



ผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

Effect of Project-Based Learning on Biology Achievement,
Scientific Process Skills and Attitude towards Science
of Grade 11 Students

ลutfee ดอเลาะ

Lutfee Dawloh

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Master of Education in Teaching Science and Mathematics
Prince of Songkla University

2560

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์



ผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

Effect of Project-Based Learning on Biology Achievement,
Scientific Process Skills and Attitude towards Science
of Grade 11 Students

ลutfee ดอเลาะ

Lutfee Dawloh

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Master of Education in Teaching Science and Mathematics
Prince of Songkla University

2560

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้เขียน นายลฎพี ดอเลาะ

สาขาวิชา การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

คณะกรรมการสอบ

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐวิทย์ พจนตันติ)

.....ประธานกรรมการ
(ดร.ณัฐินี โมพันธ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐวิทย์ พจนตันติ)

.....
(ดร.ณรงค์ศักดิ์ รอบคอบ)

.....กรรมการ
(ดร.ณรงค์ศักดิ์ รอบคอบ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิงหา ประสิทธิ์พงศ์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
และคณิตศาสตร์

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล ศรีชนะ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐวิทย์ พจนตันติ)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลงชื่อ.....

(นายสุภูมิ ดอเลาะ)

นักศึกษา

Prince of Songkla University
Pattani Campus

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และ
ไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....

(นายสุภูมิ ดอเลาะ)

นักศึกษา

Prince of Songkla University
Pattani Campus

ชื่อวิทยานิพนธ์	ผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5
ผู้เขียน	นายลฎพี ต่อเถาะ
สาขาวิชา	การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
ปีการศึกษา	2559

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเดชะปัตตนยานุกูล กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 โรงเรียนเดชะปัตตนยานุกูล อ.เมือง จ.ปัตตานี ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2/2559 จำนวน 35 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ใช้วิธีการจับสลากโดยกำหนดให้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และแบบบันทึกภาคสนาม โดยดำเนินการทดลองกลุ่มตัวอย่างเดียวมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (The One-Group Pretest-Posttest Design) วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent group)

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Thesis Title Effect of Project-Based Learning on Biology Achievement, Scientific Process Skills and Attitude towards Science of Grade 11 Students
Author Mr. Lutfee Dawloh
Major Program Teaching Science and Mathematics
Academic Year 2016

ABSTRACT

This research aimed to study the effect of project-based learning on biology achievement, scientific process skills and attitude towards science of grade 11 students. The sample of the study was thirty-five students studying in grade 11/6 at Dechapattanayanukul School, Muang District, Pattani Province, Thailand, in the second semester of the 2016. The sample was selected by simple random sampling technique. The research instruments consisted of lesson plans designed based on project-based learning under the topic of photosynthesis, biology achievement test, scientific process skills test, attitude towards science test and researcher's field-note. The experimental research was conducted using one group through pretest-posttest design. The data was analyzed by mean, standard deviation and t-test dependent group.

The results were shown as follows:

1. Students learning by project-based learning approach had the students mean score of the post-test on biology achievement higher than the pre-test mean score at the significant level of .01
2. Students learning by project-based learning approach had the students mean score of the post-test on scientific process skills higher than the pre-test mean score at the significant level of .01
3. Students learning by project-based learning approach had the students mean score of the post-test on attitude towards science higher than the pre-test mean score at the significant level of .01

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดี ด้วยความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐวิทย์ พจนตันติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.ณรงค์ศักดิ์ รอบคอบ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาถ่ายทอดความรู้ ให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือ ตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่อง ตลอดจนให้กำลังใจและติดตามความก้าวหน้าอย่างต่อเนื่อง จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณดร.ณัฐินี โมพันธ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิงหา ประสิทธิ์พงศ์ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้แนวคิดและคำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่องจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบและประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย อีกทั้งยังให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ในการสร้างเครื่องมือวิจัยให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณคณาจารย์ประจำหลักสูตร ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ทำให้ผู้วิจัยมีความรู้ความสามารถในการปฏิบัติการสอนและทำงานวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงได้ดี และขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ สาขาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่ให้ความช่วยเหลือและคอยเป็นกำลังใจตลอดมา

ขอขอบคุณผู้บริหารและคณะครูทุกท่านของโรงเรียนเดชะปัตตนยานุกูล จังหวัดปัตตานี ที่คอยอำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิจัยครั้งนี้และขอขอบคุณนักเรียนโรงเรียนเดชะปัตตนยานุกูล จังหวัดปัตตานี ที่มอบประสบการณ์ที่หลากหลายในการปฏิบัติหน้าที่ในฐานะครู และเป็นกลุ่มตัวอย่างให้กับงานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ภายใต้การดูแลของสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่มอบทุนการศึกษาและทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ และเปิดโอกาสให้ผู้วิจัยได้ก้าวสู่วิชาชีพครู และให้การสนับสนุนให้ผู้วิจัยเป็นครูที่มีศักยภาพในด้านต่าง ๆ อย่างดียิ่ง

ขอขอบคุณสมาชิกในครอบครัวผู้วิจัยที่ห่วงใย เป็นกำลังใจ ช่วยเหลือ และสนับสนุนการศึกษาแก่ผู้วิจัยเสมอมา ขอขอบคุณเอกอภิศัลลย์ชูปฮานาฮูวาตอาลาที่ทำให้การวิจัยในครั้งนี้ประสบความสำเร็จจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

และขอขอบคุณอีกหลายท่านที่ให้ความช่วยเหลือที่มีได้กล่าวถึงมา ณ ที่นี้ด้วย

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ อันพึงมีจากงานวิจัยฉบับนี้ ขอมอบให้เป็นสิ่งทดแทนแต่บิดา มารดา และครอบครัวที่เลี้ยงดูและให้โอกาสทางการศึกษาแก่ผู้วิจัย และพระคุณคณาจารย์ที่ทำให้ผู้วิจัยได้ประสบการณ์อันทรงคุณค่ายิ่ง

ลฎพี ดอเลาะ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	(5)
ABSTRACT.....	(6)
กิตติกรรมประกาศ.....	(7)
สารบัญ	(8)
รายการตาราง.....	(10)
รายการภาพประกอบ.....	(12)
บทที่	
1 บทนำ	1
ความเป็นมาของปัญหาและปัญหา.....	1
คำถามวิจัย.....	4
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
สมมติฐานของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
ความสำคัญและประโยชน์ของการวิจัย.....	7
กรอบแนวคิดของการวิจัย.....	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน.....	10
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	36
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	39
เจตคติต่อวิทยาศาสตร์.....	43
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	50
3 วิธีดำเนินการวิจัย	58
แบบแผนการวิจัย.....	58
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	58
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	59
การดำเนินการรวบรวมข้อมูล.....	65
การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	67
4 ผลการวิจัย	71
ผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา	
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์.....	71
ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ทักษะกระบวนการทาง	
วิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน.....	77
ผลการบันทึกภาคสนามของผู้วิจัย.....	80

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5	84
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	84
สรุปผลการวิจัย.....	87
อภิปรายผลการวิจัย.....	87
ข้อเสนอแนะ.....	100
บรรณานุกรม.....	101
ภาคผนวก.....	109
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ.....	111
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้.....	114
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	128
ภาคผนวก ง คุณภาพของเครื่องมือการวิจัย.....	138
ประวัติผู้เขียน.....	150

รายการตาราง

ตาราง		หน้า
1	บทบาทของผู้เรียนและครูตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน.....	32
2	บทบาทของผู้เรียนและครูตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน.....	33
3	จำนวนข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ตามระดับพฤติกรรมมการวัดในแต่ละเนื้อหา.....	62
4	จำนวนข้อของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในแต่ละทักษะขั้นบูรณาการ.....	63
5	จำนวนข้อคำถามและทิศทางการวัดของข้อคำถามในแต่ละคุณลักษณะของ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์.....	66
6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาก่อนและหลังได้รับการจัดการ เรียนรู้แบบโครงงาน.....	72
7	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการ เรียนรู้แบบโครงงาน.....	73
8	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน.....	74
9	เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน.....	75
10	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนและหลัง ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน.....	76
11	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาก่อนและหลัง ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน.....	77
12	ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลัง ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน.....	78
13	ผลเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบโครงงาน.....	79
14	ค่าเฉลี่ยการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	139
15	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหา/จุดประสงค์ (IOC) ของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา.....	141
16	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหา/จุดประสงค์ (IOC) ของ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	143
17	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามที่ต้องการวัด (IC) ของ แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์.....	144

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
18	ค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา.....	145
19	ค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	147
20	ค่าสถิติทดสอบที (t-test independent) ของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำและอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์.....	148

Prince of Songkla University
Pattani Campus

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1	กรอบแนวคิดของการวิจัย.....	8
2	แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานแบบ Guided project.....	28
3	แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานแบบ Less-Guided project.....	28
4	แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานแบบ Unguided project.....	29

Prince of Songkla University
Pattani Campus

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหาและปัญหา

ในปัจจุบันประเทศไทยได้ก้าวเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 เป็นสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งในเรื่องการเมือง เศรษฐกิจ วัฒนธรรม รวมทั้งสิ่งแวดล้อมในบริบทรอบตัว และด้วยการเปลี่ยนแปลงของบริบทเศรษฐกิจ และสังคมโลกจากการปฏิวัติดิจิทัล การเปลี่ยนแปลงสู่อุตสาหกรรม 4.0 ทำให้ทิศทางการผลิตและพัฒนากำลังคนของประเทศทั่วโลก ได้ตั้งเป้าหมายให้ประชากรมีทักษะ สมรรถนะ และความสามารถเฉพาะทางในศตวรรษที่ 21 ที่สอดคล้องกับยุค 4.0 ประเทศไทยจึงกำหนดนโยบายการปรับเปลี่ยนประเทศไทยไปสู่ไทยแลนด์ 4.0 ส่งผลด้านการจัดการศึกษาต้องผลิตและพัฒนาศักยภาพผู้เรียนด้วยองค์ความรู้และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 สอดคล้องกับเป้าหมายที่สำคัญประการหนึ่งของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) ได้กำหนดยุทธศาสตร์ที่สำคัญ คือ เตรียมคนให้มีทักษะการดำรงชีวิตในโลกศตวรรษที่ 21 (สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ, 2559: 1, 5) และมีความสอดคล้องกับแผนพัฒนาการศึกษาของสำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการฉบับที่ 12 (พ.ศ.2560-2564) ที่มีเป้าหมายข้อหนึ่งที่ได้กำหนดให้ผู้เรียนทุกระดับการศึกษาได้รับการพัฒนาขีดความสามารถเต็มตามศักยภาพที่มีอยู่ในตัวตนของแต่ละบุคคล มีคุณลักษณะนิสัยพฤติกรรมที่พึงประสงค์และอยู่อย่างพอเพียง มีองค์ความรู้ที่สำคัญ และทักษะการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับการทำงานในศตวรรษที่ 21 (สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ, 2559: 14) การจัดการศึกษาของประเทศจึงตั้งอยู่บนอุดมการณ์ของการศึกษาตลอดชีวิตเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต ซึ่งการเรียนรู้ตลอดชีวิตเป็นกุญแจสำคัญที่จะนำไปสู่การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพื่อการปรับตัวให้อยู่ในท้องถิ่น ประเทศชาติ อาเซียนและระดับโลกได้ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2558: 4)

การพัฒนาการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นส่วนสำคัญของการจัดการศึกษาในประเทศ เพราะเป็นส่วนหนึ่งที่จะทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองเต็มศักยภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546: 2) ผู้ที่มีความรู้วิทยาศาสตร์จะเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้และดำรงชีวิตได้อย่างเท่าทันการเปลี่ยนแปลงของสังคม มีความเข้าใจโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจและสามารถแข่งขันกับนานาชาติได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555: 2-3) วิทยาศาสตร์ยังช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิถีดิจิต มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ แก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ และสามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 75) การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงต้องเป็นไปตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ผู้เรียนทุกคนสามารถนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ และมีจิตวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 7) แสดงให้เห็นถึงความสำคัญที่ผู้เรียนต้องมีความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นทักษะที่

ใช้ในการค้นหาความรู้พร้อมทั้งได้กำหนดให้ผู้เรียนมีจิตวิทยาศาสตร์ด้วย ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่กำหนดไว้ว่า ผู้เรียนจะต้องเข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานวิทยาศาสตร์ มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และผู้เรียนต้องเป็นคนที่มีความรู้วิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546: 2) เช่นเดียวกับการกำหนดคุณภาพของผู้เรียนที่เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 นอกจากความเข้าใจในความรู้วิทยาศาสตร์แล้ว ผู้เรียนต้องตระหนักถึงการใช้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต และต้องแสดงถึงความสนใจ ความพอใจและเห็นถึงความสำคัญและคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวันด้วย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556: 7) ดังนั้น ผู้เรียนจึงต้องได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ไม่เพียงแต่ให้มีความรู้ในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเท่านั้น แต่ต้องพัฒนาทักษะกระบวนการแสวงหาความรู้ โดยการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ เพื่อให้ผู้เรียนฝึกทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 75) รวมทั้งต้องมีการปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้ผู้เรียนเป็นคนที่มีความรู้วิทยาศาสตร์ สามารถนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เป็นประโยชน์ทั้งต่อตนเองและสังคม (ประสาธน์ เนืองเฉลิม, 2558: 185)

จากผลการประเมินคุณภาพระบบการศึกษาโดยโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment: PISA) ของประเทศสมาชิกองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-operation and Development: OECD) การประเมินมีจุดประสงค์เพื่อสำรวจว่าระบบการศึกษาของประเทศได้เตรียมเยาวชนของชาติให้พร้อมสำหรับการใช้ชีวิตและการมีส่วนร่วมในสังคมในอนาคตเพียงพอหรือไม่ สามารถในการใช้ความรู้ไปใช้ในชีวิตจริงได้ดีเพียงใดและรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับชีวิตจริง สถานการณ์จริงหรือบริบทในโลกจริง (สุนีย์ คล้ายนิล, 2555: 18) และประเมินนักเรียนว่าสามารถทำอะไรได้บ้างกับความรู้ที่ได้เรียนมาในบริบทต่าง ๆ ที่ต้องการสมรรถนะต่าง ๆ นำมาใช้ในการตัดสินใจ ซึ่งนักเรียนย่อมต้องมีความรู้พื้นฐาน ทั้งความรู้วิทยาศาสตร์และความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และต้องการเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ดีด้วย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557: 227) ผลการประเมินปรากฏว่านักเรียนไทยมีผลการประเมินต่ำทุกวิชาในมาตรฐานวัดนานาชาติ เป็นผลสะท้อนให้เห็นว่าความรู้ของผู้เรียนด้านเนื้อหา ด้านกระบวนการ รวมทั้งการได้มาของความรู้มีสมรรถนะที่ต่ำ เช่นเดียวกับเจตคติของผู้เรียนแต่ละคนซึ่งประกอบด้วย ความสนใจวิทยาศาสตร์ การเห็นคุณค่าของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ (นันทวัน นันทวนิช, 2557: 40-41) รวมถึงผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2558 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนทั่วประเทศมีคะแนนเฉลี่ยไม่ถึง 50% (33.40%) (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2559: 1) แสดงให้เห็นว่าคุณภาพของผู้เรียนหลังจบการศึกษาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ไม่เป็นไปตามคุณภาพของผู้เรียนที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดไว้ (สถาบันส่งเสริมการ

สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556: 7) ทั้งนี้สภาพปัญหาที่ผู้วิจัยสังเกตเห็นถึงการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ภายในโรงเรียนเดชะปัตตนยานุกูล เนื่องด้วยมีกิจกรรมของโรงเรียนค่อนข้างมาก ส่งผลให้มีเวลาการเรียนน้อย ครูจึงเน้นเนื้อหาความรู้ด้วยวิธีการบรรยาย ถ่ายทอดความรู้ให้นักเรียนให้มากที่สุดและให้ครบตามผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ส่วนผู้เรียนมีหน้าที่เพียงคอยรับความรู้และท่องจำเนื้อหาให้มากที่สุด โดยผู้เรียนไม่มีโอกาสแสดงความสามารถของตนได้อย่างเต็มศักยภาพ ไม่มีโอกาสในการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนไม่สามารถสัมผัสกับประสบการณ์การแสวงหาความรู้หรือค้นพบความจริงด้วยตนเอง จึงทำให้นักเรียนคิดว่าวิชาวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ไกลตัว และไม่สามารถนำความรู้มาสัมพันธ์กับการดำรงชีวิตประจำวัน นักเรียนเกิดการเบื่อหน่ายกับการเรียน เพราะการจัดกิจกรรมการเรียนที่ขาดความน่าสนใจ และไม่เกิดความพอใจในประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนเกิดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในทางที่ไม่ดี และสั่งสมมากขึ้นเรื่อย ๆ จนนักเรียนขาดแรงจูงใจในการเรียน ซึ่งจะมีผลต่อความใส่ใจ ความกระตือรือร้นและความอดทนในการแสวงหาความรู้ การศึกษาหาความรู้ การใช้ความรู้ และจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไม่สูงตามเป้าที่กำหนดไว้ (ทิตนา แชมมณี, 2556: 138-139; ละมัย วงคำแก้ว, 2556: 100)

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นวิธีการเรียนรู้หรือการจัดสภาพการณ์ของการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ตนสนใจหรืออยากรู้คำตอบ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นกระบวนการที่เป็นขั้นตอน มีการวางแผนและลงมือปฏิบัติตามแผนที่ได้วางไว้ โดยมีผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้คำปรึกษา จนในที่สุดผู้เรียนจะเป็นผู้ค้นพบคำตอบนั้น และเผยแพร่องค์ความรู้ที่ได้ค้นพบแก่สาธารณชน (ลัดดา ภูเกียรติ, 2544: 27; ทิตนา แชมมณี, 2556: 139; ประสาท เนืองเฉลิม, 2558: 186) การเรียนรู้แบบโครงงานนักเรียนจะได้รับความรู้ในเนื้อหาวิชา ซึ่งเป็นผลจากการศึกษาค้นคว้าในการทำโครงงาน (สธน เสนาสวัสดิ์, 2549: 27) นักเรียนสร้างความรู้หรือสิ่งประดิษฐ์ด้วยตนเองตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ทำให้นักเรียนได้ทั้งแนวคิดหลักของสาระการเรียนรู้ และสร้างสรรค์สิ่งใหม่ในเชิงความคิดหรือการได้ชิ้นงาน โดยผ่านการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็นกระบวนการในการเรียนรู้ เรียกว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2553: 54; เทพกัญญา พรหมชิตแก้ว, 2557: 16) นอกจากนี้นักเรียนจะได้ฝึกใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในการแสวงหาความรู้ (สธน เสนาสวัสดิ์, 2549: 27) กล่าวคือ การทำโครงงานวิทยาศาสตร์จะทำให้ผู้เรียนฝึกคิด วิเคราะห์ปัญหาที่สนใจ คิดออกแบบสำรวจ ทดลองหรือประดิษฐ์ มีการวางแผน ดำเนินงานเพื่อลงมือปฏิบัติได้อย่างมีขั้นตอนและมีระบบ บันทึกผล วิเคราะห์ผล สรุปผล เขียนรายงาน ซึ่งก่อให้เกิดความงอกงามทางปัญญา (เทพกัญญา พรหมชิตแก้ว, 2557: 14; อัจฉรา เปรมปรีดา, 2558: 103) นอกจากนี้ การทำโครงงานยังได้ส่งเสริมและพัฒนาเจตคติที่ดีต่อการปฏิบัติงานและเห็นคุณค่าของการใช้กระบวนการแก้ปัญหาอันเป็นการสร้างลักษณะนิสัยจิตพิสัยให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน นักเรียนได้รับการกระตุ้นให้มีความสนใจในวิทยาศาสตร์ มีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ มีความชื่นชมในผลงานของนักวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ (สธน เสนาสวัสดิ์, 2549: 27; วัฒนา มัคคสมัน, 2554: 39)

