. ครูและนักเรียนกลุ่มอื่นๆ ประเมินการนำเสนอด้วยวาจา และซักถามเพื่อแลกเปลี่ยน

เรียนรู้

สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 1 โครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง
2. ใบความรู้ที่ 2 วิธีการทางวิทยาศาสตร์
3. ใบกิจกรรมที่ 1 โครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง
4. ใบกิจกรรมที่ 2 วิธีการทางวิทยาศาสตร์
5. ใบกิจกรรมที่ 3 น้้ายาลบคำผิด
6. ใบกิจกรรมที่ 4 คำโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง
7. อุปกรณ์และสารเคมีกิจกรรมน้้ายาลบคำผิด
8. Power Point วิธีการทางวิทยาศาสตร์

แหล่งเรียนรู้

1. ห้องสมุดโรงเรียน
2. อินเทอร์เน็ต

การวัดผลประเมินผล

วิธีการวัด	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
1. ตรวจสอบกิจกรรมที่ 1 โครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทการทดลอง	แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 1 โครงงานวิทยาศาสตร์ประเภท การทดลอง	ได้คะแนนการประเมิน 4 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
2. ตรวจสอบใบกิจกรรมที่ 2 วิธีการทางวิทยาศาสตร์	แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 2 วิธีการทางวิทยาศาสตร์	ได้คะแนนการประเมิน 5 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
3. ตรวจสอบใบกิจกรรมที่ 3 น้้ายาลบคำผิด	แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 3 น้้ายาลบคำผิด	ได้คะแนนรวมการประเมิน 18 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์

การวัดผลประเมินผล(ต่อ)

วิธีการวัด	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
4.ประเมินความสามารถในการ การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทการทดลอง - การเขียนเค้าโครงฯ - การปฏิบัติงาน - ผลงานโครงงานฯ	- แบบประเมินการเขียนเค้าโครง ของโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทการทดลอง - แบบประเมินการปฏิบัติงาน - แบบประเมินผลงาน โครงงานวิทยาศาสตร์	ได้คะแนนรวมการประเมิน ร้อยละ 65 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์

บันทึกหลังสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน

(.....)

วัน..... เดือน..... พ.ศ.

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม (โครงการวิทยาศาสตร์)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง นักสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์

เวลา 8 ชั่วโมง

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว. 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลเครื่องมือและสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

แนวคิดหลัก

โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์ เป็นโครงการประเภทพัฒนาหรือประดิษฐ์ เครื่องมือ เครื่องใช้หรืออุปกรณ์ต่างๆ ที่ นำมาใช้ประโยชน์ในการทำงานโดยอาศัยหลักการทาง วิทยาศาสตร์ อาจเป็นสิ่งที่คิดขึ้นมาใหม่ทั้งหมด หรือเป็นการดัดแปลงจากของที่มีอยู่แล้วเพื่อ ปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพดีกว่าเดิม หรือสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายแนวความคิดบางอย่างใน การแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่ง โดยแสดงให้เห็นถึงกระบวนการศึกษาค้นคว้าและทดลอง โครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์นี้มีการกำหนดตัวแปรที่ศึกษาเช่นเดียวกับโครงการประเภทการทดลอง

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

นักเรียนสามารถทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์ได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ระบุปัญหา กำหนดตัวแปร และตั้งสมมติฐานจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
2. ออกแบบและสร้างสิ่งประดิษฐ์จากสถานการณ์ที่กำหนดได้
3. บันทึกข้อมูลที่สามรถอ่านเข้าใจง่าย และสื่อความหมายได้ชัดเจน
4. เขียนรายงานและนำเสนอผลงานโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์

ได้อย่างเหมาะสม

สาระการเรียนรู้

โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์ เป็นการประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้หรืออุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาใช้ประโยชน์ในการทำงานโดยอาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์ อาจเป็นสิ่งที่คิดขึ้นมาใหม่ทั้งหมด หรือเป็นการดัดแปลงจากของที่มีอยู่แล้วเพื่อปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพดีกว่าเดิม หรือสร้างแบบจำลอง เพื่ออธิบายแนวความคิดบางอย่างในการแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่ง โดยแสดงให้เห็นถึงกระบวนการศึกษาค้นคว้าและทดลอง ถ้าการสร้างสิ่งประดิษฐ์ขึ้นมาโดยนำวัสดุมาประกอบกันให้เห็นเป็นรูปร่างขึ้นมาเฉยๆ โดยไม่ได้แสดงให้เห็นถึงการศึกษาค้นคว้าด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เราจะไม่จัดว่าเป็นโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์ แต่จะจัดว่าเป็นเพียงสิ่งประดิษฐ์

โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์ จะมีการกำหนดตัวแปรที่จะศึกษาเช่นเดียวกับโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง ซึ่งลักษณะเด่นของโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทนี้ นอกจากจะมีข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการทดลองแล้วยังมีสิ่งประดิษฐ์ที่ใช้งานได้จริง ๆ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ระยะเตรียมความพร้อม (Preparation)

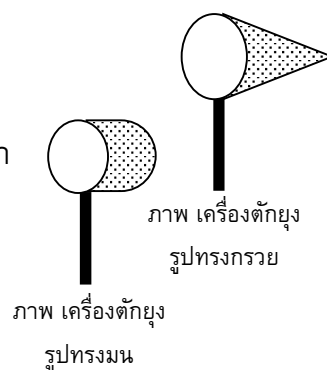
ชั่วโมงที่ 1-2

ขั้นเร้าความสนใจ (15 นาที)

1. ครูสนทนาซักถามนักเรียนเกี่ยวกับประสบการณ์ในการประดิษฐ์ของเล่น ของใช้ ว่าเคยประดิษฐ์ หรือเคยเห็นคนอื่นประดิษฐ์อะไรมาบ้าง และให้นักเรียน 1-2 คน เล่าประสบการณ์ให้เพื่อนร่วมห้องฟัง หลังจากนั้นให้นักเรียนดูคลิปวิดีโอรายการนักประดิษฐ์พันล้าน เรื่อง เครื่องตักยุง

ขั้นทบทวนประสบการณ์ (105 นาที)

2. นักเรียนวิเคราะห์ “เครื่องตักยุง” ที่ได้ชมจากคลิปวิดีโอ ว่าเป็นโครงการวิทยาศาสตร์หรือไม่เพราะอะไร ? (คำตอบที่ครูคาดว่านักเรียนจะตอบ : เป็นโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์ เพราะมีการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ คือ มีปัญหา แล้วตั้งสมมติฐาน ทำการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล และสรุปผล เช่น ผู้ประดิษฐ์มีปัญหาเกี่ยวกับรูปทรงของถุงผ้า และขนาดของถุงผ้าที่จะใช้ทำเครื่องตักยุง จึงตั้งสมมติฐานในเรื่องรูปทรงและขนาดของถุงผ้าว่าน่าจะมีผลต่อจำนวนยุงที่ตักได้ แล้วทำการทดลองในเรื่องรูปทรงและขนาดของถุงผ้า เปรียบเทียบจำนวนยุงที่ตักได้โดยมีการรวบรวมข้อมูล แล้วนำข้อมูลที่นำมาประดิษฐ์เป็นเครื่องตักยุง)



3. ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาวิธีดัดแปลงเครื่องตักยุง ให้ได้จำนวนมาก หลากหลาย และแตกต่างจากที่เคยมีมาก่อน

4. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 2-4 คน ศึกษาใบความรู้ที่ 1 โครงการงานวิทยาศาสตร์ ประเภทสิ่งประดิษฐ์ หลังจากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นเรื่องราวเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์ในรายการ นักประดิษฐ์พันล้าน จาก www.youtube.com ที่ผลิตรายการโดย WorkpointOfficial แล้วตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ 1

ระยะสร้างสรรค์โครงการ (Project Creative)

ชั่วโมงที่ 3-6

ขั้นระบุปัญหา (20 นาที)

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาขวดน้ำพลาสติก และตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ 2

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ในคลิปวิดีโอ เรื่อง ขวดพลาสติก ดักแมลงวัน ที่ครูเตรียมไว้ให้จาก www.youtube.com/watch?v=UKPKQE154ps แล้วตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 3 ข้อที่ 1.

ขั้นแสวงหาและคิดสรรแนวทางแก้ปัญหา (40 นาที)

7. ครูใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนสำรวจตนเองว่า รู้อะไรแล้วบ้าง ยังไม่รู้อะไรบ้าง และต้องสืบค้นอะไรเพิ่มอีก เช่น

- นักเรียนคิดว่าแมลงวันมีพฤติกรรมอย่างไรบ้าง? (คำตอบที่ครูคาดว่านักเรียนจะตอบ : ชอบอาหารที่มีกลิ่นคาว เศษอาหารเน่าเปื่อย , เวลาตกใจจะบินขึ้นสูง)

- ขนาดของรูที่ใช้เป็นทางเข้าของกับดักแมลงวันน่าจะมีผลต่อแมลงวันอย่างไร? (คำตอบที่ครูคาดว่านักเรียนจะตอบ : รูขนาดใหญ่แมลงวันน่าจะเข้าไปข้างในกับดักง่ายและออกง่าย แต่รูขนาดเล็กแมลงวันน่าจะเข้าไปข้างในกับดักง่าย แต่ออกยาก)

- ลักษณะของทางเข้าออก (ทรงกรวยคว่ำ ทรงกรวยหงาย ทรงกระบอก ฯลฯ) น่าจะมีผลต่อแมลงวันอย่างไร? (คำตอบที่ครูคาดว่านักเรียนจะตอบ : น่าจะมีผลต่อจำนวนแมลงวัน ที่เข้า-ออกกับดัก)

- หลักการของกับดักแมลงวันเป็นอย่างไร? (คำตอบที่ครูคาดว่านักเรียนจะตอบ : ใช้หลักการเข้าง่าย ออกยาก คือ แมลงวันบินเข้ามาในส่วนดักจับ แล้วบินขึ้นสูงเข้าไปในส่วนกักเก็บ)

8. นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตเกี่ยวกับการประดิษฐ์ขวดพลาสติกดักแมลงวัน และระดมสมองเพื่อออกแบบ ดัดแปลง ปรับปรุง ขวดพลาสติกดักแมลงวันให้มีความแตกต่าง โดยยังไม่คำนึงว่าจะสร้างยากหรือไม่ เขียนเป็นภาพลายเส้นให้พอเข้าใจ พร้อมทั้งให้

ชี้แสดงด้วยว่าส่วนใดทำจากวัสดุอะไร ลงในใบกิจกรรมที่ 3 ข้อ 2. หลังจากนั้นให้สมาชิกในกลุ่มพิจารณาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันเพื่อเปรียบเทียบข้อดีข้อจำกัด และความเป็นไปได้ในการประดิษฐ์ แล้วตัดสินใจเลือกแบบใดแบบหนึ่ง

ขั้นวางแผนแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (60 นาที)

9. นักเรียนแต่ละกลุ่มและช่วยกันปรับปรุงแบบของกับดักแมลงวันที่เลือกให้สมบูรณ์ และเขียนขั้นตอนการสร้างให้ละเอียดว่าจะทำอะไรก่อนหรือหลัง อาจเขียนภาพประกอบขั้นตอนได้ เพื่อให้คนอื่นเข้าใจยิ่งขึ้น

10. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนและเขียนเค้าโครงของโครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์(กับดักแมลงวัน) ลงในใบกิจกรรมที่ 4

11. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเค้าโครงของโครงการงานวิทยาศาสตร์ที่ร่วมกันเขียน มาอภิปรายและพิจารณาร่วมกับครู ถึงความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการลงมือปฏิบัติ

ขั้นปฏิบัติการทำโครงการ (120 นาที)

12. นักเรียนแต่ละกลุ่ม จัดเตรียมอุปกรณ์ และลงมือสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกับดักแมลงวันตามที่ได้วางแผนไว้ พร้อมทั้งเก็บรวบรวม บันทึกข้อมูลลงในตารางบันทึกผลการทดลองที่ได้ออกแบบ โดยที่ครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวก

13. ครูสังเกตและประเมินการปฏิบัติงานของนักเรียนในขณะที่ทำการทดลอง

14. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการทดลองมาเขียนเป็นรายงานโครงการงานวิทยาศาสตร์ และเตรียมจัดทำโปสเตอร์นำเสนอ พร้อมทั้งอุปกรณ์ประกอบเพื่อนำเสนอผลงาน

หมายเหตุ

ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเขียนเค้าโครงฯ และลงมือปฏิบัติการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ครูผู้สอนควรเดินดูนักเรียนแต่ละกลุ่ม และให้คำแนะนำ โดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการระดมสมอง แทนการตอบคำถาม และยังไม่ตัดสินใจความคิดเห็นของนักเรียนว่าถูกหรือผิด ดีหรือไม่ เช่น “ดัดแปลงได้อย่างไร” “ใช้อะไรได้อีก” “มีอะไรอีกไหม” “มีวิธีอื่นอีกไหม” “ทำอย่างไรได้อีก” “เพิ่มหรือลดอะไรได้อีก” “ถ้าเปลี่ยน.....แล้วต้องกำหนดอะไรให้เท่ากันบ้าง” “ถ้าไม่ใช่.....จะใช้อะไรแทนได้” เป็นต้น แล้วใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้เหตุผลพิจารณาตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสม เช่น “เพราะอะไร” “ทำไม” “ถ้าทำอย่างนี้....แล้วต่อไปจะเกิดอะไรขึ้น” “....เหมือนหรือต่างกันอย่างไร” “ทำอย่างไรผลการทดลองจึงจะน่าเชื่อถือ” เป็นต้น

ระยนะนำเสนองผลงำน(Presentation)

ช่วโมงที่ 7-8

15. ครูชี้แจงรายละเอียดการนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การประเมิน
16. ตัวแทนแต่ละกลุ่มจับฉลากลำดับการนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์
17. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสำรวจตามลำดับ
18. ครูและนักเรียนกลุ่มอื่นๆ ประเมินการนำเสนอด้วยวาจา และซักถามเพื่อแลกเปลี่ยน

เรียนรู้

สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้

1. คลิปวิดีโอรายการนักประดิษฐ์พันล้าน เรื่อง เครื่องตักยุง และ เรื่อง คลิกเดียวแยก
2. คลิปวิดีโอเรื่อง ที่ตักแมลงวัน
3. ใบความรู้ที่ 1 โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์
4. ใบกิจกรรมที่ 1 โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์
5. ใบกิจกรรมที่ 2 ขวดน้ำพลาสติก...คิดก่อนใช้
6. ใบกิจกรรมที่ 3 ขวดน้ำพลาสติก : กับตักแมลงวัน
7. ใบกิจกรรมที่ 4 คำโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์
5. อุปกรณ์การประดิษฐ์กับตักแมลงวัน

แหล่งเรียนรู้

1. ห้องสมุดโรงเรียน
2. อินเทอร์เน็ต

การวัดผลประเมินผล

วิธีการวัด	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
1. ตรวจสอบกิจกรรมที่ 1 โครงการวิทยาศาสตร์ ประเภทสิ่งประดิษฐ์	แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 1 โครงการวิทยาศาสตร์ประเภท สิ่งประดิษฐ์	ได้คะแนนการประเมิน 7 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์

การวัดผลประเมินผล(ต่อ)

วิธีการวัด	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
2.ตรวจใบกิจกรรมที่ 2 ขวดน้ำพลาสติก...คิดก่อนใช้	แบบประเมินกิจกรรมที่ 2 ขวดน้ำพลาสติก...คิดก่อนใช้	ได้คะแนนการประเมิน 18 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
3.ตรวจใบกิจกรรมที่ 3 ขวดน้ำพลาสติก : กัดัก แมลงวัน	แบบประเมินกิจกรรมที่ 3 ขวดน้ำพลาสติก : กัดัก แมลงวัน	ได้คะแนนการประเมิน 8 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
4.ประเมินความสามารถใน การทำโครงการวิทยาศาสตร์ ประเภทสิ่งประดิษฐ์ - การเขียนเค้าโครงฯ - การปฏิบัติงาน - ผลงานโครงงานฯ	- แบบประเมินการเขียนเค้าโครง ของโครงการวิทยาศาสตร์ ประเภทสิ่งประดิษฐ์ - แบบประเมินการปฏิบัติงาน - แบบประเมินผลงาน โครงงานวิทยาศาสตร์	ได้คะแนนรวมการประเมิน ร้อยละ 65 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์

บันทึกหลังสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน
(.....)

วัน..... เดือน..... พ.ศ.

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม (โครงการวิทยาศาสตร์)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ผู้พิชิตโครงการวิทยาศาสตร์

เวลา 16 ชั่วโมง

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว. 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบาย และตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลเครื่องมือและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

แนวคิดหลัก

โครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติและ ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองตามความสนใจ และระดับความรู้ความสามารถของนักเรียน เพื่อตอบ ปัญหาที่สงสัย โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เริ่มตั้งแต่การกำหนดปัญหาหรือเลือกหัวข้อที่ สนใจศึกษา วางแผนการศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูลหรือการทดลอง สรุปผลการศึกษาค้นคว้า และ นำเสนอผลการศึกษาค้นคว้า โดยมีครูหรือผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวก

ผลการเรียนรู้

นักเรียนสามารถทำโครงการวิทยาศาสตร์ตามความสนใจได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. คิดและเลือกหัวข้อทำโครงการวิทยาศาสตร์ตามความสนใจได้อย่างเหมาะสม
2. วางแผนดำเนินการและลงมือทำโครงการวิทยาศาสตร์ได้
3. บันทึกข้อมูลที่สามารถอ่านเข้าใจง่าย และสื่อความหมายได้ชัดเจน
4. เขียนรายงานและนำเสนอผลงานโครงการวิทยาศาสตร์ตามความสนใจ

ได้อย่างเหมาะสม

สาระการเรียนรู้

ผู้พิชิตโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นหน่วยการเรียนรู้ที่ฝึกการทำโครงการวิทยาศาสตร์ จากการวิเคราะห์ปัญหาที่พบเห็นในชุมชน ที่บ้าน หรือที่โรงเรียน ซึ่งนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ

และศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองตามความสนใจ และระดับความรู้ความสามารถของนักเรียน ภายใต้การแนะนำปรึกษาและการดูแลของครูหรือผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นๆ ซึ่งอาจทำได้หลายรูปแบบ เช่น การสำรวจ การทดลอง การประดิษฐ์หรือสร้างแบบจำลอง เพื่อตอบปัญหาที่สงสัย โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ระยะเตรียมความพร้อม (Preparation)

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นเร้าความสนใจ (10 นาที)

1. ครูสนทนาและซักถามนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะสำคัญของโครงการวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้ลงมือทำผ่านมาแล้วทั้ง 3 โครงการ ในกิจกรรมอาหารมื้อกลางวัน กิจกรรมน้ำยาลบคำผิด และกิจกรรมสิ่งประดิษฐ์จากขวดน้ำพลาสติก

ขั้นทบทวนประสบการณ์ (50 นาที)

2. นักเรียนวิเคราะห์ประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาจากชื่อเรื่องโครงการวิทยาศาสตร์ เช่น

- เครื่องตัดไขมันจากครีวี่เรือน (คำตอบที่ครูคาดว่านักเรียนจะตอบ : โครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์)
- กระดาษจากผักตบชวา (คำตอบที่ครูคาดว่านักเรียนจะตอบ : โครงการประเภทการทดลอง)
- การศึกษาพฤติกรรมการชกโยของแมงมุม(คำตอบที่ครูคาดว่านักเรียนจะตอบ : โครงการประเภทการสำรวจ)
- อาหารที่คนท้องถื่นชอบกิน(คำตอบที่ครูคาดว่านักเรียนจะตอบ : โครงการประเภทการสำรวจ)
- อาหารเสริมไก่พันธุ์พื้นเมือง(คำตอบที่ครูคาดว่านักเรียนจะตอบ : โครงการประเภทการทดลอง)
- นาฬิกาแดด (คำตอบที่ครูคาดว่านักเรียนจะตอบ : โครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์)
- ถ่านอัดแท่งจากขี้ข้าวโพด (คำตอบที่ครูคาดว่านักเรียนจะตอบ : โครงการประเภทการทดลอง)

3. นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1 ขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ และตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ 1 ขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์

ระยะสร้างสรรค์โครงการ (Project Creation)

ชั่วโมงที่ 2 - 4

ขั้นระบุปัญหา (180 นาที)

4. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 2-4 คน ครูใช้เทคนิคคิดเดี่ยว-คิดคู่-ร่วมกันคิด ให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มเสนอปัญหาที่พบในชุมชน ที่บ้านของตนเอง หรือปัญหาที่พบในโรงเรียน แล้วจับคู่แลกเปลี่ยนความคิดเห็นว่าปัญหาที่นำเสนอ นั้นเหมือนหรือ แตกต่างกันอย่างใด หลังจากนั้นแต่ละคู่ นำเสนอผลการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มของตัวเอง

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ปัญหา สาเหตุของปัญหา ข้อดีที่เกิดจากการแก้ปัญหา และข้อจำกัดในการแก้ปัญหา ที่สมาชิกนำเสนอ ลงในใบกิจกรรมที่ 2

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำปัญหา สาเหตุของปัญหา ข้อดีที่เกิดจากการแก้ปัญหา และข้อจำกัดในการแก้ปัญหา ของสมาชิกแต่ละคน มาเขียนแผนผังความคิด และร่วมกันพิจารณาตัดสินใจเลือกปัญหาที่สนใจร่วมกัน 1 เรื่อง พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ

7. นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัญหาที่ตัดสินใจเลือกศึกษา แล้วนำมาวิเคราะห์ให้รู้ว่า ใคร ทำอะไร ที่ไหน เมื่อไร อย่างไร มีข้อมูลอะไรบ้างที่สนับสนุน โดยเขียนเป็นแผนผังความคิด ลงในใบกิจกรรมที่ 3

8. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาข้อมูล จากแผนผังความคิดที่เขียนไว้ในข้อ 2. แล้ววิเคราะห์สิ่งๆ ที่คิดว่าเป็นปัญหา หรือปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้น ให้ได้จำนวนมาก พร้อมทั้งบอกสาเหตุของปัญหา โดยเขียนเป็นตารางหรือแผนผังก้างปลา ลงในใบกิจกรรมที่ 4 ข้อ 1

9. สมาชิกในกลุ่มร่วมกันพิจารณาปัญหาแต่ละปัญหาในใบกิจกรรมที่ 4 ข้อ 1. ว่ามีความเป็นไปได้ในการนำมาทำโครงการวิทยาศาสตร์อย่างไร โดยพิจารณาจากข้อดีหรือประโยชน์ที่จะได้รับ ข้อเสียหรือข้อจำกัดที่อาจจะเกิดขึ้น แล้วตัดสินใจเลือกปัญหาที่สมาชิกในกลุ่มสนใจร่วมกัน พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ

ชั่วโมงที่ 5 - 6

ขั้นแสวงหาและคัดสรรแนวทางแก้ปัญหา (120 นาที)

10. ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนสำรวจตนเองเกี่ยวกับปัญหาที่ตัดสินใจเลือก เพื่อทำโครงการวิทยาศาสตร์ว่า รู้อะไรแล้วบ้าง ยังไม่รู้อะไรบ้าง และต้องสืบค้นอะไรเพิ่มเติม

11. นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลที่เป็นความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับปัญหาที่ตัดสินใจเลือก เพื่อทำโครงการวิทยาศาสตร์

12. นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมสมอง เพื่อหาวิธีแก้ปัญหาให้ได้จำนวนมากแปลกใหม่ และแตกต่างจากคนอื่นโดยยังไม่พิจารณาตัดสินว่าถูกหรือผิด ใช้ได้หรือใช้ไม่ได้ เลขานุการกลุ่มบันทึกข้อเสนอของสมาชิกลงในใบกิจกรรมที่ 4 ข้อ 2 หลังจากนั้นจึงพิจารณาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกัน

และกันเพื่อเปรียบเทียบถึงข้อดี ข้อเสีย และความเป็นไปได้ของวิธีแก้ปัญหาแต่ละวิธี แล้วตัดสินใจเลือกวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา เพื่อนำมากำหนดเป็นหัวข้อเรื่องโครงการวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ

13. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอหัวข้อเรื่องโครงการวิทยาศาสตร์หน้าห้องเรียน โดยมีครูและเพื่อนนักเรียนคอยซักถาม และให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์