จากเหตุผลและความจำเป็นข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ
โครงการเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติ
ต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเดชะปัตตนยานุกูล จังหวัดปัตตานี

คำถามวิจัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการจะช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้นหรือไม่อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ก่อนเรียนและหลังเรียนของ
นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการ
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน
ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการ
3. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่
ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการ

สมมติฐานของการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
แบบโครงการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการ
เรียนรู้แบบโครงการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ
โครงการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2/2559 โรงเรียน
เดชะปัตตนยานุกูล อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี จำนวน 8 ห้องเรียน ได้แก่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1
ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 รวมทั้งสิ้น 262 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 ภาคเรียนที่ 2/2559 โรงเรียนเดชะปัตตนยานุกูล อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 35 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ใช้วิธีการจับสลากโดยกำหนดให้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

2. ขอบเขตเนื้อหา

เนื้อหาในการทำวิจัย เป็นเนื้อหาในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ จำนวน 18 ชั่วโมง

4. ตัวแปรที่ศึกษาในการวิจัยในครั้งนี้

4.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

4.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา

4.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4.2.3 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน หมายถึง การจัดสภาพการณ์ของการเรียนการสอน เพื่อให้ให้นักเรียนได้ค้นคว้าเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ตนสนใจหรืออยากรู้คำตอบ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนค้นพบคำตอบและเข้าใจเนื้อหาในเชิงลึกในเนื้อหาวิชาชีววิทยาเรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย

1. การกำหนดปัญหาหรือสำรวจความสนใจ ครูมีการปฐมนิเทศวิธีการเรียนแบบโครงงานให้นักเรียน และเสนอสถานการณ์หรือตัวอย่างที่เป็นปัญหาเกี่ยวข้องกับเนื้อหาเรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง และกระตุ้นให้นักเรียนมีความต้องการศึกษาในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง จนนักเรียนได้หัวข้อเรื่องที่จะทำโครงงาน เป็นเรื่องที่นักเรียนสนใจและอยากศึกษาค้นคว้าเพื่อหาคำตอบ และเกี่ยวข้องกับเนื้อหาเรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง

2. การวางแผนการทำโครงงาน นักเรียนกำหนดกรอบแนวคิดและวางแผนการล่วงหน้าโดยเขียนเป็นโครงร่างโครงงานวิทยาศาสตร์ ครูให้คำแนะนำ ช่วยเหลือและให้ข้อเสนอแนะการวางแผนโครงงานของนักเรียนในทุก ๆ ขั้นตอน

3. การดำเนินการทำโครงงาน นักเรียนลงมือทำโครงงานตามขั้นตอนที่เขียนไว้ในโครงร่างโครงงานวิทยาศาสตร์ นักเรียนปฏิบัติการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล โดยที่ครูคอยให้คำปรึกษา คอยสังเกต ติดตามความก้าวหน้า อีกทั้งแนะนำให้ นักเรียนรู้จักสังเกต เก็บรวบรวมข้อมูล บันทึกผล ทำการแปลผลการทดลอง อภิปรายผลและสรุปผล ทั้งครูและนักเรียนมีการประชุม อภิปราย ปรึกษากันอย่างใกล้ชิด จนนักเรียนมีความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในแนวคิดที่ทำการทดลอง

4. การเขียนรายงาน นักเรียนเขียนรายงานโดยอธิบายให้ทราบถึงรายละเอียดทั้งหมดของการทำโครงการ ตั้งแต่ปัญหาที่ศึกษา วิธิตำเนินการศึกษา ค้นคว้า ข้อมูลผลของการศึกษาต่าง ๆ ที่รวบรวมได้ ตลอดจนประโยชน์และข้อเสนอแนะจากการทำโครงการให้อยู่ในรูปรายงาน โดยครูให้คำแนะนำ ตีชม ถึงการเขียนรายงาน

5. การเสนอโครงการ นักเรียนเสนอความรู้หรือผลงานที่ได้ศึกษาค้นคว้า การจัดเสนอผลงานจะจัดขึ้นภายในชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนร่วมชั้นได้ทราบวิธีการและผลการค้นคว้าของแต่ละกลุ่ม และแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา หมายถึง ความรู้ความสามารถทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนที่แสดงออกมาหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการฝึกฝนของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการ ผู้วิจัยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาด้วยแบบทดสอบที่วิจัยสร้างขึ้นตามเนื้อหาชีววิทยาตามระดับความสามารถของบลูม 4 ระดับ ได้แก่ 1. ความรู้ความจำ 2. ความเข้าใจ 3. การประยุกต์ใช้ และ 4. วิเคราะห์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะทางความคิดที่นักเรียนใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ ทักษะดังกล่าวเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความคิด แล้วนำมาใช้ในการศึกษาค้นคว้าการทำโครงการให้สำเร็จลุล่วง ผู้วิจัยวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นบูรณาการ โดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการประกอบด้วย 5 ทักษะ ได้แก่

1. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึงความสามารถของนักเรียนที่จะบอกว่ปรากฏการณ์หนึ่ง ๆ มีตัวแปรใดคือตัวแปรต้น ตัวแปรใดคือตัวแปรตาม ตัวแปรใดคือตัวแปรควบคุม

2. ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึงความสามารถของนักเรียนที่นำความรู้ และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานในการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้า โดยนักเรียนอธิบายเป็นข้อความที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม

3. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึงความสามารถของนักเรียนที่กำหนดความหมายของคำเฉพาะ เป็นภาษาที่เข้าใจง่าย ๆ ชัดเจน ให้เข้าใจตรงกัน รวมทั้งระบุสิ่งที่สังเกตเห็นและวิธีการวัดถึงคำเฉพาะนั้นได้

4. ทักษะการทดลอง หมายถึงความสามารถของนักเรียนในการดำเนินตรวจสอบสมมติฐานโดยการทดลอง เริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอน และการบันทึกผลการทดลอง

5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป หมายถึงความสามารถของนักเรียนในการบอกความหมายหรือบรรยายข้อมูลที่ได้จัดกระทำแล้ว เช่น ตาราง กราฟ แผนภูมิหรือรูปภาพต่าง ๆ รวมทั้งข้อมูลเชิงสถิติ และยังสามารถสรุปให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลนั้นได้

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความรู้สึก พฤติกรรมการรับรู้ต่อวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนแสดงออกมาทั้งในทางสนับสนุนหรือต่อต้าน ซึ่งเป็นผลอันเนื่องมาจากการเรียนรู้และประสบการณ์ของนักเรียน ผู้วิจัยวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์กำหนดคุณลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ตามคู่มือวัดและประเมินผลของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แก่

1. พอใจในประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
2. ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. ตระหนักในคุณค่าและโทษของการใช้เทคโนโลยี
5. ตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
6. เรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนาน
7. เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ
8. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม
9. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใคร่ครวญไตร่ตรองถึงผลดีและ

ผลเสีย

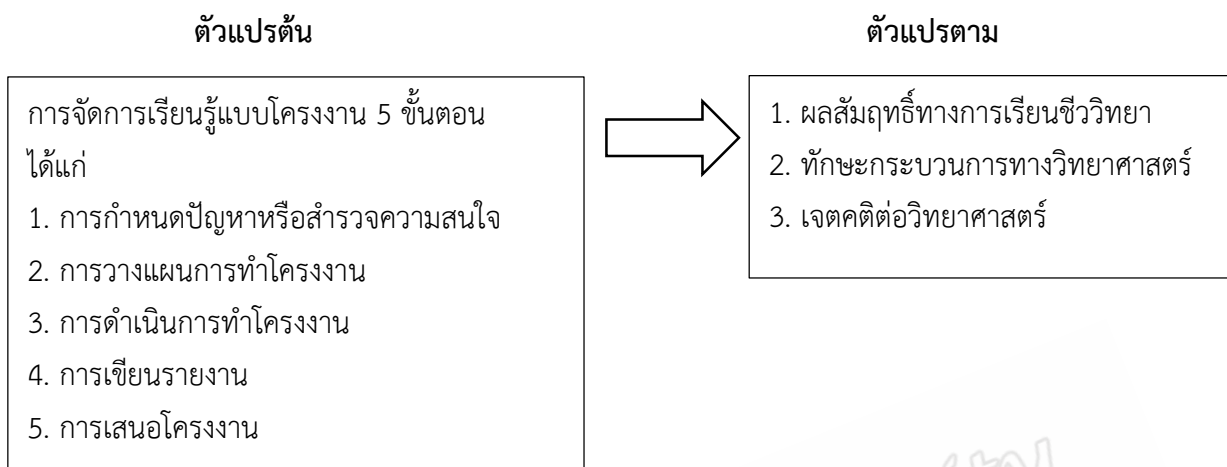
ความสำคัญและประโยชน์ของการวิจัย

1. เพื่อเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนได้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน
2. เพื่อเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ของตนให้เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน
3. เพื่อนำผลการวิจัยไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ

กรอบแนวคิดของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังภาพประกอบ 1

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย



Prince of Songkla University
Pattani Campus

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอตามรายละเอียดดังหัวข้อมต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน
 - 1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน
 - 1.2 หลักการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน
 - 1.3 ลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน
 - 1.4 องค์ประกอบสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน
 - 1.5 วัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน
 - 1.6 ประเภทของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน
 - 1.7 วิธีการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน
 - 1.8 แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน
 - 1.9 การประเมินผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานของนักเรียน
 - 1.10 บทบาทของผู้สอนและนักเรียน
 - 1.11 สิ่งที่นักเรียนจะได้เรียนรู้จากการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน
2. เอกสารที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 2.3 การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. เอกสารที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 3.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. เอกสารเกี่ยวกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของเจตคติ
 - 4.2 ลักษณะของเจตคติ
 - 4.3 องค์ประกอบของเจตคติ
 - 4.4 แนวทางการพัฒนาเจตคติ
 - 4.5 การวัดเจตคติ
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 5.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นการเสริมสร้างศักยภาพการเรียนรู้ของแต่ละคนให้ได้รับการพัฒนาได้เต็มขีดความสามารถที่มีอยู่อย่างแท้จริง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ได้เรียนรู้วิธีการเรียนรู้ สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง รวมทั้งปลูกฝังนิสัยรักการเรียนรู้ อันจะนำไปสู่การเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ได้ในที่สุด (วราภรณ์ ตระกูลสฤษดิ์, 2551: 4) การเรียนรู้แบบโครงงานนี้ใช้โครงงานเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ หมายถึง ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการกระทำกิจกรรมโครงงานร่วมกันกับเพื่อน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายตามจุดประสงค์ของโครงงาน ทำให้สมาชิกต้องมีการช่วยเหลือกันในการทำกิจกรรมเพื่อให้ได้ผลตามต้องการ ฝึกการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นภายในกลุ่ม เน้นกระบวนการคิดตัดสินใจ ปฏิบัติจริงเพื่อเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหา อันนำไปสู่ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สอดคล้องกับการให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานของนักวิชาการทางการศึกษาอีกหลายท่านที่ได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานว่า เป็นการจัดสภาพการณ์ของการเรียนการสอนหรือวิธีการเรียนรู้ โดยให้ผู้เรียนได้ร่วมกันเลือกทำโครงงานที่เกิดจากความสนใจใคร่รู้ของผู้เรียน เป็นเรื่องที่ผู้เรียนอยากจะศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือหลาย ๆ สิ่ง ที่สงสัยและอยากหาคำตอบให้ชัดเจนหรือต้องการเรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ ให้ลึกซึ้งหรือมากขึ้นกว่าเดิม โดยกระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์จะอยู่บนพื้นฐานของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยกระบวนการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ มี 5 ขั้นตอนได้แก่ กำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง รวบรวมข้อมูลหรือทำการทดลอง และสรุปผล อาจใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือต่าง ๆ มาช่วยในการศึกษา เพื่อให้การศึกษานั้นบรรลุวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบหรือผลงาน ผู้เรียนจำเป็นต้องฝึกใช้ทักษะกระบวนการปัญหาหลาย ๆ ด้านร่วมกัน มีการศึกษาอย่างเป็นระบบ มีขั้นตอนต่อเนื่อง ตั้งแต่การร่วมกันสำรวจ สังเกต กำหนดเรื่องที่ตนสนใจ ศึกษาหาข้อมูลความรู้ที่จำเป็น วางแผนการศึกษาอย่างละเอียด ปฏิบัติงานตามแผนที่ได้วางไว้ จนได้ข้อสรุปหรือผลสรุปที่เป็นคำตอบในเรื่องนั้น เมื่อผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่หรือวิธีการใหม่แล้ว ผู้เรียนต้องมีการเขียนรายงานและนำเสนอต่อสาธารณชน ซึ่งการทำโครงงานของผู้เรียนจะอยู่ภายใต้คำแนะนำ ปรีกษา และดูแลของผู้สอนหรืออาจารย์ที่ปรีกษา (ลัดดา ภูเกียรติ, 2544: 27; พิมพ์ันต์ เตชะคุปต์, 2553: 25; อภิสิทธิ์ ธงไชย, 2554: 18; ทิศนา แคมมณี, 2556: 139; ประสาท เนืองเฉลิม, 2558: 186)

ดังนั้นกล่าวโดยสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นวิธีการเรียนรู้หรือการจัดสภาพการณ์ของการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ตนสนใจหรืออยากหาคำตอบ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นกระบวนการที่เป็นขั้นตอน มีการศึกษาอย่างเป็นระบบ มีการวางแผนอย่างละเอียดและลงมือปฏิบัติตามแผนที่ได้วางไว้ โดยมีครูอาจารย์หรือผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้คำปรึกษา จนในที่สุดผู้เรียนจะเป็นผู้ค้นพบคำตอบนั้น และเผยแพร่องค์ความรู้ที่ได้ค้นพบแก่สาธารณชน

1.2 หลักการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

หลักการของโครงงานเป็นการสืบค้นหาข้อมูลอย่างลึกตามหัวข้อเรื่องที่เด็กสนใจ ควรแก่การเรียนรู้ โดยปกติการสืบค้นจะทำโดยเด็กกลุ่ม ๆ ที่อยู่ในชั้นเรียน หรือเด็กทั้งชั้นร่วมกัน หรือบางโอกาสอาจเป็นเพียงเด็กคนใดคนหนึ่งเท่านั้น จุดเด่นของโครงงาน คือ ความพยายามที่จะสืบค้นคำตอบจากคำถาม ไม่ว่าจะคำถามนั้นจะมาจากนักเรียน จากครูหรือจากนักเรียนและครูร่วมกันก็ตาม จุดประสงค์ของโครงการคือการเรียนรู้เกี่ยวกับหัวเรื่อง มากกว่าการเสาะแสวงหาคำตอบที่ถูกต้องเพื่อตอบคำถามที่ครูเป็นผู้ถาม (นวลน้อย เจริญผล, 2551: 29) สอดคล้องกับทฤษฎีของแชมมณี (2556: 138-139) ที่ได้กล่าวถึงหลักการการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานว่าตั้งอยู่บนพื้นฐานความเชื่อว่าเป็นกิจกรรมที่มีบริบทจริงเชื่อมโยงอยู่ ดังนั้นการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจึงสัมพันธ์กับความเป็นจริง เป็นการเรียนรู้ที่เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน เพราะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้ และเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เข้าสู่กระบวนการสืบค้น ซึ่งเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนต้องใช้การคิดขั้นสูงที่ซับซ้อนขึ้น จึงเป็นช่องทางที่ดีในการพัฒนากระบวนการทางสติปัญญาของผู้เรียน ผู้เรียนยังช่วยกันผลิตงานที่เป็นรูปธรรมออกมาซึ่งเป็นสิ่งที่แสดงออกถึงความรู้ความคิดของผู้เรียน และผลการวิจัยทางด้านสติปัญญาและการเรียนรู้ได้ชี้ชัดว่าการเรียนรู้จะพัฒนาขึ้นหากความรู้และทักษะต่าง ๆ สามารถแสดงออกให้เห็นได้อย่างชัดเจน การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานผู้เรียนต้องแสดงผลงานต่อสาธารณชน สามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้และการทำงานให้แก่ผู้เรียนได้ ซึ่งแรงจูงใจจะมีผลต่อความใส่ใจ ความกระตือรือร้นและความอดทน ในการแสวงหาความรู้ การศึกษาความรู้ และการใช้ความรู้ หลักการและพื้นฐานความเชื่อดังกล่าวยังสอดคล้องกับหลักการความเชื่อพื้นฐานและหลักการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้ของลัดดา ภูเกียรติ (2552: 28) และวัฒนา มัคคสมัน (2554: 39) คือเชื่อมั่นในศักยภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนภายใต้หลักการการจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญและสอดคล้องกับสภาพเป็นจริงในท้องถิ่น กล่าวโดยสรุปคือ

1. ผู้เรียนได้เลือกเรื่องหรือประเด็นปัญหาที่ต้องการจะศึกษาด้วยตนเอง
2. ผู้เรียนศึกษาอย่างลุ่มลึกลงไปรายละเอียดของเรื่องนั้น ด้วยกระบวนการคิด และแก้ปัญหาจนพบคำตอบที่ต้องการ
3. ผู้เรียนหาวิธีการ ลงมือปฏิบัติ เรียนรู้และเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ดังนั้น ผู้เรียนจะได้ประสบทั้งความล้มเหลวและความสำเร็จในการศึกษา ตามกระบวนการแก้ปัญหาของผู้เรียนเอง
4. ผู้เรียนได้บูรณาการทักษะ ประสบการณ์ ความรู้ สิ่งแวดล้อมรอบตัวตามสภาพจริง ทำให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ตรงกับเรื่องที่ศึกษาโดยการสังเกตอย่างใกล้ชิด จากแหล่งความรู้เบื้องต้นและสามารถนำความรู้ไปใช้จริง
5. ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ได้นำเสนอกระบวนการศึกษาและผลงานต่อคนอื่น
6. ความรู้ใหม่ที่ได้จากกระบวนการศึกษาและการแก้ปัญหาของผู้เรียนเป็นสิ่งที่ผู้เรียนใช้กำหนดประเด็นศึกษาขึ้นใหม่ หรือใช้ปฏิบัติกิจกรรมที่ผู้เรียนต้องการ
7. ครูไม่ใช่ผู้ถ่ายทอดความรู้ หรือกำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนทำ แต่เป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์อื่น ๆ เพื่อจัดระบบความคิดและสนับสนุนให้ผู้เรียนใช้ความรู้ ทักษะที่มีอยู่คิดแก้ปัญหาด้วยตัวเอง

กล่าวโดยสรุป การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมั่นในศักยภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนภายใต้หลักการจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญโดย ผู้เรียนได้เลือกประเด็นปัญหาที่ต้องการจะศึกษาด้วยตนเอง ศึกษาอย่างลุ่มลึกลงไปรายละเอียดของเรื่องนั้น ด้วยกระบวนการคิดและแก้ปัญหาจนพบคำตอบที่ต้องการ ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงได้ฝึกการใช้ทักษะต่าง ๆ และผู้เรียนยังต้องมีการนำเสนอกระบวนการศึกษาและผลงานต่อคนอื่น

1.3 ลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานมีลักษณะของการเรียนรู้กล่าวโดยสรุปได้ ดังนี้ (นวลน้อย เจริญผล, 2551: 31; วราภรณ์ ตระกูลสุษดี, 2551: 13; วิโรจน์ ลีวงศ์สภาพร, 2557: 48; เทพัญญา พรหมชาติแก้ว, 2557: 16; สุคนธ์ สิ้นธพานนท์, 2558: 119)

1. มีความมุ่งหมายที่จะสอนเนื้อหาสาระที่สำคัญ เป้าหมายของการเรียนรู้ของผู้เรียน คือ ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แนวคิดหลักที่ตรงตามมาตรฐานการเรียนรู้ของสาระการเรียนรู้วิชาต่าง ๆ

2. พัฒนาทักษะศตวรรษที่ 21 โดยเน้นการคิดวิพากษ์การแก้ปัญหา ความร่วมมือร่วมใจและการสื่อสารในรูปแบบที่หลากหลายในการตอบคำถามนำ และสร้างสรรค์งานที่มีคุณภาพสูง ผู้เรียนต้องลงมือทำมากกว่าการท่องจำข้อมูล ผู้เรียนต้องใช้ทักษะการคิดขั้นสูงและเรียนรู้การทำงานร่วมกันเป็นทีมทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ไปด้วยกันในขณะที่ทำโครงงาน และในขณะที่ทำการสื่อสาร ผู้เรียนต้องรับฟังผู้อื่นและถ่ายทอดความคิดของผู้เรียนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน อีกทั้งผู้เรียนยังต้องสามารถอ่านข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ได้ รวมทั้งสามารถเขียนหรืออธิบายข้อมูลผ่านวิธีการที่หลากหลายได้อย่างชัดเจนและทำการนำเสนอได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ต้องใช้การสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการในการเรียนรู้และสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ผู้เรียนถามคำถาม ค้นหาคำตอบและลงข้อสรุป ทำให้เกิดการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ในเชิงความคิดหรือการได้ชิ้นงาน ความรู้หรือสิ่งที่ค้นพบเป็นประโยชน์แก่ผู้เรียนและสามารถนำไปในชีวิตประจำวันได้

4. เป็นการเรียนรู้ที่ดำเนินการภายใต้คำถามปลายเปิด และเป็นตัวกำหนดขอบเขตประเด็นข้อโต้แย้ง ความท้าทายหรือปัญหาที่สำคัญ การตั้งคำถามเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนทำโครงงาน ทำให้งานและการเรียนรู้ของผู้เรียนมีจุดมุ่งหมายและลุ่มลึก ทั้งนี้ คำถามควรจะต้องเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริงและมีความหมายต่อผู้เรียน

5. สร้างความตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องมีความรู้เนื้อหาและทักษะที่จำเป็น ในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบโครงงานมีการจัดลำดับของกระบวนการเรียนรู้ที่ต่างจากการเรียนรู้แบบดั้งเดิม นั่นคือ ในหน่วยการเรียนรู้ทั่วไปที่มีการทำโครงงานเพิ่มเข้ามาทำหน่วยจะเริ่มจากการนำเสนอความรู้และแนวคิดให้แก่ผู้เรียนก่อน จากนั้นจึงให้โอกาสผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ แต่ในทางกลับกัน การจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบโครงงานนั้นจะเริ่มต้นด้วยการเห็นผลผลิตหรือการนำเสนอผลงานปลายทาง ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงความจะต้องเรียนรู้และทำความเข้าใจข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้ในการทำโครงงานให้ได้ผลผลิตหรือผลงานตามเป้าหมายที่ต้องการ

6. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ที่จะทำงานด้วยตนเองและแสดงความรับผิดชอบเมื่อตนเองเลือกศึกษาสิ่งที่สนใจ การที่ผู้เรียนมีโอกาสเลือกสิ่งที่ต้องการศึกษาและแสดงออกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นการเพิ่มการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และการตัดสินใจเกี่ยวกับการทำโครงการ

7. มีกระบวนการทบทวนและสะท้อนกลับ ผู้เรียนได้เรียนรู้ที่จะให้และรับข้อเสนอแนะและความคิดเห็นจากครูหรือเพื่อนร่วมห้อง เพื่อนำไปพัฒนาคุณภาพของผลงานที่ได้สร้างสรรค์ มีคำถามที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทบทวนความคิดถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ว่ามีอะไรบ้างและมีกระบวนการเรียนรู้อย่างไร

8. ผู้ชมสาธารณะเข้ามามีส่วนร่วม ผู้เรียนนำเสนองานที่ได้ศึกษาให้แก่ผู้อื่น นอกเหนือไปจากเพื่อนร่วมชั้นและผู้สอน ด้วยวิธีต่าง ๆ อาจเสนอรายงานเป็นรูปเล่ม การอภิปราย การจัดนิทรรศการ การจัดทำเป็นโปสเตอร์ซึ่งกระบวนการนี้เป็นการส่งเสริมกระตุ้นให้ผู้เรียนพยายามทำงานออกมาอย่างมีคุณภาพและทำโครงการให้มีความน่าเชื่อถือเพิ่มขึ้น

9. โรงเรียนและห้องเรียน ถือเป็นชุมชนสิ่งแวดล้อมหนึ่งของผู้เรียนและเป็นแหล่งการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยตรง เรียนรู้ถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลทั้งในและนอกห้องเรียน การเรียนรู้ได้ถูกจำกัดเพียงในห้องเหลี่ยม ๆ แคบ ๆ ที่มีครูเป็นผู้ป้องกันการกำกับการเรียนรู้ทุกขั้นตอนการเรียนรู้จะก้าวออกไปสู่โลกสังคมภายนอกห้องเรียน นับเป็นการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงที่มีคุณค่ายิ่ง เพราะการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้โครงการ ช่วยส่งเสริม สนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทั้งยังมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นและสังคมเพิ่มมากขึ้น

10. การจัดประสบการณ์ในการเรียนรู้แบบโครงการ ยังเป็นวิธีการที่ท้าทายความรู้ ความสามารถของครูผู้สอน ทั้งในฐานะเป็นผู้ร่วมงาน ผู้แนะนำ ผู้ให้ความช่วยเหลือและการเป็นเพื่อน ที่เรียกว่าเป็นกัลยาณมิตรของผู้เรียน ซึ่งแตกต่างจากบทบาทครูในวิธีการสอนแบบดั้งเดิมที่ครูเป็นผู้กำหนดและเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ วิธีการสอนแบบโครงการนี้ นำไปสู่การพัฒนาการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางอย่างแท้จริงโดย ให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนรู้ในสิ่งที่ตนเองสนใจ ทั้งยังต้องค้นหาความรู้เอง โดยมีได้หวังพึ่งครูผู้สอนแต่เพียงอย่างเดียว

11. การจัดประสบการณ์แบบโครงการมีจุดมุ่งหมายของการพัฒนาผู้เรียนในเรื่องความรู้ ทักษะสังคม อารมณ์ จริยธรรม และความรู้สึกลึกถึงสุนทรียศาสตร์ ซึ่งเป็นเป้าหมายของการพัฒนาสติปัญญา การพัฒนาชีวิตและจิตใจโดยมุ่งให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจโลกและสังคมสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัวและปลูกฝังคุณลักษณะการเป็นผู้แสวงหาความรู้ ส่งเสริมความร่วมมือ รู้จักการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน อันเป็นผลมาจากการทำงาน การแก้ปัญหา ค้นคว้าทดลองร่วมกัน เพื่อนำไปสู่การพัฒนาความเข้าใจอันดีระหว่างกันและการอยู่ร่วมกันอย่างมีความสุขในสังคม

ลักษณะของการเรียนรู้แบบโครงการกล่าวโดยสรุป คือ มีความมุ่งหมายที่จะสอนเนื้อหาสาระที่สำคัญพร้อมทั้งได้พัฒนาทักษะศตวรรษที่ 21 โดยนักเรียนต้องใช้การสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการในการเรียนรู้และสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ดำเนินการภายใต้คำถามนำ ทำให้นักเรียนตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องมีความรู้เนื้อหาและทักษะที่จำเป็น ทั้งนี้ผู้เรียนได้มีการแสดงความคิดเห็น มีกระบวนการทบทวนและสะท้อนกลับ และมีผู้ชมสาธารณะเข้ามามีส่วนร่วมในสิ่งที่นักเรียนค้นคว้า ทั้งนี้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบโครงการยังเป็นวิธีการที่ท้าทายความรู้ ความสามารถ

ของครูผู้สอน และนอกจากมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาผู้เรียนในเรื่องความรู้แล้ว ยังสามารถพัฒนาผู้เรียนในด้าน ทักษะสังคม อารมณ์ จริยธรรม และความรู้สึกถึงสุนทรียศาสตร์ด้วย

1.4 องค์ประกอบสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

องค์ประกอบสำคัญในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานมีดังนี้ (ทิตินา แคมมณี, 2556: 139-140)

1. ผู้สอนและผู้เรียนมีการอภิปรายปัญหาต่าง ๆ ร่วมกัน ผู้เรียนมีการเลือกปัญหาที่ตนสนใจที่จะจัดทำเป็นโครงงาน
 2. ผู้สอนมีการชี้แจงหรือทำความเข้าใจกับผู้เรียนถึงวัตถุประสงค์ในการทำโครงงาน ความคาดหวังต่อการทำโครงงาน วิธีการและกระบวนการในการดำเนินการ รวมทั้งบทบาทของผู้เรียนและผู้สอน
 3. ผู้เรียนมีการร่วมกันศึกษาหาความรู้จากแหล่งความรู้ที่หลากหลาย
 4. ผู้เรียนมีการร่วมกันวางแผนการจัดทำโครงงาน ซึ่งมีประกอบด้วยความเป็นมาและความสำคัญของประเด็นปัญหาที่จะจัดทำเป็นโครงงาน วัตถุประสงค์กระบวนการ หรือขั้นตอนในการดำเนินงาน แหล่งทรัพยากรและวัสดุต่าง ๆ ที่ต้องการ บทบาทหน้าที่ของบุคคลที่ร่วมโครงงาน และการอภิปรายผลการเรียนรู้ ผู้สอนมีการให้คำปรึกษาแนะนำ และให้ความรู้ที่จำเป็นต่อการทำโครงงานตามความจำเป็น
 5. ผู้เรียนมีการเขียนโครงงานและนำเสนอผู้สอน ผู้สอนอาจให้คำแนะนำ และความช่วยเหลือต่าง ๆ ตามความจำเป็น ไม่มากเกินไป และไม่น้อยเกินไป ผู้สอนมีการให้ความเห็นชอบในการทำโครงงานและช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ ตามความจำเป็น
 6. ผู้เรียนมีการดำเนินงานตามแผนงานที่ได้กำหนด จนกระทั่งสามารถผลิตชิ้นงานออกมาได้ ผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก ติดตามการทำงานของนักเรียนให้คำแนะนำและความช่วยเหลือตามความจำเป็นและให้เสริมตามสมควร
 7. ผู้สอนและผู้เรียนมีการนำผลงานของผู้เรียน แสดงชี้แจงและร่วมกันวิพากษ์วิจารณ์ผลงาน
 8. ผู้เรียนมีการปรับปรุงผลงานและเขียนรายงาน
 9. ผู้เรียนมีการนำผลงานออกแสดงต่อสาธารณชน
 10. ผู้สอนมีการจัดให้ผู้เรียนนำผลงาน ประสิทธิภาพและข้อมูลทั้งหมดมาอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากการทำโครงงาน
 11. ผู้สอนมีการวัดและประเมินผลทั้งด้านผลผลิต คือ ชิ้นงานจากการทำโครงงาน และเนื้อหาความรู้ที่ได้เรียนรู้ กระบวนการและทักษะต่าง ๆ ที่ได้พัฒนาและเจตคติที่เกิดขึ้น
- โดยสรุปแล้วองค์ประกอบสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน คือ นักเรียนมีการเลือกปัญหาที่ตนสนใจ โดยที่ครูมีการพูดถึงวัตถุประสงค์ในการทำโครงการ รวมทั้งบทบาทของผู้เรียนและผู้สอน จากนั้นผู้เรียนร่วมกันศึกษาหาความรู้ในเรื่องที่จะทำจากแหล่งความรู้ที่หลากหลาย โดยมีการร่วมกันวางแผนการจัดทำโครงการ มีการเขียนโครงร่าง จากนั้นผู้เรียนมีการดำเนินงานตามแผนงานที่ได้กำหนด จนกระทั่งสามารถผลิตชิ้นงานออกมาได้ แล้วมีการนำผลงานของผู้เรียนออกมา

แสดงและร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็น จึงมีการปรับปรุงผลงานและเขียนรายงาน สุดท้ายมีการวัดและประเมินผลทั้งด้านผลผลิตและเนื้อหาความรู้ที่ได้เรียนรู้ กระบวนการและทักษะต่าง ๆ ที่ได้พัฒนาและเจตคติที่เกิดขึ้น

1.5 วัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน เป็นการจัดสภาพการณ์เรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานตามลำดับขั้นตอนตามแผนงานที่วางไว้อย่างเป็นระบบ การทำงานตามโครงงานของตนเองนั้นอาจทำเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มก็ได้ โดยมีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงวัตถุประสงค์หลักของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานกล่าวโดยสรุปไว้ ดังนี้ (เพชรฯ วงศ์ประไพโรจน์, 2545: 1-2; สธน เสนาสวัสดิ์, 2549: 28-29; วัฒนา มัคคสมัน, 2554: 39; สุคนธ์ สินธพานนท์, 2558: 119)

1. ส่งเสริมและพัฒนากระบวนการคิดของผู้เรียน รู้จักคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ คิดประเมินค่า คิดวินิจฉัย อีกทั้งยังส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ และยังได้เรียนรู้เนื้อหาควบคู่ไปกับกระบวนการคิด การแก้ปัญหา การตัดสินใจ รวมทั้งทักษะการสื่อสาร

2. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้ในเรื่องที่ผู้เรียนสนใจได้ลึกซึ้งกว่าการเรียนในห้องเรียนตามปกติ โดยผู้เรียนได้ศึกษาหาความรู้จากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง สามารถลงมือปฏิบัติกิจกรรมได้ด้วยตนเอง และรู้จักสรุปและทำความเข้าใจกับสิ่งที่ค้นพบด้วยตนเอง

3. เรียนรู้การทำงานกลุ่ม ผู้เรียนได้รู้จักการทำงานเป็นทีม ผู้เรียนจะต้องรู้จักซึ่งกันและกัน รู้จักความสามารถ ความถนัด ความสนใจของเพื่อนร่วมงาน สามารถสร้างความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับครู และเรียนรู้การอยู่ร่วมกันอย่างเป็นประชาธิปไตย

4. ผู้เรียนได้ใช้ความรู้และประสบการณ์ในการปฏิบัติงานตามความสามารถ ความสนใจและความถนัด ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาและแสดงความสามารถตามศักยภาพของตนเอง สร้างความสำนึกและความรับผิดชอบในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง

5. เพื่อฝึกการทำงานอย่างเป็นระบบโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มาแก้ปัญหา ประดิษฐ์ คิดค้นหรือค้นคว้าหาความรู้ต่าง ๆ

6. ส่งเสริมและพัฒนาเจตคติที่ดีต่อการปฏิบัติงานและเห็นคุณค่าของการใช้กระบวนการแก้ปัญหาอันเป็นการสร้างลักษณะนิสัยจิตพิสัยให้เกิดกับผู้เรียน

กล่าวโดยสรุปแล้ววัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน เพื่อส่งเสริมและพัฒนากระบวนการคิดของนักเรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้ในเรื่องที่ผู้เรียนสนใจได้อย่างลึกซึ้ง ผู้เรียนได้เรียนรู้การทำงานกลุ่ม ยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาและแสดงความสามารถตามศักยภาพ ฝึกการทำงานอย่างเป็นระบบโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และมีการส่งเสริมและพัฒนาเจตคติในด้านต่าง ๆ

1.6 ประเภทของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน

นักการศึกษาหลายท่านได้แบ่งประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานไว้ ดังนี้ พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ (2553: 28-29) ได้แบ่งโครงงานตามเกณฑ์ของผลที่ได้ออกเป็น

3 ประเภท ดังนี้

1. โครงงานสำรวจ เป็นการสำรวจความรู้ที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติหรือสภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและรวบรวมข้อมูลที่เป็นประเด็นคำถาม แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจนั้นมาจำแนกให้เป็นหมวดหมู่ แล้วนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ อย่างมีแบบแผน เพื่อให้เห็นถึงลักษณะหรือความสัมพันธ์ของเรื่องดังกล่าวได้ชัดเจนยิ่งขึ้น โครงงานประเภทนี้ผู้เรียนจะต้องเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น การสอบถาม การสัมภาษณ์ สำรวจ โดยใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น แบบสังเกต แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ แบบบันทึก ฯลฯ

2. โครงงานทดลอง เป็นโครงงานที่มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งว่าจะเกิดอะไรขึ้นเมื่อมีการทดลองสิ่งที่จัดกระทำขึ้นคือ ตัวแปรต้น เพื่อศึกษาว่าจะมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาหรือตัวแปรตามอย่างไร โดยมีการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ

3. โครงงานประดิษฐ์ เป็นโครงงานที่มีวัตถุประสงค์คือ การนำความรู้ ทฤษฎี หลักการหรือแนวคิดมาประยุกต์ใช้ โดยการประดิษฐ์เป็นเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ เพื่อประโยชน์ในการเรียนการทำงาน หรือการใช้สอยอื่น ๆ การประดิษฐ์คิดค้นตามโครงงานนี้อาจเป็นการประดิษฐ์ขึ้นมาใหม่ โดยที่ยังไม่มีใครทำ หรืออาจเป็นการปรับปรุง และดัดแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ รวมทั้งการสร้างแบบจำลองต่าง ๆ

ในขณะที่ลัดดา ภูเกียรติ (2544: 34) อภิสิริ ธงไชย (2554: 18) และสุนันท์ สินธพานนท์ (2558: 118) ได้แบ่งประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. โครงงานประเภทสำรวจ เป็นโครงงานที่ไม่ต้องมีการจัดหรือกำหนดตัวแปร และไม่มีการกำหนดตัวแปร แต่เป็นการรวบรวมข้อมูลในภาคสนามหรือในธรรมชาติได้ทันทีหรือทำการเก็บรวบรวมวัสดุตัวอย่างมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ หรือจำลองธรรมชาติขึ้นในห้องปฏิบัติการ แล้วสังเกตและศึกษารวบรวมข้อมูลต่าง ๆ แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาจำแนกเป็นหมวดหมู่และนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้เห็นลักษณะหรือความสัมพันธ์ในเรื่องที่ต้องการศึกษาได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น หรือเป็นการรวบรวมข้อมูลที่กำลังศึกษาเพื่อนำมาพัฒนาหรือปรับปรุงให้ดีขึ้น ตัวอย่างเช่น

- โครงงานสำรวจความคิดเห็นในการพัฒนาโรงเรียน
 - โครงงานสำรวจตัวอย่างพืชสมุนไพร
 - โครงงานสำรวจแหล่งวิทยาการในชุมชน
 - โครงงานสำรวจคุณภาพน้ำทิ้งจากแหล่งต่างๆ
 - โครงงานการสำรวจประชากรและชนิดของผีเสื้อใน
 - โครงงานการสำรวจพฤติกรรมของปลาตีนบริเวณป่าชายเลน
 - โครงงานการสำรวจคุณภาพน้ำในคลอง
 - โครงงานการสำรวจมลพิษของอากาศบริเวณสะพานลอย
- ฯลฯ