ชั่วโมงที่ 7 - 10

ขั้นวางแผนแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (240 นาที)

14. นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมสมอง เพื่อเสนอแผนปฏิบัติการในการแก้ปัญหาให้ได้จำนวนมาก แปลกใหม่ และแตกต่างจากคนอื่น โดยยังไม่พิจารณาตัดสินว่าถูกหรือผิด ใช้ได้หรือใช้ไม่ได้ เลขานุการกลุ่มบันทึกข้อเสนอของสมาชิก ลงในใบกิจกรรมที่ 4 ข้อ 3 แล้วตัดสินใจเลือกแผนปฏิบัติการที่เหมาะสม พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ

15. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแผนปฏิบัติการในการแก้ปัญหาที่ตัดสินใจเลือก มาออกแบบวางแผนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ลงในใบกิจกรรมที่ 5

16. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ที่ร่วมกันเขียน มาอภิปรายและพิจารณาร่วมกับครู ถึงความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการลงมือปฏิบัติ

หมายเหตุ

ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเขียนเค้าโครงฯ ครูผู้สอนควรเดินดูนักเรียนแต่ละกลุ่ม และให้คำแนะนำ โดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการระดมสมอง แทนการตอบคำถาม และยังไม่ตัดสินความคิดเห็นของนักเรียนว่าถูกหรือผิด ดีหรือไม่ เช่น “อยากรู้อะไรอีก” “ใช้อะไรได้อีก” “มีอะไรอีกไหม” “มีวิธีอื่นอีกไหม” “ทำอย่างไรได้อีก” “ดัดแปลงได้อย่างไร” “เพิ่มหรือลดอะไรได้อีก” “ถ้า.....แล้วต้องกำหนดอะไรให้เท่ากันบ้าง” “ถ้าไม่ใช่.....จะใช้อะไรแทนได้” เป็นต้น แล้วใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้เหตุผลพิจารณาตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสม เช่น “เพราะอะไร” “ทำไม” “ถ้าทำอย่างนี้....แล้วต่อไปจะเกิดอะไรขึ้น” “....เหมือนหรือต่างกันอย่างไร” “ทำอย่างไร ผลการทดลองจึงจะน่าเชื่อถือ” เป็นต้น

ชั่วโมงที่ 11 - 14

ขั้นปฏิบัติการทำโครงการ (240 นาที)

17. นักเรียนแต่ละกลุ่ม ลงมือทำโครงการวิทยาศาสตร์ตามที่ได้วางแผนไว้ พร้อมทั้งเก็บรวบรวม บันทึกข้อมูล โดยที่ครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวก

18. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการทดลองมาเขียนและสรุปผล โดยจัดทำเป็นรายงาน

โครงการวิทยาศาสตร์ และเตรียมจัดทำแผ่นนำเสนอโครงการ พร้อมทั้งอุปกรณ์ประกอบเพื่อนำเสนอผลงาน

19. ครูติดตามความก้าวหน้าในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากบันทึกความก้าวหน้าในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ และจากการซักถาม

หมายเหตุ

นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำโครงการวิทยาศาสตร์ นอกเวลาเรียน ดังนั้น ในช่วงโม่งเรียนจะเป็นกิจกรรมติดตามความก้าวหน้าในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เป็นระยะ ๆ จำนวน 2 ครั้ง (สัปดาห์ละ 1 ครั้ง) โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกความก้าวหน้าในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ และออกมารายงานความก้าวหน้าในประเด็นต่อไปนี้

- งานที่กลุ่มของนักเรียนได้ลงมือทำไปแล้ว
- ปัญหาที่พบ และแนวทางแก้ปัญหาในระหว่างทำโครงการวิทยาศาสตร์
- สิ่งที่กลุ่มของนักเรียนได้เรียนรู้จากการดำเนินการในครั้งนี้
- งานที่กลุ่มของนักเรียนจะต้องทำในครั้งต่อไป

ระยะนำเสนอผลงาน(Presentation)

ช่วงโม่งที่ 15-16

20. ครูชี้แจงรายละเอียดการนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การประเมิน
21. ตัวแทนแต่ละกลุ่มจับฉลากลำดับการนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์
22. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานโครงการวิทยาศาสตร์ตามลำดับ
23. ครูและนักเรียนกลุ่มอื่นๆ ประเมินการนำเสนอด้วยวาจา และซักถามเพื่อแลกเปลี่ยน

เรียนรู้

สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้

1. Power Point ประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์
2. ใบความรู้ที่ 1 ขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์
4. ใบกิจกรรมที่ 1 ขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์
5. ใบกิจกรรมที่ 2 ปัญหาที่พบในชุมชนหรือในโรงเรียน
6. ใบกิจกรรมที่ 3 สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่สนใจศึกษา
7. ใบกิจกรรมที่ 4 การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

8. ใบบัณฑิตที่ 5 คำโครงการของโครงการวิทยาศาสตร์
9. บันทึกความก้าวหน้าในการทำโครงการวิทยาศาสตร์
- แหล่งเรียนรู้
1. ห้องสมุดโรงเรียน
 2. อินเทอร์เน็ต
 3. บริเวณโรงเรียน

การวัดผลประเมินผล

วิธีการวัด	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
1. ตรวจสอบกิจกรรมที่ 1 ขั้นตอนการทำโครงการ วิทยาศาสตร์	แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 1 ขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์	ได้คะแนนการประเมิน 4 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
2. ตรวจสอบกิจกรรมที่ 2 ปัญหาที่พบในชุมชน หรือ ในโรงเรียน	แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 2 ปัญหาที่พบในชุมชนหรือในโรงเรียน	ได้คะแนนการประเมิน 5 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
3. ตรวจสอบกิจกรรมที่ 3 สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา ที่สนใจศึกษา	แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 3 สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา ที่สนใจศึกษา	ได้คะแนนการประเมิน 5 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
4. ตรวจสอบกิจกรรมที่ 4 การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 4 การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	ได้คะแนนรวมการ ประเมิน 18 คะแนน ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
5. ประเมินความสามารถในการ ทำโครงการวิทยาศาสตร์อิสระ - การเขียนเค้าโครงฯ - การปฏิบัติงาน - ผลงานโครงงานฯ	- แบบประเมินเค้าโครงของโครงการ วิทยาศาสตร์[- แบบประเมินการปฏิบัติงาน - แบบประเมินผลงานโครงการ วิทยาศาสตร์	ได้คะแนนรวมการ ประเมิน ร้อยละ 65 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
4. ติดตามความก้าวหน้าใน การทำโครงการวิทยาศาสตร์	บันทึกความก้าวหน้าใน การทำโครงการวิทยาศาสตร์	ได้คะแนนการประเมิน 2 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์

บันทึกหลังสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

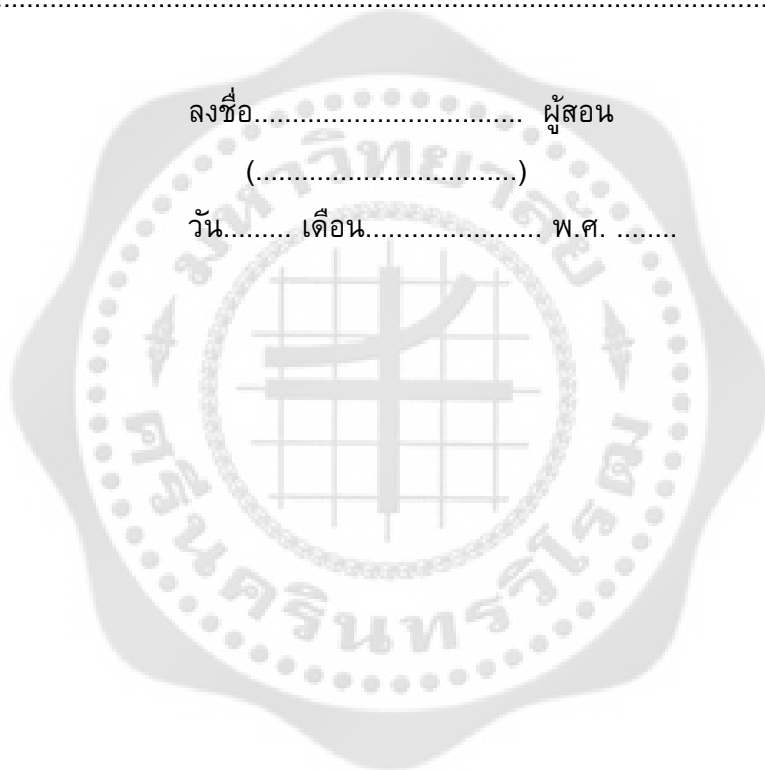
.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน

(.....)

วัน..... เดือน..... พ.ศ.





ใบความรู้ที่ 1

ขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์

การทำโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่ต่อเนื่องกันไปตั้งแต่การคิดเรื่องที่จะทำ จนกระทั่งจบกระบวนการ ซึ่งมีขั้นตอนที่สำคัญดังนี้

1. การคิดและเลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์
2. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง
3. การเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์
4. การลงมือทำโครงการ
5. การเขียนรายงาน
6. การแสดงผลงาน

1. การคิดและเลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์

การคิดและเลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นตอนแรกที่สำคัญที่สุดและยากที่สุด ซึ่งนักเรียนจะต้องคิดและเลือกด้วยตนเอง และควรเป็นเรื่องแปลกใหม่หรือมีแนวทางการศึกษาทดลองที่แปลกใหม่ ซึ่งแสดงถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สื่อถึงงานที่ทำซ้ำให้เห็นว่าทำไม เพื่อให้ผู้อ่านเกิดความเข้าใจในปัญหาและวิธีการศึกษา นอกจากนั้นจะต้องคำนึงถึงประโยชน์ของเรื่องที่จะศึกษาก็จะทำให้โครงการนั้นมีคุณค่ายิ่งขึ้น

การได้มาซึ่งหัวข้อเรื่องเพื่อทำโครงการวิทยาศาสตร์

โดยทั่วไปแล้วหัวข้อเรื่องของโครงการมักจะได้มาจากปัญหา คำถาม หรือความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ ของนักเรียนเอง จากการอ่านหนังสือ การเล่นเกม อาชีพของผู้ปกครอง การบอกเล่าของผู้รู้ การสังเกตปัญหาของชุมชน การฟังการบรรยาย การดูรายการโทรทัศน์ การสืบค้นจากเครือข่ายคอมพิวเตอร์ การไปทัศนศึกษานอกสถานที่ การศึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ที่ผู้อื่นทำไว้แล้ว ตลอดจนการได้พบเห็นสิ่งต่างๆ ในชีวิตประจำวัน เป็นต้น หัวข้อเรื่องของโครงการควรเฉพาะเจาะจงและชัดเจน บ่งชี้ว่าจะศึกษาสิ่งใดหรือตัวแปรใด

เกณฑ์ในการพิจารณาเลือกหัวข้อโครงการวิทยาศาสตร์

เมื่อนักเรียนคิดหัวข้อเรื่องที่สนใจได้แล้วก็ต้องพิจารณาดูว่า เรื่องที่สนใจศึกษานั้นเป็น เรื่องที่เหมาะสมกับระดับความรู้ความสามารถของนักเรียนหรือไม่ นักเรียนมีความสนใจหรือตั้งใจจะ ทำการศึกษาอย่างแท้จริงหรือไม่ สามารถหาเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่จำเป็นได้หรือไม่ ระยะเวลาที่ จะต้องใช้ศึกษายาวนานเพียงใด มีความปลอดภัยแค่ไหน มีความเป็นไปได้ที่จะศึกษาค้นคว้าให้สำเร็จ หรือไม่ เป็นต้น

แนวทางการตั้งชื่อเรื่องโครงการวิทยาศาสตร์

ชื่อเรื่องของโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่สำคัญที่จะทำให้ผู้อ่านเกิดความเข้าใจใน ปัญหาและวิธีการศึกษา อีกทั้งยังเป็นสิ่งดึงดูดความสนใจของผู้อ่าน จึงควรตั้งชื่อโครงการให้ตรงกับ ประเด็นปัญหาและระบุตัวแปรที่สำคัญให้ชัดเจนว่าจะทำอะไร กลุ่มตัวอย่างคืออะไร เช่น

- สมุนไพรไล่แมลงสาบ
- การทำเยื่อกระดาษจากต้นรูปฤๅษี
- การสำรวจปริมาณสารบอแรกซ์ในลูกชิ้น
- เครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติ
- การศึกษาชนิดของอาหารที่มีผลต่อน้ำหนักของปลาดุก

2. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง เป็นการค้นคว้าข้อมูลหรือเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อเรื่อง ทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสนใจทำ นักเรียนจะได้ความรู้ในเรื่องที่จะทำการศึกษาเพิ่มเติม มากขึ้น และได้แนวความคิดที่จะกำหนดขอบเขตของเรื่องที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์ให้ เฉพาะเจาะจงมากขึ้น จนสามารถออกแบบและวางแผนดำเนินการทำโครงการได้อย่างเหมาะสม นอกจากนั้นยังจะช่วยให้ นักเรียนได้รู้ว่า มีผู้ใดเคยศึกษาเรื่องนี้มาก่อนแล้วบ้าง และได้ผลเป็นอย่างไร

การสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิทยาศาสตร์

เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิทยาศาสตร์ สิ่งที่นักเรียนต้องทำก็คือ

1. อ่านเอกสาร โดยในเบื้องต้นอาจจะอ่านอย่างคร่าวๆ เพื่อคัดเลือกประเด็น เนื้อหาที่สอดคล้องกับโครงการที่เราทำ
2. อ่านเก็บความคิดสำคัญและเก็บรายละเอียด โดยขีดเส้นใต้เน้นข้อความที่เป็น ประโยคสำคัญ
3. การจัดบันทึกข้อมูลที่เป็นเนื้อหาสาระ และบรรณานุกรมของเอกสารที่อ่าน เพื่อนำไปใช้ในการสืบค้นต่อไป

3. การเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์

เค้าโครงของโครงการโดยทั่วๆ ไปจะเขียนเพื่อแสดงแนวความคิดแผนงานและขั้นตอนของการทำโครงการล่วงหน้าว่าจะทำอย่างไรบ้าง ซึ่งควรประกอบด้วย 10 หัวข้อต่อไปนี้

1. ชื่อโครงการ

ควรเป็นข้อความที่กะทัดรัด ชัดเจน สื่อความหมายตรง และมีความเฉพาะเจาะจงว่าจะศึกษาอะไร

2. ชื่อผู้ทำโครงการ

3. ชื่อที่ปรึกษาโครงการ

4. ที่มาและความสำคัญของโครงการ

อธิบายว่าเหตุใดจึงเลือกทำโครงการนี้ โครงการเรื่องนี้มีควมสำคัญอย่างไร มีหลักการหรือทฤษฎีอะไรที่เกี่ยวข้อง เรื่องที่ทำเป็นเรื่องใหม่หรือมีผู้อื่นได้เคยศึกษาค้นคว้าเรื่องทำนองนี้ไว้บ้างแล้ว ถ้ามีได้ผลเป็นอย่างไร เรื่องที่ทำนี้ได้ขยายเพิ่มเติมปรับปรุงจากเรื่องที่ทำไว้อย่างไร

5. จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

ควรมีความเฉพาะเจาะจงและเป็นสิ่งที่สามารถวัดได้ เป็นการบอกขอบเขตของงานที่จะทำได้ชัดเจนขึ้น

6. สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า (ถ้ามี)

สมมุติฐานเป็นคำตอบหรือคำอธิบายที่คาดไว้ล่วงหน้า ซึ่งอาจจะถูกหรือไม่ก็ได้ การเขียนสมมุติฐานควรมีเหตุผลคือ มีทฤษฎีหลักการทางวิทยาศาสตร์รองรับ และที่สำคัญคือเป็นข้อความที่มองเห็นแนวโน้มในการดำเนินการทดลองหรือสามารถทดสอบได้ ซึ่งบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม เช่น

..(ตัวแปรต้น)..มีผลต่อ..(ตัวแปรตาม)..ของกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกัน

ถ้า..(ตัวแปรต้น)...มีผลต่อ..(ตัวแปรตาม)..ของกลุ่มตัวอย่าง ดังนั้น..ตัวแปรต้น..

น่าจะมีผลต่อ..(ตัวแปรตาม)..แตกต่างกัน

7. วิธีดำเนินงาน

7.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้

ระบุว่าวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้มีอะไรบ้าง จะได้วัสดุอุปกรณ์เหล่านั้นมาจากไหน วัสดุอุปกรณ์อะไรบ้าง ที่ต้องจัดซื้ออะไรบ้างที่ต้องจัดทำเองอะไรบ้างที่ขอยืมได้

7.2 แนวการศึกษาค้นคว้า

อธิบายว่าจะออกแบบการทดลองอะไร อย่างไร จะสร้างหรือประดิษฐ์อะไรอย่างไร จะเก็บข้อมูลอะไรบ้าง จะเก็บข้อมูลอย่างไรและเมื่อใดบ้าง

8. แผนปฏิบัติงาน

2. บทความในวารสาร

ชื่อผู้เขียนบทความ. (ปีที่พิมพ์). ชื่อบทความ. ชื่อวารสาร. ปีที่(ฉบับที่): เลขหน้า

ตัวอย่างเช่น

สุวิทย์ วรรณศรี. (2548). แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้
โครงการวิทยาศาสตร์. *วงการครู*. 2(20): 44-47.

3. บทความในหนังสือพิมพ์

ชื่อผู้เขียน. (ปีที่พิมพ์, วันที่ เดือน). ชื่อบทความหรือชื่อหัวข้อในคอลัมน์. ชื่อหนังสือพิมพ์.
หน้าที่ตีพิมพ์บทความ

ตัวอย่างเช่น

โนเนมนิค. (2539, 15 ตุลาคม). อีก 4-5ปี จะได้เห็นผู้บริโภคคุณภาพ. *มติชน*. หน้า 17

4. ข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต

ชื่อผู้เขียน. (ปีที่พิมพ์). ชื่อเรื่อง. สืบค้นเมื่อ วัน เดือน ปี, จาก ชื่อเว็บไซต์

ตัวอย่างเช่น

สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. (2556). *การประกวด
โครงการวิทยาศาสตร์*. สืบค้นเมื่อ 6 สิงหาคม 2556, จาก www.scioc.or.th.

4. การลงมือทำโครงการ

การลงมือทำโครงการ เป็นการปฏิบัติตามขั้นตอนของเค้าโครงของโครงการได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งควรคำนึงถึงเรื่องต่อไปนี้

1. เตรียมวัสดุอุปกรณ์และสถานที่ให้พร้อมก่อนลงมือทดลอง
2. มีสมุดสำหรับบันทึกกิจกรรมประจำวันว่าได้ทำอะไรบ้าง ได้ผลอย่างไรมีปัญหาและข้อคิดอย่างไร
3. ปฏิบัติการทดลองด้วยความระมัดระวังรอบคอบ และบันทึกข้อมูลไว้ให้เป็นระเบียบและครบถ้วน
4. คำนึงถึงความประหยัดและความปลอดภัยในการทำงาน
5. พยายามทำตามแผนงานที่วางไว้ในตอกแรก แต่อาจเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมบ้างหลังจากที่ได้เริ่มต้นทำงานไปแล้วถ้าคิดว่าจะทำให้ผลงานดีขึ้น
6. ควรปฏิบัติการทดลองซ้ำเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้มากขึ้น
7. ควรแบ่งงานเป็นส่วนย่อย ๆ และทำแต่ละส่วนให้สำเร็จก่อนทำส่วนอื่นต่อไป
8. ควรทำงานส่วนที่เป็นหลักสำคัญ ๆ ให้เสร็จก่อนแล้วจึงทำส่วนที่เป็นส่วนประกอบหรือส่วนเสริมเพื่อตกแต่งโครงการ
9. อย่าทำงานต่อเนื่องจนเมื่อยล้า จะทำให้ขาดความระมัดระวัง
10. ถ้าเป็นโครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์ควรคำนึงถึงความคงทนแข็งแรงและขนาดที่เหมาะสมของสิ่งประดิษฐ์นั้น

เมื่อดำเนินการทำโครงการครบถ้วนตามขั้นตอน ได้ข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลแล้ว จะต้องแปลผลและสรุปผลการศึกษาค้นคว้าว่าได้ผลอย่างไรบ้าง พร้อมทั้งอภิปรายผลของการศึกษา



pppst.com

(ที่มา: <http://maroszek.weebly.com/uploads/1/3/1/9/1319>

2847/2835472_orig.gif)



(ที่มา: <http://blogs.villagegreen.com/minneapolis/files/2010/01/science-fair-project.png>)

5. การเขียนรายงาน

การเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์เป็นการเสนอผลของการศึกษาค้นคว้า เพื่ออธิบายให้คนอื่น ๆ ได้เข้าใจแนวคิด วิธีการดำเนินงานการศึกษาค้นคว้าข้อมูลผลที่ได้ ตลอดจน ข้อเสนอสรุปและข้อเสนอแนะต่าง ๆ เกี่ยวกับโครงการนั้น ซึ่งควรจะใช้ภาษาที่อ่านเข้าใจง่าย ชัดเจน มีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน คือ

1. ส่วนนำ
2. ส่วนเนื้อเรื่อง
3. ส่วนอ้างอิง

1. ส่วนนำ

เป็นส่วนประกอบตอนแรกของรายงาน ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1.1 ปกนอก เป็นส่วนที่ควรเน้นความเรียบร้อยสวยงามเป็นพิเศษ ข้อความที่ปรากฏในส่วนของปกนอก ได้แก่

- ชื่อเรื่อง
- ชื่อผู้ทำรายงาน
- ชื่อโรงเรียน

1.2 ปกใน มีข้อความตรงกับข้อความที่ปรากฏในส่วนปกนอก

- ชื่อเรื่อง
- ชื่อผู้ทำรายงาน
- ชื่อที่ปรึกษา

1.3 บทคัดย่อ (Abstract) เป็นการเขียนสรุปสาระสำคัญของรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ที่สั้นได้ใจความชัดเจน ครอบคลุมเนื้อหาสำคัญของโครงการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนจุดมุ่งหมาย ขอบเขตของการทำโครงการ วิธีดำเนินงาน ผลการดำเนินงาน และสรุปผล หรือข้อค้นพบที่สำคัญ โดยเรียบเรียงเป็นข้อความบรรยายให้ต่อเนื่องกันเป็นลำดับ เข้าใจง่าย ซึ่งเนื้อความส่วนนี้ควรกะทัดรัด ใช้คำประมาณ 300 – 350 คำ

1.4 สารบัญ (Table of Content) เป็นส่วนที่จะทำให้ผู้อ่านรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ มองเห็นโครงสร้างของการเขียนรายงานโครงการ และช่วยในการค้นคว้าข้อต่าง ๆ ของรายงานได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้น ในการเขียนสารบัญจึงควรระบุหัวข้อ โดยแยกออกเป็นบท ๆ และเรียงลำดับหัวข้อตามเนื้อหาในรายงานอย่างละเอียดพร้อมทั้งระบุเลขหน้ากำกับไว้ด้วย

2. ส่วนเนื้อเรื่อง

ประกอบด้วยเนื้อหาของรายงานโครงการงานวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่เริ่มต้นศึกษาค้นคว้าการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการสรุปผล ซึ่งแยกเขียนเป็นบท 5 บท ประกอบด้วย

บทที่ 1 บทนำ

- 1.1 ที่มาและความสำคัญ
- 1.2 จุดมุ่งหมาย
- 1.3 สมมติฐาน(ถ้ามี)
- 1.4 ตัวแปร(ถ้ามี)
- 1.5 นิยามเชิงปฏิบัติการ

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เป็นการค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงการที่ทำ จากแหล่งความรู้ต่างๆ เช่น ตำรา วารสาร หนังสือพิมพ์ เอกสารเผยแพร่หรือเว็บไซต์แล้ว รวมทั้งโครงการย้อนหลังให้ได้มากที่สุด และควรเป็นข้อมูลที่ทันสมัย ซึ่งควรรวบรวมรายชื่อเอกสารเหล่านั้นในรูปแบบที่จะนำไปเขียนในบรรณานุกรม

บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษา

อธิบายวิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้าที่ได้ลงมือปฏิบัติทุกขั้นตอนอย่างละเอียด ซึ่งผู้ที่สนใจสามารถทำซ้ำตามขั้นตอนเหล่านั้นได้ โดยแยกเขียนเป็น 2 ส่วน คือ

- 3.1 วัสดุอุปกรณ์ สารเคมี
- 3.2 ขั้นตอนการปฏิบัติ

บทที่ 4 ผลการดำเนินการศึกษา

เป็นการนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการทำโครงการวิทยาศาสตร์ อาจนำเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิหรือกราฟ หรือวิธีการอย่างอื่น

บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การเขียนรายงานในบทที่ 5 นี้ ประกอบด้วย ส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ

5.1 สรุปผลการศึกษา เป็นการระบุสรุปผลการปฏิบัติโครงการวิทยาศาสตร์ว่าได้ผลเป็นอย่างไร เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ อภิปรายผลที่ได้ว่าสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานอย่างไร สอดคล้องหรือแตกต่างกับผลการศึกษาค้นคว้าหรือการวิจัยของใคร อย่างไร มีข้อจำกัดที่อาจส่งผลให้การทำโครงการวิทยาศาสตร์บกพร่องอย่างไรบ้าง

5.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำโครงการ ให้เขียนเป็นข้อๆ ว่าผลของการศึกษานี้จะนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง และมีประโยชน์อย่างไร

5.3 ข้อเสนอแนะ เป็นการให้ข้อเสนอว่าควรปรับปรุงแก้ไขอะไรบ้าง หากมีผู้สนใจต้องการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องนี้

3. ส่วนอ้างอิง

เป็นส่วนท้ายของโครงการงานวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย บรรณานุกรม และภาคผนวก

3.1 บรรณานุกรม

เป็นรายชื่อเอกสาร ซึ่งใช้เป็นหลักฐานอ้างอิงประกอบการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ จะต้องเขียนให้ถูกต้องตามหลักการเขียนบรรณานุกรม

3.2 ภาคผนวก

เป็นส่วนประกอบที่จะสนับสนุนโครงการงานวิทยาศาสตร์ ข้อมูลส่วนใหญ่จะเป็นรูปภาพเกี่ยวกับขั้นตอนการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ หรือข้อมูลสนับสนุนอื่นๆ ตามความเหมาะสม

นอกจากนั้นในการเขียนรายงานโครงการงานวิทยาศาสตร์ นิยมเขียนกิตติกรรมประกาศ หรือคำขอบคุณไว้ในรายงานด้วย เพื่อเป็นการให้เกียรติและขอบคุณในความช่วยเหลือ ซึ่งนิยมเขียนไว้หลังบทคัดย่อ

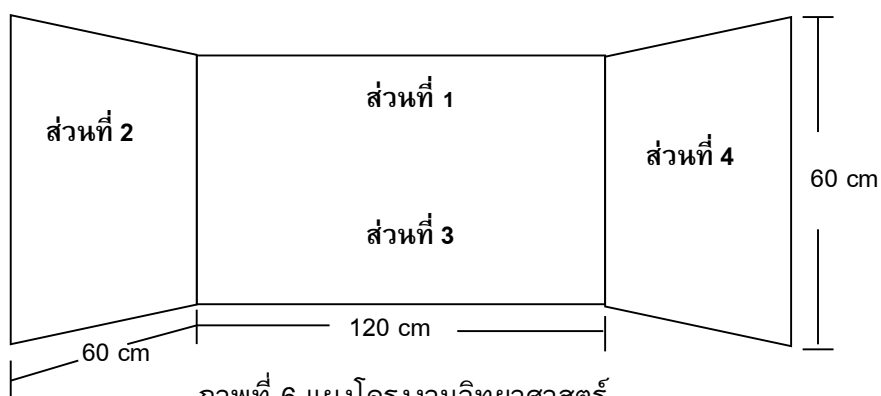
6. การแสดงผลงาน

การแสดงผลงาน เป็นการนำเสนอผลงานที่ได้จากการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ให้ผู้อื่นรับรู้ และเข้าใจ อาจทำได้ในรูปแบบต่าง ๆ กัน เช่น การเสนอผลงานในชั้นเรียน การจัดแสดงนิทรรศการภายในโรงเรียน การจัดแสดงนิทรรศการในงานวิชาการประจำปี การส่งผลงานเข้าร่วมแสดงหรือประกวดภายนอกโรงเรียน

ทั้งนี้ผู้ทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ต้องคิดรูปแบบการนำเสนอ โดยเขียนเป็นเอกสารรายงาน การรายงานปากเปล่า และการจัดทำแผนผังโครงการงาน ซึ่งอาจมีวัสดุ อุปกรณ์ ผลงานที่เกิดจากการทำโครงการงาน การสาธิต ประกอบการนำเสนอซึ่งนิยมนำเสนอใน 2 วิธี คือ

1. การนำเสนอในรูปแบบของการอธิบายประกอบการใช้ Power Point

2. การนำเสนอในรูปแบบของแผนผังโครงการงาน ลักษณะของแผนผังโครงการงานประกอบด้วย 3 ด้าน คือ ด้านหลังมีขนาด 60x120 เซนติเมตร และด้านข้าง 2 ด้านมีขนาดด้านละ 60x60 เซนติเมตร ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แฉงโครงการงานวิทยาศาสตร์

ส่วนที่ 1 ประกอบด้วยหัวข้อ

- 1.1 โครงการงานวิทยาศาสตร์ ระดับชั้น.....
- 1.2 ชื่อโครงการงานวิทยาศาสตร์
- 1.3 ชื่อโรงเรียน

ส่วนที่ 2 ประกอบด้วยหัวข้อ

- 2.1 คณะผู้จัดทำ
- 2.2 อาจารย์ที่ปรึกษา
- 2.3 บทคัดย่อ
- 2.4 ที่มาและความสำคัญ
- 2.5 จุดมุ่งหมายของการศึกษา
- 2.6 สมมติฐานของการศึกษา

ส่วนที่ 3 ประกอบด้วยหัวข้อ

- 3.1 ขอบเขตของการศึกษา
(ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม)
- 3.2 นิยามเชิงปฏิบัติการ
- 3.3 อุปกรณ์และสารเคมี
- 3.4 วิธีการดำเนินการทดลอง
- 3.5 ผลการทดลอง

ส่วนที่ 4 ประกอบด้วยหัวข้อ

- 4.1 สรุปและอภิปรายผลการทดลอง
- 4.2 ประโยชน์ที่ได้รับ
- 4.3 ข้อเสนอแนะ
- 4.4 บรรณานุกรม

เอกสารอ้างอิง

- ชาติรี เกิดธรรม. (2547). เทคนิคการสอนแบบโครงการ. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- . (2556). เทคนิคการสอนโครงการวิทยาศาสตร์. สืบค้นเมื่อ 22 ธันวาคม 2556, จาก edu.vru.ac.th/sct/cheat%20download/3.pdf.
- ต้นหยง อิ่มมาก. (2550). ชุดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์แบบที่เน้นการปฏิบัติ. มปป.
- ธีระชัย ปุรณโชติ. (2531). กรณีตัวอย่างการทำโครงการวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ลัดดา ภูเกียรติ. (2544). โครงการเพื่อการเรียนรู้หลักการและแนวทางการจัดกิจกรรม. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- . (2556). คู่มือการเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์ โครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์. สืบค้นเมื่อ 22 ธันวาคม 2556, จาก extramaths.skwk.ac.th/wp-content/uploads.

4. ทำไมจึงต้องศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อเรื่องโครงการวิทยาศาสตร์ที่สนใจทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. ทำไมจึงต้องเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. การลงมือทำโครงการวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือควรทำอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. การเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8. การนำเสนอผลงานโครงการวิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 2
ปัญหาที่พบในชุมชนหรือในโรงเรียน

รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม

- 1.....หัวหน้า 2.รองหัวหน้า
3.เลขานุการ 4.รองเลขานุการ

คำชี้แจง

ให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มเสนอปัญหาที่พบหรือสังเกตเห็นในชุมชน ที่บ้านของตนเอง หรือสภาพแวดล้อมในโรงเรียน อย่างน้อยคนละ 2 เรื่อง

ปัญหา

สาเหตุ

ข้อดีที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหา

ข้อจำกัดในการแก้ปัญหา

แผนผังความคิด ปัญหาที่พบในชุมชน ที่บ้าน หรือที่โรงเรียน



ปัญหาที่สนใจคือ

เพราะ.....

ใบกิจกรรมที่ 3
สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่สนใจศึกษา

คำชี้แจง

จากปัญหาที่นักเรียนสนใจเลือกในใบกิจกรรมที่ 2 ให้นักเรียนดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

ข้อ 1 สืบค้นข้อมูลปัญหาที่เลือกไว้ แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาใส่ไว้ในบริเวณพื้นที่ว่างด้านล่าง

- ข้อมูลที่สืบค้น เรื่อง.....
- สืบค้นจากแหล่งเรียนรู้.....

(ถ่ายเอกสารข้อมูลที่สืบค้นได้ นำมาติดไว้ในบริเวณที่ว่าง)

รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม

- 1.....หัวหน้า 2.รองหัวหน้า
3.เลขานุการ 4.รองเลขานุการ

- ให้นักเรียนเขียนเป็นแผนผังความคิด ของข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่ตัดสินใจเลือกศึกษา เพื่อวิเคราะห์ ให้รู้ว่า ใคร ทำอะไร ที่ไหน เมื่อไร อย่างไร มีข้อมูลอะไรบ้างที่สนับสนุน

ใบกิจกรรมที่ 4

การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม

1.หัวหน้า 2.รองหัวหน้า
3.เลขานุการ 4.รองเลขานุการ

1. จากแผนผังความคิดที่นักเรียนวิเคราะห์ใบกิจกรรมที่ 3 นักเรียนคิดว่าสิ่งที่เป็นปัญหาหรือปัญหาที่คิดว่าอาจจะเกิดขึ้นมีอะไรบ้าง และปัญหาเหล่านั้นมีสาเหตุมาจากอะไร

จากปัญหาข้างต้น นักเรียนสนใจเลือกที่จะแก้ปัญหาใดเป็นอันดับแรก

.....

เพราะว่า

.....

.....

ข้อ 2. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาที่นักเรียนเลือกไว้ในข้อ 1. ด้วยวิธีใดได้บ้าง?

(ช่วยกันคิดหาแนวทางแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุด)

วิธีที่ 1

.....

วิธีที่ 2

.....

วิธีที่ 3

.....

วิธีที่ 4

.....

วิธีที่ 5

.....

วิธีที่ 6

.....

วิธีที่ 7

.....

วิธีที่ 8

.....

วิธีที่ 9

.....

วิธีที่ 10

.....

วิธีแก้ปัญหาที่กลุ่มของนักเรียนตัดสินใจเลือกคือ วิธีที่

เพราะ.....

.....

.....

.....

ข้อ 3 ให้นักเรียนวางแผนการที่จะหาวิธีแก้ปัญหาลูกที่เลือกไว้ในข้อ 2 ไปปฏิบัติให้ได้จำนวนมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

แผนปฏิบัติการที่ 1

แผนปฏิบัติการที่ 2

แผนปฏิบัติการที่ 3

แผนปฏิบัติการที่ 4

แผนปฏิบัติการที่ 5

แผนปฏิบัติการที่ 6

แผนปฏิบัติการที่ 7

แผนปฏิบัติการที่เหมาะสมที่สุด คือ แผนปฏิบัติการที่

เหตุผลที่เลือกแผนปฏิบัติการนี้.....

กิจกรรมที่ 5 เค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.



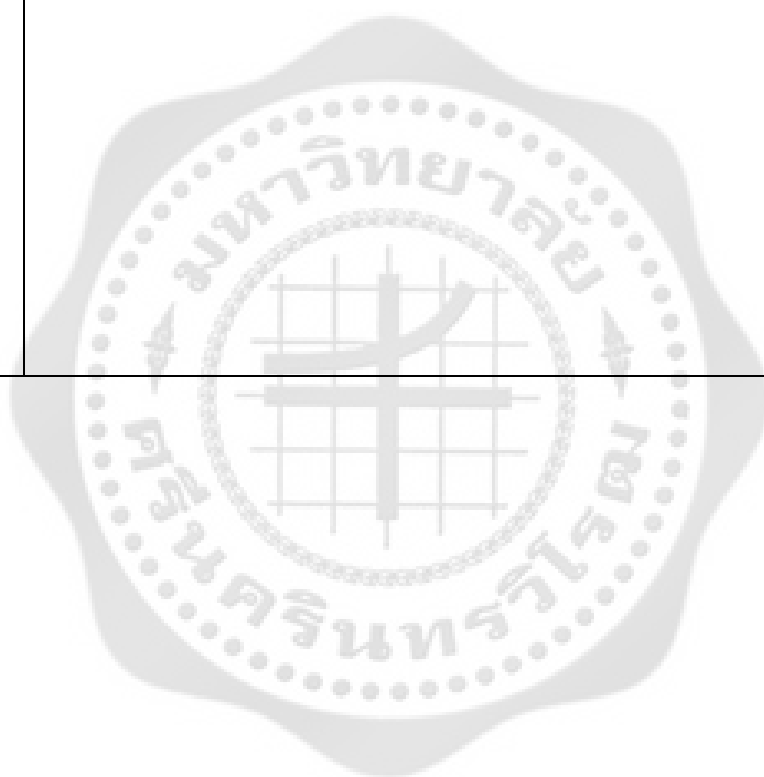
1











แบบประเมิน ใบกิจกรรมที่ 2
แผนผังความคิด ปัญหาที่พบในชุมชนหรือในโรงเรียน

รายการประเมิน	คะแนนที่ได้												หมายเหตุ
	กลุ่มที่												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
เนื้อหา													
การนำเสนอ													
ความสวยงาม และสร้างสรรค์													
รวมคะแนน													

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

เกณฑ์การประเมินการเขียนแผนผังความคิด

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3	2	1
เนื้อหา	ข้อเท็จจริงของเนื้อหาถูกต้อง และมีหัวข้อที่สำคัญครบถ้วน ทุกประเด็น	ข้อเท็จจริงของเนื้อหาถูกต้อง แต่ขาดหัวข้อที่สำคัญ 1-2 ประเด็น	ข้อเท็จจริงของเนื้อหาถูกต้อง แต่ขาดหัวข้อที่สำคัญ มากกว่า 2 ประเด็น
การนำเสนอ	เขียนความคิดหลัก แล้วแตก สาขาออกเป็นความคิดรอง ความคิดย่อยได้ครบถ้วน ใช้ คำเชื่อมโยงระหว่างความคิด ได้เข้าใจง่ายและถูกต้อง	เขียนความคิดหลัก แล้วแตก สาขาออกเป็นความคิดรอง ความคิดย่อยได้ไม่ครบขาด หัวข้อที่สำคัญ 1-2 ประเด็น ใช้ คำเชื่อมโยงระหว่างความคิดได้ เข้าใจง่ายและถูกต้อง	เขียนความคิดหลัก แล้วแตก สาขาออกเป็นความคิดรอง ความคิดย่อยได้ไม่ครบขาด หัวข้อที่สำคัญมากกว่า 2 ประเด็น ไม่มีคำเชื่อมโยง ระหว่างความคิด
ความสวยงาม และสร้างสรรค์	จัดวางองค์ประกอบที่ดูแล้ว อ่านง่าย ใช้สีตกแต่งได้ สวยงามและไม่มีรอยลบ ชีตฆ่า มีรูปแบบไม่ซ้ำใคร	จัดวางองค์ประกอบที่ดูแล้วอ่าน ง่าย ใช้สีตกแต่งได้สวยงาม มีรอยลบขีดฆ่า 1-2 ตำแหน่ง มีรูปแบบซ้ำ คนอื่น 1-2 คน	จัดวางองค์ประกอบที่ดูแล้ว อ่านง่าย ไม่ใช้สีตกแต่ง หรือ มีรอยลบขีดฆ่ามากกว่า 2 ตำแหน่ง มีรูปแบบซ้ำ คนอื่นมากกว่า 2 คน

แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 4

เรื่อง การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

คำชี้แจง

การตรวจให้คะแนนกิจกรรมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ พิจารณาจากผลรวมของคะแนนการระบุปัญหา การแสวงหาและคัดสรรแนวทางการแก้ปัญหา และ การวางแผนแก้ปัญหา

เกณฑ์การพิจารณาคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ประเด็นการพิจารณา	4 คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
1.การระบุปัญหา (พิจารณาจากการตอบคำถามข้อ 1.)					
1.1 ค้นหาปัญหา	ระบุปัญหาภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดมากกว่า 3 ปัญหา	ระบุปัญหาภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนด 3 ปัญหา	ระบุปัญหาภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนด 2 ปัญหา	ระบุปัญหาภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนด 1 ปัญหา	ไม่ระบุปัญหาหรือระบุปัญหาที่ไม่อยู่ในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนด
1.2 ระบุสาเหตุของปัญหา	บอกสาเหตุได้สอดคล้องกับปัญหาที่ระบุได้ครบทุกปัญหา	บอกสาเหตุ ไม่ครบ หรือ ไม่สอดคล้องกับปัญหาที่ระบุไว้ 1 ปัญหา	บอกสาเหตุ ไม่ครบ หรือ ไม่สอดคล้องกับปัญหาที่ระบุไว้ 2 ปัญหา	บอกสาเหตุ ไม่ครบ หรือ ไม่สอดคล้องกับปัญหาที่ระบุไว้มากกว่า 2 ปัญหา	ไม่บอกสาเหตุของปัญหาที่ระบุไว้ในทุกปัญหา
1.3 ตัดสินใจเลือกปัญหา	ตัดสินใจเลือกปัญหาได้ และแสดงเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สนับสนุนอย่างสมเหตุสมผล	ตัดสินใจเลือกปัญหาได้ และแสดงเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สนับสนุนไม่สมเหตุสมผล	ตัดสินใจเลือกปัญหาได้ แต่แสดงเหตุผลที่ไม่ใช่เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สนับสนุน	ตัดสินใจเลือกปัญหาได้ แต่ไม่แสดงเหตุผลสนับสนุนหรือเหตุผลไม่สมเหตุสมผล	ไม่ตัดสินใจเลือกปัญหา หรือเลือกปัญหาที่ไม่อยู่ในขอบเขตของข้อเท็จจริงของสถานการณ์ที่กำหนด

เกณฑ์การพิจารณาคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ประเด็นการพิจารณา	4 คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
2. การแสวงหาและคิดสรรแนวทางแก้ปัญหา (พิจารณาจากการตอบคำถามข้อ 2.)					
2.1 ความคิด คล่อง	บอกวิธี แก้ปัญหา ที่เป็นไปได้ ในทางปฏิบัติ มากกว่า 3 วิธี	บอกวิธี แก้ปัญหา ที่เป็นไปได้ ในทางปฏิบัติ 3 วิธี	บอกวิธี แก้ปัญหา ที่เป็นไปได้ ในทางปฏิบัติ 2 วิธี	บอกวิธี แก้ปัญหา ที่เป็นไปได้ ในทางปฏิบัติ 1 วิธี	ไม่บอกวิธี แก้ปัญหา หรือบอกวิธี แก้ปัญหาที่เป็นไป ไม่ได้ในทางปฏิบัติ
2.2 ความคิด ยืดหยุ่น	มีประเภทของ วิธีแก้ปัญหา ที่เป็นไปได้ ในทางปฏิบัติ มากกว่า 3 กลุ่ม ขึ้นไป	มีประเภทของ วิธีแก้ปัญหา ที่เป็นไปได้ ในทางปฏิบัติ 3 กลุ่ม	มีประเภทของ วิธีแก้ปัญหา ที่เป็นไปได้ ในทางปฏิบัติ 2 กลุ่ม	มีประเภทของ วิธีแก้ปัญหา ที่เป็นไปได้ ในทางปฏิบัติ 1 กลุ่ม	ไม่บอกวิธี แก้ปัญหา หรือบอกวิธี แก้ปัญหาที่เป็นไป ไม่ได้ในทางปฏิบัติ
2.3 ความคิด ริเริ่ม	บอกวิธี แก้ปัญหา ที่มีความถี่ ไม่เกิน 5% จาก คำตอบทั้งหมด	บอกวิธี แก้ปัญหา ที่มีความถี่ 6-10% จาก คำตอบทั้งหมด	บอกวิธี แก้ปัญหา ที่มีความถี่ 11-15% จาก คำตอบทั้งหมด	บอกวิธี แก้ปัญหา ที่มีความถี่ 16-20% จาก คำตอบทั้งหมด	บอกวิธีแก้ปัญหา ที่มีความถี่ มากกว่า 20% จากคำตอบ ทั้งหมด
2.4 ความคิด อย่างมี เหตุผล	เลือกวิธี แก้ปัญหาที่ใช้ ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ และ แสดง เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ สนับสนุนการ ตัดสินใจเลือก วิธีแก้ปัญหา	เลือกวิธี แก้ปัญหาที่ใช้ ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ แต่แสดงเหตุผล ที่ไม่ใช่เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์ สนับสนุนการ ตัดสินใจเลือก วิธีแก้ปัญหา	เลือกวิธี แก้ปัญหา ที่ไม่ได้ใช้ ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ และ แสดง เหตุผลที่ไม่ใช่ เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ สนับสนุนการ ตัดสินใจเลือก วิธีแก้ปัญหา	เลือกวิธี แก้ปัญหา ที่ใช้หรือไม่ใช้ ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ แต่ไม่แสดง เหตุผล สนับสนุนการ ตัดสินใจเลือก วิธีแก้ปัญหา หรือเหตุผล ไม่สมเหตุสมผล	ไม่เลือก วิธีแก้ปัญหาและ ไม่แสดงเหตุผล

เกณฑ์การพิจารณาคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ประเด็นการพิจารณา	4 คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
3. การวางแผนแก้ปัญหา (พิจารณาจากการตอบคำถามข้อ 3.)					
3.1 จำนวนแผนการแก้ปัญหา	บอกแผนการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ในทางปฏิบัติมากกว่า 3 วิธี	บอกแผนการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ในทางปฏิบัติ 3 วิธี	บอกแผนการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ในทางปฏิบัติ 2 วิธี	บอกแผนการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ในทางปฏิบัติ 1 วิธี	ไม่บอกแผนการแก้ปัญหาหรือบอกแผนการแก้ปัญหาที่เป็นไปไม่ได้ในทางปฏิบัติ
3.2 ตัดสินใจเลือกแผนการแก้ปัญหา	ตัดสินใจเลือกแผนการแก้ปัญหาที่สามารถปฏิบัติได้จริง และแสดงเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สนับสนุนอย่างสมเหตุสมผล	ตัดสินใจเลือกแผนการแก้ปัญหาที่สามารถปฏิบัติได้จริง แต่ไม่ใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สนับสนุน	ตัดสินใจเลือกแผนการแก้ปัญหาที่สามารถปฏิบัติได้จริง แต่ไม่แสดงเหตุผลสนับสนุน หรือแสดงเหตุผลที่สนับสนุนที่ไม่สมเหตุสมผล	ตัดสินใจเลือกแผนการแก้ปัญหาที่สามารถปฏิบัติได้จริงบางส่วน แต่ไม่แสดงเหตุผลสนับสนุน	ไม่เลือกแผนการแก้ปัญหา หรือเลือกแผนการที่ไม่สามารถปฏิบัติได้จริง และไม่แสดงเหตุผล

บันทึกความก้าวหน้าในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ครั้งที่

วัน/เดือน/ปี ที่บันทึก.....

ชื่อโครงการ.....

ผู้ทำโครงการ 1.

2.

3.

4.

อาจารย์ที่ปรึกษา

วัน/เดือน/ปี ที่เริ่มต้นทำโครงการ.....

1. งานที่กลุ่มของนักเรียนได้ลงมือทำไปแล้ว มีอะไรบ้าง (ให้บรรยายรายละเอียดการดำเนินงาน)

รายละเอียดการดำเนินงาน	ผลการดำเนินงาน
ทำอะไรไปแล้วบ้าง?	