2. โครงการประเภทการทดลอง เป็นโครงการที่ต้องทำการออกแบบการทดลอง เพื่อศึกษาผลของตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งที่มีผลต่อตัวแปรอีกตัวแปรหนึ่งโดยที่โครงการประเภทนี้ต้องมีการกำหนดตัวแปรต้นหรือเรียกว่าตัวแปรอิสระ ในทางทฤษฎีแล้วอาจมีตัวแปรหลายตัวแปรก็ได้ที่มีผลต่อตัวแปรที่จะศึกษา แต่ในการทดลองดังกล่าวนั้นผู้ที่ทำการศึกษจะต้องเลือกศึกษาเพียงตัวแปรเดียวเสียก่อน และจะต้องกำหนดให้ตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจมีผลการศึกษานั้น ๆ เป็นตัวแปรที่จะต้องทำการควบคุมให้หมดทุกตัว เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการแทรกซ้อนของตัวแปรแล้วทำให้ผลการศึกษานั้นคลาดเคลื่อนไป หรือกล่าวโดยสรุปคือ ต้องมีการกำหนดตัวแปรต้น มีการวัดตัวแปรตามและมีการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อการทดลอง ตัวอย่างเช่น

- โครงการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นมะม่วงระหว่างปุ๋ยหมักและปุ๋ยวิทยาศาสตร์

- โครงการการเปรียบเทียบผลของสารเคมีที่มีต่อการพัฒนาการทางกายและการเจริญเติบโตของหนูขาว

- โครงการการศึกษาผลของความเข้มข้นของผงซักฟอกที่มีต่อพฤติกรรมของลูกน้ำ

- โครงการผลของความเข้มข้นของแสงที่มีต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายทางกระจก

- โครงการผลของความเข้มข้นของสารละลายควินบูรี ที่มีต่อการงอกของเมล็ดข้าวโพด

- โครงการผลของความเข้มข้นแม่เหล็กที่มีต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายทางกระจก

ฯลฯ

3. โครงการประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์ เป็นโครงการประเภทพัฒนาหรือการประดิษฐ์เครื่องมือ เครื่องใช้ หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาใช้ประโยชน์ในการทำงานโดยอาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์ สิ่งประดิษฐ์ดังกล่าวอาจเป็นสิ่งที่คิดค้นมาใหม่ทั้งหมด หรือ เป็นการดัดแปลงมาจากของที่มีอยู่แล้วก็ได้เพื่อปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพกว่าเดิม หรือสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายแนวความคิดบางอย่างในการแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่ง โครงการประเภทนี้มีจุดประสงค์เพื่อการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์จากการสังเกตการวิเคราะห์ระบบการทำงานสิ่งของเครื่องใช้ต่าง ๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดหรือพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ที่มีอยู่หรือสร้างงานใหม่ จัดระบบงานใหม่ แล้วให้มีประสิทธิภาพใช้ประโยชน์ได้มากยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น

- โครงการออกแบบเครื่องวัดปริมาณออกซิเจนอย่างง่าย

- โครงการสร้างแบบจำลองบ้านที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์

- โครงการผลิตเครื่องอบอาหารจากพลังงานแสงอาทิตย์

- โครงการพัฒนาเครื่องฉีดยาฆ่าแมลง

- โครงการพัฒนาระบบดินและน้ำโครงการพัฒนาอุปกรณ์การสอยผลไม้

- โครงการประดิษฐ์หุ่นยนต์เฝ้าประตูบ้าน

- โครงการประดิษฐ์กระดิ่งไฟฟ้าไล่กระรอกในสวนเงาะ

- โครงการประดิษฐ์สื่อการสอนวิชาภาษาไทย
 - โครงการประดิษฐ์ปิ่นโตอิเล็กทรอนิกส์
 - แบบจำลองการใช้พลังงานความร้อนในโรงเพาะเห็ด
- ฯลฯ

4. โครงการประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย เป็นโครงการที่นำเสนอแนวคิดหรือทฤษฎีใหม่ ๆ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของสมการ สูตรหรือคำอธิบาย โดยตั้งข้อตั้งกลหรือกติกาขึ้นมาเองแล้วเสนอหลักการ แนวคิด หรือทฤษฎีตามกติกาหรือข้อตั้งกลนั้น ๆ หรือเป็นการขยายทฤษฎีในรูปแบบใหม่ที่ยังไม่มีใครคิดมาก่อน การทำโครงการประเภทนี้ผู้ทำจะต้องเป็นผู้ที่มีพื้นฐานความรู้ในเรื่องนั้น ๆ เป็นอย่างดี ต้องศึกษาเรื่องราวที่เกี่ยวข้องอย่างมากมายจึงจะสามารถสร้างคำอธิบายหรือทฤษฎีนั้นได้เป็นอย่างดีและมีความน่าเชื่อถือ และมักจะเป็นโครงการทางคณิตศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์มากกว่า เช่น

- โครงการทฤษฎีการกำเนิดของแผ่นดินไหวในประเทศไทย
 - โครงการทฤษฎีของเซต
 - โครงการทฤษฎีดาวเคราะห์น้อย
 - โครงการทฤษฎีการเกิดโลก
 - โครงการทฤษฎีการเกิดคลื่นความร้อนในมหาสมุทร
- ฯลฯ

โดยสรุปแล้วประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์มี 4 ประเภท ได้แก่ 1. โครงการประเภทสำรวจ 2. โครงการประเภททดลอง 3. โครงการประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์ 4. โครงการประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย

1.7 วิธีการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ

นักวิชาการทางการศึกษาหลายท่านได้เสนอวิธีการจัดการเรียนรู้แบบโครงการว่าประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ หลายขั้นตอน ดังนี้

ภพ เลหาพิบูลย์ (2542: 310) กล่าวว่า การทำโครงการวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนที่สำคัญดังนี้ คือ 1. การคิดปัญหาหรือหัวข้อเรื่องที่จะศึกษา 2. การวางแผนการทำโครงการ 3. การดำเนินการทำโครงการ 4. การเขียนรายงาน และ 5. การแสดงผลงาน ในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

1. การคิดปัญหาหรือหัวข้อเรื่องที่จะศึกษา นักเรียนควรเป็นผู้คิดหัวข้อและเลือกหัวข้อเรื่องที่จะศึกษาด้วยตนเองตามความสนใจและความอยากรู้ของผู้เรียนเอง หรือครูอาจเป็นผู้กำหนดหัวข้อไว้หลายหัวข้อแล้วให้ผู้เรียนเลือกก็ได้ หัวข้อโครงการที่จะศึกษานั้นควรเป็นหัวข้อที่เหมาะสมกับระดับความรู้ความสามารถของผู้เรียน สามารถหาเครื่องมืออุปกรณ์มาใช้ในการศึกษาได้ มีระยะเวลาในการทำให้สำเร็จได้ ในการคิดหัวข้อเรื่องนั้นผู้เรียนอาจได้แนวความคิดมาจากเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ครูสอน การค้นคว้าเอกสารต่าง ๆ หรือจากไปชมงานแสดงโครงการวิทยาศาสตร์ก็ได้

2. การวางแผนการทำโครงการ ผู้เรียนจะต้องวางแผนในการทำโครงการโดยการเขียนโครงร่างหรือเค้าโครงของโครงการเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อขอความเห็นชอบและ

คำแนะนำ เป็นการกำหนดปัญหา วัตถุประสงค์ ขอบเขตของการศึกษา วิธีดำเนินการประโยชน์ที่จะได้รับ สำหรับการเขียนและการจัดลำดับหัวข้อโครงร่างของโครงการวิทยาศาสตร์ควรประกอบด้วย ชื่อโครงการ ชื่อผู้ทำโครงการ ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่มาและความสำคัญของโครงการ วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้า สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า วิธีดำเนินการ ประโยชน์หรือผลที่คาดว่าจะได้รับและเอกสารอ้างอิง ในการเขียนวิธีดำเนินการนั้น ผู้เรียนต้องระบุให้ชัดเจนว่ามีแนวทางในการศึกษาอย่างไร การออกแบบการทดลอง วิธีการสำรวจข้อมูลหรือวิธีการประดิษฐ์ จะต้องใช้หรือสร้างวัสดุอุปกรณ์อะไรบ้าง นอกจากนี้ ควรระบุวิธีการที่จะใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล และกำหนดระยะเวลาในการปฏิบัติงานในขั้นตอนต่าง ๆ จนเสร็จสิ้นการดำเนินงาน

3. การดำเนินการทำโครงการ ผู้เรียนลงมือทำโครงการโดยปฏิบัติตามแผนดำเนินงานที่วางไว้ล่วงหน้า ซึ่งเป็นการปฏิบัติตามขั้นตอนของโครงการที่ผ่านความเห็นชอบของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูล การสร้างหรือการประดิษฐ์ หรือเป็นการปฏิบัติการทดลอง แล้วแต่โครงการประเภทใด อาจมีการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมจากแผนงานที่วางไว้บ้างถ้าจะทำให้ผลงานดีขึ้น เมื่อดำเนินการทำโครงการครบถ้วนตามขั้นตอน ได้ข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลแล้ว ต้องแปลความหมายของข้อมูลและสรุปผลการศึกษาค้นคว้า

4. การเขียนรายงาน เป็นการเสนอผลงานของการศึกษาค้นคว้าเป็นเอกสารเพื่ออธิบายให้ผู้อื่นทราบรายละเอียดทั้งหมดของการทำโครงการ ปัญหาที่ศึกษา วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า ข้อมูลต่าง ๆ ที่รวบรวมได้ ผลของการศึกษา ตลอดจนประโยชน์และข้อเสนอแนะต่าง ๆ จากการทำโครงการ วิธีการเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์มีแนวทางในการเขียน เช่นเดียวกับการเขียนรายงานผลการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ชื่อโครงการ ชื่อผู้ทำโครงการ ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา บทคัดย่อ ที่มาและความสำคัญของโครงการวัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้า สมมติฐาน วิธีดำเนินงาน ผลของการศึกษาค้นคว้า สรุปผลของการศึกษาค้นคว้า ข้อเสนอแนะ และเอกสารอ้างอิง

5. การแสดงผลงาน เป็นการเสนอผลงานที่ได้ศึกษาค้นคว้าสำเร็จแล้วให้ผู้อื่นได้รับรู้และเข้าใจ อาจจัดในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การจัดนิทรรศการ สาธิตการแสดงประกอบการรายงานปากเปล่าในการจัดแสดงผลงานการทำโครงการวิทยาศาสตร์ อาจทำได้ในหลายระดับ เช่น การจัดเสนอผลงานภายในชั้นเรียน การจัดแสดงนิทรรศการภายในโรงเรียนเป็นการภายใน การส่งผลงานเข้าร่วมในงานแสดงหรือประกวดภายนอกโรงเรียนในระดับต่าง ๆ เป็นต้นว่า ระดับกลุ่มโรงเรียน ระดับจังหวัด ระดับเขตการศึกษาและระดับชาติ

สธน เสนาสวัสดิ์ (2549: 29-30) ได้เสนอวิธีดำเนินการทำโครงการวิทยาศาสตร์มีทั้งหมด 6 ขั้นตอน คือ 1. การได้มาของปัญหาที่จะทำโครงการ 2. การศึกษาค้นคว้าจากเอกสารและแหล่งข้อมูล 3. การจัดทำเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ 4. การลงมือทำโครงการ 5. การเขียนรายงาน และ 6. การนำเสนอและการแสดงผลงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การได้มาของปัญหาที่จะทำโครงการ การทำโครงการวิทยาศาสตร์ เริ่มต้นมาจากปัญหา คำถามหรือความสนใจในเรื่องต่าง ๆ จากการสังเกตสิ่งต่าง ๆ

2. การศึกษาค้นคว้าจากเอกสารและแหล่งข้อมูล รวมถึงการขอคำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญแหล่งข้อมูลที่สำคัญอีกแหล่งหนึ่ง คือ การศึกษาผลงานของโครงการวิทยาศาสตร์หรือปัญหาพิเศษจากเอกสารรายงานหรือการแสดงผลงานโครงการวิทยาศาสตร์จะช่วยเพิ่มพูน

ประสบการณ์ให้กับผู้เรียนในด้านความรู้ เทคนิคและวิธีการทดลอง ผลของการศึกษาทดลอง ตลอดจนข้อจำกัด รวมทั้งข้อเสนอแนะของการศึกษาทดลอง ในการศึกษาและวิเคราะห์ โครงการวิทยาศาสตร์ มีประเด็นที่ต้องพิจารณา ดังนี้ มูลเหตุจูงใจและจุดมุ่งหมายในการทำโครงการ การดำเนินการทดลอง ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง วัสดุอุปกรณ์ กลุ่มตัวอย่าง ความแปลกใหม่ ความคิดสร้างสรรค์

3. การจัดทำเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ การกำหนดกรอบแนวคิดและวางแผนการทดลองล่วงหน้าเพื่อจะช่วยให้สามารถมองเห็นความเป็นไปได้ของการทำโครงการ โดยทั่วไปการทำเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้ คือ การค้นคว้าเอกสารอ้างอิงการออกแบบการทดลอง โดยทั่วไปเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ ควรมีองค์ประกอบต่อไปนี้ 1) ชื่อโครงการ 2) ชื่อผู้ทำโครงการ 3) ชื่อที่ปรึกษาโครงการ 4) ที่มาและความสำคัญ 5) วัตถุประสงค์ 6) สมมติฐานและตัวแปรต่าง ๆ 7) วิธีดำเนินการ 8) แผนการปฏิบัติงาน 9) ผลที่คาดว่าจะได้รับ 10) เอกสารอ้างอิง

4. การลงมือทำโครงการประกอบไปด้วย 1) การเตรียมการ 2) การลงมือปฏิบัติ 3) การวิเคราะห์และสรุปผล 4) การอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5. การเขียนรายงาน ส่วนนำประกอบด้วย ชื่อโครงการ ชื่อผู้ทำโครงการ ชื่อที่ปรึกษา บทคัดย่อ บทนำ ประกอบด้วย ที่มาและความสำคัญของโครงการ จุดมุ่งหมาย สมมติฐาน ตัวแปร นิยามศัพท์ วิธีดำเนินการ ผลการศึกษา สรุปและข้อเสนอแนะ บรรณานุกรม

6. การนำเสนอและการแสดงผลงาน เพื่อแสดงออกถึงผลิตผลของความคิด ความพยายามในการทำงาน และเป็นวิธีที่ทำให้ผู้อื่นได้รับรู้ เข้าใจถึงผลงานนั้น ซึ่งอาจทำในรูปแบบต่าง ๆ กัน เช่น นิทรรศการที่จัดแสดงและอธิบายด้วยคำพูด การจัดแสดงผลงานโดยไม่มีคำอธิบาย ประกอบการรายงานด้วยคำพูดต่อที่ประชุม

วรารมณ์ ตระกูลสถิตย์ (2551: 14-15) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการเรียนรู้แบบโครงการว่ามีขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมในโครงการออกได้ 4 ระยะดังนี้ 1.ระยะเตรียมการวางแผนเข้าสู่โครงการ 2. ระยะเริ่มต้นโครงการ 3. ระยะดำเนินโครงการ และ 4. ระยะสรุปและอภิปรายผลโครงการ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ระยะเตรียมการวางแผนเข้าสู่โครงการ (Preliminary Planning) เป็นระยะที่ผู้เรียนและครูใช้เวลาในการค้นหาหัวข้อประเด็นปัญหาและเลือกหัวข้อประเด็นปัญหา สำหรับทำโครงการ หัวข้อโครงการ อาจจะมาจากผู้เรียนหรือครูเป็นผู้เสนอ โดยทั่วไปในระยะแรกที่ผู้เรียนยังไม่มีประสบการณ์ ครูอาจจะเสนอหัวข้อที่คิดว่าผู้เรียนน่าจะสนใจ และมีคุณค่าในการเรียนรู้ โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกหัวข้อประเด็นปัญหา ดังต่อไปนี้คือ

1.1 หัวข้อประเด็นปัญหา ควรจะมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของผู้เรียน อย่างน้อยที่สุดผู้เรียนควรจะมีควมคุ้นเคยกับหัวข้อเพื่อผู้เรียนจะสามารถตั้งคำถามเกี่ยวกับหัวข้อนั้น ๆ ได้

1.2 มีการส่งเสริมทักษะและความรู้พื้นฐานที่เพียงพอสำหรับการทำโครงการให้สำเร็จ และควรบูรณาการวิชาต่าง ๆ เข้าไปในการทำโครงการ เช่น วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ภาษา และศิลปะมาประยุกต์ใช้ เพื่อให้ได้โครงการที่ดีและมีคุณภาพ

1.3 หัวข้อประเด็นปัญหาควรจะมีคุณค่าเพียงพอ ที่จะให้ผู้เรียนได้ใช้เวลาในการศึกษาค้นคว้าอย่างน้อย 1 สัปดาห์

1.4 หัวข้อประเด็นปัญหาสามารถศึกษาค้นคว้า หรือทดสอบ ทดลองในโรงเรียนมากกว่า ที่ไปทำที่บ้าน กล่าวคือ เน้นการทำงานเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น

2. ระยะเริ่มต้นโครงการ (Getting Project Start) เมื่อหัวข้อประเด็นปัญหาได้รับการคัดเลือกแล้ว ครูมักจะเริ่มต้นด้วยการสร้างแผนภูมิเครือข่ายการเรียนรู้หรือแผนภูมิความคิด โดยใช้เทคนิคการระดมสมองเพื่อวางแผนในการศึกษาและร่วมกันตั้งคำถาม เพื่อค้นหาคำตอบ ในระยะนี้มักจะเป็นระยะที่ผู้เรียนทบทวน ประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับหัวข้อหรือประเด็นที่กำลังศึกษาอยู่

3. ระยะดำเนินโครงการ (Project in Progress) ระยะนี้ประกอบด้วยการศึกษา ค้นคว้าโดยตรง มักจะมีการศึกษา หรือออกไปหาข้อมูลนอกชั้นเรียนเพื่อค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวกับหัวข้อ เนื้อหา ข้อมูล เพื่อวางแผนจัดกิจกรรมการทำโครงการ ซึ่งอาจจะมีการบูรณาการองค์ความรู้หลายวิชาเข้าด้วยกัน เช่น ศิลปะต่าง ๆ การวาด การปั้น การประดิษฐ์ การก่อสร้าง และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในระยะนี้ผู้เรียนจะได้รับความรู้และประสบการณ์ใหม่จากการศึกษาในโครงการ มีการทดสอบสมมติฐานและปรับปรุงแก้ไขผลงานที่ทำในโครงการให้เป็นผลสำเร็จ ผู้เรียนมักใช้เวลาทำโครงการในระยะนี้ยาวนานกว่าทุกระยะ

4. ระยะสรุปและอภิปรายผลโครงการ (Consolidating Project) ระยะนี้ประกอบด้วยเตรียมการสำหรับนำเสนอผลการศึกษาโครงการในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การแสดงการจัดนิทรรศการ การสาธิตเพื่อให้ผู้ปกครอง ครูอาจารย์และเพื่อน ๆ ได้ชมผลงานและกิจกรรมที่จัดขึ้น เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมแล้ว ผู้เรียนและครูจะร่วมกันประเมินผลการเรียนรู้ที่ได้จากโครงการและวางแผนเตรียมการสำหรับหรับศึกษาในโครงการอื่นต่อไป