เกณฑ์การให้คะแนนการติดตามความก้าวหน้าในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

เกณฑ์การให้คะแนน	ระดับคะแนน
<p>บรรยายรายละเอียดการดำเนินงาน ผลการดำเนินงาน บอกรายละเอียดที่พบในระหว่างทำโครงการฯและวิธีการแก้ปัญหา(ถ้ามี) บอกสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการดำเนินงานโครงการแต่ละครั้ง และสิ่งที่จะต้องทำ(แผนการทำงาน)ในครั้งต่อไปได้อย่างชัดเจน และดำเนินงานได้ก้าวหน้ามากกว่าแผนการทำงานที่ระบุไว้</p>	4
<p>บรรยายรายละเอียดการดำเนินงาน ผลการดำเนินงาน บอกรายละเอียดที่พบในระหว่างทำโครงการฯและวิธีการแก้ปัญหา(ถ้ามี) บอกสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการดำเนินงานโครงการแต่ละครั้ง และสิ่งที่จะต้องทำ(แผนการทำงาน)ในครั้งต่อไปได้อย่างชัดเจน และดำเนินงานเป็นไปตามแผนการทำงานที่ระบุไว้</p>	3
<p>บรรยายรายละเอียดการดำเนินงาน ผลการดำเนินงาน บอกรายละเอียดที่พบในระหว่างทำโครงการฯและวิธีการแก้ปัญหา(ถ้ามี) บอกสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการดำเนินงานโครงการแต่ละครั้ง และสิ่งที่จะต้องทำ(แผนการทำงาน)ในครั้งต่อไปได้อย่างชัดเจน ไม่ชัดเจน ดำเนินการได้น้อยกว่าแผนการทำงานที่ระบุไว้</p>	2
<p>บรรยายรายละเอียดการดำเนินงาน ผลการดำเนินงาน บอกรายละเอียดที่พบในระหว่างทำโครงการฯและวิธีการแก้ปัญหา(ถ้ามี) บอกสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการดำเนินงานโครงการแต่ละครั้ง และสิ่งที่จะต้องทำ(แผนการทำงาน)ในครั้งต่อไปได้อย่างชัดเจน ไม่ชัดเจน และไม่ปฏิบัติตามแผนการทำงานที่ระบุไว้</p>	1



ตัวอย่างผลงานนักเรียน

ใบกิจกรรมที่ 2
สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่สนใจศึกษา

คำชี้แจง

จากปัญหาที่นักเรียนสนใจเลือกในใบกิจกรรมที่ 2 ให้นักเรียนดำเนินการตามขั้นตอน

ต่อไปนี้

ข้อ 1 สืบค้นข้อมูลปัญหาที่เลือกไว้ แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาใส่ไว้ในบริเวณพื้นที่ว่างด้านล่าง

- ข้อมูลที่สืบค้น เรื่อง.....
- สืบค้น จากแหล่งเรียนรู้ <http://www.oknation.net/blog/dello/2008/01/23/entry-4>

ว่าด้วยเรื่องขยะ และความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับขยะ

รู้ไหมว่า ขยะ กำลังล้นโลก มนุษย์เราสร้างขยะขึ้นมามากตลอดเวลา ทุกวันที่ ขยะกำลังเพิ่มขึ้น 1 ซิน 2 ซิน หรืออาจจะมากกว่า 10 ซินต่อวันที่ ในบ้านเรือนก็เช่นกัน ขยะที่เกิดจากอุปกรณ์อำนวยความสะดวกใช้แล้วทิ้งต่างๆ มีจำนวนหนึ่งครัวเรือน หนึ่งวัน ต่อ หนึ่งหนึ่งกิโลกรัม หรืออาจมากกว่านั้น!

การแบ่ง ประเภทของขยะมูลฝอย

มูลฝอย (Waste) หมายถึง สิ่งของเหลือทิ้งจากการบวนการผลิตและอุปโภค ซึ่งเมื่อใช้การไม่ได้หรือไม่ต้องการใช้แล้ว บางชนิดเป็นของแข็งหรือกากของเสีย (Solid waste) มีผลเสียต่อสุขภาพทางกายและจิตใจ เนื่องจากความสกปรก เป็นแหล่งเพาะเชื้อโรค ทำให้เกิดมลพิษและทัศนียภาพ

มูลฝอย (Solid Waste)

มูลฝอย หมายความว่า เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า เศษพลาสติก ภาชนะที่ใส่อาหาร เศษวัสดุ หรือซากสัตว์ รวมตลอดถึงสิ่งอื่นใดที่เก็บกวาดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์หรือที่อื่น

มลพิษที่เกิดจากขยะมูลฝอย (Waste pollution) หมายถึง สภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม อันเนื่องมาจากขยะมูลฝอย เช่น การทิ้งขยะลงในแหล่งน้ำ และการเกิดกลิ่นเหม็นจากกองขยะ

ประเภท

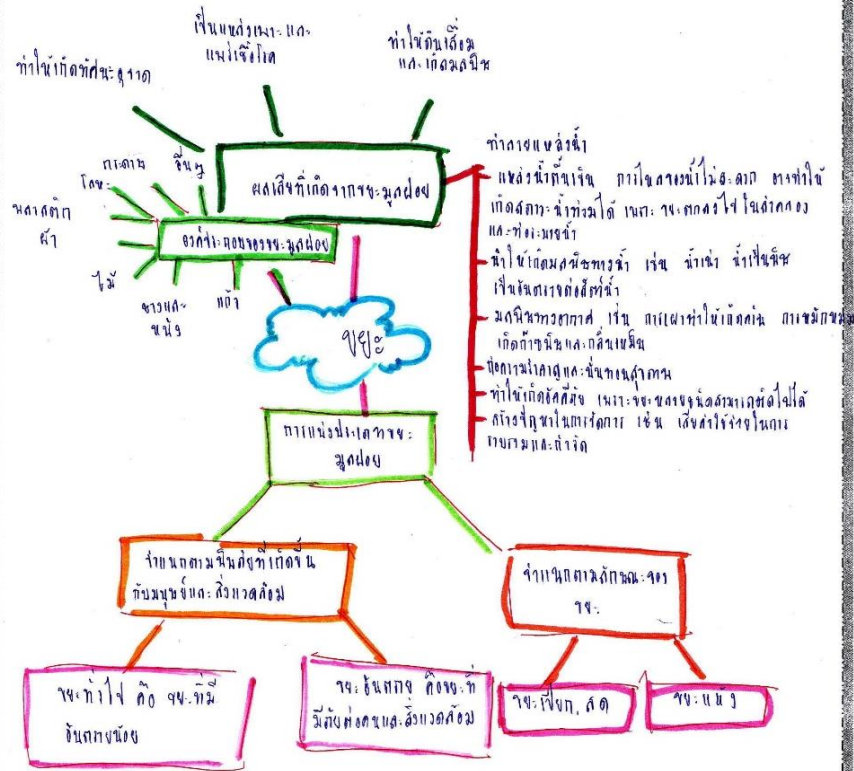
1. จำแนกตามพิษภัยที่เกิดขึ้นกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มี 2 ประเภท คือ

- 1) ขยะทั่วไป (General waste) หมายถึง ขยะมูลฝอยที่มีอันตรายน้อย ได้แก่ พลาสติก เศษอาหาร เศษกระดาษ เศษผ้า พลาสติก เศษหญ้าและใบไม้ ฯลฯ
- 2) ขยะอันตราย (Hazardous waste) เป็นขยะที่มีภัยต่อคนและสิ่งแวดล้อม อาจมีสารพิษ ติดไฟหรือระเบิดง่าย ปนเปื้อนเชื้อโรค เช่น ไฟแช็กแก๊ส กระบองสปรีย์ ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ หรืออาจเป็นพวกสาลีและผ้าพันแผลจากสถานพยาบาลที่มีเชื้อโรค

2. จำแนกตามลักษณะของขยะ มี 2 ประเภท คือ

- 1) ขยะอินทรีย์หรือเศษซาก (Organic waste) คือ ขยะที่เกิดจากสิ่งมีชีวิต เช่น เศษอาหาร เศษผัก เศษผลไม้ เศษสัตว์

2. ให้นักเรียนเขียนเป็นแผนผังความคิด ของข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่ตัดสินใจเลือกศึกษา เพื่อวิเคราะห์ ให้รู้ว่า ใคร ทำอะไร ที่ไหน เมื่อไร อย่างไร มีข้อมูลอะไรบ้างที่สนับสนุน



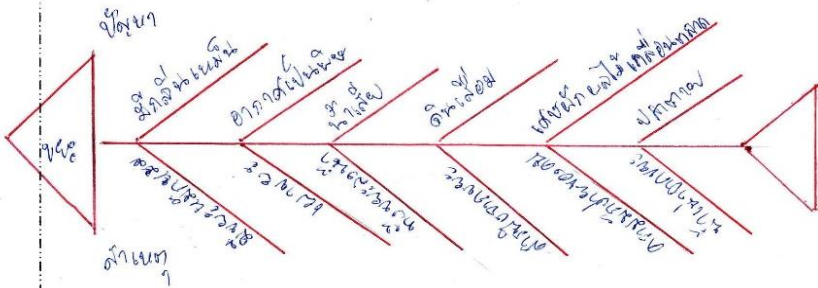
2 + 3 + 2 = 7

ใบกิจกรรมที่ 4
การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม

1. ด.พ. พิณนรินทร์ ทองดี หัวหน้า 2. ด.พ. สิริวิมล กลิ่นน้อย รองหัวหน้า
3. ด.พ. สิริจันทร์ นิ่มสกล เลขานุการ 4. ด.พ. อาศรินทร์ อู่สง รองเลขานุการ

1. จากแผนผังความคิดที่นักเรียนวิเคราะห์ใบกิจกรรมที่ 3 นักเรียนคิดว่าสิ่งที่เป็นปัญหาหรือปัญหาที่คิดว่าอาจจะเกิดขึ้นมีอะไรบ้าง และปัญหาเหล่านั้นมีสาเหตุมาจากอะไร



จากปัญหาข้างต้น นักเรียนสนใจเลือกที่จะแก้ปัญหาใดเป็นอันดับแรก เด็กนักเรียนได้เลือกเวลา

เพราะว่า เด็กได้แก่กลุ่มนี้ จะเด็กก็ยังไม่ดี เพราะเด็กอีก ๒๐ ได้มีวัยเรียนที่โรงเรียน
เวลาหนึ่ง เกิดการล่า และฉันนอน นอนหลับ นอนอยู่ในเวลา ที่นี้ให้คิดว่าปลั๊กหนึ่ง
เวลาหนึ่ง

ข้อ 2. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาที่นักเรียนเลือกไว้ในข้อ 1. ด้วยวิธีใดได้บ้าง?

(ช่วยกันคิดหาแนวทางแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุด)

- วิธีที่ 1 นำไปตั้ง
.....
วิธีที่ 2 นำไปเผา
.....
วิธีที่ 3 นำไปฝัง
.....
วิธีที่ 4 นำมาทำเป็นหม้อหุงข้าว
.....
วิธีที่ 5 นำไปขาย
.....
วิธีที่ 6 นำไปใช้ไฟได้ เจ็ด ขลุ่ย
.....
วิธีที่ 7 นำไปทำแกงหน่อไม้
.....
วิธีที่ 8 ใส่ลงในน้ำ หรือใส่ลงในหม้อหุงข้าว
.....
วิธีที่ 9 สำหรับทำแกง กับ ไข่ หรือใส่ลงในน้ำ
.....
วิธีที่ 10

วิธีแก้ปัญหาที่กลุ่มของนักเรียนตัดสินใจเลือกคือ วิธีที่ 4

เพราะ เป็นของที่มีคุณค่ามากได้ไปใช้ประโยชน์ได้มากมายได้เกิดประโยชน์ได้ และสะดวกในการ
ทำนั้นก็ได้เป็นเงินไปใช้ด้วย

ข้อ 3 ให้นักเรียนวางแผนการที่จะนำวิธีแก้ปัญหาที่เลือกไว้ในข้อ 2 ไปปฏิบัติ ให้ได้จำนวนมากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้

แผนปฏิบัติการที่ 1 ส่งแผนผังผังงานมาให้พี่ไว้

แผนปฏิบัติการที่ 2 ส่งแผนผังผังงานมาให้พี่ไว้
..... แผนผังผังงานมาให้พี่ไว้

แผนปฏิบัติการที่ 3 ส่งแผนผังผังงานมาให้พี่ไว้
..... แผนผังผังงานมาให้พี่ไว้

แผนปฏิบัติการที่ 4

แผนปฏิบัติการที่ 5

แผนปฏิบัติการที่ 6

แผนปฏิบัติการที่ 7

แผนปฏิบัติการที่เหมาะสมที่สุด คือ แผนปฏิบัติการที่ 3
เหตุผลที่เลือกแผนปฏิบัติการนี้ เป็นขั้นตอนที่ง่ายและสะดวกที่สุดในการปฏิบัติ ทำให้เด็ก
..... ได้เรียนรู้และเข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้นและหาวิธีแก้ปัญหานั้นได้
..... ได้ดีเยี่ยม

กิจกรรมที่ 5 เค้าวโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์

รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม

- | | |
|---|--------------|
| 1. เด็กหญิงจันทร์ ทวีดี ชั้น ป.๒ เลขที่ 22 | หัวหน้า |
| 2. เด็กหญิงสิริมาศ กลิ่นนุ่น ชั้น ป.๒ เลขที่ ๒๙ | รองหัวหน้า |
| 3. เด็กหญิงศิวพร นิลสุกุล ชั้น ป.๒ เลขที่ ๒๖ | เลขานุการ |
| 4. เด็กหญิงทศาน เวลสว่าง ชั้น ป.๒ เลขที่ ๒๓ | รองเลขานุการ |

๒๙
32

ชื่อเรื่อง

มหัศจรรย์น้ำผักจากเศษผักและผลไม้

ที่มาและความสำคัญ

ในชุมชนตลาดนิกร ซึ่งเป็นชุมชนที่อยู่ใกล้เชิงรถไฟเรียงบ้านมีร้านอาหารและที่จำหน่ายผลไม้สด
เหมาะราคาแม่ค้า ก็ราคาแพงได้ที่วางไว้ตามจุดต่างๆ มีเศษผักและผลไม้ที่ขายไม่ได้หรือ
จะนำไปทิ้งในถังขยะ และมีความกังวลว่าเศษผักและผลไม้ที่ทิ้งไว้เป็นเวลานานจะทำให้
กองผักเน่าเสีย ใช้น้ำรด สัตว์เลี้ยงและคนก็กินผักสดที่วางไว้ที่ตลาดนิกร
ไม่ได้และมีความกังวลว่าในบริเวณรอบๆ ได้รับผลกระทบ ส่วนในกลุ่มของบ้านเราจึงได้นำ
วิธีที่แก้ไขปัญหานี้ โดยนำเศษผักที่ได้มาไปใช้เกิดประโยชน์ให้เกิดประโยชน์ นำเศษผัก
เศษอาหาร หรือ เศษผักผลไม้มาหมักเป็นน้ำผักชีวภาพและนำมาใช้ผสมลงในน้ำรดผัก
สามารถแก้ไขปัญหานี้ได้โดยไม่ต้องใช้สารเคมี

จุดมุ่งหมาย

1. เพื่อศึกษาระยะเวลาหมักที่ผลต่อลักษณะของน้ำผัก
2. เพื่อศึกษาสัดส่วนของน้ำผักต่อน้ำที่มีผลต่อเจริญเติบโต

สมมติฐาน

1. ระยะเวลาหมักที่ผลต่อลักษณะของน้ำผักแตกต่างกัน
2. สัดส่วนของน้ำผักต่อน้ำที่มีผลต่อเจริญเติบโตแตกต่างกัน

เอกสารและความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้อง (ให้ระบุหัวข้อเรื่องที่ต้องสืบค้น)

1. น้ำผัก
2. ชยะในชุมชน
3. ปัญหาของเศษผักและเศษผลไม้
4. ศัตรูพืช
๕. ประโยชน์ของปุ๋ยหมัก

การทดลองที่ 1 เทคนิคการเพาะเชื้อเวลาในการหมักที่ส่งผลต่อลักษณะของน้ำนมหมัก
 จุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษา 1-4: เวลาในการหมักที่ส่งผลต่อลักษณะของน้ำนมหมัก

สมมติฐาน 1-9: เวลาในการหมักที่ส่งผลต่อลักษณะของน้ำนมหมักแตกต่างกัน

ตัวแปรต้น 1-9: เวลาในการหมัก

ตัวแปรตาม ลักษณะของน้ำนมหมัก

ตัวแปรควบคุม ปริมาณน้ำ, ปริมาณกากน้ำตาล, ปริมาณนมสดและนมผง, ปริมาณหัวเชื้อจุลินทรีย์, ขนาดถ้วยหมัก, สายรัดถ้วยหมัก, สถานที่ทำการทดลอง

นิยามเชิงปฏิบัติการ 1-9: เวลาในการหมัก คือ การสังเกตน้ำนมหมักในทุกๆ วัน คือ วันที่ 7, 14, 21 และ 28 ในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557

ลักษณะของน้ำนมหมัก คือ การสังเกตการเปลี่ยนแปลงของสี กลิ่น และลักษณะของนมหมักและนมผง

ปริมาณน้ำ คือ ปริมาณน้ำในปริมาณ 10000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ปริมาณกากน้ำตาล คือ ปริมาณน้ำตาลในปริมาณ 1000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ปริมาณนมสดและนมผง คือ นมสดและนมผง 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ขนาดของถ้วย คือ มีขนาด 5 ลิตร สีขาวตัวคือ สีส้ม ลักษณะที่จำเพาะคือ มีแก้วใสครอบถ้วยหมักด้วย

วัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้ในการทดลอง

นมสด	จำนวน	3 ลิตร
นมผง	จำนวน	10000 ลูกบาศก์เซนติเมตร
กากน้ำตาล	จำนวน	1000 ลูกบาศก์เซนติเมตร
หัวเชื้อจุลินทรีย์	จำนวน	125 ลูกบาศก์เซนติเมตร
ถ้วยหมัก 5 ลิตร	จำนวน	1 ถ้วย
แก้วครอบถ้วย	จำนวน	1 แก้ว

วิธีดำเนินการทดลอง

1. เริ่มต้นด้วยการเตรียมน้ำนมหมัก สัปดาห์ที่ 1

1.1 นำนมสดและนมผงใส่ลงไปในถ้วยขนาด 5 ลิตร ที่เตรียมไว้ในปริมาณ 3 กิโลกรัม

1.2 ได้กากน้ำตาลใส่ลงในนมหมักและนมผงในปริมาณ 1000 ลูกบาศก์เซนติเมตรแล้ว ผสมเข้ากัน

1.3 เติมน้ำเชื้อจุลินทรีย์ลงไปประมาณ 125 ลูกบาศก์เซนติเมตร

1.4 คนทุกอย่างให้เข้ากันแล้วปิดฝาไว้สนิททิ้งเอาไว้ 7 วัน

1.5 เมื่อครบ 7 วันแล้วจึงเปิดฝาแล้วเติมน้ำ 10000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

1.6 หมักไว้ 15-30 วัน จึงจะได้น้ำนมหมักที่พร้อม

2. ในระหว่างการทำน้ำนมหมัก ทุกๆ 7 วัน ให้เปิดฝาแล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงของสี กลิ่น และลักษณะของนมหมักและนมผงแล้วบันทึกผล

ตารางบันทึกผลการทดลอง

1-9: เวลาในการหมัก (ตอนกลางคืนวันจันทร์-วัน)	ลักษณะของน้ำนมหมัก		
	กลิ่นของ น้ำนมหมัก	สีของ น้ำนมหมัก	ลักษณะของนมหมัก และนมผง
0 วัน			
7 วัน			
14 วัน			
21 วัน			
28 วัน			

การทดลองที่ 2 การศึกษาสัดส่วนของน้ำในผักตบชวาที่มีผลการเจริญเติบโตของต้นกะหล่ำ
จุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษาสัดส่วนของน้ำในผักตบชวาที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกะหล่ำ

สมมติฐาน สัดส่วนของน้ำต่อน้ำในผักตบชวาที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกะหล่ำแตกต่างกัน

ตัวแปรต้น สัดส่วนของน้ำในผักตบชวา

ตัวแปรตาม การเจริญเติบโตของต้นกะหล่ำ

ตัวแปรควบคุม ระยะเวลาในการให้น้ำ ชนิดของน้ำ ขนาดของกระถาง ความสูงเริ่มต้นของต้นกะหล่ำ สถานที่ที่ทำการทดลอง

นิยามเชิงปฏิบัติการ สัดส่วนของน้ำในผักตบชวา คือ สัดส่วนของน้ำในผักตบชวาที่นำใส่ลงในโถงที่เพาะต้นกะหล่ำ

ทฤษฎีเดิมที่ทางต้นกะหล่ำ คือ การวัดความสูงที่เริ่มจากต้นกะหล่ำแรกโดยวัดจากลำต้นวัด

มีจุดเริ่มต้นที่ปลายยอด

ระยะเวลาในการรดน้ำ คือ ในเวลาเช้าและเย็น ชนิดของน้ำ คือ น้ำเปล่า

ขนาดของกระถาง คือ ๑ นิ้ว ความสูงเริ่มต้นของต้นกะหล่ำ คือ ๑ เซนติเมตร

สถานที่ทำการทดลอง คือ บ้านของสมาชิกในกลุ่มชนิด

วัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้ในการทดลอง

ต้นกะหล่ำ จำนวน 10 ต้น

กระถางขนาด ๑ นิ้ว จำนวน 10 กระถาง

น้ำ จำนวน 4970 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ไม้บรรทัด จำนวน 1 อัน

กระบอกตวง จำนวน 1 กระบอก

หลอดฉีดน้ำ จำนวน 1 ชุด

แก้วน้ำพลาสติก จำนวน 4 ใบ

แก้วใส จำนวน 4 ใบ

แก้วกบ จำนวน ๑ ใบ

วิธีดำเนินการทดลอง

1. เลือกต้นกะหล่ำแก่ที่มีขนาด 3 เซนติเมตร จำนวน 12 ต้น

2. แบ่งต้นกะหล่ำที่ความสูง 3 เซนติเมตรที่ 12 ต้นแล้ว แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม

โดยนำกระถางมาเรียงเพื่อวัดการแตกกลุ่ม ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 ได้แก่ ต้นที่ 1, 2 และ 3 สัดส่วนน้ำผักตบชวา 10 : 90

- กลุ่มที่ 2 ได้แก่ ต้นที่ 4, 5 และ 6 สัดส่วนน้ำผักตบชวา 15 : 85

- กลุ่มที่ 3 ได้แก่ ต้นที่ 7, 8 และ 9 สัดส่วนน้ำผักตบชวา 20 : 80

- กลุ่มที่ 4 ได้แก่ ต้นที่ 10, 11 และ 12 นำน้ำใส่ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

3. หลงสัดส่วนที่เตรียมไว้ในข้อ 2 มาตวงใส่กระบอกตวงและนำหลอดฉีดน้ำใส่ในแก้วซึ่งมี

โถงขนาดสี่เหลี่ยมในหลุมสัดส่วนน้ำผักตบชวา โดยให้หลอดฉีดน้ำทำสำเนาใส่ในหลอด สัดส่วน

น้ำผักตบชวาที่ใส่ในผักในแก้ว สัดส่วน แล้วนำหลอดฉีดน้ำในแก้ว สัดส่วน

4. นำสัดส่วนที่ได้จากข้อ 3 มาใส่ลงในสัดส่วนน้ำผัก 10 cc ต่อน้ำเปล่า 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ในต้นผักกลุ่มที่ 1 ในเวลาเช้าและเย็น ใช้เวลา 2 วินาที ต่อครั้ง แล้วบันทึกผลการเจริญเติบโต

5. ทำเช่นเดียวกันข้อที่ 4 แต่ใช้จำนวนกลุ่มที่ 1 ในกลุ่มที่ 2 และ 3 ตามลำดับและเปลี่ยนสัดส่วนตวง

ข้อที่ 2 ตามลำดับ แล้วบันทึกผลการเจริญเติบโตของต้นกะหล่ำ

6. ส่วนต้นผักกลุ่มที่ 4 นั้น ให้รดน้ำในผัก สัดส่วนน้ำเปล่า 100 cm³ แล้วบันทึกผลการเจริญเติบโต

ตารางบันทึกผลการทดลอง

วันที่ (บันทึก)	การเจริญเติบโตของต้นกะหล่ำ (เซนติเมตร)									น้ำใส่ (100)		
	สัดส่วนของน้ำในผักตบชวา (ลูกบาศก์เซนติเมตร)									ลูกบาศก์เซนติเมตร		
วันที่ปลูก - 12 วัน)	10 : 90			15 : 85			20 : 80			ต้นที่ 1	ต้นที่ 2	ต้นที่ 3
	ต้นที่ 1	ต้นที่ 2	ต้นที่ 3	ต้นที่ 1	ต้นที่ 2	ต้นที่ 3	ต้นที่ 1	ต้นที่ 2	ต้นที่ 3	ต้นที่ 1	ต้นที่ 2	ต้นที่ 3
0												
1												
2												
3												
4												
5												
11												
รวม												
ความสูงเฉลี่ย												
น้ำที่ใช้												
ตามค่า												

ตัวอย่างผลงานโครงงานวิทยาศาสตร์อิสระ
จากการวิเคราะห์ปัญหาที่นักเรียนพบในชีวิตจริง



โครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่อง มัทฉะ รสชาตจากเปลือกและผลไม้



ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2. ประเด็นในการสัมภาษณ์ครู

2.1 ท่านคิดว่าการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์มีความสำคัญหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

2.2 ท่านมีหลักการ หรือ แนวคิด ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

2.3 ท่านมีกระบวนการ ลำดับขั้นตอน และวิธีการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างไร จึงทำให้นักเรียนสามารถทำโครงงานวิทยาศาสตร์ได้สำเร็จ

.....