ลัดดา ภูเกียรติ (2552: 28-42) กล่าวว่า การทำโครงการมีขั้นตอนสำคัญทั้งหมด 7 ขั้นตอน คือ 1. การเลือกหัวเรื่องที่จะทำโครงการ 2. การวางแผนในการทำโครงการ 3. การลงมือทำโครงการ 4. การบันทึกผลการปฏิบัติงาน 5. การเขียนรายงาน 6. การนำเสนอโครงการ และ 7. การประเมินผลโครงการ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การเลือกหัวเรื่องที่จะทำโครงการ การเลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงการต้องเป็นเรื่องที่คุณทำโครงการสนใจ อยากศึกษาค้นคว้าเพื่อหาคำตอบ โดยมุ่งไปที่กระบวนการในการแสวงหาความรู้ จากการหาวิธีการในการแก้ปัญหา ผู้สอนควรพิจารณาข้อมูลประกอบให้ครอบคลุมข้อมูลและแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เพียงพอในการทำโครงการนั้นได้หรือไม่ โครงการทำอย่างไรและยุ่งยากหรือเกินความสามารถของนักเรียนหรือไม่ โดยผู้สอนจะต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ

2. การวางแผนในการทำโครงการ เป็นขั้นตอนในการเขียนแผนงานที่คิดไว้ล่วงหน้าว่าจะทำอย่างไร ช่วงเวลาใด โดยเขียนเป็นโครงร่างหรือเค้าโครงเสนอผู้สอน เป็นการกำหนดแผนการอย่างคร่าว ๆ เพื่อให้เข้าใจถึงการทำงานอย่างเป็นลำดับขั้นไม่สับสน โดยทั่วไปการเขียนแผนโครงการประกอบด้วยหัวข้อต่าง ๆ ได้แก่ ชื่อโครงการ ชื่อผู้ทำโครงการ ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่มาและความสำคัญของโครงการ วัตถุประสงค์ของการศึกษา ขอบเขตของโครงการที่จะทำการศึกษาระดับชั้นของนักศึกษา วิธีดำเนินงาน ประโยชน์หรือผลที่คาดว่าจะได้รับจากการทำโครงการ เอกสารอ้างอิงหรือบรรณานุกรม

3. การลงมือทำโครงการ เป็นการดำเนินการตามแผนงานที่วางไว้ โดยปฏิบัติตามขั้นตอนที่เขียนไว้ในโครงร่างหรือเค้าโครงที่ผ่านการเห็นชอบจากผู้สอน ทั้งนี้ การปฏิบัติงานขึ้นอยู่กับประเภทของโครงการ โดยโครงการประเภททดลอง นักเรียนควรตรวจสอบผลการทดลอง โดยการทดลองซ้ำเพื่อให้ได้ผลที่แน่นอน นักเรียนจะต้องปฏิบัติงานอย่างละเอียด ชัดเจน เป็นลำดับขั้นตอนตามที่ได้วางแผนไว้

4. การบันทึกผลการปฏิบัติงาน เมื่อทำการทดลองและได้ผลของข้อมูลจากการวิเคราะห์ ผู้เรียนจะต้องทำการแปลผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง พร้อมกับอภิปรายผลของการศึกษาค้นคว้า การบันทึกข้อมูลจะต้องสอดคล้องกับโครงการที่จัดทำ เช่น การทำเป็นตาราง แผนภูมิแท่ง แผนภูมิรูปภาพ กราฟ เป็นต้น

5. การเขียนรายงาน การเขียนรายงานโครงการเป็นการนำเสนอผลจากการศึกษาค้นคว้าในรูปแบบของรายงานเป็นเอกสารเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจถึงแนวคิด วิธีการศึกษา ผลที่ได้จากการศึกษาโดยการเขียนรายงานต้องใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย ชัดเจน สั้น ตรงไปตรงมา และครอบคลุมหัวข้อต่าง ๆ ได้แก่ ชื่อโครงการ ชื่อผู้ทำโครงการ ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา บทคัดย่อ ที่มาและความสำคัญ วัตถุประสงค์ สมมติฐาน วิธีการดำเนินการ ผลการศึกษา สรุปผลของการศึกษา ข้อเสนอแนะ เอกสารอ้างอิงและกิตติกรรมประกาศ

6. การนำเสนอโครงการ เป็นการนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าหรือทดลองมาให้ผู้อื่นได้รับรู้รับทราบ โดยนักเรียนจะต้องคิดรูปแบบการนำเสนอเอง โดยการเขียนเป็นรายงานเอกสาร หรือรายงานปากเปล่า หรือจัดนิทรรศการ ซึ่งจะต้องเลือกให้เหมาะสมกับโครงการ หรือนำเสนอด้วย โปรแกรม Power Point หรือนำเสนอในรูปแบบของแผนโครงการ โดยมีหัวข้อในการนำเสนอ และเขียนบรรยายในแผนโครงการ ดังนี้ ชื่อผู้จัดทำ ชื่อที่ปรึกษา ที่มาของโครงการ ชื่อโครงการ ปัญหาที่ต้องการศึกษา สมมติฐาน วิธีดำเนินการ ผลการทดลอง สรุปผล ข้อเสนอแนะ

7. การประเมินผลโครงการ ควรทำการประเมินให้ครบ 3 ชั้น ได้แก่ ชั้นการประเมินผลการเตรียมดำเนินงาน ชั้นการประเมินผลการดำเนินงาน และชั้นการประเมินผลโครงการ โดยการประเมินมุ่งเน้นผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนมากกว่า โดยจะต้องวัดให้ครอบคลุมเกี่ยวกับตัวผู้เรียนทุก ๆ ด้าน ทั้งกระบวนการทำงาน ผลงานและความรู้ ความรู้สึกและทักษะที่แสดงออก

วัฒนา มัคคสมัน (2554: 46-58) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแบบโครงการสำหรับเด็กประกอบไปด้วยระยะของโครงการ 3 ระยะใหญ่ ๆ

1. ระยะเริ่มต้นโครงการ ครูและเด็กทุกคนในกลุ่มร่วมกันกำหนดหัวข้อของโครงการ หัวข้อโครงการกำหนดขึ้นจากความสนใจของเด็กทั้งกลุ่ม หรือเด็กส่วนใหญ่ ซึ่งครูต้องพิจารณาตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในเกณฑ์การเลือกหัวข้อโครงการ ครูนำเรื่องนั้นมาอภิปรายร่วมกับเด็กแล้วร่วมกันกำหนดเป็นหัวข้อโครงการ

2. พัฒนาโครงการ เป็นขั้นตอนที่เด็กกำหนดปัญหาที่จะศึกษา ตั้งสมมติฐานและลงมือทดสอบสมมติฐานหรือการออกไปศึกษาความรู้เพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ตามประเด็นคำถามภายใต้หัวข้อโครงการ ขั้นตอนนี้มุ่งเน้นให้เด็กได้มีประสบการณ์ตรงกับสิ่งของ เหตุการณ์ บุคคล หรือสถานที่ที่เป็นแหล่งความรู้เบื้องต้น ครูเป็นผู้จัดโอกาสให้เด็กได้มีประสบการณ์ตรงกับ

แหล่งความรู้เบื้องต้นอย่างใกล้ชิด มีโอกาสสังเกต สัมผัสจับต้อง หรือใช้ประสาทสัมผัสในการศึกษาอย่างละเอียด เพื่อให้ได้ความรู้ที่จะตอบคำถามหรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

3. รวบรวมสรุป เป็นขั้นที่ได้รวบรวมผลงานที่ได้ศึกษาตลอดโครงการ ประเมินผลงานของตน และเลือกผลงานที่จะนำเสนอให้กับบุคคลอื่นเห็นผลสำเร็จจากการทำงานของเขาและในขณะเดียวกันเมื่อเด็กเบนความสนใจออกจากเรื่องราวที่กำลังศึกษาอยู่ไปสู่เรื่องอื่น ก็เป็นการบอกครูถึงความสนใจของเด็กในหัวข้อโครงการใหม่ที่จะศึกษาต่อไป

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ (2558: 120) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการทำโครงการว่ามีทั้งหมด 6 ขั้น คือ 1. ขั้นกำหนดปัญหาหรือสำรวจความสนใจ 2. ขั้นกำหนดจุดมุ่งหมายในการเรียน 3. ขั้นวางแผนและวิเคราะห์โครงการ 4. ขั้นลงมือปฏิบัติหรือแก้ปัญหา 5. ขั้นประเมินผล และ 6. ขั้นสรุปรายงานผลและเสนอผลงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นกำหนดปัญหาหรือสำรวจความสนใจ ผู้สอนเสนอสถานการณ์หรือตัวอย่างที่เป็นปัญหาและกระตุ้นให้ผู้เรียนหาวิธีการแก้หรือให้ผู้เรียนมีความต้องการเรียนรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

2. ขั้นกำหนดจุดมุ่งหมายในการเรียน ผู้สอนต้องแนะนำให้ผู้เรียนกำหนดจุดมุ่งหมายให้ชัดเจนว่าเรียนเพื่ออะไร จะทำโครงการนั้นเพื่อแก้ปัญหาอะไร

3. ขั้นวางแผนและวิเคราะห์โครงการ ผู้เรียนวางแผนแก้ปัญหา ซึ่งจะเป็นโครงการเดียวหรือกลุ่มก็ได้ แล้วเสนอแผนการดำเนินงานให้ผู้สอนพิจารณา ให้คำแนะนำช่วยเหลือและเสนอแนะการวางแผนโครงการของผู้เรียน ผู้เรียนจะต้องเขียนโครงการซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้ ชื่อโครงการ หลักการและเหตุผล วัตถุประสงค์ ชื่อผู้รับผิดชอบ ที่ปรึกษาโครงการ สถานที่ดำเนินการ ระยะเวลาที่ดำเนินการ งบประมาณ วิธีดำเนินการ เครื่องมือเครื่องใช้ ผลที่คาดว่าจะได้รับ

4. ขั้นลงมือปฏิบัติหรือแก้ปัญหา ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติหรือแก้ปัญหตามแผนการที่กำหนดไว้โดยมีผู้สอนเป็นที่ปรึกษา คอยสังเกต ติดตาม แนะนำให้ผู้เรียนรู้จักสังเกต เก็บรวบรวมข้อมูล บันทึกผลดำเนินการด้วยความมานะ อดทน มีการประชุมอภิปรายปรึกษาหารือกันเป็นระยะ ๆ ผู้สอนจะเข้าไปเกี่ยวข้องเท่าที่จำเป็น ผู้เรียนเป็นผู้ใช้ความคิด ความรู้ในการวางแผนและตัดสินใจทำด้วยตนเอง

5. ขั้นประเมินผล ผู้สอนต้องแนะนำให้ผู้เรียนรู้จักประเมินผลก่อนดำเนินการระหว่างดำเนินการ และหลังดำเนินการ คือ รู้จักพิจารณาว่าก่อนที่จะดำเนินการมีสภาพอย่างไร ระหว่างที่ดำเนินงานตามโครงการนั้นยังมีสิ่งใดผิดพลาด จะต้องแก้ไขอะไรบ้าง มีวิธีแก้ไขอย่างไร เมื่อดำเนินการไปแล้วผู้เรียนมีแนวคิดอย่างไร มีความพอใจหรือไม่ ผลของการดำเนินการตามโครงการ ผู้เรียนได้ความรู้และประโยชน์อย่างไร และสามารถนำความรู้นั้นไปพัฒนาปรับปรุงงานให้ดีขึ้นได้อย่างไร โดยให้ผู้เรียนประเมินโครงการของตนเองหรือเพื่อนร่วมประเมิน จากนั้นผู้สอนจึงประเมินผลโครงการตามแบบประเมิน ซึ่งผู้ปกครองอาจจะมีส่วนร่วมในการประเมินด้วยก็ได้

6. ขั้นสรุป รายงานผลและเสนอผลงาน เมื่อผู้เรียนทำงานตามแผนและเก็บข้อมูลแล้วต้องทำการวิเคราะห์ข้อมูล สรุปและเขียนรายงานเพื่อนำเสนอผลงาน ซึ่งนอกเหนือจากรายงานเอกสารแล้ว อาจมีแผนภูมิ แผนภาพกราฟ แบบจำลองหรือของจริงประกอบการนำเสนอ อาจวาดและประเมินผลได้หลายรูปแบบ เช่น จัดนิทรรศการการแสดงละคร ฯลฯ

จากการศึกษาขั้นตอนวิธีการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานของนักวิชาการทางการศึกษาหลายท่านข้างต้น ผู้วิจัยได้ทำการสรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสำหรับใช้การวิจัยในครั้งนี้ ได้เป็น 5 ขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย 1. การกำหนดปัญหาหรือสำรวจความสนใจ 2. การวางแผนการทำโครงงาน 3. การดำเนินการทำโครงงาน 4. การเขียนรายงาน และ 5. การเสนอโครงงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การกำหนดปัญหาหรือสำรวจความสนใจ ผู้สอนเสนอสถานการณ์หรือตัวอย่างที่เป็นปัญหาและกระตุ้นให้ผู้เรียนหาวิธีการแก้หรือช่วยผู้เรียนมีความต้องการเรียนรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แล้วนักเรียนได้หัวข้อเรื่องที่จะทำโครงงานซึ่งต้องเป็นเรื่องที่ผู้ทำโครงงานสนใจ เป็นเรื่องที่นักเรียนอยากศึกษาค้นคว้าเพื่อหาคำตอบ แต่โดยทั่วไปในระยะแรกๆที่ผู้เรียนยังไม่มีประสบการณ์ ครูอาจจะเสนอหัวข้อที่คิดว่าผู้เรียนน่าจะสนใจ และมีคุณค่าในการเรียนรู้ โดยครูจะต้องพิจารณาว่าหัวข้อเรื่องนี้นักเรียนจะศึกษาเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในเกณฑ์การเลือกหัวข้อโครงการหรือไม่ หรือสมควรที่จะนำมาเป็นหัวข้อในการทำโครงงานหรือไม่ เช่น หัวข้อโครงงานที่จะศึกษานั้นควรเป็นหัวข้อที่เหมาะสมกับระดับความรู้ความสามารถของผู้เรียน สามารถหาเครื่องมืออุปกรณ์มาใช้ในการศึกษาได้ มีระยะเวลาในการทำสำเร็จได้ ข้อมูลและแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เพียงพอในการทำโครงงานนั้นได้หรือไม่ และโครงงานทำอย่างไรและยุ่งยากหรือเกินความสามารถของนักเรียนหรือไม่

2. การวางแผนการทำโครงงาน เป็นการกำหนดกรอบแนวคิดและวางแผนการล่วงหน้าเพื่อจะช่วยให้สามารถมองเห็นความเป็นไปได้ของการทำโครงงานแล้วเสนอต่อผู้สอน เพื่อให้ผู้สอนพิจารณาให้คำแนะนำช่วยเหลือและข้อเสนอแนะการวางแผนโครงงานของผู้เรียน เป็นการกำหนดปัญหา วัตถุประสงค์ ขอบเขตของการศึกษา วิธีดำเนินการประโยชน์ที่จะได้รับ สำหรับการเขียนและการจัดลำดับหัวข้อโครงร่างของโครงงานวิทยาศาสตร์ควรประกอบด้วย

2.1 ชื่อโครงงาน ให้ปัญหาที่สนใจ ควรเขียนเป็นข้อความที่สั้น กระชับ ชัดเจน สื่อความให้ตรงกับงานที่จะทำ

2.2 ชื่อผู้ทำโครงงาน บอกชื่อผู้รับผิดชอบ หัวหน้าและสมาชิกภายในกลุ่ม

2.3 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน นักเรียนอธิบายความเป็นมาเกี่ยวกับสภาพปัญหาที่สนใจว่ามีความเป็นมาอย่างไร มีเหตุจูงใจอะไรที่ทำให้สนใจ มีหลักการหรือทฤษฎีใดบ้างที่เกี่ยวข้อง เป็นเรื่องที่เกิดขึ้นเองมาใหม่ หรือต่อยอดจากโครงงานเดิม เป็นต้น

2.4 วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้า บอกว่าจัดทำโครงงานเพื่ออะไร ทำไมจึงต้องทำ ทำแล้วจะได้ผลดีอย่างไร จุดประสงค์จะต้องสัมพันธ์กับหลักการและเหตุผล

2.5 สมมติฐานของการศึกษา

2.6 วิธีดำเนินงาน วิธีดำเนินการ ระบุให้ชัดเจนว่า มีแนวทางในการศึกษาอย่างไร การออกแบบการทดลอง วิธีการสำรวจข้อมูลหรือประดิษฐ์ จะต้องใช้วัสดุอุปกรณ์อะไรบ้าง ควรระบุวิธีการที่จะใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล และกำหนดระยะเวลาในการปฏิบัติงานในขั้นตอนต่าง ๆ

2.7 ประโยชน์หรือผลที่คาดว่าจะได้รับจากการทำโครงงาน ให้บอกว่าผลของการดำเนินการจะทำให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างไร

2.8 เอกสารอ้างอิงหรือบรรณานุกรม

3. การดำเนินการทำโครงการ ผู้เรียนลงมือทำโครงการตามขั้นตอนที่เขียนไว้ในโครงร่างหรือเค้าโครงที่ผ่านความเห็นชอบของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูล การสร้างหรือการประดิษฐ์ หรือเป็นการปฏิบัติการทดลอง แล้วแต่โครงการประเภทใด อาจมีการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมจากแผนงานที่วางไว้บ้างเพื่อให้ผลงานดีขึ้น มีผู้สอนเป็นที่ปรึกษา คอยสังเกต ติดตาม แนะนำให้ผู้เรียนรู้จักสังเกต เก็บรวบรวมข้อมูล บันทึกผล ทำการแปลผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง พร้อมทั้งอภิปรายผลและสรุปผลการศึกษาค้นคว้าด้วยความมานะ อดทน มีการประชุมอภิปรายปรึกษาหารือกันเป็นระยะ ๆ ผู้สอนจะเข้าไปเกี่ยวข้องเท่าที่จำเป็น ผู้เรียนเป็นผู้ใช้ความคิด ความรู้ในการวางแผนและตัดสินใจทำด้วยตนเอง

4. การเขียนรายงาน เป็นการเสนอผลการศึกษาค้นคว้าเป็นเอกสารเพื่ออธิบายให้ผู้อื่นทราบรายละเอียดทั้งหมดของการทำโครงการ ปัญหาที่ศึกษา วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า ข้อมูลต่าง ๆ ที่รวบรวมได้ ผลของการศึกษา ตลอดจนประโยชน์และข้อเสนอแนะต่าง ๆ จากการทำโครงการ โดยการเขียนรายงานต้องใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย ชัดเจน สั้น ตรงไปตรงมา และครอบคลุมหัวข้อต่าง ๆ ลักษณะในการเขียนรายงานมีหัวข้อดังนี้

4.1 ชื่อโครงการ

4.2 ชื่อผู้ทำโครงการ

4.3 ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

4.4 บทคัดย่อ

4.5 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

4.6 วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้า

4.7 สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

4.8 วิธีการดำเนินการ นักเรียนระบุให้ชัดเจนว่าออกแบบการทดลองอย่างไร

วิธีการสำรวจข้อมูลหรือวิธีการประดิษฐ์มีขั้นตอนอย่างไร จะต้องใช้วัสดุอุปกรณ์อะไรบ้าง ระบุวิธีการที่จะใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล และกำหนดระยะเวลาในการปฏิบัติงานในขั้นตอนต่าง ๆ เป็นต้น

4.9 ผลการศึกษาค้นคว้า (เสนอผลการวิจัยรูปแบบต่าง ๆ เช่น กราฟ ตาราง แผนภูมิ เป็นต้น)

4.10 สรุปผลของการศึกษาค้นคว้า ผลที่ได้เป็นอย่างไร ถ้าเป็นโครงการประเภททดลองผลที่ได้สนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้อย่างไร