.....

.....

.....

2.4 ท่านคิดส่วนที่เป็นอุปสรรคในการพัฒนาศักยภาพด้านโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คืออะไร และท่านมีวิธีการขจัดอุปสรรคนั้นได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

ตัวอย่างแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ชื่อ-สกุล.....ชั้น..... เลขที่.....



1. แบบทดสอบฉบับนี้ ใช้สำหรับวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
ของนักเรียน
2. แบบทดสอบฉบับ นี้มีลักษณะเป็นสถานการณ์ปัญหาทั้งหมด 4 สถานการณ์
ซึ่งในแต่ละสถานการณ์ ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 3 ข้อ ให้นักเรียนทำทุกข้อ
3. นักเรียนจะได้คะแนนสูง ถ้าตอบคำถามได้จำนวนมาก แปลก แตกต่างจากคนอื่น
และให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบการตัดสินใจ ได้อย่างสมเหตุสมผล
4. แบบทดสอบฉบับนี้ ใช้เวลาทำ 90 นาที



สถานการณ์ปัญหาที่ 1



ที่มา: http://www.matichon.co.th/news_detail.php?newsid=1329036805&groupid=02&catid=02

ลำคลองหลังหมู่บ้านหนองผักแว่น ที่เคยใสสะอาด เป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำนานาชนิด ทั้งกุ้ง หอย ปู ปลา และพืชน้ำต่าง ๆ เช่น ผักบุ้ง ผักกระเฉด ซึ่งชาวบ้านหนองผักแว่นอาศัยลำคลองแห่งนี้แหล่งอาหารและการสัญจรทางน้ำ แต่ในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมาชาวบ้านได้รับความเดือดร้อนจากผักตบชวาที่เจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและขยายพันธุ์จนแน่นเต็มลำคลอง กีดขวางทางไหลของน้ำ ชาวบ้านไม่สามารถ

ใช้เรือในการสัญจรทางน้ำได้สะดวก และปริมาณผักตบชวาที่ลอยอยู่อย่างหนาแน่นบนผิวน้ำทำให้แสงสว่างและปริมาณก๊าซออกซิเจนในน้ำลดลง ส่งผลให้น้ำในลำคลองเริ่มเน่าเสียและส่งกลิ่นเหม็น สัตว์น้ำและพืชต่าง ๆ ที่เคยอาศัยอยู่มีจำนวนลดน้อยลง อีกทั้งแพผักตบชวาที่ไหลมาตามน้ำยังเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ที่เป็นพาหะนำโรค เช่น หนู ลูกน้ำยุง และเมื่อแพผักตบชวาไปติดที่ใด หนูและศัตรูพืชอื่น ๆ ก็ไปกัดกินพืชผลทางการเกษตรให้เสียหาย

ข้อ 1. นักเรียนคิดว่าสิ่งที่เป็นปัญหาในสถานการณ์นี้มีอะไรบ้าง และปัญหาเหล่านั้นมีสาเหตุมาจากอะไร

ปัญหา	สาเหตุของปัญหา
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	

จากปัญหาข้างต้น นักเรียนคิดว่าปัญหาใดควรจะได้รับการแก้ปัญหาเป็นอันดับแรก.....

.....

เพราะว่า.....

.....

.....

ข้อ 2. จากปัญหาที่นักเรียนเลือกในข้อ 1. ให้นักเรียนเสนอวิธีแก้ปัญหา ให้ได้จำนวนมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

วิธีที่ 1

วิธีที่ 2

วิธีที่ 3

วิธีที่ 4

วิธีที่ 5

วิธีที่ 6

วิธีที่ 7

วิธีที่ 8

วิธีที่ 9

วิธีที่ 10

จากวิธีแก้ปัญหาที่นักเรียนเสนอไว้ข้างต้น นักเรียนคิดว่าวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด คือ.....

.....

เหตุผลที่เลือกวิธีนี้

.....

.....

ข้อ 3 ให้นักเรียนวางแผนการนำวิธีแก้ปัญหาที่เลือกไว้ในข้อ 2 ไปปฏิบัติ ให้ได้จำนวนมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

แผนปฏิบัติการที่ 1

แผนปฏิบัติการที่ 2

แผนปฏิบัติการที่ 3

แผนปฏิบัติการที่ 4

แผนปฏิบัติการที่ 5

แผนปฏิบัติการที่เหมาะสมที่สุด คือ แผนปฏิบัติการที่

เหตุผลที่เลือกแผนปฏิบัติการนี้.....

.....

.....

ตัวอย่างแบบประเมินโครงงานวิทยาศาสตร์

ฉบับที่ 1 แบบประเมินการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทการสำรวจ
(คะแนนเต็ม 32 คะแนน)

รายการประเมิน	คะแนน ที่ได้	เกณฑ์การให้คะแนน		
1 การคิดและเลือกหัวข้อ โครงงานวิทยาศาสตร์		<ul style="list-style-type: none"> • มีความแปลกใหม่ คิดได้ด้วยตนเองโดยนำข้อมูลจากการสังเกตสถานการณ์ที่พบมาใช้ และหัวข้อเรื่องโครงงานสื่อความหมายได้ชัดเจน..... 4 คะแนน • ดัดแปลงจากผู้อื่นที่เคยทำมาก่อน และหัวข้อเรื่องโครงงานสื่อความหมายได้ชัดเจน..... 3 คะแนน • มีความแปลกใหม่ หรือ ดัดแปลงจากผู้อื่นที่เคยทำมาก่อน แต่หัวข้อเรื่องโครงงานสื่อความหมายไม่ชัดเจน..... 2 คะแนน • ลอกเลียนแบบจากผู้อื่นที่เคยทำมาก่อน..... 1 คะแนน 		
	2 ความชัดเจนของที่มาและความสำคัญ		<ul style="list-style-type: none"> • ระบุสภาพปัญหา และแสดงความเป็นเหตุเป็นผลได้ชัดเจน มีการใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน..... 4 คะแนน • ระบุสภาพปัญหา และแสดงความเป็นเหตุเป็นผลได้ชัดเจน แต่ไม่มีการใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน..... 3 คะแนน • ระบุสภาพปัญหา แต่ไม่แสดงความเป็นเหตุเป็นผล ไม่มีการใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน..... 2 คะแนน • ไม่ระบุถึงระบุสภาพปัญหา และไม่มีการใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน..... 1 คะแนน 	
		3 ความชัดเจนของจุดมุ่งหมาย		<ul style="list-style-type: none"> • ระบุถึงสิ่งที่ต้องการศึกษาชัดเจนสอดคล้องกับหัวข้อเรื่องโครงงาน ใช้ภาษาเข้าใจง่าย..... 4 คะแนน • ระบุถึงสิ่งที่ต้องการศึกษาชัดเจน สอดคล้องกับหัวข้อเรื่องโครงงาน ใช้ภาษาเข้าใจยาก..... 3 คะแนน • ระบุถึงสิ่งที่ต้องการศึกษาไม่ชัดเจน แต่สอดคล้องกับหัวข้อเรื่องโครงงาน..... 2 คะแนน • ไม่ระบุถึงสิ่งที่ต้องการศึกษา..... 1 คะแนน

ฉบับที่ 1 (ต่อ)

	รายการประเมิน	คะแนน ที่ได้	เกณฑ์การให้คะแนน
4	การกำหนดพื้นที่การสำรวจ		<ul style="list-style-type: none"> • กำหนดพื้นที่การสำรวจ และระยะเวลาการสำรวจ ได้ชัดเจน..... 4 คะแนน • กำหนดพื้นที่การสำรวจชัดเจน แต่ระยะเวลา การสำรวจไม่ชัดเจน..... 3 คะแนน • กำหนดพื้นที่การสำรวจไม่ชัดเจน แต่ระยะเวลา การสำรวจชัดเจน..... 2 คะแนน • กำหนดพื้นที่การสำรวจและระยะเวลาการสำรวจ ไม่ชัดเจน..... 1 คะแนน
5	การกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ		<ul style="list-style-type: none"> • ระบุความหมายของคำหรือข้อความที่ศึกษาได้ ชัดเจน แสดงถึงการสังเกตและวัดได้..... 4 คะแนน • ระบุความหมายของคำหรือข้อความที่ศึกษา ไม่ชัดเจน แสดงถึงการสังเกตและวัดได้..... 3 คะแนน • ระบุความหมายของคำหรือข้อความที่ศึกษา ไม่ชัดเจน แสดงถึงการสังเกตและวัดได้ เพียงบางส่วน..... 2 คะแนน • ระบุความหมายของคำหรือข้อความที่ศึกษาไม่ ชัดเจน ไม่แสดงถึงการสังเกตและวัดได้..... 1 คะแนน
6	ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริง ประกอบการทำโครงการ		<ul style="list-style-type: none"> • ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ต้องสืบค้นได้สอดคล้อง กับหัวข้อเรื่องโครงการมากกว่า 2 ประเด็น..... 4 คะแนน • ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ต้องสืบค้นได้สอดคล้อง กับหัวข้อเรื่องโครงการ 2 ประเด็น..... 3 คะแนน • ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ต้องสืบค้นได้สอดคล้อง กับหัวข้อเรื่องโครงการ 1 ประเด็น..... 2 คะแนน • ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ต้องสืบค้นไม่สอดคล้อง กับหัวข้อเรื่องโครงการ..... 1 คะแนน
7	การออกแบบการสำรวจ		<ul style="list-style-type: none"> • สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย เลือกหรือดัดแปลงวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ได้อย่างเหมาะสม บอกปริมาณที่ ต้องการใช้ทุกรายการ เขียนขั้นตอนการเก็บ รวบรวมข้อมูลอย่างถูกต้อง และเข้าใจง่าย..... 4 คะแนน

ฉบับที่ 1 (ต่อ)

	รายการประเมิน	คะแนน ที่ได้	เกณฑ์การให้คะแนน
			<ul style="list-style-type: none"> ● สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย เลือกหรือดัดแปลงวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ได้อย่างเหมาะสม บอกปริมาณที่ต้องการใช้เพียงบางรายการ เขียนขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างถูกต้อง และเข้าใจง่าย..... 3 คะแนน ● สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย เลือกหรือดัดแปลงวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ไม่เหมาะสม บอกปริมาณที่ต้องการใช้เพียงบางรายการ เขียนขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลถูกต้องเพียงบางส่วน และเข้าใจยาก..... 2 คะแนน ● ไม่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย เลือกหรือดัดแปลงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ไม่เหมาะสมบอกปริมาณที่ต้องการใช้เพียงบางรายการ เขียนขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลถูกต้องเพียงบางส่วน และเข้าใจยาก. 1 คะแนน
8	การออกแบบการนำเสนอผลการสำรวจ		<ul style="list-style-type: none"> ● ออกแบบการนำเสนอผลการสำรวจ (กราฟ ตาราง แผนภูมิ บรรยาย รูปภาพ) ได้เหมาะสม สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย และเขียนส่วนประกอบของการนำเสนอได้ถูกต้องครบถ้วน..... 4 คะแนน ● ออกแบบการนำเสนอผลการสำรวจ(กราฟ ตาราง แผนภูมิ บรรยาย รูปภาพ) ได้เหมาะสม สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย และเขียนส่วนประกอบของการนำเสนอได้ถูกต้องเพียงบางส่วน..... 3 คะแนน ● ออกแบบการนำเสนอผลการสำรวจ(กราฟ ตาราง แผนภูมิ บรรยาย รูปภาพ)ไม่เหมาะสม แต่ สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย และเขียนส่วนประกอบของข้อมูลได้ถูกต้องเพียงบางส่วน..... 2 คะแนน ● ออกแบบการนำเสนอผลการสำรวจ(กราฟ ตาราง แผนภูมิ บรรยาย รูปภาพ) ไม่เหมาะสม แต่ สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย และเขียนส่วนประกอบของข้อมูลไม่ถูกต้อง..... 1 คะแนน
รวมคะแนนการประเมินเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทการสำรวจ=			คะแนน

ฉบับที่ 2 แบบประเมินการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ ประเภทการทดลอง
(คะแนนเต็ม 32 คะแนน)

รายการประเมิน	คะแนน ที่ได้	เกณฑ์การให้คะแนน
1 การคิดและเลือกหัวข้อ โครงการวิทยาศาสตร์		<ul style="list-style-type: none"> • มีความแปลกใหม่ คิดได้ด้วยตนเองโดยนำข้อมูลจากการสังเกตสถานการณ์ที่พบมาใช้ และหัวข้อเรื่องโครงการสื่อความหมายได้ชัดเจน..... 4 คะแนน
		<ul style="list-style-type: none"> • ดัดแปลงจากผู้อื่นที่เคยทำมาก่อน และหัวข้อเรื่องโครงการสื่อความหมายได้ชัดเจน..... 3 คะแนน
		<ul style="list-style-type: none"> • มีความแปลกใหม่ หรือ ดัดแปลงจากผู้อื่นที่เคยทำมาก่อน แต่หัวข้อเรื่องโครงการสื่อความหมายไม่ชัดเจน..... 2 คะแนน
		<ul style="list-style-type: none"> • ลอกเลียนแบบจากผู้อื่นที่เคยทำมาก่อน..... 1 คะแนน
2 ความชัดเจนของที่มา และความสำคัญ		<ul style="list-style-type: none"> • ระบุสภาพปัญหา และแสดงความเป็นเหตุเป็นผลได้ชัดเจน มีการใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน..... 4 คะแนน
		<ul style="list-style-type: none"> • ระบุสภาพปัญหา และแสดงความเป็นเหตุเป็นผลได้ชัดเจน แต่ไม่มีการใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน..... 3 คะแนน
		<ul style="list-style-type: none"> • ระบุสภาพปัญหา แต่ไม่แสดงความเป็นเหตุเป็นผล ไม่มีการใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน..... 2 คะแนน
		<ul style="list-style-type: none"> • ไม่ระบุถึงระบุสภาพปัญหา และไม่มีการใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน..... 1 คะแนน
3 ความชัดเจนของ จุดมุ่งหมาย		<ul style="list-style-type: none"> • ระบุถึงสิ่งที่ต้องการศึกษาชัดเจนสอดคล้องกับหัวข้อเรื่องโครงการ ใช้ภาษาเข้าใจง่าย..... 4 คะแนน

ฉบับที่ 2 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน ที่ได้	เกณฑ์การให้คะแนน
4 การตั้งสมมติฐาน		<ul style="list-style-type: none"> • สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย ระบุถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษาได้ถูกต้อง ชัดเจน และแสดงถึงแนวทางในการออกแบบการทดลองชัดเจน..... 4 คะแนน • สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย ระบุถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษาได้ถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน และแสดงถึงแนวทางในการออกแบบการทดลอง..... 3 คะแนน • สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย ระบุถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษาได้ถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน และแสดงถึงแนวทางในการออกแบบการทดลองไม่ชัดเจน..... 2 คะแนน • ไม่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย ระบุถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษาไม่ถูกต้อง และแสดงถึงแนวทางในการออกแบบการทดลองไม่ชัดเจน..... 1 คะแนน
5 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ		<ul style="list-style-type: none"> • ระบุความหมายของตัวแปรที่ศึกษาได้ชัดเจน แสดงถึงการสังเกตและวัดได้..... 4 คะแนน • ระบุความหมายของตัวแปรที่ศึกษาไม่ชัดเจน แสดงถึงการสังเกตและวัดได้..... 3 คะแนน • ระบุความหมายของตัวแปรที่ศึกษาไม่ชัดเจน แสดงถึงการสังเกตและวัดได้เพียงบางส่วน..... 2 คะแนน • ระบุความหมายของตัวแปรที่ศึกษาไม่ชัดเจน ไม่แสดงถึงการสังเกตและวัดได้..... 1 คะแนน
6 ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงประกอบการทำโครงการ		<ul style="list-style-type: none"> • ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ต้องสืบค้นได้สอดคล้องกับหัวข้อเรื่องโครงการมากกว่า 2 ประเด็น..... 4 คะแนน • ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ต้องสืบค้นได้สอดคล้องกับหัวข้อเรื่องโครงการ 2 ประเด็น..... 3 คะแนน • ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ต้องสืบค้นได้สอดคล้องกับหัวข้อเรื่องโครงการ 1 ประเด็น..... 2 คะแนน • ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ต้องสืบค้นไม่สอดคล้องกับหัวข้อเรื่องโครงการ..... 1 คะแนน

ฉบับที่ 2 (ต่อ)

	รายการประเมิน	คะแนน ที่ได้	เกณฑ์การให้คะแนน
7	การออกแบบการทดลอง		<p>• สอดคล้องกับสมมติฐาน กำหนดและควบคุมตัวแปร ได้ถูกต้องครบถ้วน เลือกหรือดัดแปลงวัสดุอุปกรณ์ ที่ใช้ได้อย่างเหมาะสม บอกปริมาณที่ต้องการใช้ ทุกรายการ เขียนขั้นตอนการทดลองได้ชัดเจน..... 4 คะแนน</p> <p>• สอดคล้องกับสมมติฐาน กำหนดและควบคุมตัวแปร ได้ถูกต้องครบถ้วนเพียงบางส่วน เลือกหรือ ดัดแปลงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ได้อย่างเหมาะสม บอก ปริมาณที่ต้องการใช้เพียงบางรายการ เขียนขั้นตอน การทดลองได้ชัดเจน..... 3 คะแนน</p> <p>• สอดคล้องกับสมมติฐาน กำหนดและควบคุมตัวแปร ได้ถูกต้องครบถ้วนเพียงบางส่วน เลือกหรือ ดัดแปลงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ได้อย่างเหมาะสม บอก ปริมาณที่ต้องการใช้เพียงบางรายการ เขียนขั้นตอน การทดลองไม่ชัดเจน..... 2 คะแนน</p> <p>• สอดคล้องกับสมมติฐาน กำหนดและควบคุมตัวแปร ได้ถูกต้องครบถ้วนเพียงบางส่วน เลือกหรือ ดัดแปลงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ไม่เหมาะสม บอกปริมาณ ที่ต้องการใช้เพียงบางรายการ เขียนขั้นตอน การทดลองไม่ชัดเจน 1 คะแนน</p>
8	การออกแบบการนำเสนอ ผลการทดลอง		<p>• ออกแบบการนำเสนอผลการทดลอง (กราฟ ตาราง แผนภูมิ บรรยาย รูปภาพ) ได้เหมาะสม สอดคล้อง กับตัวแปรที่ต้องการศึกษา และเขียนส่วนประกอบ ของการนำเสนอได้ถูกต้องครบถ้วน..... 4 คะแนน</p> <p>• ออกแบบการนำเสนอผลการทดลอง (กราฟ ตาราง แผนภูมิ บรรยาย รูปภาพ) ได้เหมาะสม สอดคล้อง กับตัวแปรที่ต้องการศึกษา และเขียนส่วนประกอบ ของการนำเสนอได้ถูกต้องเพียงบางส่วน..... 3 คะแนน</p>

ฉบับที่ 2 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน ที่ได้	เกณฑ์การให้คะแนน
		<ul style="list-style-type: none"> • ออกแบบการนำเสนอผลการทดลอง(กราฟ ตาราง แผนภูมิ บรรยาย รูปภาพ) ไม่เหมาะสม แต่สอดคล้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษา และเขียนส่วนประกอบของข้อมูลได้ถูกต้องเพียงบางส่วน..... 2 คะแนน • ออกแบบการนำเสนอผลการทดลอง(กราฟ ตาราง แผนภูมิ บรรยาย รูปภาพ) ไม่เหมาะสม สอดคล้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษา แต่เขียนส่วนประกอบของข้อมูลไม่ถูกต้อง..... 1 คะแนน
รวมคะแนนการประเมินเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ ประเภทการทดลอง = คะแนน		

ฉบับที่ 3 แบบประเมินการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ ประเภทสิ่งประดิษฐ์
(คะแนนเต็ม 32 คะแนน)

รายการประเมิน	คะแนน ที่ได้	เกณฑ์การให้คะแนน
1 การคิดและเลือกหัวข้อ โครงการวิทยาศาสตร์		<ul style="list-style-type: none"> • มีความแปลกใหม่ คิดได้ด้วยตนเองโดยนำข้อมูลจากการสังเกตสถานการณ์ที่พบมาใช้ และหัวข้อเรื่องโครงการสื่อความหมายได้ชัดเจน..... 4 คะแนน
		<ul style="list-style-type: none"> • ดัดแปลงจากผู้อื่นที่เคยทำมาก่อน และหัวข้อเรื่องโครงการสื่อความหมายได้ชัดเจน..... 3 คะแนน
		<ul style="list-style-type: none"> • มีความแปลกใหม่ หรือ ดัดแปลงจากผู้อื่นที่เคยทำมาก่อน แต่หัวข้อเรื่องโครงการสื่อความหมายไม่ชัดเจน..... 2 คะแนน
		<ul style="list-style-type: none"> • ลอกเลียนแบบจากผู้อื่นที่เคยทำมาก่อน..... 1 คะแนน
2 ความชัดเจนของที่มาและ ความสำคัญ		<ul style="list-style-type: none"> • ระบุสภาพปัญหา และแสดงความเป็นเหตุเป็นผลได้ชัดเจน มีการใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน..... 4 คะแนน
		<ul style="list-style-type: none"> • ระบุสภาพปัญหา และแสดงความเป็นเหตุเป็นผลได้ชัดเจน แต่ไม่มีการใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน..... 3 คะแนน
		<ul style="list-style-type: none"> • ระบุสภาพปัญหา แต่ไม่แสดงความเป็นเหตุเป็นผล ไม่มีการใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน..... 2 คะแนน
		<ul style="list-style-type: none"> • ไม่ระบุถึงระบุสภาพปัญหา และไม่มีการใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน..... 1 คะแนน
3 ความชัดเจนของ จุดมุ่งหมาย		<ul style="list-style-type: none"> • ระบุถึงสิ่งที่ต้องการศึกษาชัดเจนสอดคล้องกับหัวข้อเรื่องโครงการ ใช้ภาษาเข้าใจง่าย..... 4 คะแนน
		<ul style="list-style-type: none"> • ระบุถึงสิ่งที่ต้องการศึกษาชัดเจน สอดคล้องกับหัวข้อเรื่องโครงการ ใช้ภาษาเข้าใจยาก..... 3 คะแนน
		<ul style="list-style-type: none"> • ระบุถึงสิ่งที่ต้องการศึกษาไม่ชัดเจน แต่สอดคล้องกับหัวข้อเรื่องโครงการ..... 2 คะแนน
		<ul style="list-style-type: none"> • ไม่ระบุถึงสิ่งที่ต้องการศึกษา..... 1 คะแนน

ฉบับที่ 3 (ต่อ)