4.11 ข้อเสนอแนะ ข้อเสนอแนะที่ควรปรับปรุงต่อไปเมื่อทำเรื่องทำนองดังกล่าวไปค้นคว้าเพิ่มเติม

4.12 เอกสารอ้างอิง บอกชื่อหนังสือ เอกสาร และแหล่งที่มาต่าง ๆ ของข้อมูล ที่นำมาใช้ในการทำโครงการ

5. การเสนอโครงการ เป็นการเสนอความรู้หรือผลงานที่ได้ศึกษาค้นคว้าสำเร็จแล้วให้ผู้อื่นได้รับรู้และเข้าใจ อาจจัดในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การจัดนิทรรศการ สาธิตการแสดง ประกอบ การรายงานปากเปล่า นำเสนอด้วยโปรแกรม Power Point หรือนำเสนอในรูปของแผนโครงการ การจัดแสดงผลงานการทำโครงการวิทยาศาสตร์อาจทำได้ในหลายระดับ เช่น การจัดแสดงผลงานภายในชั้นเรียน การจัดแสดงนิทรรศการภายในโรงเรียนเป็นการภายใน การส่งผลงานเข้าร่วม

ในงานแสดงหรือประกวดภายนอกโรงเรียนในระดับต่าง ๆ เป็นต้นว่า ระดับกลุ่มโรงเรียน ระดับจังหวัด ระดับเขตการศึกษาและระดับชาติ การนำเสนอโครงการ มีหัวข้อในการนำเสนอและเขียนบรรยายในแผนโครงการ ดังนี้

- 5.1 ชื่อผู้จัดทำ
- 5.2 ชื่อที่ปรึกษา
- 5.3 ที่มาของโครงการ
- 5.4 ชื่อโครงการ
- 5.5 ปัญหาที่ต้องการศึกษา
- 5.6 สมมติฐาน
- 5.7 วิธีดำเนินการ
- 5.8 ผลการทดลอง
- 5.9 สรุปผล
- 5.10 ข้อเสนอแนะ

1.8 แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ

แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบโครงการสามารถจัดได้หลากหลายแนวทางโดยมีนักการศึกษาได้เสนอถึงแนวทางไว้อย่างหลากหลาย ดังนี้

กรมวิชาการ (2544) แบ่งรูปแบบของโครงการโดยใช้สาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง สามารถแบ่งได้ 2 รูปแบบ คือ โครงการตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ของหลักสูตร และโครงการตามความสนใจของผู้เรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. โครงการตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ของหลักสูตร โครงการรูปแบบนี้เป็นรายวิชาหนึ่งในหลักสูตรโดยได้บรรจุรายวิชาโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ในหลักสูตร เช่นกลุ่มวิชาบังคับเลือก หรือวิชาเลือกเสรี ส่วนหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 ได้ให้ความสำคัญกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการเพราะเป็นกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและเป็นการบูรณาการความรู้เรียกว่าการบูรณาการแบบโครงการจึงกำหนดให้ผู้เรียนได้ฝึกทำโครงการอย่างน้อยปีการศึกษาละหนึ่งโครงการ การทำโครงการตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 สามารถทำได้ตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ทั้ง 8 กลุ่มได้แก่ ภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพและเทคโนโลยีและภาษาต่างประเทศ ตัวอย่างโครงการตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ของหลักสูตร เช่น

- โครงการภาษาไทย เรื่อง แม่ของฉัน สำนวนภาษาไทยที่เกี่ยวกับสัตว์
 - โครงการคณิตศาสตร์เรื่อง การชั่งน้ำหนักขยะในโรงเรียน การสำรวจราคาน้ำมันจากปั้มต่าง ๆ ค่าใช้จ่ายในการเลี้ยงดูสัตว์ เลี้ยงสถิติผู้มาศึกษาดูงานโรงเรียนวัดดอนทอง เป็นต้น
 - โครงการวิทยาศาสตร์เรื่องการสำรวจพืช ผัก ผลไม้ท้องถิ่นในจังหวัดชุมพร
- ไล่ชั้นกันยุ่งจากฟ้าทลายโจร ผักบุงทะเลช่วยลดความเค็มของดิน เป็นต้น

2. โครงการตามความสนใจของผู้เรียน เป็นโครงการที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกทำตามความถนัดหรือความสนใจของผู้เรียนแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มโดยใช้ความถนัดหรือความสนใจของผู้เรียนเป็นหลัก ไม่จำเป็นต้องทำโครงการให้สอดคล้องตรงกับกลุ่มสาระที่เรียน

นวนน้อย เจริญผล (2551: 31) ได้กล่าวถึงแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยวิธีโครงการไว้ 2 รูปแบบ คือ

1. เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้โดยผู้สอนเสนอแนะให้ผู้เรียนศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งจากบางเนื้อหาในบทเรียน หรืออาจเกิดจากผู้เรียนเป็นผู้นำเสนอเรื่องที่ตนสนใจจะศึกษาก็ได้ ผู้เรียนจะดำเนินการศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อความรู้จากแหล่งอย่างอิสระ โดยครูผู้สอนจะติดตามผลงานว่าผู้เรียนดำเนินการไปตามที่วางแผนไว้ได้หรือไม่ ถ้ามีอุปสรรค ครูผู้สอนจะคอยแนะนำช่วยเหลือ เมื่อผู้เรียนสรุปข้อความรู้จากการศึกษาได้แล้ว ก็จะทำรายงานและนำเสนอ โดยครูผู้สอนจะเป็นผู้ประเมินหรืออาจมีการตกลงกันว่าจะให้ใครเป็นผู้ประเมินบ้าง เช่น ประเมินตนเอง เพื่อนประเมินและครูผู้สอนประเมิน

2. เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้หนึ่งที่ใช้เวลาประมาณ 15-30 ชั่วโมง โดยในช่วง 3 ชั่วโมงแรกเป็นช่วงเตรียมการให้ผู้เรียนได้ตระหนักถึงวิธีเรียนรู้โดยการจัดทำโครงการที่ตนสนใจหรือถนัด ครูผู้สอนมอบหมายให้แต่ละกลุ่มหาหัวข้อและประเด็นที่ผู้เรียนสนใจจะศึกษา เมื่อได้หัวข้อหรือชื่อโครงการแล้ว จึงกำหนดวัตถุประสงค์ กำหนดวิธีดำเนินการ ลงมือปฏิบัติพร้อมทั้งหาข้อสรุป เขียนรายงานและนำเสนอผลงาน โดยทุกขั้นตอนจะอยู่ในความดูแลของอาจารย์ที่ปรึกษา

พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ (2553: 33-36) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบโครงการตามระดับการให้คำปรึกษาของครู หรือใช้ระดับความคิดของผู้เรียนเอง ได้แก่

1. Guided project เป็นโครงการประเภทผู้เรียนใช้ความคิดในระดับน้อย ๆ หรือครูให้คำปรึกษามาก โดยครูเป็นผู้รวบรวมข้อมูลเพื่อตอบปัญหา ดังแผนผัง ต่อไปนี้ 1. กำหนดปัญหา และ 2. กำหนดวิธี (ภาพประกอบ 2)

2. Less-guided project เป็นโครงการประเภทที่ผู้เรียนใช้ความคิดในระดับสูงกว่า ประเภท Guided project หรือครูให้คำปรึกษาในระดับมากกว่าประเภท Unguided project ครูและผู้เรียน 1. ร่วมกันกำหนดปัญหา และ 2. ร่วมกันกำหนดวิธีรวบรวมข้อมูลเพื่อตอบปัญหา (ภาพประกอบ 3)

3. Unguided project เป็นโครงการที่ผู้เรียนใช้ระดับความคิดสูงกว่าทั้ง 2 ประเภทข้างต้น และครูให้คำปรึกษาน้อยที่สุด โดยผู้เรียน 1. กำหนดปัญหาเอง 2. กำหนดวิธีการรวบรวมข้อมูลเพื่อตอบปัญหาเอง และ 3. กำหนดวิธีรวบรวมข้อมูลเพื่อตอบปัญหาเอง (ภาพประกอบ 4)

ภาพประกอบ 2 แสดงแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานแบบ Guided project



ที่มา : พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2553: 34)

ภาพประกอบ 3 แสดงแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานแบบ Less-guided project



ที่มา : พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2553: 35)

ภาพประกอบ 4 แสดงแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานแบบ Unguided project



ที่มา : พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2553: 36)

สรุปได้ว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามระดับการให้คำปรึกษาของครูหรือใช้ระดับความคิดของผู้เรียนเอง ได้แก่ 1. Guided project 2. Less-guided project 3. Unguided-project โดยการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวทาง Less-guided project เป็นโครงงานประเภทที่ครูและผู้เรียนร่วมกันกำหนดปัญหา และร่วมกันกำหนดวิธีรวบรวมข้อมูลเพื่อตอบปัญหา (ภาพประกอบ 3)

1.9 การประเมินผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานของผู้เรียน

วัฒนา มัคคสมัน (2554: 59-60) ได้กล่าวถึงการประเมินผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานอยู่ 3 ส่วน ได้แก่

1. การประเมินพัฒนาการของผู้เรียน กระบวนการประเมินผลเป็นกระบวนการสังเกตพฤติกรรมที่เกิดขึ้นตลอดเวลา ในการจัดกิจกรรมตามกระบวนการเรียนการสอน ใช้การบันทึกคำพูด และเก็บรวบรวมผลงานเด็ก มุ่งเน้นที่ความต้องการการช่วยเหลือและการประสบผลสำเร็จของผู้เรียนแต่ละคน ไม่ใช่การประเมินผลที่มุ่งให้คะแนนจากผลการทำงาน และจัดลำดับที่เปรียบเทียบในกลุ่ม

2. การประเมินโครงงาน เป็นการที่ผู้สอนตอบคำถามได้ว่าโครงการที่เข้าร่วมมือกับเด็ก ๆ ค้นหาคำตอบจนสำเร็จนั้นมีคุณค่าเพียงใด เป็นโครงงานที่ดีหรือยัง โดยใช้หลักการ 9 ประการ ดังนี้

- 2.1 เด็กศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างลุ่มลึกไปในรายละเอียดของเรื่องนั้นด้วยกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาของเด็กเอง จนพบคำตอบที่ต้องการหรือไม่
- 2.2 เรื่องที่ศึกษากำหนดโดยเด็กเองหรือไม่
- 2.3 ประเด็นที่ศึกษาหรือปัญหา เกิดจากข้อสงสัยของเด็กเองหรือไม่
- 2.4 เด็กมีโอกาสได้มีประสบการณ์ตรงกับเรื่องที่ศึกษา โดยการสังเกตอย่างใกล้ชิดจากแหล่งความรู้เบื้องต้นหรือไม่
- 2.5 ระยะเวลาการสอนยาวนานอย่างเพียงพอตามความสนใจของเด็กหรือไม่
- 2.6 เด็กได้ประสบทั้งความล้มเหลวและความสำเร็จในการศึกษาตามกระบวนการแก้ปัญหาของเด็กเองหรือไม่
- 2.7 ความรู้ใหม่ที่ได้จากกระบวนการศึกษาและการแก้ปัญหาของเด็ก เป็นสิ่งที่เด็กใช้กำหนดประเด็นศึกษาขึ้นมาใหม่ หรือใช้ปฏิบัติกิจกรรมที่เด็กต้องการหรือไม่
- 2.8 เด็กได้นำเสนอกระบวนการศึกษา และผลงานต่อคนอื่นหรือไม่
- 2.9 ครูไม่ใช่ผู้ถ่ายทอดความรู้ หรือกำหนดกิจกรรมให้เด็กทำ แต่เป็นผู้กระตุ้นให้เด็กใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์อื่น ๆ เพื่อจัดระบบความคิด และสนับสนุนให้เด็กใช้ความรู้ทักษะที่มีอยู่คิดแก้ปัญหาด้วยตัวเองใช่หรือไม่

ทั้งนี้ ในส่วนของการประเมินโครงการจะต้องให้ผู้เรียนได้ประเมินโครงการของตน และผู้สอนประเมินโครงการของผู้เรียน สำหรับการประเมินโครงการของผู้เรียน ผู้สอนต้องแนะนำให้ผู้เรียนรู้จักประเมินผลก่อนดำเนินการ ระหว่างดำเนินการ และหลังดำเนินการ คือ รู้จักพิจารณาว่าก่อนที่จะดำเนินการมีสภาพเป็นอย่างไร มีปัญหาอย่างไร ระหว่างดำเนินงานตามโครงการนั้นยังมีสิ่งใดผิดพลาดหรือมีข้อบกพร่องอยู่ต้องแก้ไขอะไรอีกบ้าง มีวิธีแก้ไขอย่างไร เมื่อดำเนินการไปแล้วผู้เรียนมีแนวคิดอย่างไร มีความพึงพอใจหรือไม่ ผลของการดำเนินการตามโครงการ ผู้เรียนได้ความรู้อะไร ได้ประโยชน์อย่างไร และสามารถนำความรู้ไปพัฒนาปรับปรุงให้ดีขึ้นหรือนำความรู้นั้นไปใช้ในชีวิตประจำวันอย่างไร โดยผู้เรียนประเมินโครงการของตนเองหรือให้เพื่อนร่วมงานประเมิน ผู้ปกครองอาจจะร่วมประเมินก็ได้

ในส่วนของการประเมินโครงการของผู้สอน ควรเป็นการประเมินตามสภาพจริง คือ ผู้สอนจะต้องสังเกตพฤติกรรมการทำงานของผู้เรียนตลอดระยะเวลาที่ทำโครงการ ไม่ประเมินผลสำเร็จงานเท่านั้น แต่ประเมินขั้นตอนกระบวนการทำงานด้วย ผู้สอนต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงออก ได้ใช้ความคิดในการวิเคราะห์ปัญหา พิจารณาทางเลือก ประเมินทางเลือกและแนวทางแก้ปัญหา คิดวางแผนและดำเนินการตามแผน สิ่ง que ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าทำโครงการจะต้องเป็นสิ่งที่มีความหมายต่อผู้เรียน ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างสร้างสรรค์ ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมในระหว่างทำโครงการเกี่ยวกับการแสดงออกด้านคุณธรรมจริยธรรม มีความอดทน อดกลั้น ซื่อตรง เที่ยงธรรม รอบคอบมีความรับผิดชอบต่อนตนเองและผู้อื่น มีทักษะในการคิด มีทักษะในการศึกษาค้นคว้า มีทักษะในการใช้ภาษา มีทักษะในการจัดการอย่างเป็นระบบเป็นขั้นตอน ทำงานอย่างมีเป้าหมาย ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ มีความรอบรู้ในวิชาที่ศึกษาอย่างถูกต้อง รู้วิธีการเรียนรู้และมีนิสัยใฝ่เรียนรู้อย่างต่อเนื่อง รายการที่ควรประเมินจะต้องประเมินทั้งทักษะความรู้ในวิชาที่เรียน ทักษะด้านความคิด ทักษะส่วนบุคคล คุณลักษณะส่วนบุคคลและทักษะภาคปฏิบัติ ในส่วนการประเมินโครงการ

ผู้สอนสามารถประเมินโครงงานได้จากผลงาน ชิ้นงาน รายงาน การสอบปากเปล่า ไปสเตอร์ การจัดนิทรรศการ ประเมินจากสมุดบันทึกหรือแฟ้มสะสมงานของผู้เรียน เป็นต้น (สุคนธ์ สิ้นธพานนท์, 2558: 121-122)

3. การวัดการเห็นคุณค่าในตนเอง วัดดูประสงค์หลักของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานประการหนึ่งคือ การเสริมสร้างการเห็นคุณค่าในตนเอง โดยได้จากการสังเกตพฤติกรรมของเด็กๆ ภายใต้อาณาการณการจัดการเรียนการสอน โดยใช้แบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเองด้านวิชาการ เช่นแบบวัดพฤติกรรมการเห็นคุณค่าในตนเอง ของคูเปอร์สมิทและกิลเบิร์ต

กล่าวโดยสรุปแล้วการประเมินการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานต้องประเมิน 3 ส่วน ได้แก่ 1.การประเมินพัฒนาการของผู้เรียน 2. การประเมินโครงงาน และ 3. การวัดการเห็นคุณค่าในตนเอง

1.10 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน

วราภรณ์ ตระกูลสฤณี (2551: 23-24) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้สอนที่สำคัญในการจัดการออกแบบการเรียนรู้แบบโครงงาน

1. บทบาทหน้าที่แรกของคุณครูผู้สอน คือ จะต้องกำหนดงาน หรือสิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนกระทำเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ และนำเสนอแจ้งให้ผู้เรียนได้รับทราบว่า ครูผู้สอนต้องการอะไรจากการเรียนในครั้งนี้ โดยการกำหนดงานนี้ต้องให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ หรือตรงตามเป้าหมายของการเรียนรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนทุกคนได้บรรลุและเกิดการเรียนรู้

2. เป็นความรับผิดชอบของคุณครูผู้สอนที่จะต้องออกแบบกิจกรรมให้ดี เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้ค้นพบและได้รับประโยชน์จากการเรียนรู้ในการทำโครงงานร่วมกันในทีม เพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม

3. การมอบหมายหรือการชี้แจง ครูต้องทำให้ผู้เรียนทุกคนรู้และเข้าใจได้ทุกคนว่า สิ่งใดผู้เรียนจะต้องเรียนรู้และต้องทำกิจกรรมตามที่ครูตั้งจุดมุ่งหมายไว้ให้ทุกคน

4. กิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูจัดขึ้น จะต้องวางแผนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้รับการอำนวยความสะดวก และเอื้อให้กิจกรรมกลุ่มหรือการทำโครงงานประสบความสำเร็จ

5. บอกเกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้โดยชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจอย่างชัดเจนว่าเขาจะถูกประเมินโดยใคร โดยวิธีการใดบ้าง ทั้งในแง่ทักษะย่อยและการประเมินกลุ่มโดยรวม นั่นคือครูต้องมีเกณฑ์ชี้วัดในการประเมิน ซึ่งครูต้องแจ้งให้ผู้เรียนได้รับทราบข้อมูลทุกอย่างที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนและการประเมินผลทั้งหมด

6. มีการให้ความรู้หรือข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นแก่ผู้เรียน เพื่อเป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้และวางแผนการทำกิจกรรม โครงงานร่วมกันกับเพื่อนภายในกลุ่มอย่างมีประสิทธิภาพได้ผลตรงตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ นอกจากนั้นแล้วครูยังต้องตระหนักถึงวิธีการสอนให้ผู้เรียนได้รู้ถึงกระบวนการกลุ่ม โดยครูต้องสอนทักษะและกระบวนการกลุ่มให้แก่ผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้และความเข้าใจ สามารถไปทำงานรวมกลุ่มกันได้อย่างดี โดยฝึกและสอนเกี่ยวกับการทำงานเป็นทีมในเรื่องของการทำงานเป็นทีม เช่น ภาวะผู้นำ การติดต่อสื่อสารภายในกลุ่ม บทบาทสมาชิกกลุ่ม การแก้ไขปัญหาและข้อขัดแย้งภายในกลุ่ม

ธีรชัย ปุรณะโชติ (2544: 74-75) ได้เสนอตารางแสดงการเปรียบเทียบบทบาทของผู้เรียนและครูในขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อครูและผู้เรียนให้เข้าใจถึงกระบวนการเรียนการสอนโดยการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น (ตาราง 1)

ตาราง 1 บทบาทของผู้เรียนและครูในขั้นตอนของการทำโครงการ

ขั้นตอนการทำโครงการ	บทบาทของผู้เรียน	บทบาทของครู
1. การคิดและเลือกหัวข้อเรื่องหรือปัญหา	1. สัมผัสกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหา 2. ตระหนักถึงปัญหา 3. สนใจที่จะค้นคว้าหาคำตอบ 4. อภิปรายและสนทนากับครูหรือเพื่อน ๆ	กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจที่จะทำโครงการ โดยจัดกิจกรรมต่าง ๆ ที่จะช่วยให้ผู้เรียนสัมผัสกับปัญหาเพื่อที่ผู้เรียนจะได้มองปัญหา
2. การวางแผนในการทำโครงการ	1. กำหนดขอบเขตของปัญหา 2. ตั้งวัตถุประสงค์ 3. ศึกษาเอกสาร 4. ตั้งสมมติฐาน 5. ออกแบบการทดลองและกำหนดตัวแปร	ให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียนในการวางแผนทำโครงการ เช่น ให้ความคิดเห็นในเรื่องความเป็นไปได้ของโครงการชี้แนะแหล่งความรู้ต่าง ๆ ดิชมแผนงานในการทำโครงการทั้งหมดของผู้เรียน
3. การลงมือทำโครงการ	1. สร้าง จัดหาเครื่องมือ 2. ทดลอง รวบรวมข้อมูล 3. วิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมายข้อมูล	1. อำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียน 2. ติดตามการทำงานผู้เรียนทุกระยะ 3. ให้กำลังใจผู้เรียนในการทำงาน 4. ช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ เมื่อจำเป็น 5. ให้ข้อติชม วิวิธีวิเคราะห์และแปลผลการวิเคราะห์
4. การสรุปผลการศึกษาและการเขียนรายงาน	1. สรุปข้อค้นพบ 2. เขียนรายงานโครงการ	แนะนำและให้ข้อติชมการเขียนรายงานโครงการของผู้เรียน
5. การแสดงผลงาน	เสนอผลการศึกษาในรูปแบบต่าง ๆ	1. จัดกิจกรรมเพื่อให้โอกาสผู้เรียนได้แสดงผลงาน 2. ส่งผลงานของผู้เรียนเข้าร่วมแสดงหรือประกวด 3. ประเมินผลการทำโครงการของผู้เรียน

ดวงพร อิ่มแสงจันทร์ (2554: 52) ได้นำเสนอตารางแสดงบทบาทของผู้เรียนและครูตามขั้นตอนการจัดการเรียนแบบโครงการ รายละเอียดดังนี้ (ตาราง 2)

ตาราง 2 บทบาทของผู้เรียนและครูตามขั้นตอนการจัดการเรียนแบบโครงการ

ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ	บทบาทของผู้เรียน	บทบาทของครู
1. ชี้นำเสนอ	เสนอแนวคิด เลือกและกำหนดหัวข้อโครงการ	จัดให้มีการปฐมนิเทศวิธีการเรียนแบบโครงการเพื่อให้รู้ถึงหลักการ วัตถุประสงค์ ประโยชน์ ตัวแปร ปัจจัยสำคัญในการทำโครงการปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น
2. ชี้นำวางแผน	1. เสนอแนวทางออกแบบการทำโครงการ 2. วางแผนร่วมกันในการเรียนรู้แบบโครงการ 3. ศึกษาค้นคว้าเอกสารเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ 4. เสนอเค้าโครงย่อของโครงการต่อครูที่ปรึกษา	ให้คำปรึกษาในการดำเนินงานของผู้เรียนทุกขั้นตอน
3. ชี้นำปฏิบัติ	1. ลงมือปฏิบัติโครงการตามขั้นตอนที่วางแผน 2. รวบรวมผลการทำโครงการ 3. เสนอแนวทางแก้ไขปรับปรุงผลการทำโครงการ 4. เขียนรายงานหรือนำเสนอผลงานโครงการต่อผู้สอน 5. แสดงผลงานต่อสาธารณชน	ติดตามสอบถามความก้าวหน้าและดูแลการทำโครงการของผู้เรียนอย่างใกล้ชิด
4. ชี้นำประเมินผล	ประเมินผลการเรียนรู้แบบโครงการของตนเอง	1. สังเกตและประเมินผลการทำงานของผู้เรียน 2. สรุปการทำงานและเสนอแนะการทำงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

1.11 สิ่ง que ผู้เรียนจะไดเรียนรู้จากการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ

ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการจะทำให้ผู้เรียนฝึกคิด วิเคราะห์ปัญหาที่สนใจ คิดออกแบบสำรวจ ทดลองหรือประดิษฐ์ มีการวางแผนการดำเนินงานเพื่อลงมือปฏิบัติได้อย่างมีขั้นตอนและมีระบบ บันทึกรผล วิเคราะห์ผล สรุปผล เขียนรายงาน ตลอดจนเสนอผลงานและแสดงผลงานของโครงการวิทยาศาสตร์ภายใต้การแนะนำของครูที่ปรึกษา การทำกิจกรรมดังกล่าวจะช่วยพัฒนาส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ สามารถคิดเป็นทำเป็นและเมื่อเกิดปัญหาสามารถแก้ปัญหาได้ ผลการศึกษาค้นคว้าของผู้เรียนอาจขยายไปถึงขั้นนำความรู้ไปแก้ปัญหาวិทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในท้องถิ่น ส่งผลต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตของตนเองและชุมชนได้ ผู้เรียนยังได้ฝึกทักษะเกี่ยวกับข้อมูลข่าวสาร การสื่อสารและเทคโนโลยี ผู้เรียนจะสามารถเข้าถึงและจัดการกับข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ สามารถทำการสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ และที่สำคัญผู้เรียนยังได้ฝึกการใช้ทักษะชีวิตและการประกอบอาชีพ ผู้เรียนสามารถทำงานเป็นทีม มีภาวะผู้นำ และมีความรับผิดชอบ (ทิพย์วรรณ สุคปทุม, 2550: 39 และเทพกัญญา พรหมชาติแก้ว, 2557: 14)

นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาอีกหลายท่านที่ได้กล่าวถึงสิ่ง que นักเรียนจะได้รับจากการจัดการเรียนรู้แบบโครงการดังนี้

สธน เสนาสวัสดิ์ (2549: 27) ได้กล่าวว่าโครงการวิทยาศาสตร์ทำให้ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงในวิธีการคิดและการกระทำ ดังนี้

1. ผู้เรียนจะได้รับความรู้ในเนื้อหาวิชาซึ่งเป็นผลจากการค้นคว้าในการทำโครงการ
2. ผู้เรียนจะได้ฝึกใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในการแสวงหาความรู้ มีความสามารถในการถ้อยแถลงการเรียนรู้ของกระบวนการแก้ปัญหาไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่น ๆ และเป็นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน
3. ผู้เรียนได้รับการกระตุ้นให้มีความสนใจในวิทยาศาสตร์มีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ มีความชื่นชมในผลงานของนักวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์
4. ผู้เรียนได้รับการส่งเสริมให้มีการคิดอย่างอิสระ การคิดอย่างพินิจพิเคราะห์มีความเชื่อมั่นในตนเอง เป็นการช่วยพัฒนาผู้เรียนแต่ละคนให้ถึงจุดสูงสุด
5. เป็นการช่วยทำให้หลักการทางวิทยาศาสตร์มีความหมายมากขึ้นและทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการใช้เครื่องมือและเทคนิคทางวิทยาศาสตร์
6. เป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์และมีคุณค่า

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ (2558: 122-123) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการ ดังนี้

1. เป็นการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนมีบทบาท มีส่วนร่วมในการจัดกระบวนการเรียนรู้ได้ปฏิบัติจริง คิดเอง ทำเองอย่างละเอียดรอบคอบ อย่างเป็นระบบ ใช้ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา (Thinking & Problem solving)
2. ผู้เรียนรู้จักวิธีแสวงหาข้อมูล มีทักษะด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ (Computing & Media Literacy) และยังมีทักษะในการสื่อสารข้อมูลสารสนเทศและ

รู้เท่าทันสื่อ (Communication Information & Media Literacy) สร้างองค์ความรู้และสรุปความรู้ได้ด้วยตนเองมีทักษะในการแก้ปัญหา (Problem solving) มีทักษะกระบวนการเคลื่อนไหวร่างกาย

3. ผู้เรียนได้ฝึกความเป็นประชาธิปไตย รับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน มีการยอมรับในความรู้ความสามารถซึ่งกันและกันรู้จักทำงานร่วมกัน (Collaboration Teamwork) แลกเปลี่ยนความรู้ และประสบการณ์ซึ่งกันและกัน

4. ฝึกลักษณะนิสัยที่ดีให้แก่ผู้เรียนในการทำงาน เช่น การสังเกต ความรับผิดชอบ ความซื่อตรง ความเอาใจใส่ ความขยันหมั่นเพียร เป็นคนมีเหตุผล รู้จักพึ่งพาตนเอง ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์

5. ผู้เรียนเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Creativity Innovation) และนำความคิดหรือแนวทางที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิต หรือในสถานการณ์อื่น ๆ ได้

6. การทำกิจกรรมในโครงการในเป็นการสร้างประสบการณ์ตรง เป็นพื้นฐานทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้ (Career & Learning Self-reliance) และยังส่งผลให้ผู้เรียนมีทักษะความเข้าใจต่างวัฒนธรรมและกระบวนการทัศน์ (Cross-cultural understanding) และตลอดเวลาของการทำกิจกรรมผู้เรียนยังได้ใช้ทักษะการอ่าน (Reading) การเขียน (Writing) และการคิดคำนวณ (Arithmetic)

Fernando (2011: 87-88) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการที่ได้รับมากกว่าการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิม ดังนี้

1. สนับสนุนให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น
2. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แก้ปัญหาในสิ่งที่สงสัยด้วยตนเอง ซึ่งมีประสิทธิภาพมากกว่าการแก้ปัญหาโดยครู
3. สนับสนุนให้เกิดการพัฒนาการคิดวิเคราะห์
4. เพิ่มความพอใจในประสบการณ์เรียนรู้ของนักเรียนและสนับสนุนให้มีเจตคติต่อวิชาที่เรียนได้ดีมากขึ้น
5. ให้นักเรียนมีสมรรถนะทางด้านวิชาการในวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

6. เตรียมตัวนักเรียนสำหรับในการเผชิญต่อบริบทการทำงาน

7. สนับสนุนให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ได้ตนเอง

8. ช่วยพัฒนาทักษะการสื่อสารทั้งการเขียนและการพูด

9. ช่วยแก้ปัญหารูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกันของนักเรียน

กล่าวโดยสรุปแล้วประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการผู้เรียนจะได้รับความรู้ในเนื้อหาวิชา ฝึกใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในการแสวงหาความรู้ ผู้เรียนยังได้รับการกระตุ้นให้มีความสนใจในวิทยาศาสตร์ ได้ใช้ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา อีกทั้งยังได้ฝึกความเป็นประชาธิปไตย รับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน รู้จักทำงานร่วมกัน แลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ฝึกลักษณะนิสัยที่ดีให้แก่ผู้เรียน เป็นพื้นฐานทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้ ส่งผลให้ผู้เรียนมีทักษะความเข้าใจต่างวัฒนธรรมและกระบวนการทัศน์

2. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542: 295) ให้ความหมายว่า คือ พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้จากที่ไม่เคยกระทำได้หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนรู้ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

ปราณี กองจินดา (2549: 42) ให้ความหมายถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นความสามารถหรือผลสำเร็จที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์เรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย และยังได้จำแนกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ตามลักษณะของวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน

อัมพวา รักบิดา (2549: 37) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงความสามารถของบุคคลที่มีความแตกต่างกันหลังจากการได้เรียนรู้หรือได้รับการอบรม สั่งสอน ตลอดจนความพยายามที่จะฝึกฝนจนเกิดทักษะที่ต้องการ ความสนใจ และความถนัดของแต่ละบุคคลหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้

บุญชม ศรีสะอาด (2553: 56) ให้ความหมายถึงถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระ และตามจุดประสงค์ของวิชาต่าง ๆ ที่เรียนในโรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัย หรือสถาบันการศึกษาต่าง ๆ

ยหฤษฎ์ เลิศอนันตกร (2554: 10) ได้กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ระดับความสำเร็จที่ได้จากความสามารถทางร่างกายหรือสมอง ซึ่งอาจพิจารณาได้จากคะแนนที่กำหนดให้หรือคะแนนที่ได้จากงานที่ผู้สอนมอบให้หรือทั้งสององค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักการศึกษาหลายท่านพอสรุปได้คือ ความรู้ ความสามารถของนักเรียนที่แสดงออกมาหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการฝึกฝนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ความรู้ความสามารถดังกล่าว เป็นพฤติกรรมด้านสติปัญญาหรือด้านความรู้ความคิดที่ตรงตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ในกิจกรรมการเรียนรู้ และสามารถวัดโดยเครื่องมือวัดได้

2.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในทางด้านความรู้ ด้านวิชาการ ตามแนวทางของ คอปเฟอร์ เพื่อประเมินผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านสติปัญญาหรือด้านความรู้ ความคิด ให้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์จากพฤติกรรม 4 ด้าน และมุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545: 46-51)

1. พฤติกรรมด้านความรู้ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนมีความจำในเรื่องต่าง ๆ ที่ได้รับรู้จากการค้นคว้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งความรู้ที่ควรวัดและประเมินผลจำแนกเป็น 9 ประเภท ได้แก่

1.1 ความรู้เกี่ยวกับความจริงซึ่งมีอยู่แล้วในธรรมชาติ สามารถสังเกตได้โดยตรงและทดลองแล้วจะได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง

1.2 ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ เป็นการนำความรู้ที่เกี่ยวกับความจริงหลาย ๆ ส่วนที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานเป็นความรู้ใหม่

1.3 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎวิทยาศาสตร์ เป็นหลักอ้างอิงซึ่งได้มาจากการนำมโนทัศน์หลาย ๆ มโนทัศน์ ที่เกี่ยวข้องกันมาผสมผสานอธิบายเป็นความรู้ใหม่

1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง เป็นการตกลงร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ในการใช้อักษรย่อและเครื่องหมายต่าง ๆ แทนคำพูดเฉพาะ

1.5 ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนของปรากฏการณ์สิ่งที่เกิดขึ้นเองในธรรมชาติที่มีการเกิดขึ้นหมุนเวียนซ้ำ ๆ กันจนกลายเป็นวัฏจักรที่นักวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายถึงขั้นตอนของปรากฏการณ์เหล่านั้นได้

1.6 ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติต้องมีมาตรฐานสำหรับการแบ่งประเภท ซึ่งผู้ที่ศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ควรจะรู้

1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ เน้นเฉพาะความสามารถที่จะบอกถึงสิ่งที่นักเรียนรู้อยู่แล้ว และความรู้นี้ได้มาจากการอ่านหนังสือ หรือการบอกเล่าของครู ไม่ใช่ความรู้ที่ได้มาจากการบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1.8 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ ศัพท์วิทยาศาสตร์ที่ว่าด้วยนิยามต่าง ๆ และการใช้ศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์

1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี ข้อความที่ใช้อธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น ทฤษฎีอะตอม และทฤษฎีวิวัฒนาการ

2. พฤติกรรมด้านความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนได้ใช้ความรู้ที่สูงกว่าความรู้ความจำซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 ความเข้าใจข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการ และทฤษฎีต่าง ๆ เป็นพฤติกรรมที่ผู้เรียนต้องบรรยายในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากที่เคยเรียนมา เมื่อผู้เรียนได้เรียนเรื่องใดเรื่องหนึ่งมา และเมื่อได้รับข้อมูลของอีกสิ่งหนึ่งที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันก็สามารถอธิบายสิ่งนั้นได้

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายของข้อเท็จจริง หลักการและทฤษฎีที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่ง

3. พฤติกรรมด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่ผู้เรียนแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดำเนินการโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4. พฤติกรรมด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนนำความรู้ มโนทัศน์ หลักการ กฎ ทฤษฎี รวมทั้งวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้

ในขณะที่ชวลิต ชูกำแหง (2550: 90-91) ได้กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ สามารถวัดได้จากลำดับชั้นพฤติกรรมของกระบวนการทางปัญญาในจุดมุ่งหมายทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยของบลูม ที่มาปรับปรุงใหม่ มีลำดับชั้น 6 ชั้น ซึ่งสามารถอธิบายดังนี้

1. ความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกได้ แสดงรายการได้ บอกได้ ระบุดี บอกรหัสได้ของข้อมูลหรือของสนเทศ
2. ความเข้าใจ หมายถึง มีความเข้าใจในการแปรความหมายและสามารถอธิบายได้ เช่น สรุป อ่างอิง
3. การประยุกต์ใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา กับสถานการณ์จริง
4. วิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะแนวคิดหลักที่ซับซ้อนออกเป็น ส่วน ๆ ให้เข้าใจง่าย เช่น เปรียบเทียบ อธิบายลักษณะ การจัดการ
5. ประเมินค่า หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบ วิเคราะห์ ตัดสินใจเลือก
6. คิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการออกแบบ วางแผน ผลิต

กล่าวโดยสรุปแล้วการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สามารถวัดได้จาก ลำดับชั้นพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของบลูม ที่มาปรับปรุงใหม่ มีลำดับชั้น 6 ชั้น ได้แก่ 1. ความรู้ ความจำ 2. ความเข้าใจ 3. การประยุกต์ใช้ 4. วิเคราะห์ 5. ประเมินค่า และ 6. คิดสร้างสรรค์ ในการ วิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาตามจุดมุ่งหมายทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัย ตามระดับความสามารถของบลูม 4 ระดับ ได้แก่ 1. ความรู้ความจำ 2. ความเข้าใจ 3. การ ประยุกต์ใช้ 4. วิเคราะห์ เนื่องจากนักเรียนสามารถตอบคำถามแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนชีววิทยาได้ จากความรู้ความสามารถที่นักเรียนได้ประยุกต์มาจากการทำโครงการของนักเรียน

2.3 การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่ใช้ในการวัดระดับความรู้ ความสามารถของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หรือได้ฝึกฝนหลังจากได้รับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีจุดประสงค์เพื่อต้องการทราบว่านักเรียนได้มีความรู้ ความสามารถด้าน วิชาการใดบ้าง เมื่อนักเรียนผ่านการเรียนมา ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในระดับใด โดย ขึ้นตอนของการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ ดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552: 173-190)

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบโดยต้องสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการ เรียนรู้และจุดมุ่งหมายของหลักสูตร
2. ออกแบบการสร้างแบบทดสอบ เป็นการกำหนดรูปแบบ ขอบเขต และ แนวทางการสร้าง เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสอบที่มีคุณภาพ ประกอบด้วย
 - 2.1 การกำหนดรูปแบบของแบบทดสอบ ได้แก่ แบบสอบอิงกลุ่ม แบบสอบ ข้อเขียน แบบสอบเสนอคำตอบ แบบสอบความเร็ว และแบบสอบเป็นกลุ่ม
 - 2.2 การสร้างแผนผังการทดสอบ เพื่อให้จุดมุ่งหมายการเรียนรู้กิจกรรมการ เรียนการสอนและการสร้างแบบทดสอบมีความสัมพันธ์กัน

2.3 การสร้างผังข้อสอบ เพื่อเสนอรายละเอียดของการทดสอบแต่ละครั้งว่าจะวัดเนื้อหาอะไร และจะวัดจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้อะไร ขอบเขตของเนื้อหาวิชา ตลอดจนการกำหนดน้ำหนักความสำคัญหรือสัดส่วนข้อสอบสำหรับวัดพฤติกรรมที่ต้องการทดสอบแต่ละครั้ง

3. เขียนข้อสอบ โดยผู้เขียนจำเป็นต้องมีความรู้ในเนื้อหาวิชาเป็นอย่างดี และต้องมีความรู้ในเทคนิคการเขียน โดยมีลำดับขั้นตอนการเขียนดังนี้