	รายการประเมิน	คะแนน ที่ได้	เกณฑ์การให้คะแนน
4	การตั้งสมมติฐาน		<ul style="list-style-type: none"> • สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย ระบุถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษาได้ถูกต้อง ชัดเจน และแสดงถึงแนวทางในการออกแบบการทดลองชัดเจน..... 4 คะแนน • สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย ระบุถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษาได้ถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน และแสดงถึงแนวทางในการออกแบบการทดลอง..... 3 คะแนน • สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย ระบุถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษาได้ถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน และแสดงถึงแนวทางในการออกแบบการทดลองไม่ชัดเจน..... 2 คะแนน • ไม่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย ระบุถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษาไม่ถูกต้อง และแสดงถึงแนวทางในการออกแบบการทดลองไม่ชัดเจน..... 1 คะแนน
5	การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ		<ul style="list-style-type: none"> • ระบุความหมายของตัวแปรที่ศึกษาได้ชัดเจน แสดงถึงการสังเกตและวัดได้..... 4 คะแนน • ระบุความหมายของตัวแปรที่ศึกษาไม่ชัดเจน แสดงถึงการสังเกตและวัดได้..... 3 คะแนน • ระบุความหมายของตัวแปรที่ศึกษาไม่ชัดเจน แสดงถึงการสังเกตและวัดได้เพียงบางส่วน..... 2 คะแนน • ระบุความหมายของตัวแปรที่ศึกษาไม่ชัดเจน ไม่แสดงถึงการสังเกตและวัดได้..... 1 คะแนน
6	ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงประกอบการทำโครงการ		<ul style="list-style-type: none"> • ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ต้องสืบค้นได้สอดคล้องกับหัวข้อเรื่องโครงการมากกว่า 2 ประเด็น..... 4 คะแนน • ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ต้องสืบค้นได้สอดคล้องกับหัวข้อเรื่องโครงการ 2 ประเด็น..... 3 คะแนน • ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ต้องสืบค้นได้สอดคล้องกับหัวข้อเรื่องโครงการ 1 ประเด็น..... 2 คะแนน • ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ต้องสืบค้นไม่สอดคล้องกับหัวข้อเรื่องโครงการ..... 1 คะแนน

ฉบับที่ 3 (ต่อ)

	รายการประเมิน	คะแนน ที่ได้	เกณฑ์การให้คะแนน
7	การออกแบบสิ่งประดิษฐ์		<p>•กำหนดและควบคุมตัวแปรได้ถูกต้อง ดัดแปลงวัสดุอุปกรณ์ให้มีรูปร่างหรือโครงสร้างใหม่ก่อนการประดิษฐ์เขียนขั้นตอนการประดิษฐ์และการทดสอบประสิทธิภาพได้ชัดเจน แบบของสิ่งประดิษฐ์แปลกใหม่..... 4 คะแนน</p> <p>•กำหนดและควบคุมตัวแปรได้ถูกต้อง ไม่มีการดัดแปลงวัสดุอุปกรณ์ให้มีรูปร่างหรือโครงสร้างใหม่ก่อนการประดิษฐ์ เขียนขั้นตอนการประดิษฐ์และการทดสอบประสิทธิภาพไม่ชัดเจน แบบของสิ่งประดิษฐ์ดัดแปลงจากผู้อื่นที่เคยทำบางส่วน..... 3 คะแนน</p> <p>•กำหนดและควบคุมตัวแปรได้ถูกต้อง ไม่มีการดัดแปลงวัสดุอุปกรณ์ให้มีรูปร่างหรือโครงสร้างใหม่ก่อนการประดิษฐ์ เขียนขั้นตอนการประดิษฐ์และการทดสอบประสิทธิภาพไม่ชัดเจน แบบของสิ่งประดิษฐ์ลอกเลียนจากผู้อื่นที่เคยทำบางส่วน..... 2 คะแนน</p> <p>•กำหนดและควบคุมตัวแปรไม่ถูกต้อง ไม่มีการดัดแปลงวัสดุอุปกรณ์ให้มีรูปร่างหรือโครงสร้างใหม่ก่อนการประดิษฐ์ เขียนขั้นตอนการประดิษฐ์และการทดสอบประสิทธิภาพไม่ชัดเจน แบบของสิ่งประดิษฐ์ลอกเลียนจากผู้อื่นที่เคยทำบางส่วน..... 1 คะแนน</p>
8	การออกแบบการนำเสนอผลการทดสอบประสิทธิภาพสิ่งประดิษฐ์		<p>•ออกแบบการนำเสนอข้อมูล (กราฟ ตาราง แผนภูมิ บรรยาย รูปภาพ) ได้เหมาะสม สอดคล้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษา และเขียนส่วนประกอบของการนำเสนอได้ถูกต้องครบถ้วน..... 4 คะแนน</p>
			<p>•ออกแบบการนำเสนอข้อมูล (กราฟ ตาราง แผนภูมิ บรรยาย รูปภาพ) ได้เหมาะสม สอดคล้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษา และเขียนส่วนประกอบของการนำเสนอได้ถูกต้องเพียงบางส่วน..... 3 คะแนน</p>

ฉบับที่ 3 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน ที่ได้	เกณฑ์การให้คะแนน
		<p>•ออกแบบการนำเสนอข้อมูล (กราฟ ตาราง แผนภูมิ บรรยาย รูปภาพ) ไม่เหมาะสม แต่สอดคล้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษา และเขียนส่วนประกอบของข้อมูลได้ถูกต้องเพียงบางส่วน..... 2 คะแนน</p> <p>•ออกแบบการนำเสนอข้อมูล (กราฟ ตาราง แผนภูมิ บรรยาย รูปภาพ) ไม่เหมาะสม แต่สอดคล้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษา และเขียนส่วนประกอบของข้อมูลไม่ถูกต้อง..... 1 คะแนน</p>
รวมคะแนนการประเมินเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทสิ่งประดิษฐ์ = คะแนน		

ฉบับที่ 4 แบบประเมินการปฏิบัติงาน
(คะแนนเต็ม 12 คะแนน)

	รายการประเมิน	คะแนน ที่ได้	เกณฑ์การให้คะแนน
1	การใช้เครื่องมือ หรืออุปกรณ์		<ul style="list-style-type: none"> • ใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ได้ถูกต้องทุกรายการ คล่องแคล่ว จัดเก็บเรียบร้อย..... 4 คะแนน • ใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ได้ถูกต้องทุกรายการ คล่องแคล่ว จัดเก็บไม่เรียบร้อย..... 3 คะแนน • ใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ได้ถูกต้องบางรายการ แต่คล่องแคล่ว จัดเก็บไม่เรียบร้อย..... 2 คะแนน • ใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ได้ถูกต้องบางรายการ และไม่คล่องแคล่ว จัดเก็บไม่เรียบร้อย..... 1 คะแนน
2	การดำเนินการเก็บรวบรวม ข้อมูล		<ul style="list-style-type: none"> • เก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นตอนที่วางแผนไว้ และมีการเก็บข้อมูลซ้ำ เสร็จทันเวลาที่กำหนด..... 4 คะแนน • เก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับ ขั้นตอนที่วางแผนไว้ เสร็จทันเวลาที่กำหนด..... 3 คะแนน • เก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับ ขั้นตอนที่วางแผน แต่เสร็จช้ากว่าเวลาที่กำหนด..... 2 คะแนน • เก็บรวบรวมข้อมูลไม่เป็นไปตามลำดับขั้นตอนที่ วางแผนไว้ แต่เสร็จช้ากว่าเวลาที่กำหนด..... 1 คะแนน
3	การทำงานร่วมกัน		<ul style="list-style-type: none"> • สมาชิกทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือ ทำงานตาม หน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย..... 4 คะแนน • สมาชิกในกลุ่มมากกว่าร้อยละ 50 ให้ความร่วมมือ และทำงานตามหน้าที่ ที่ได้รับมอบหมาย..... 3 คะแนน • ร้อยละ 50 ของสมาชิกในกลุ่มให้ความร่วมมือ และทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย..... 2 คะแนน • สมาชิกในกลุ่มน้อยกว่าร้อยละ 50 ให้ความร่วมมือ ทำงานตามหน้าที่ ที่ได้รับมอบหมาย..... 1 คะแนน
รวมคะแนนการประเมินการปฏิบัติงานโครงการวิทยาศาสตร์ = คะแนน			

ฉบับที่ 5 แบบประเมินผลงานโครงการวิทยาศาสตร์
(คะแนนเต็ม 24 คะแนน)

	รายการประเมิน	คะแนน ที่ได้	เกณฑ์การให้คะแนน
1	การเขียนรายงาน 1.1 รูปแบบการเขียน รายงาน		<ul style="list-style-type: none"> •เขียนรายงานครอบคลุมหัวข้อที่สำคัญ เนื้อหา ข้อมูลชัดเจน และมีรายละเอียดเพียงพอ ใช้ศัพท์ ทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง ใช้ภาษาสื่อความหมาย เข้าใจง่าย..... 4 คะแนน •เขียนรายงานครอบคลุมหัวข้อที่สำคัญ เนื้อหา ข้อมูลชัดเจน แต่มีรายละเอียดไม่เพียงพอ ใช้ศัพท์ ทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง ใช้ภาษาสื่อความหมาย เข้าใจง่าย..... 3 คะแนน •เขียนรายงานส่วนใหญ่ครอบคลุมหัวข้อที่สำคัญ เนื้อหาข้อมูลชัดเจน แต่มีรายละเอียดไม่เพียงพอ ใช้ศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องเพียงบางส่วน ใช้ภาษาสื่อความหมายเข้าใจง่าย..... 2 คะแนน •เขียนรายงานส่วนใหญ่ครอบคลุมหัวข้อที่สำคัญ เนื้อหาข้อมูลไม่ชัดเจน มีรายละเอียดไม่เพียงพอ ใช้ศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้อง ใช้ภาษาสื่อ ความหมายเข้าใจยาก..... 1 คะแนน
	1.2 การบันทึกข้อมูล		<ul style="list-style-type: none"> •บันทึกข้อมูลได้ครบถ้วน ถูกต้อง ใช้ภาษาสื่อสาร ชัดเจน..... 4 คะแนน •บันทึกข้อมูลได้ครบถ้วน ถูกต้อง ใช้ภาษาสื่อสาร ไม่ชัดเจน..... 3 คะแนน •บันทึกข้อมูลไม่ครบถ้วน แต่ถูกต้อง ใช้ภาษา สื่อสารไม่ชัดเจน..... 2 คะแนน •บันทึกข้อมูลไม่ครบถ้วน แต่ถูกต้องเพียงบางส่วน ใช้ภาษาสื่อสารไม่ชัดเจน..... 1 คะแนน
	1.3 การสรุปและ อภิปรายผล		<ul style="list-style-type: none"> •บรรยายลักษณะข้อมูลที่ได้จากการสำรวจหรือ การทดลอง และสรุปผลได้สอดคล้องกับผล การศึกษาและสมมติฐาน(ถ้ามี) มีการใช้เหตุผล ทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน..... 4 คะแนน

ฉบับที่ 5 (ต่อ)

	รายการประเมิน	คะแนน ที่ได้	เกณฑ์การให้คะแนน
			<ul style="list-style-type: none"> •บรรยายลักษณะข้อมูลที่ได้จากการสำรวจหรือการทดลอง และสรุปผลได้สอดคล้องกับผลการศึกษาและสมมติฐาน(ถ้ามี) มีการใช้เหตุผลที่ไม่ใช่เหตุผลทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน..... 3 คะแนน •บรรยายลักษณะข้อมูลที่ได้จากการสำรวจหรือการทดลอง สรุปผลได้สอดคล้องกับผลการศึกษาและสมมติฐาน(ถ้ามี) ไม่มีการใช้เหตุผลที่มาสนับสนุน..... 2 คะแนน •ไม่บรรยายลักษณะข้อมูลที่ได้จากการสำรวจหรือการทดลอง แต่สรุปผลได้สอดคล้องกับผลการศึกษาและสมมติฐาน(ถ้ามี) ไม่มีเหตุผลมาสนับสนุน..... 1 คะแนน
2	ผลงานหรือชิ้นงาน		<ul style="list-style-type: none"> •ผลงานหรือชิ้นงานสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ได้มาจากการดำเนินการศึกษา มีความสมบูรณ์ ประณีต และใช้ประโยชน์ได้จริง..... 4 คะแนน •ผลงานหรือชิ้นงานสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ได้มาจากการดำเนินการศึกษา ใช้ประโยชน์ได้จริง แต่ขาดความสมบูรณ์บางส่วน..... 3 คะแนน •ผลงานหรือชิ้นงานสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ได้มาจากการดำเนินการศึกษา ขาดความสมบูรณ์บางส่วน ถ้าได้รับการปรับปรุงจะสามารถใช้ประโยชน์ได้..... 2 คะแนน •ผลงานหรือชิ้นงานไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ หรือไม่ได้มาจากการดำเนินการศึกษา..... 1 คะแนน
3	การจัดแสดงผลงาน		<ul style="list-style-type: none"> •จัดคำอธิบายในแผ่นนำเสนอผลงานเป็นลำดับขั้นตอน สื่อความหมายด้วยข้อความทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง เข้าใจง่าย ตกแต่งอย่างประณีตแปลกใหม่ และนำผลงานหรือตัวอย่างผลงานมาจัดแสดง..... 4 คะแนน •จัดคำอธิบายในแผ่นนำเสนอผลงานเป็นลำดับขั้นตอน สื่อความหมายด้วยข้อความทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องเพียงบางส่วน เข้าใจง่าย ตกแต่งอย่างประณีต และนำผลงานหรือตัวอย่างผลงานมาจัดแสดง..... 3 คะแนน

ฉบับที่ 5 (ต่อ)

	รายการประเมิน	คะแนน ที่ได้	เกณฑ์การให้คะแนน
			<ul style="list-style-type: none"> •จัดคำอธิบายในแผ่นนำเสนอผลงานเป็นลำดับ ขั้นตอน สื่อความหมายด้วยข้อความทาง วิทยาศาสตร์ถูกต้องเพียงบางส่วน เข้าใจง่าย ตกแต่งอย่างประณีต แต่ไม่นำผลงานหรือตัวอย่าง ผลงานมาจัดแสดง..... 2 คะแนน •จัดคำอธิบายในแผ่นนำเสนอผลงานไม่เป็น ลำดับขั้นตอน สื่อความหมายด้วยข้อความ ทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องเพียงบางส่วน เข้าใจยาก ตกแต่งไม่ประณีต และไม่นำผลงานหรือตัวอย่าง ผลงานมาจัดแสดง..... 1 คะแนน
4	การนำเสนอด้วยวาจา		<ul style="list-style-type: none"> •แสดงถึงความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ศึกษา อย่างชัดเจน พูดด้วยความมั่นใจ ตอบข้อซักถามได้ ถูกต้องทุกคำถาม..... 4 คะแนน •แสดงถึงความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ศึกษาอย่าง ชัดเจน พูดด้วยความมั่นใจ ตอบข้อซักถามถูกต้อง เพียงบางส่วน..... 3 คะแนน •แสดงถึงความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ศึกษา ไม่ชัดเจน พูดด้วยความไม่มั่นใจ ตอบข้อซักถาม ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน..... 2 คะแนน •แสดงถึงความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ศึกษา ไม่ชัดเจน พูดด้วยความไม่มั่นใจ ตอบข้อซักถาม ไม่ได้เลย..... 1 คะแนน
รวมคะแนนการประเมินผลงานโครงการวิทยาศาสตร์ = คะแนน			

ตัวอย่างแบบทดสอบความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์

ชื่อ-สกุล.....ชั้น..... เลขที่.....



1. แบบทดสอบฉบับนี้ ใช้สำหรับวัดความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
2. แบบทดสอบฉบับ นี้มีลักษณะเป็นสถานการณ์จำนวน 2 สถานการณ์ ซึ่งในแต่ละสถานการณ์ ประกอบด้วยประเด็นคำถาม 12 คำถาม ให้นักเรียนเขียนคำตอบให้ครบทุกคำถาม
3. แบบทดสอบฉบับนี้ ใช้เวลาทำ 90 นาที



ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม

ตัวแปรควบคุม.....

นิยามเชิงปฏิบัติการ

การศึกษาเอกสารและความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้อง
(ให้บอกชื่อความรู้ที่ต้องสืบค้น)

วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง



**ตัวอย่างแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อ
รูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P)**

คำชี้แจง

แบบวัดชุดนี้จัดทำขึ้นเพื่อวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จำนวน ข้อ ให้นักเรียนอ่านและพิจารณาข้อความแต่ละข้อแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความพึงพอใจของนักเรียนโดยจำแนกระดับความพึงพอใจเป็น ระดับ ดังนี้

- หมายถึง มีความพอใจต่อการจัดกิจกรรมข้อนี้ในระดับมากที่สุด
- หมายถึง มีความพอใจต่อการจัดกิจกรรมข้อนี้ในระดับมาก
- หมายถึง มีความพอใจต่อการจัดกิจกรรมข้อนี้ในระดับปานกลาง
- หมายถึง มีความพอใจต่อการจัดกิจกรรมข้อนี้ในระดับน้อย
- หมายถึง มีความพอใจต่อการจัดกิจกรรมข้อนี้ในระดับน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ระยะเตรียมความพร้อม					
ครูนำประเด็นปัญหาจากสภาพแวดล้อมใกล้ตัวมาสร้างความสนใจของนักเรียน					
ครูใช้คำถามสร้างความสนใจของนักเรียน					
ครูใช้ตัวอย่างสถานการณ์ ทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์					
ครูใช้คำถามทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์					
ครูใช้สื่อประกอบการสอน เพื่อทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์					
ระยะสร้างสรรค์โครงงานวิทยาศาสตร์					
นักเรียนมีโอกาสระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้					
นักเรียนมีโอกาสระบุปัญหาจากสิ่งที่นักเรียนสังเกตเห็นในชีวิตจริง					
นักเรียนได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาให้ได้จำนวนมาก					

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
นักเรียนมีส่วนร่วมในกลุ่ม เพื่อกำหนดหัวข้อเรื่องทำโครงการวิทยาศาสตร์					
นักเรียนมีส่วนร่วมในกลุ่ม เพื่อวางแผนเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์					
นักเรียนได้สร้างสรรค์งานตามจินตนาการอย่างอิสระ					
นักเรียนมีโอกาสได้ค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งต่างๆ ด้วยตนเอง					
นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทำโครงการวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง					
ครูให้คำแนะนำปรึกษาการทำโครงการวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน					
ครูติดตามความก้าวหน้าในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นระยะๆ					
การทำโครงการวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียน คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น					
<u>ระยะนำเสนอผลงาน</u>					
นักเรียนรู้สึกภูมิใจเมื่อสามารถนำเสนอผลงานที่เกิดจากการทำโครงการวิทยาศาสตร์ให้ผู้อื่นเข้าใจได้					
นักเรียนมีโอกาสซักถาม แสดงความคิดเห็นและติชมผลงานของเพื่อนกลุ่มอื่น					
นักเรียนได้แนวทางในการปรับปรุงโครงการวิทยาศาสตร์จากการประเมินผลงานโดยครูและเพื่อน					
นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองจากการแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้กับเพื่อนในกลุ่ม					

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....



ภาคผนวก ค

- ตาราง 19 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอน
 โครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P)
- ตาราง 20 ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC) ของรูปแบบการเรียนการสอน
 โครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P)

ตาราง 19 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้น
การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P)

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					\bar{x}	S.D	แปลผล
		1	2	3	4	5			
1	หลักการของรูปแบบการเรียน การสอน เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ ปฏิบัติจริง	5	4	5	3	5	4.40	.89	เหมาะสมมาก
2	จุดมุ่งหมายของรูปแบบการเรียน การสอนมีความเป็นไปได้ใน การนำไปปฏิบัติจริง	5	4	5	3	5	4.40	.89	เหมาะสมมากที่สุด
3	การกำหนดขั้นตอนของรูปแบบ การเรียนการสอนมีความเหมาะสม สำหรับการเรียนรู้ของนักเรียน	5	4	5	4	5	4.60	.55	เหมาะสมมากที่สุด
4	รูปแบบการเรียนการสอนสามารถ พัฒนานักเรียนตามหลักการ จัดการเรียนการสอนโครงการ วิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์	5	4	5	3	5	4.40	.89	เหมาะสมมาก
5	ความเหมาะสมของบทบาทครูกับ รูปแบบการเรียนการสอน	5	4	5	4	5	4.60	.55	เหมาะสมมากที่สุด
6	ความเหมาะสมของบทบาท นักเรียนกับรูปแบบการเรียน การสอน	5	5	5	3	5	4.60	.89	เหมาะสมมากที่สุด
ภาพรวม							4.50	.75	เหมาะสมมากที่สุด

หมายเหตุ

การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยของคะแนนความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่
เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) ให้ความหมายดังนี้ (ยุทธ ไกยวรรณ์. 2550: 199)

คะแนนเฉลี่ย	4.50 - 5.00	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย	3.50 - 4.49	หมายถึง	เหมาะสมมาก
คะแนนเฉลี่ย	2.50 - 3.49	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	1.50 - 2.49	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
คะแนนเฉลี่ย	1.00 - 1.49	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

ตาราง 20 ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ของรูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้น
การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P)

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
1	หลักการของรูปแบบการเรียน การสอนฯสอดคล้องกับ จุดมุ่งหมายของรูปแบบการเรียน การสอน	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
2	หลักการของรูปแบบการเรียน การสอนฯ สอดคล้องกับกิจกรรม การเรียนการสอนของรูปแบบฯ	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
3	จุดมุ่งหมายของรูปแบบการเรียน การสอนฯสอดคล้องกับกิจกรรม การเรียนการสอนของรูปแบบ	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
4	รูปแบบการจัดการเรียนการสอน แต่ละขั้นตอนมีความสอดคล้องกัน	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
5	กิจกรรมการเรียนการสอนของ รูปแบบฯสอดคล้องกับการวัดและ ประเมินผล	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง

ภาคผนวก ง

- ตาราง 21 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้
- ตาราง 22 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
- ตาราง 23 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ
- ตาราง 24 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง
- ตาราง 25 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์
- ตาราง 26 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินการปฏิบัติโครงการวิทยาศาสตร์
- ตาราง 27 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินผลงานโครงการวิทยาศาสตร์
- ตาราง 28 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ ฉบับที่ 1
- ตาราง 29 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ ฉบับที่ 2
- ตาราง 30 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และอำนาจจำแนก (t) ของแบบวัดความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P)

ตาราง 21 ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หักสำรวจมือใหม่								
1. รายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้								
1.1 การกำหนดหัวข้อหลักในแผนการจัดการเรียนรู้ครบถ้วน	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับผล การเรียนรู้	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
1.3 สารการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
2. กิจกรรมการเรียนการสอน								
2.1 กิจกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
2.2 กิจกรรมสอดคล้องกับรูปแบบการเรียน การสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้น การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
2.3 นักเรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม ทุกขั้นตอน	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
2.4 กิจกรรมมีความเหมาะสมในการพัฒนาการทำ โครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
2.5 กิจกรรมมีความเหมาะสมในการพัฒนาการ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
2.6 กิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
3. สื่อและแหล่งเรียนรู้								
3.1 สื่อและแหล่งเรียนรู้สอดคล้องกับสาระ การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
3.2 สื่อและแหล่งเรียนรู้เหมาะสมกับกิจกรรม การเรียนการสอน	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
4. การวัดและประเมินผล								
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
4.2 มีการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
4.3 มีการประเมินผลแบบหลากหลาย	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง

ตาราง 21 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 หักคั่นคว่ำทดลอง								
1. รายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้								
1.1 การกำหนดหัวข้อหลักในแผนการจัดการเรียนรู้ครบถ้วน	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับผล การเรียนรู้	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
1.3 สารการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
2. กิจกรรมการเรียนการสอน								
2.1 กิจกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
2.2 กิจกรรมสอดคล้องกับรูปแบบการเรียน การสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้น การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
2.3 นักเรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม ทุกขั้นตอน	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
2.4 กิจกรรมมีความเหมาะสมในการพัฒนาการทำ โครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
2.5 กิจกรรมมีความเหมาะสมในการพัฒนาการ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
2.6 กิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
3. สื่อและแหล่งเรียนรู้								
3.1 สื่อและแหล่งเรียนรู้สอดคล้องกับสาระ การเรียนรู้	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
3.2 สื่อและแหล่งเรียนรู้เหมาะสมกับกิจกรรม การเรียนการสอน	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
4. การวัดและประเมินผล								
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
4.2 มีการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
4.3 มีการประเมินผลแบบหลากหลาย	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง

ตาราง 21 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 นักสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์								
1. รายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้								
1.1 การกำหนดหัวข้อหลักในแผนการจัดการเรียนรู้ครบถ้วน	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับผล การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
1.3 สารการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
2. กิจกรรมการเรียนการสอน								
2.1 กิจกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
2.2 กิจกรรมสอดคล้องกับรูปแบบการเรียน การสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้น การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
2.3 นักเรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม ทุกขั้นตอน	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
2.4 กิจกรรมมีความเหมาะสมในการพัฒนาการทำ โครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
2.5 กิจกรรมมีความเหมาะสมในการพัฒนาการ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
2.6 กิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
3. สื่อและแหล่งเรียนรู้								
3.1 สื่อและแหล่งเรียนรู้สอดคล้องกับสาระ การเรียนรู้	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
3.2 สื่อและแหล่งเรียนรู้เหมาะสมกับกิจกรรม การเรียนการสอน	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
4. การวัดและประเมินผล								
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
4.2 มีการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
4.3 มีการประเมินผลแบบหลากหลาย	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง

ตาราง 21 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ผู้พิชิตโครงการ วิทยาศาสตร์								
1. รายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้								
1.1 การกำหนดหัวข้อหลักในแผนการจัดการ เรียนรู้ครบถ้วน	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับผล การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
1.3 สารการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
2. กิจกรรมการเรียนการสอน								
2.1 กิจกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
2.2 กิจกรรมสอดคล้องกับรูปแบบการเรียน การสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้น การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
2.3 นักเรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม ทุกขั้นตอน	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
2.4 กิจกรรมมีความเหมาะสมในการพัฒนาการทำ โครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
2.5 กิจกรรมมีความเหมาะสมในการพัฒนาการ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
2.6 กิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
3. สื่อและแหล่งเรียนรู้								
3.1 สื่อและแหล่งเรียนรู้สอดคล้องกับสาระ การเรียนรู้	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
3.2 สื่อและแหล่งเรียนรู้เหมาะสมกับกิจกรรม การเรียนการสอน	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
4. การวัดและประเมินผล								
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
4.2 มีการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
4.3 มีการประเมินผลแบบหลากหลาย	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง

ตาราง 22 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบ
ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล	ค่าความ ยากง่าย	ค่า อำนาจ จำแนก
	1	2	3	4	5					
สถานการณ์ปัญหาที่ 1									0.66	0.51
1.สถานการณ์ปัญหามี ความชัดเจน	0	1	1	0	1	3	0.60	สอดคล้อง		
2.ข้อความบ่งชี้ถึงความ สามารถในการระบุปัญหา	-1	1	1	1	1	3	0.60	สอดคล้อง		
3.ข้อความบ่งชี้ถึง ความสามารถในการ แสวงหาและคัดสรร แนวทางแก้ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		
4.ข้อความบ่งชี้ถึง ความสามารถในการ วางแผนแก้ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		
5.ข้อความครอบคลุม พฤติกรรมแสดงออก ของการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		
6.เกณฑ์การให้คะแนนด้าน การระบุปัญหา ใช้เป็น หลักเกณฑ์ประเมินได้จริง	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		
7.เกณฑ์การให้คะแนนด้าน การแสวงหาและคัดสรร ทางเลือกในการแก้ปัญหา ใช้เป็นหลักเกณฑ์ประเมิน ได้จริง	1	1	1	-1	1	3	0.60	สอดคล้อง		
8.เกณฑ์การให้คะแนนด้าน การวางแผนแก้ปัญหา ใช้เป็นหลักเกณฑ์ประเมิน ได้จริง	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		

ตาราง 22 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
	1	2	3	4	5					
สถานการณ์ปัญหาที่ 2									0.61	0.56
1.สถานการณ์ปัญหามีความชัดเจน	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		
2.ข้อคำถามบ่งชี้ถึงความสามารถในการระบุปัญหา	-1	1	1	1	1	3	0.60	สอดคล้อง		
3.ข้อคำถามบ่งชี้ถึงความสามารถในการแสวงหาและคัดสรรแนวทางแก้ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		
4.ข้อคำถามบ่งชี้ถึงความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		
5.ข้อคำถามครอบคลุมพฤติกรรมการแสดงออกของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		
6.เกณฑ์การให้คะแนนด้านการระบุปัญหา ใช้เป็นหลักเกณฑ์ประเมินได้จริง	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		
7.เกณฑ์การให้คะแนนด้านการแสวงหาและคัดสรรทางเลือกในการแก้ปัญหา ใช้เป็นหลักเกณฑ์ประเมินได้จริง	1	1	1	-1	1	3	0.60	สอดคล้อง		
8.เกณฑ์การให้คะแนนการวางแผนแก้ปัญหา ใช้เป็นหลักเกณฑ์ประเมินได้จริง	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		

ตาราง 22 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
	1	2	3	4	5					
สถานการณ์ 3									0.58	0.57
1.สถานการณ์ปัญหาที่มีความชัดเจน	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง		
2.ข้อความบ่งชี้ถึงความสามารถในการระบุปัญหา	-1	1	1	1	1	3	0.60	สอดคล้อง		
3.ข้อความบ่งชี้ถึงความสามารถในการแสวงหาและคัดสรรแนวทางแก้ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		
4.ข้อความบ่งชี้ถึงความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		
5.ข้อความครอบคลุมพฤติกรรมการแสดงออกของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		
6.เกณฑ์การให้คะแนนด้านการระบุปัญหา ใช้เป็นหลักเกณฑ์ประเมินได้จริง	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		
7.เกณฑ์การให้คะแนนด้านการแสวงหาและคัดสรรทางเลือกในการแก้ปัญหา ใช้เป็นหลักเกณฑ์ประเมินได้จริง	1	1	1	-1	1	3	0.60	สอดคล้อง		
8.เกณฑ์การให้คะแนนด้านการวางแผนแก้ปัญหา ใช้เป็นหลักเกณฑ์ประเมินได้จริง	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		

ตาราง 22 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล	ค่าความ ยากง่าย	ค่า อำนาจ จำแนก
	1	2	3	4	5					
สถานการณ์ 4									0.61	0.56
1.สถานการณ์ปัญหาที่มีความชัดเจน	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง		
2.ข้อคำถามบ่งชี้ถึงความสามารถในการระบุปัญหา	-1	1	1	1	1	3	0.60	สอดคล้อง		
3.ข้อคำถามบ่งชี้ถึงความสามารถในการแสวงหาและคัดสรรแนวทางแก้ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		
4.ข้อคำถามบ่งชี้ถึงความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		
5.ข้อคำถามครอบคลุมพฤติกรรมการแสดงออกของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		
6.เกณฑ์การให้คะแนนด้านการระบุปัญหา ใช้เป็นหลักเกณฑ์ประเมินได้จริง	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		
7.เกณฑ์การให้คะแนนด้านการแสวงหาและคัดสรรทางเลือกในการแก้ปัญหา ใช้เป็นหลักเกณฑ์ประเมินได้จริง	1	1	1	-1	1	3	0.60	สอดคล้อง		
8.เกณฑ์การให้คะแนนการวางแผนแก้ปัญหา ใช้เป็นหลักเกณฑ์ประเมินได้จริง	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		

ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.88

ตาราง 23 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินการเขียนเค้าโครงของโครงการ
วิทยาศาสตร์ ประเภทการสำรวจ

รายการประเมิน	เกณฑ์ การให้ คะแนน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
1. การคิดและเลือกหัวข้อโครงการ วิทยาศาสตร์									
• มีความแปลกใหม่ คิดได้ด้วยตนเองโดยนำ ข้อมูลจากการสังเกตสถานการณ์ที่พบมาใช้ และหัวข้อเรื่องโครงการสื่อความหมายได้ ชัดเจน	4	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
• ดัดแปลงจากผู้อื่นที่เคยทำมาก่อน และ หัวข้อเรื่องโครงการสื่อความหมายได้ชัดเจน	3	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
• มีความแปลกใหม่ หรือ ดัดแปลงจากผู้อื่น ที่เคยทำมาก่อน แต่หัวข้อเรื่องโครงการ สื่อความหมายไม่ชัดเจน	2	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
• ลอกเลียนแบบจากผู้อื่นที่เคยทำมาก่อน	1	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
2. ความชัดเจนของที่มาและความสำคัญ									
• ระบุสภาพปัญหา และแสดงความเป็นเหตุ เป็นผลได้ชัดเจน มีการใช้แนวคิดทาง วิทยาศาสตร์มาสนับสนุน	4	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
• ระบุสภาพปัญหา และแสดงความเป็นเหตุ เป็นผลได้ชัดเจน แต่ไม่มีการใช้แนวคิดทาง วิทยาศาสตร์มาสนับสนุน	3	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
• ระบุสภาพปัญหา แต่ไม่แสดงความเป็นเหตุ เป็นผล ไม่มีการใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ มาสนับสนุน	2	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
• ไม่ระบุถึงระบุสภาพปัญหา และไม่มีการใช้ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน	1	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
3. ความชัดเจนของจุดมุ่งหมาย									
• ระบุถึงสิ่งที่ต้องการศึกษาชัดเจนสอดคล้อง กับหัวข้อเรื่องโครงการ ใช้ภาษาเข้าใจง่าย	4	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 23 (ต่อ)

รายการประเมิน	เกณฑ์ การให้ คะแนน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
• ระบุถึงสิ่งที่ต้องการศึกษาชัดเจน สอดคล้องกับหัวข้อเรื่องโครงการ ใช้ภาษาเข้าใจยาก	3	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
• ระบุถึงสิ่งที่ต้องการศึกษาไม่ชัดเจน แต่สอดคล้องกับหัวข้อเรื่องโครงการ	2	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
• ไม่ระบุถึงสิ่งที่ต้องการศึกษา	1	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
4. การกำหนดพื้นที่การสำรวจ									
• กำหนดพื้นที่การสำรวจ และระยะเวลาการสำรวจได้ชัดเจน	4	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
• กำหนดพื้นที่การสำรวจชัดเจน แต่ระยะเวลาการสำรวจไม่ชัดเจน	3	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
• กำหนดพื้นที่การสำรวจไม่ชัดเจน แต่ระยะเวลาการสำรวจชัดเจน	2	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
• กำหนดพื้นที่การสำรวจและระยะเวลาการสำรวจไม่ชัดเจน	1	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
5. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ									
• ระบุความหมายของคำหรือข้อความที่ศึกษาได้ชัดเจน แสดงถึงการสังเกตและวัดได้	4	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
• ระบุความหมายของคำหรือข้อความที่ศึกษาไม่ชัดเจน แสดงถึงการสังเกตและวัดได้	3	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
• ระบุความหมายของคำหรือข้อความที่ศึกษาไม่ชัดเจน แสดงถึงการสังเกตและวัดได้เพียงบางส่วน	2	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
• ระบุความหมายของคำหรือข้อความที่ศึกษาไม่ชัดเจน ไม่แสดงถึงการสังเกตและวัดได้	1	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
6. ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงประกอบการทำโครงการ									
• ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ต้องสืบค้นได้ สอดคล้องกับหัวข้อเรื่องโครงการมากกว่า 2 ประเด็น	4	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 23 (ต่อ)

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
•ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ต้องสืบค้นได้ สอดคล้องกับหัวข้อเรื่องโครงการ 2 ประเด็น	3	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
•ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ต้องสืบค้นได้ สอดคล้องกับหัวข้อเรื่องโครงการ 1 ประเด็น	2	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
•ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ต้องสืบค้นไม่ สอดคล้องกับหัวข้อเรื่องโครงการ	1	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
7. การออกแบบการสำรวจ									
•สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย เลือกหรือ ดัดแปลงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ได้อย่างเหมาะสม บอกปริมาณที่ต้องการใช้ทุกรายการ เขียน ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างถูกต้อง และเข้าใจง่าย	4	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
•สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย เลือกหรือ ดัดแปลงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ได้อย่างเหมาะสม บอกปริมาณที่ต้องการใช้เพียงบางรายการ เขียนขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่าง ถูกต้อง และเข้าใจง่าย	3	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
•สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย เลือกหรือ ดัดแปลงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ไม่เหมาะสม บอก ปริมาณที่ต้องการใช้เพียงบางรายการ เขียน ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลถูกต้องเพียง บางส่วน และเข้าใจยาก	2	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
•ไม่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย เลือกหรือ ดัดแปลงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ไม่เหมาะสม บอก ปริมาณที่ต้องการใช้เพียงบางรายการ เขียน ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลถูกต้องเพียง บางส่วน และเข้าใจยาก	1	1	1	1	-1	1	3	0.60	สอดคล้อง

ตาราง 23 (ต่อ)

รายการประเมิน	เกณฑ์ การให้ คะแนน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
8. การออกแบบการนำเสนอผล การสำรวจ									
•ออกแบบการนำเสนอผลการสำรวจ (กราฟ ตาราง แผนภูมิ บรรยาย รูปภาพ) ได้เหมาะสม สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย และ เขียนส่วนประกอบของการนำเสนอได้ถูกต้อง ครบถ้วน	4	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
•ออกแบบการนำเสนอผลการสำรวจ (กราฟ ตาราง แผนภูมิ บรรยาย รูปภาพ) ได้เหมาะสม สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย และ เขียนส่วนประกอบของการนำเสนอได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	3	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
•ออกแบบการนำเสนอผลการสำรวจ (กราฟ ตาราง แผนภูมิ บรรยาย รูปภาพ) ไม่เหมาะสม แต่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย และเขียนส่วนประกอบของข้อมูลได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	2	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
•ออกแบบการนำเสนอผลการสำรวจ (กราฟ ตาราง แผนภูมิ บรรยาย รูปภาพ) ไม่เหมาะสม แต่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย และเขียนส่วนประกอบของข้อมูลไม่ถูกต้อง	1	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง

ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.90

ตาราง 24 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินการเขียนเค้าโครงของโครงการ
วิทยาศาสตร์ ประเภทการทดลอง

รายการประเมิน	เกณฑ์ การให้ คะแนน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
1. การคิดและเลือกหัวข้อโครงการ วิทยาศาสตร์									
• มีความแปลกใหม่ คิดได้ด้วยตนเองโดยนำ ข้อมูลจากการสังเกตสถานการณ์ที่พบมาใช้ และหัวข้อเรื่องโครงการสื่อความหมายได้ ชัดเจน	4	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
• ดัดแปลงจากผู้อื่นที่เคยทำมาก่อน และ หัวข้อเรื่องโครงการสื่อความหมายได้ชัดเจน	3	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
• มีความแปลกใหม่ หรือ ดัดแปลงจากผู้อื่น ที่เคยทำมาก่อน แต่หัวข้อเรื่องโครงการสื่อ ความหมายไม่ชัดเจน	2	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
• ลอกเลียนแบบจากผู้อื่นที่เคยทำมาก่อน	1	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
2. ความชัดเจนของที่มาและความสำคัญ									
• ระบุสภาพปัญหา และแสดงความเป็นเหตุ เป็นผลได้ชัดเจน มีการใช้แนวคิดทาง วิทยาศาสตร์มาสนับสนุน	4	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
• ระบุสภาพปัญหา และแสดงความเป็นเหตุ เป็นผลได้ชัดเจน แต่ไม่มีการใช้แนวคิดทาง วิทยาศาสตร์มาสนับสนุน	3	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
• ระบุสภาพปัญหา แต่ไม่แสดงความเป็นเหตุ เป็นผล ไม่มีการใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ มาสนับสนุน	2	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
• ไม่ระบุถึงระบุสภาพปัญหา และไม่มีการใช้ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน	1	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
3. ความชัดเจนของจุดมุ่งหมาย									
• ระบุถึงสิ่งที่ต้องการศึกษาชัดเจนสอดคล้อง กับหัวข้อเรื่องโครงการ ใช้ภาษาเข้าใจง่าย	4	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
• ระบุถึงสิ่งที่ต้องการศึกษาชัดเจน สอดคล้อง กับหัวข้อเรื่องโครงการ ใช้ภาษาเข้าใจยาก	3	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง

ตาราง 24 (ต่อ)

รายการประเมิน	เกณฑ์ การให้ คะแนน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
• ระบุถึงสิ่งที่ต้องการศึกษาไม่ชัดเจน แต่สอดคล้องกับหัวข้อเรื่องโครงการ	2	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
• ไม่ระบุถึงสิ่งที่ต้องการศึกษา	1	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
4. การตั้งสมมติฐาน									
• สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย ระบุถึง ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษาได้ถูกต้อง ชัดเจน และแสดงถึงแนวทางในการออกแบบ การทดลองชัดเจน	4	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
• สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย ระบุถึง ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษาได้ถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน และแสดงถึงแนวทางใน การออกแบบการทดลอง	3	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
• สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย ระบุถึง ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษาได้ถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน และแสดงถึงแนวทางใน การออกแบบการทดลองไม่ชัดเจน	2	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
• ไม่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย ระบุถึง ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษาไม่ถูกต้อง และแสดงถึงแนวทางในการออกแบบ การทดลองไม่ชัดเจน	1	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
5. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ									
• ระบุความหมายของตัวแปรที่ศึกษา ได้ชัดเจน แสดงถึงการสังเกตและวัดได้	4	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
• ระบุความหมายของตัวแปรที่ศึกษา ไม่ชัดเจน แสดงถึงการสังเกตและวัดได้	3	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
• ระบุความหมายของตัวแปรที่ศึกษา ไม่ชัดเจน แสดงถึงการสังเกตและวัดได้ เพียงบางส่วน	2	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
• ระบุความหมายของตัวแปรที่ศึกษาไม่ ชัดเจน ไม่แสดงถึงการสังเกตและวัดได้	1	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง

ตาราง 24 (ต่อ)

รายการประเมิน	เกณฑ์ การให้ คะแนน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
6. ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงประกอบ การทำโครงการ									
•ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ต้องสืบค้นได้ สอดคล้องกับหัวข้อเรื่องโครงการมากกว่า 2 ประเด็น	4	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
•ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ต้องสืบค้นได้ สอดคล้องกับหัวข้อเรื่องโครงการ 2 ประเด็น	3	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
•ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ต้องสืบค้นได้ สอดคล้องกับหัวข้อเรื่องโครงการ 1 ประเด็น	2	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
•ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ต้องสืบค้นไม่ สอดคล้องกับหัวข้อเรื่องโครงการ	1	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
7. การออกแบบการทดลอง									
•สอดคล้องกับสมมติฐาน กำหนดและควบคุม ตัวแปรได้ถูกต้องครบถ้วน เลือกหรือดัดแปลง วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ได้อย่างเหมาะสม บอกปริมาณที่ต้องการใช้ทุกรายการ เขียนขั้นตอนการทดลองได้ชัดเจน	4	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
•สอดคล้องกับสมมติฐาน กำหนดและควบคุม ตัวแปรได้ถูกต้องครบถ้วนเพียงบางส่วน เลือกหรือดัดแปลงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ได้ อย่างเหมาะสม บอกปริมาณที่ต้องการใช้ เพียงบางรายการ เขียนขั้นตอนการทดลอง ได้ชัดเจน	3	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
•สอดคล้องกับสมมติฐาน กำหนดและควบคุม ตัวแปรได้ถูกต้องครบถ้วนเพียงบางส่วน เลือกหรือดัดแปลงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ได้ อย่างเหมาะสม บอกปริมาณที่ต้องการใช้ เพียงบางรายการ เขียนขั้นตอนการทดลอง ไม่ชัดเจน	2	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง

ตาราง 24 (ต่อ)

รายการประเมิน	เกณฑ์ การให้ คะแนน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
• สอดคล้องกับสมมติฐาน กำหนดและควบคุมตัวแปรได้ถูกต้องครบถ้วนเพียงบางส่วน เลือกหรือดัดแปลงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ไม่เหมาะสม บอกปริมาณที่ต้องการใช้เพียงบางรายการ เขียนขั้นตอนการทดลองไม่ชัดเจน	1	1	1	1	-1	1	3	0.60	สอดคล้อง
8. การออกแบบการนำเสนอผลการทดลอง									
• ออกแบบการนำเสนอผลการทดลอง (กราฟ ตาราง แผนภูมิ บรรยาย รูปภาพ) ได้เหมาะสม สอดคล้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษา และเขียนส่วนประกอบของการนำเสนอได้ถูกต้องครบถ้วน	4	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
• ออกแบบการนำเสนอผลการทดลอง (กราฟ ตาราง แผนภูมิ บรรยาย รูปภาพ) ได้เหมาะสม สอดคล้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษา และเขียนส่วนประกอบของการนำเสนอได้ถูกต้องเพียงบางส่วน	3	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
• ออกแบบการนำเสนอผลการทดลอง (กราฟ ตาราง แผนภูมิ บรรยาย รูปภาพ) ไม่เหมาะสม แต่สอดคล้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษา และเขียนส่วนประกอบของข้อมูลได้ถูกต้องเพียงบางส่วน	2	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
• ออกแบบการนำเสนอผลการทดลอง (กราฟ ตาราง แผนภูมิ บรรยาย รูปภาพ) ไม่เหมาะสม สอดคล้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษา แต่เขียนส่วนประกอบของข้อมูลไม่ถูกต้อง	1	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง

ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.93

ตาราง 25 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินการเขียนเค้าโครงของโครงการ
วิทยาศาสตร์ ประเภทสิ่งประดิษฐ์

รายการประเมิน	เกณฑ์ การให้ คะแนน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
1. การคิดและเลือกหัวข้อโครงการ วิทยาศาสตร์									
• มีความแปลกใหม่ คิดได้ด้วยตนเองโดยนำ ข้อมูลจากการสังเกตสถานการณ์ที่พบมาใช้ และหัวข้อเรื่องโครงการสื่อความหมายได้ ชัดเจน	4	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
• ดัดแปลงจากผู้อื่นที่เคยทำมาก่อน และ หัวข้อเรื่องโครงการสื่อความหมายได้ชัดเจน	3	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
• มีความแปลกใหม่ หรือ ดัดแปลงจากผู้อื่น ที่เคยทำมาก่อน แต่หัวข้อเรื่องโครงการสื่อ ความหมายไม่ชัดเจน	2	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
• ลอกเลียนแบบจากผู้อื่นที่เคยทำมาก่อน	1	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
2. ความชัดเจนของที่มาและความสำคัญ									
• ระบุสภาพปัญหา และแสดงความเป็นเหตุ เป็นผลได้ชัดเจน มีการใช้แนวคิดทาง วิทยาศาสตร์มาสนับสนุน	4	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
• ระบุสภาพปัญหา และแสดงความเป็นเหตุ เป็นผลได้ชัดเจน แต่ไม่มีการใช้แนวคิดทาง วิทยาศาสตร์มาสนับสนุน	3	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
• ระบุสภาพปัญหา แต่ไม่แสดงความเป็นเหตุ เป็นผล ไม่มีการใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ มาสนับสนุน	2	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
• ไม่ระบุถึงระบุสภาพปัญหา และไม่มีการใช้ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน	1	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
3. ความชัดเจนของจุดมุ่งหมาย									
• ระบุถึงสิ่งที่ต้องการศึกษาชัดเจนสอดคล้อง กับหัวข้อเรื่องโครงการ ใช้ภาษาเข้าใจง่าย	4	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
• ระบุถึงสิ่งที่ต้องการศึกษาชัดเจน สอดคล้อง กับหัวข้อเรื่องโครงการ ใช้ภาษาเข้าใจยาก	3	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง

ตาราง 25 (ต่อ)

รายการประเมิน	เกณฑ์ การให้ คะแนน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
• ระบุถึงสิ่งที่ต้องการศึกษาไม่ชัดเจน แต่สอดคล้องกับหัวข้อเรื่องโครงการ	2	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
• ไม่ระบุถึงสิ่งที่ต้องการศึกษา	1	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
4. การตั้งสมมติฐาน									
• สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย ระบุถึง ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษาได้ถูกต้อง ชัดเจน และแสดงถึงแนวทางในการออกแบบ การทดลองชัดเจน	4	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
• สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย ระบุถึง ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษาได้ถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน และแสดงถึงแนวทางในการ ออกแบบการทดลอง	3	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
• สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย ระบุถึง ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษาได้ถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน และแสดงถึงแนวทางในการ ออกแบบการทดลองไม่ชัดเจน	2	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
• ไม่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย ระบุถึง ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษาไม่ถูกต้อง และแสดงถึงแนวทางในการออกแบบการ ทดลองไม่ชัดเจน	1	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
5. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ									
• ระบุความหมายของตัวแปรที่ศึกษา ได้ชัดเจน แสดงถึงการสังเกตและวัดได้	4	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
• ระบุความหมายของตัวแปรที่ศึกษา ไม่ชัดเจน แสดงถึงการสังเกตและวัดได้	3	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
• ระบุความหมายของตัวแปรที่ศึกษา ไม่ชัดเจน แสดงถึงการสังเกตและวัดได้ เพียงบางส่วน	2	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
• ระบุความหมายของตัวแปรที่ศึกษา ไม่ชัดเจน ไม่แสดงถึงการสังเกตและวัดได้	1	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง

ตาราง 25 (ต่อ)

รายการประเมิน	เกณฑ์ การให้ คะแนน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
6. ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงประกอบ การทำโครงการ									
•ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ต้องสืบค้นได้ สอดคล้องกับหัวข้อเรื่องโครงการมากกว่า 2 ประเด็น	4	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
•ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ต้องสืบค้นได้ สอดคล้องกับหัวข้อเรื่องโครงการ 2 ประเด็น	3	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
•ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ต้องสืบค้นได้ สอดคล้องกับหัวข้อเรื่องโครงการ 1 ประเด็น	2	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
•ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ต้องสืบค้น ไม่สอดคล้องกับหัวข้อเรื่องโครงการ	1	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
7. การออกแบบการทดลอง									
•กำหนดและควบคุมตัวแปรได้ถูกต้อง ดัดแปลงวัสดุอุปกรณ์ให้มีรูปร่างหรือ โครงสร้างใหม่ก่อนการประดิษฐ์เขียนขั้นตอน การประดิษฐ์และการทดสอบประสิทธิภาพได้ ชัดเจน แบบของสิ่งประดิษฐ์แปลกใหม่	4	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
•กำหนดและควบคุมตัวแปรได้ถูกต้อง ไม่มีการดัดแปลงวัสดุอุปกรณ์ให้มีรูปร่าง หรือโครงสร้างใหม่ก่อนการประดิษฐ์ เขียนขั้นตอนการประดิษฐ์และการทดสอบ ประสิทธิภาพไม่ชัดเจน แบบของสิ่งประดิษฐ์ ดัดแปลงจากผู้อื่นที่เคยทำบางส่วน	3	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
•กำหนดและควบคุมตัวแปรได้ถูกต้อง ไม่มีการดัดแปลงวัสดุอุปกรณ์ให้มีรูปร่าง หรือโครงสร้างใหม่ก่อนการประดิษฐ์ เขียนขั้นตอนการประดิษฐ์และการทดสอบ ประสิทธิภาพไม่ชัดเจน แบบของสิ่งประดิษฐ์ ลอกเลียนจากผู้อื่นที่เคยทำบางส่วน	2	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง

ตาราง 25 (ต่อ)

รายการประเมิน	เกณฑ์ การให้ คะแนน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
<ul style="list-style-type: none"> กำหนดและควบคุมตัวแปรไม่ถูกต้อง ไม่มีการดัดแปลงวัสดุอุปกรณ์ให้มีรูปร่างหรือโครงสร้างใหม่ก่อนการประดิษฐ์ เขียนขั้นตอนการประดิษฐ์และการทดสอบประสิทธิภาพไม่ชัดเจน แบบของสิ่งประดิษฐ์ลอกเลียนจากผู้อื่นที่เคยทำบางส่วน 	1	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
8. การออกแบบการนำเสนอผล									
การทดลอง									
<ul style="list-style-type: none"> ออกแบบการนำเสนอข้อมูล (กราฟ ตาราง แผนภูมิ บรรยาย รูปภาพ) ได้เหมาะสม สอดคล้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษา และเขียนส่วนประกอบของการนำเสนอได้ถูกต้องครบถ้วน 	4	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
<ul style="list-style-type: none"> ออกแบบการนำเสนอข้อมูล (กราฟ ตาราง แผนภูมิ บรรยาย รูปภาพ) ได้เหมาะสม สอดคล้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษา และเขียนส่วนประกอบของการนำเสนอได้ถูกต้องเพียงบางส่วน 	3	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
<ul style="list-style-type: none"> ออกแบบการนำเสนอข้อมูล (กราฟ ตาราง แผนภูมิ บรรยาย รูปภาพ) ไม่เหมาะสม แต่สอดคล้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษา และเขียนส่วนประกอบของข้อมูลได้ถูกต้องเพียงบางส่วน 	2	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
<ul style="list-style-type: none"> ออกแบบการนำเสนอข้อมูล (กราฟ ตาราง แผนภูมิ บรรยาย รูปภาพ) ไม่เหมาะสม แต่สอดคล้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษา และเขียนส่วนประกอบของข้อมูลไม่ถูกต้อง 	1	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง

ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.91

ตาราง 26 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินการปฏิบัติโครงการงานวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	เกณฑ์ การให้ คะแนน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
1. การใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์									
• ใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ได้ถูกต้องทุกรายการ คล่องแคล่ว จัดเก็บเรียบร้อย	4	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
• ใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ได้ถูกต้องทุกรายการ คล่องแคล่ว จัดเก็บไม่เรียบร้อย	3	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
• ใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ได้ถูกต้องบางรายการ แต่คล่องแคล่ว จัดเก็บไม่เรียบร้อย	2	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
• ใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ได้ถูกต้องบางรายการ และไม่คล่องแคล่ว จัดเก็บไม่เรียบร้อย	1	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
2. การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล									
• เก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นตอนที่ วางแผนไว้ และมีการเก็บข้อมูลซ้ำ เสร็จทันเวลาที่กำหนด	4	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
• เก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับ ขั้นตอน วางแผนไว้ เสร็จทันเวลาที่กำหนด	3	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
• เก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับ ขั้นตอน วางแผน แต่เสร็จช้ากว่าเวลาที่กำหนด	2	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
• เก็บรวบรวมข้อมูลไม่เป็นไปตามลำดับขั้นตอน ที่วางแผนไว้ แต่เสร็จช้ากว่าเวลาที่กำหนด	1	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
3. การทำงานร่วมกัน									
• สมาชิกทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือทำงาน ตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	4	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
• สมาชิกในกลุ่มมากกว่าร้อยละ 50 ให้ความ ร่วมมือและทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	3	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
• ร้อยละ 50 ของสมาชิกในกลุ่มให้ความร่วมมือ และทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	2	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
• สมาชิกในกลุ่มน้อยกว่าร้อยละ 50 ให้ความ ร่วมมือ ทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	1	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง

ค่าความเชื่อมั่น 0.98

ตาราง 27 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินผลงานโครงการวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	เกณฑ์ การให้ คะแนน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
1. การเขียนรายงาน									
1.1 รูปแบบการเขียนรายงาน									
•เขียนรายงานครอบคลุมหัวข้อที่สำคัญ เนื้อหาข้อมูลชัดเจน และมีรายละเอียด เพียงพอ ใช้ศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง ใช้ภาษาสื่อความหมายเข้าใจง่าย	4	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
•เขียนรายงานครอบคลุมหัวข้อที่สำคัญ เนื้อหาข้อมูลชัดเจน แต่มีรายละเอียดไม่ เพียงพอ ใช้ศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง ใช้ภาษาสื่อความหมายเข้าใจง่าย	3	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
•เขียนรายงานส่วนใหญ่ครอบคลุมหัวข้อที่ สำคัญ เนื้อหาข้อมูลชัดเจน แต่มีรายละเอียด ไม่เพียงพอ ใช้ศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ถูกต้อง เพียงบางส่วน ใช้ภาษาสื่อความหมาย เข้าใจง่าย	2	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
•เขียนรายงานส่วนใหญ่ครอบคลุมหัวข้อที่ สำคัญ เนื้อหาข้อมูลไม่ชัดเจน มีรายละเอียด ไม่เพียงพอ ใช้ศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ไม่ ถูกต้อง ใช้ภาษาสื่อความหมายเข้าใจยาก	1	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
1.2 การบันทึกข้อมูล									
•บันทึกข้อมูลได้ครบถ้วน ถูกต้อง ใช้ภาษา สื่อสารชัดเจน	4	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
•บันทึกข้อมูลได้ครบถ้วน ถูกต้อง ใช้ภาษา สื่อสารไม่ชัดเจน	3	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
•บันทึกข้อมูลไม่ครบถ้วน แต่ถูกต้อง ใช้ ภาษาสื่อสารไม่ชัดเจน	2	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
•บันทึกข้อมูลไม่ครบถ้วน แต่ถูกต้องเพียง บางส่วน ใช้ภาษาสื่อสารไม่ชัดเจน	1	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง

ตาราง 27 (ต่อ)

รายการประเมิน	เกณฑ์ การให้ คะแนน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
1.3 การสรุปและอภิปรายผล									
•บรรยายลักษณะข้อมูลที่ได้จากการสำรวจหรือการทดลอง และสรุปผลได้สอดคล้องกับผลการศึกษาและสมมติฐาน(ถ้ามี) มีการใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน	4	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
•บรรยายลักษณะข้อมูลที่ได้จากการสำรวจหรือการทดลอง และสรุปผลได้สอดคล้องกับผลการศึกษาและสมมติฐาน(ถ้ามี) มีการใช้เหตุผลที่ไม่ใช่เหตุผลทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน	3	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
•บรรยายลักษณะข้อมูลที่ได้จากการสำรวจหรือการทดลอง สรุปผลได้สอดคล้องกับผลการศึกษาและสมมติฐาน(ถ้ามี) ไม่มีการใช้เหตุผลที่มาสนับสนุน	2	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
•ไม่บรรยายลักษณะข้อมูลที่ได้จากการสำรวจหรือการทดลอง แต่สรุปผลได้สอดคล้องกับผลการศึกษาและสมมติฐาน(ถ้ามี) ไม่มีเหตุผลมาสนับสนุน	1	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
2. ผลงานหรือชิ้นงาน									
•ผลงานหรือชิ้นงานสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ได้มาจากการดำเนินการศึกษา มีความสมบูรณ์ ประณีต และใช้ประโยชน์ได้จริง	4	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
•ผลงานหรือชิ้นงานสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ได้มาจากการดำเนินการศึกษา ใช้ประโยชน์ได้จริง แต่ขาดความสมบูรณ์บางส่วน	3	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
•ผลงานหรือชิ้นงานสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ได้มาจากการดำเนินการศึกษา ขาดความสมบูรณ์บางส่วน ถ้าได้รับการปรับปรุงจะสามารถใช้ประโยชน์ได้	2	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง

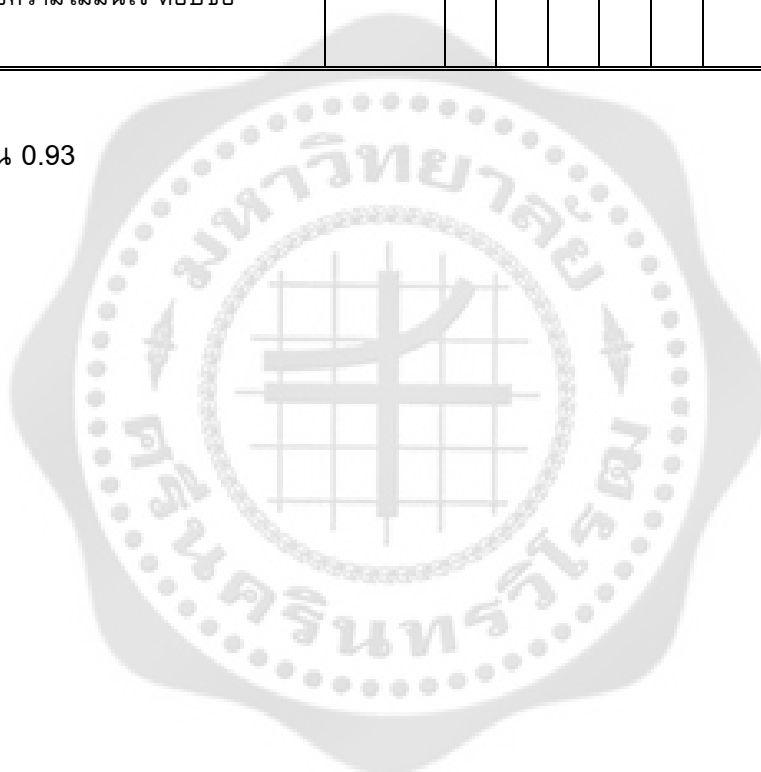
ตาราง 27 (ต่อ)

รายการประเมิน	เกณฑ์ การให้ คะแนน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
• ผลงานหรือชิ้นงานไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ หรือไม่ได้มาจากการดำเนินการศึกษา	1	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
3. การจัดแสดงผลงาน									
• จัดคำอธิบายในแผ่นนำเสนอผลงานเป็นลำดับขั้นตอน สื่อความหมายด้วยข้อความทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง เข้าใจง่าย ตกแต่งอย่างประณีตแปลกใหม่ และนำผลงานหรือตัวอย่างผลงานมาจัดแสดง	4	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
• จัดคำอธิบายในแผ่นนำเสนอผลงานเป็นลำดับขั้นตอน สื่อความหมายด้วยข้อความทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องเพียงบางส่วน เข้าใจง่าย ตกแต่งอย่างประณีต และนำผลงานหรือตัวอย่างผลงานมาจัดแสดง	3	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
• จัดคำอธิบายในแผ่นนำเสนอผลงานเป็นลำดับขั้นตอน สื่อความหมายด้วยข้อความทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องเพียงบางส่วน เข้าใจง่าย ตกแต่งอย่างประณีต แต่ไม่นำผลงานหรือตัวอย่างผลงานมาจัดแสดง	2	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
• จัดคำอธิบายในแผ่นนำเสนอผลงานไม่เป็นลำดับขั้นตอน สื่อความหมายด้วยข้อความทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องเพียงบางส่วน เข้าใจยาก ตกแต่งไม่ประณีต และไม่นำผลงานหรือตัวอย่างผลงานมาจัดแสดง	1	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
4. การนำเสนอด้วยวาจา									
• แสดงถึงความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ศึกษาอย่างชัดเจน พูดด้วยความมั่นใจ ตอบข้อซักถามได้ถูกต้องทุกคำถาม	4	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
• แสดงถึงความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ศึกษาอย่างชัดเจน พูดด้วยความมั่นใจ ตอบข้อซักถามถูกต้องเพียงบางส่วน	3	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง

ตาราง 27 (ต่อ)

รายการประเมิน	เกณฑ์ การให้ คะแนน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
<ul style="list-style-type: none"> •แสดงถึงความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ศึกษาไม่ชัดเจน พูดยด้วยความไม่มั่นใจ ตอบข้อซักถามได้ถูกต้องเพียงบางส่วน 	2	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
<ul style="list-style-type: none"> •แสดงถึงความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ศึกษาไม่ชัดเจน พูดยด้วยความไม่มั่นใจ ตอบข้อซักถามไม่ได้เลย 	1	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง

ค่าความเชื่อมั่น 0.93



ตาราง 28 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบ
ความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ ฉบับที่ 1

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
	1	2	3	4	5					
สถานการณ์ปัญหาที่ 1									0.58	0.66
1.สถานการณ์สามารถตั้งชื่อเรื่องได้อย่างเหมาะสม	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		
2.สถานการณ์บ่งบอกถึงที่มาและความสำคัญของปัญหา	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง		
3.สถานการณ์นำไปสู่การตั้งสมมติฐานได้	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง		
4.สถานการณ์สามารถกำหนดและควบคุมตัวแปรได้	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง		
5.สถานการณ์สามารถกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการได้	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง		
6.สถานการณ์นำไปสู่การสืบค้นเอกสาร และความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องได้	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง		
7.สถานการณ์นำไปสู่การออกแบบการทดลองได้	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง		
8.สถานการณ์นำไปสู่การจัดกระทำและการออกแบบรวบรวมรวมข้อมูลได้	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง		
สถานการณ์ปัญหาที่ 2									0.47	0.68
1.สถานการณ์สามารถตั้งชื่อเรื่องได้อย่างเหมาะสม	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		
2.สถานการณ์บ่งบอกถึงที่มาและความสำคัญของปัญหา	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง		
3.สถานการณ์นำไปสู่การตั้งสมมติฐานได้	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง		
4.สถานการณ์สามารถกำหนดและควบคุมตัวแปรได้	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง		
5.สถานการณ์สามารถกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการได้	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง		

ตาราง 28 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
	1	2	3	4	5					
6.สถานการณ์นำไปสู่การสืบค้นเอกสาร และความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องได้	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง		
7.สถานการณ์นำไปสู่การออกแบบการทดลองได้	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		
8.สถานการณ์นำไปสู่การจัดกระทำและการออกแบบรวบรวมข้อมูลได้	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		

ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83

ตาราง 29 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบ
ความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ ฉบับที่ 2

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
	1	2	3	4	5					
สถานการณ์ปัญหาที่ 3									0.50	0.55
1.สถานการณ์สามารถตั้งชื่อเรื่องได้อย่างเหมาะสม	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		
2.สถานการณ์บ่งบอกถึงที่มาและความสำคัญของปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		
3.สถานการณ์นำไปสู่การตั้งสมมติฐานได้	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		
4.สถานการณ์สามารถกำหนดและควบคุมตัวแปรได้	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		
5.สถานการณ์สามารถกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการได้	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		
6.สถานการณ์นำไปสู่การสืบค้นเอกสาร และความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องได้	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง		
7.สถานการณ์นำไปสู่การออกแบบการทดลองได้	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		
8.สถานการณ์นำไปสู่การจัดกระทำและการออกแบบรวบรวมรวมข้อมูลได้	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		
สถานการณ์ปัญหาที่ 4									0.48	0.78
1.สถานการณ์สามารถตั้งชื่อเรื่องได้อย่างเหมาะสม	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		
2.สถานการณ์บ่งบอกถึงที่มาและความสำคัญของปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		
3.สถานการณ์นำไปสู่การตั้งสมมติฐานได้	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		
4.สถานการณ์สามารถกำหนดและควบคุมตัวแปรได้	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		
5.สถานการณ์สามารถกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการได้	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		

ตาราง 29 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
	1	2	3	4	5					
6.สถานการณ์นำไปสู่การสืบค้นเอกสาร และความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องได้	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		
7.สถานการณ์นำไปสู่การออกแบบการทดลองได้	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		
8.สถานการณ์นำไปสู่การจัดกระทำและการออกแบบรวบรวมข้อมูลได้	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง		

ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80

ตาราง 30 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และอำนาจจำแนก (t) ของแบบวัดความพึงพอใจ
ต่อรูปแบบการเรียนการสอน

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล	อำนาจจำแนก (t)	ค่า p-value
	1	2	3	4	5					
ระยะเตรียมความพร้อม										
1.ครูนำประเด็นปัญหาจากสภาพแวดล้อมใกล้ตัวมาสร้างความสนใจของนักเรียน	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	6.24	0.00
2.ครูใช้คำถามสร้างความสนใจของนักเรียน	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	2.58	0.01
3.ครูใช้ตัวอย่างสถานการณ์ ทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	3.08	0.00
4.ครูใช้คำถามทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	3.14	0.00
5.ครูใช้สื่อประกอบการสอน เพื่อทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง	2.53	0.01
ระยะสร้างสรรค์โครงงานวิทยาศาสตร์										
6.นักเรียนมีโอกาสระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้	0	1	1	0	1	3	0.60	สอดคล้อง	3.99	0.00
7.นักเรียนมีโอกาสระบุปัญหาจากสิ่งที่นักเรียนสังเกตเห็นในชีวิตจริง	0	1	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง	3.06	0.00
8.นักเรียนได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาให้ได้จำนวนมาก	1	1	1	0	0	3	0.60	สอดคล้อง	3.78	0.00
9.นักเรียนมีส่วนร่วมในกลุ่มเพื่อกำหนดหัวข้อเรื่องทำโครงงานวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	2.44	0.02

ตาราง 30 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล	อำนาจ จำแนก (t)	ค่า p-value
	1	2	3	4	5					
10.นักเรียนมีส่วนร่วมในกลุ่ม เพื่อวางแผนเขียนเค้าโครง ของโครงการวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	4.26	0.00
11.นักเรียนได้สร้างสรรค์งาน ตามจินตนาการอย่างอิสระ	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง	3.23	0.00
12.นักเรียนมีโอกาสได้ค้นคว้า หาความรู้จากแหล่งต่างๆ ด้วยตนเอง	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	2.61	0.01
13.นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทำ โครงการวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	3.55	0.00
14.ครูให้คำแนะนำปรึกษาการทำ โครงการวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	2.61	0.01
15.ครูติดตามความก้าวหน้า ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	4.22	0.00
16.การทำโครงการวิทยาศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	2.62	0.01
ระยาะนำเสนอผลงาน										
17.นักเรียนรู้สึกภูมิใจเมื่อสามารถ นำเสนอผลงานที่เกิดจากการทำ โครงการวิทยาศาสตร์ให้ผู้อื่น เข้าใจได้	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	3.63	0.00
18.นักเรียนมีโอกาสซักถาม แสดงความคิดเห็น และติชม ผลงานของเพื่อนกลุ่มอื่น	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	2.99	0.00

ตาราง 30 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล	อำนาจ จำแนก (t)	ค่า p-value
	1	2	3	4	5					
19.นักเรียนได้แนวทางในการปรับปรุงโครงงานวิทยาศาสตร์จากการประเมินผลงานโดยครูและเพื่อน	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	2.82	0.00
20.นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองจากการแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้กับเพื่อนในกลุ่ม	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง	3.36	0.00

ค่าความเชื่อมั่น 0.90



ภาพกิจกรรม โครงการวิทยาศาสตร์
จากการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนด



นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ประเด็นปัญหา
“อาหารมื้อกลางวัน” และระดมสมองหาแนวทางแก้ปัญหา



ตัวแทนสมาชิกแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวทางแก้ปัญหา
เพื่อนำมากำหนดเป็นหัวข้อโครงการวิทยาศาสตร์

ภาพกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์
จากการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนด



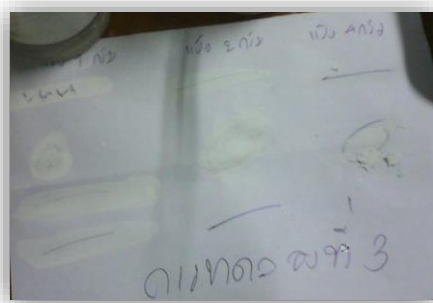
นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำน้ำยาลบคำผิด
ตามแผนปฏิบัติการที่ออกแบบไว้ พร้อมทั้งรวบรวมและบันทึกข้อมูล



ศึกษาชนิดของเนื้อสีที่มีผลต่อการปกปิดข้อความ



ศึกษาชนิดของสารช่วยปิดทับ
ที่มีผลต่อการปกปิดข้อความ



ศึกษาอัตราส่วนของสารช่วยปิดทับต่อเนื้อสี
ที่มีผลต่อการปกปิดข้อความ

ภาพกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์อิสระ
จากการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนพบในชีวิตจริง



นักเรียนนำเสนอโครงงานวิทยาศาสตร์ตามความสนใจ จากปัญหาที่พบในชีวิตจริง
เรื่อง เครื่องแกะเมล็ดข้าวโพด



ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวยุพาพันธ์ มินวงษ์
วันเดือนปีเกิด	14 พฤษภาคม 2512
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	28/1 หมู่ที่ 5 หมู่บ้านถนนใหญ่ ตำบลถนนใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี 15000
ตำแหน่งหน้าที่ในปัจจุบัน	ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบ้านหมี่วิทยา 278 หมู่ที่ 5 ตำบลสนามแจง อำเภอบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี 15110
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2530	มัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนโคกกะเทียมวิทยาลัย จังหวัดลพบุรี
พ.ศ. 2534	ครุศาสตร์บัณฑิต(วิทยาศาสตร์ทั่วไป) จากวิทยาลัยครูเทพสตรี จังหวัดลพบุรี
พ.ศ. 2541	การศึกษามหาบัณฑิต(วิทยาศาสตร์ศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2558	การศึกษาดุษฎีบัณฑิต(วิทยาศาสตร์ศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