3.1 กำหนดแบบแผนข้อสอบ แล้วนำมาร่างข้อสอบ

3.2 ทบทวนร่างข้อสอบโดยผู้เขียนข้อสอบและโดยผู้เชี่ยวชาญ

3.3 บรรณาธิการข้อสอบ โดยการปรับปรุงข้อบกพร่อง รวมทั้งขัดเกลา

ข้อความ และภาษาให้เหมาะสมกับผู้เรียน

4. ทดลองใช้ข้อสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ ไม่ควรใช้กลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างจากกลุ่มเป้าหมายอย่างสุดขีด เมื่อทดลองใช้แล้ว นำมาวิเคราะห์และคัดเลือกข้อสอบ โดยการหาความยากและอำนาจจำแนกที่เหมาะสม นำข้อสอบมารวมกันเป็นแบบทดสอบ และทำการวิเคราะห์แบบทดสอบ โดยการหาความเที่ยงและความตรง แล้วนำแบบทดสอบไปใช้

จากขั้นตอนการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ผู้สร้างต้องมีความเข้าใจจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ ต้องมีความรู้ในเนื้อหาเป็นอย่างดี ต้องมีการกำหนดรูปแบบ ขอบเขต และแนวทางการสร้างข้อสอบ และต้องมีการทดลองใช้ข้อสอบและวิเคราะห์ข้อสอบด้วย เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสอบที่มีคุณภาพก่อนที่จะนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะทางสติปัญญาที่ต้องใช้กระบวนการคิดทั้งการคิดขั้นพื้นฐานและการคิดที่ซับซ้อนในระดับที่สูงขึ้น หรือพูดได้ว่าเป็นความชำนาญและความสามารถในการใช้กระบวนการคิดซึ่งนักวิทยาศาสตร์หรือผู้ที่ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์นำมาใช้ในการศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้ หรือหาวิธีการต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา

3.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความหมายต่างกันตามที่นักการศึกษาได้ให้ความหมายดังต่อไปนี้

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542: 14) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ คือ วิธีการหนึ่งที่ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การค้นคว้าทดลอง ในขณะที่ทำการทดลองผู้ทดลองมีโอกาสฝึกฝนทั้งในด้านการปฏิบัติและพัฒนาด้วยความคิดด้วย เช่น ฝึกการสังเกต การบันทึกข้อมูล การตั้งสมมติฐานและการทำการทดลอง เป็นต้น พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบนี้ เรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นกระบวนการทางปัญญา

ประสาธ เนิองเฉลิม (2558: 60) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากทักษะการคิดที่นักวิทยาศาสตร์และผู้นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาโดยการลงมือปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์จนเกิดความชำนาญและความคล่องแคล่ว

อัจฉรา เปรมปรีดา (2558: 103) ได้ให้ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นเนื่องจากได้รับการฝึกฝน การคิดอย่างมีเหตุผลและมีระบบซึ่งเกิดจากกระบวนการทางปัญญา การฝึกฝนและการปฏิบัติด้วยกระบวนการสังเกต การจำแนกประเภท การวัด การตีความหมายข้อมูล ลงข้อสรุปและทดลองซึ่งก่อให้เกิดความงอกงามทางปัญญา

Sinan (2011: 283) ทักษะทางความคิดที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสร้างองค์ความรู้ นำมาใช้ในการแก้ปัญหาและกำหนดผลลัพธ์ นักวิทยาศาสตร์จะดำเนินการสืบสวนสอบสวนโดยนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์

Fulya (2013: 1182) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ ความสามารถในการใช้ในการวิจัย ทำให้นักเรียนตื่นตัวในสภาพแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ พัฒนาความรับผิดชอบในการเรียนรู้ นักวิทยาศาสตร์จะใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำเนินการสืบสวนเพื่อค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นหนทางและวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการเข้าถึงข้อมูลและจัดการข้อมูลนั้น

กล่าวโดยสรุปคือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ทักษะทางสติปัญญาที่ต้องใช้กระบวนการคิดทั้งการคิดขั้นพื้นฐานและการคิดที่ซับซ้อนที่นำมาใช้ในการศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้ หรือหาวิธีการต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ แล้วได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะดังกล่าวเกิดขึ้นได้เนื่องจากการฝึกฝนทั้งในด้านการปฏิบัติและพัฒนาด้วยความคิดจนเกิดความชำนาญและความคล่องแคล่ว

3.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญาที่ต้องใช้กระบวนการคิดทั้งการคิดขั้นพื้นฐานและการคิดที่ซับซ้อน มาใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นหนึ่งในผลลัพธ์หลักที่เกิดจากการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะพื้นฐานที่ใช้ในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และนักวิทยาศาสตร์ใช้ทักษะเหล่านี้ในการสืบเสาะเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ (Kruea-In, 2014: 1324) โดยสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ American Association for the Advancement of Science-AAAS และนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าได้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skill) มี 8 ทักษะ และทักษะขั้นบูรณาการ (Intergraded Science Process Skill) มี 5 ทักษะ รวมทั้งหมด 13 ทักษะ (ภพ เลหาไพบูลย์, 2542: 14-28 ลัดดา ภูเกียรติ, 2544: 292 และ ประสาธ เนิองเฉลิม, 2558: 61-82) ดังนี้

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skill) มี 8 ทักษะ ได้แก่

1.1 ทักษะการสังเกต เป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ ตา หู จมูก ผิวกาย และลิ้น หรืออย่างใดอย่างหนึ่งในการสำรวจวัตถุ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติหรือจากการทดลอง เพื่อค้นหารายละเอียดต่าง ๆ ของข้อมูลหรือสิ่งที่สังเกตขณะนั้น

1.2 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล เป็นกาอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลหรือข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยอาศัยความรู้เดิม ประสบการณ์เดิมมาช่วยหรือเพิ่มเติมความคิดเห็นส่วนตัวลงไปด้วยอย่างมีเหตุมีผล เป็นการอธิบายหรือตอบเกินข้อมูลที่สังเกตได้

1.3 ทักษะการจำแนกประเภท เป็นการแบ่งพวกหรือจัดจำแนกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษาออกเป็นหมวดหมู่ มีระบบในการจัดเก็บ ทำให้สะดวก รวดเร็วและง่ายต่อการศึกษาค้นคว้า โดยการหาลักษณะหรือคุณสมบัติร่วมบางประการ หรือหาเกณฑ์ความเหมือน หรือความต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งมาเป็นเกณฑ์

1.4 ทักษะการวัด เป็นความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือได้ถูกต้องว่าจะใช้วัดอะไรและใช้เครื่องมือนั้นกระทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ เช่น ความกว้าง ความสูง ความหนา น้ำหนัก ปริมาตร เวลา และอุณหภูมิ ออกมาเป็นตัวเลขได้ถูกต้องและรวดเร็วโดยมีหน่วยกำกับ ตลอดจนสามารถอ่านค่าที่วัดได้อย่างถูกต้องและใกล้เคียงความเป็นจริง

1.5 ทักษะการใช้ตัวเลข เป็นการนับจำนวนของวัตถุและการนำค่าของตัวเลขที่ได้จากการวัดและการนับมาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ โดยการนำตัวเลขนั้นมา บวก ลบ คูณ หาร เพื่อนำเอาค่าใหม่ที่คำนวณได้มาสื่อความหมายให้เข้าใจ ชัดเจน และเหมาะสมยิ่งขึ้น

1.6 ทักษะการพยากรณ์ เป็นการทำนายหรือการคาดเดาคะเนาคำตอบโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตประสบการณ์ที่เกิดขึ้นบ่อย ๆ หรือหลักการ หรือทฤษฎีหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ มาช่วยหาคำตอบเรื่องนั้น ๆ การพยากรณ์จะแม่นยำมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับผลที่ได้จากการสังเกตที่รอบคอบ การวัดที่ถูกต้องแม่นยำ การบันทึกที่เป็นจริงและการจัดกระทำข้อมูลที่เหมาะสม

1.7 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ 2 มิติ กับ 3 มิติ รวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง และการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา หรือการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของมันกับเวลา

1.8 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล การจัดกระทำข้อมูลเป็นการนำข้อมูลดิบมาจัดลำดับหรือจำพวกหรือหาความถี่ หรือหาความสัมพันธ์หรือคำนวณใหม่ ส่วนการสื่อความหมายของข้อมูลเป็นการใช้ภาษาพูดหรือท่าทางการสื่อสารติดต่อกับผู้อื่นเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจสิ่งที่ต้องการสื่อได้อย่างชัดเจนและรวดเร็ว

2. ทักษะชั้นบูรณาการ หรือ ทักษะเชิงซ้อน (Intergraded Science Process Skill) มี 5 ทักษะ ได้แก่

2.1 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดตัวแปร เป็นการบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่จะต้องควบคุมในการทดลองใด ๆ ส่วนการควบคุมตัวแปร เป็นการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นแล้วซึ่งอาจมีผลต่อตัวแปรตามให้เหมือน ๆ กันเสียก่อน จึงจะทำการทดสอบหรือทดลองต่อไป

2.2 ทักษะการตั้งสมมติฐาน เป็นการคาดคะเนคำตอบของปัญหาอย่างมีเหตุมีผล หรือการบ่งบอกความสัมพันธ์ของตัวแปรอย่างน้อย 2 ตัว ก่อนที่จะทำการทดลองจริง ๆ โดยอาศัย ทักษะการสังเกต ประสบการณ์หรือความรู้เดิมเป็นพื้นฐาน ซึ่งสมมติฐานนั้นอาจจะผิดหรือถูกก็ได้และสมมติฐานที่ดีจะเป็นคำตอบที่ได้คิดไว้ล่วงหน้า โดยมีกรกล่าวไว้เป็นข้อความที่บ่งบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม และสามารถใช้เป็นแนวทางในการออกแบบการทดลองเพื่อดำเนินการทดลองพิสูจน์สมมติฐานนั้นว่าถูกหรือผิด ยอมรับหรือไม่ยอมรับสมมติฐานนั้น ๆ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังจากที่ได้ทำการทดลองเสร็จเรียบร้อยแล้ว

2.3 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นการให้ความหมายของคำหรือข้อความต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลองที่สามารถสังเกต ตรวจสอบ หรือทำการวัดได้และจะต้องกำหนดให้เป็นที่เข้าใจตรงกันเสียก่อน ดังนั้นก่อนการทดลองใด ๆ จึงจำเป็นต้องมีการกำหนดความหมายของตัวแปรนั้น ๆ เสียก่อน

2.4 ทักษะการทดลอง เป็นกระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ได้ตั้งใจไว้ใน การทดลองซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ 3 ขั้นตอน คือ 1. การออกแบบการทดลอง 2. การปฏิบัติการทดลอง 3. การบันทึกผลการทดลอง อาจกล่าวได้ว่าทักษะการทดลองเป็นทักษะที่รวบรวมเอาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมดหรือเกือบทั้งหมดมาใช้

2.5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป การตีความหมาย เป็นการแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่เพื่อคนอื่น ๆ ได้เข้าใจว่าในการทดลองเรื่องนั้น ๆ ได้ผลออกมาอย่างไร เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่อย่างไร ซึ่งอาจจะต้องใช้ทักษะอื่น ๆ เช่น การสังเกต การวัด การคำนวณมาช่วยด้วย ส่วนการลงข้อสรุป เป็นการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด เช่น การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรบนกราฟ เป็นต้น

การสอนวิทยาศาสตร์ให้เกิดประสิทธิภาพนั้น ครูต้องให้ความสำคัญกับกระบวนการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ไม่น้อยไปกว่าเนื้อหาวิชา ครูต้องตระหนักว่าเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์มีมากเกินกว่านักเรียนจะเรียนรู้ได้หมด และยังมีเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา หากนักเรียนได้ฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งสามารถนำไปศึกษาหาความรู้ใหม่ ๆ ได้ (พันธ์ ทองชุมนุม, 2547: 20) หรืออาจกล่าวได้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือสำคัญในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเป็นสิ่งที่จำเป็นในการเรียนวิทยาศาสตร์ (บัญญัติ ชำนาญกิจ, 2542: 50) และถ้านักเรียนสามารถประสานระหว่างความรู้วิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจวิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้ง (Sinan, 2011: 285) และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นหนึ่งในปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน (Sinan, 2011: 291) นักเรียนสามารถเข้าถึง

ข้อมูลอย่างมากมายโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ข้อมูลที่มีมหาศาลในปัจจุบัน เป็นไปไม่ได้เลยที่นักเรียนจะรับความรู้ผ่านการถ่ายทอดจากครูเพียงอย่างเดียว ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นเครื่องมือสำคัญที่นักเรียนต้องได้รับการฝึกฝนเพื่อเข้าถึงข้อมูลความรู้ที่มีมากและเข้าใจถึงการศึกษาศาสตร์ (Fulya, 2013: 1181)

โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นมีทั้งหมด 13 ทักษะ ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skill) มี 8 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการวัด ทักษะการใช้ตัวเลข ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล และทักษะขั้นบูรณาการ (Intergrated Science Process Skill) มี 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเสนอทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (Intergrated Science Process Skill) ซึ่งเป็นทักษะที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายและอาจกล่าวได้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการนี้เป็นทักษะที่รวบรวมเอาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานทั้งหมดหรือเกือบทั้งหมดมาใช้ ประกอบด้วย 5 ทักษะ ได้แก่ 1. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 2. ทักษะการตั้งสมมติฐาน 3. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 4. ทักษะการทดลอง 5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

4. เอกสารเกี่ยวกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของเจตคติ

นักวิชาการทางการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของเจตคติได้อย่างหลากหลาย ดังนี้

สุรางค์ โค้วตระกูล (2541: 336) ให้ความหมายเจตคติว่า เป็นอชฌาสัย หรือแนวโน้มที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมต่อสิ่งแวดล้อมหรือสิ่งเร้า ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งคน วัตถุ สิ่งของหรือความคิด อาจจะเป็นทางบวกหรือทางลบก็ได้ ถ้าบุคคลมีเจตคติทางบวกต่อสิ่งใด ก็จะมีพฤติกรรมที่จะเผชิญกับสิ่งนั้นถ้ามีเจตคติทางลบต่อสิ่งใดก็จะหลีกเลี่ยง

โรซวอร์ธนา เซพโฆลาม (2551: 48) เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลในการตอบสนองต่อสิ่งหนึ่ง โดยอาจจะแสดงความรู้สึกด้านบวกหรือด้านลบ ชอบหรือไม่ชอบ สนับสนุนหรือต่อต้าน

อัจฉรา เปรมปรีดา (2558: 118) เจตคติหมายถึง ความรู้สึก ความคิด ทำที่ ซึ่งเป็นเรื่องเกี่ยวกับอารมณ์ของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ที่เป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมตอบสนองต่อสิ่งนั้นออกมาในทางบวก ทางลบ หรือเป็นกลางก็ได้

สำหรับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีผู้ให้ความหมายที่หลากหลาย ดังนี้

อัญชลี นพภาภักย์ (2543: 25) ได้กล่าวถึงความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้สึก ความคิด ความเชื่อและพฤติกรรมการรับรู้คุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ ศรัทธาใน อาชีพวิทยาศาสตร์และผลงานทางวิทยาศาสตร์ มีความสนใจและชอบกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ ชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เห็นความสำคัญและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์รวมถึงใช้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552: 15) กล่าวว่าเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์เป็นความรู้สึกของบุคคลต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยผ่าน กิจกรรมที่หลากหลาย ความรู้สึกดังกล่าว เช่น ความพอใจ ความศรัทธา ความซาบซึ้งในวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าและประโยชน์ ตระหนักในคุณและโทษ ความตั้งใจเรียนและเข้าร่วมกิจกรรมทาง วิทยาศาสตร์ การเลือกใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ ในการคิดและปฏิบัติ การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีคุณภาพโดยใคร่ครวญ ไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย

Jonathan (2003: 1053) ให้ความหมายเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ว่าเป็นความรู้สึก ความเชื่อ และการเห็นคุณค่าต่อสิ่งที่เป็นผลมาจากความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ หรือผลกระทบ ของวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ต่อสังคม

Anwer (2012: 3) ให้ความหมายเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ว่า เป็นแนวโน้มที่จะคิด รู้สึก หรือกระทำต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ทั้งในเชิงบวกและเชิงลบ หรือเป็นความโน้มเอียงในการประเมินต่อ สิ่งใดสิ่งหนึ่ง ทั้งคน การกระทำ สถานการณ์ หรือข้อเสนอที่เกี่ยวข้องกับการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กล่าวโดยสรุปได้ว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ คือ ความคิด ความรู้สึก พฤติกรรมการ รับรู้ต่อวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนแสดงออกมาทั้งในทางสนับสนุนหรือต่อต้าน ซึ่งเป็นผลอันเนื่องมาจากการ เรียนรู้และประสบการณ์ของนักเรียน

4.2 ลักษณะของเจตคติ

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงลักษณะของเจตคติไว้ ดังนี้

สุรางค์ ไคว้ตระกูล (2541: 367) ได้สรุปลักษณะที่สำคัญของเจตคติดังนี้

1. เจตคติเป็นสิ่งที่เรียนรู้
2. เจตคติเป็นแรงจูงใจที่จะทำให้บุคคลกล้าเผชิญกับสิ่งเร้าหรือหลีกเลี่ยง ดังนั้น

เจตคติจึงมีทั้งทางบวกและทางลบ

3. เจตคติประกอบด้วย องค์ประกอบ 3 อย่าง คือ องค์ประกอบเชิงความรู้สึก อารมณ์ องค์ประกอบเชิงปัญญาหรือการรู้คิด องค์ประกอบเชิงพฤติกรรม

4. เจตคติเปลี่ยนแปลงได้ง่าย การเปลี่ยนแปลงเจตคติอาจจะเปลี่ยนแปลงจาก บวกเป็นลบ หรือจากลบเป็นบวก ซึ่งบางครั้งเรียกว่า การเปลี่ยนแปลงทิศทางของเจตคติ หรือจะ เปลี่ยนแปลงความเข้มข้นหรือความมากน้อย เจตคติบางอย่างอาจจะหยุดเลิกไปได้

5. เจตคติเปลี่ยนแปลงตามสังคมที่บุคคลนั้นเป็นสมาชิกเนื่องจากสังคมหนึ่ง ๆ อาจจะมีค่านิยมที่เป็นอุดมการณ์พิเศษเฉพาะ ดังนั้นค่านิยมเหล่านี้จะมีอิทธิพลต่อเจตคติของบุคคลที่เป็นสมาชิกในกรณีที่ต้องการเปลี่ยนเจตคติจะต้องเปลี่ยนค่านิยม

6. สังคมประกิต มีความสำคัญต่อพัฒนาการเจตคติโดยเฉพาะเจตคติต่อความคิด และหลักการที่เป็นนามธรรม

อัจฉรา เปรมปรีดา (2558: 119) กล่าวว่าเจตคติมีลักษณะดังนี้

1. เจตคติเป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้หรือเกิดจากประสบการณ์ของแต่ละบุคคล
2. เจตคติเป็นแรงจูงใจที่มีอิทธิพลต่อความคิดและการกระทำของบุคคลเป็นตัวกำหนดแนวทางให้บุคคลนั้นจะมีท่าทีต่อสิ่งนั้นในทางบวกหรือทางลบ

3. เจตคติประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 อย่าง คือ องค์ประกอบเชิงความรู้สึก อารมณ์ องค์ประกอบเชิงปัญญาหรือการรู้จักและองค์ประกอบเชิงพฤติกรรม

4. เจตคติเป็นสภาพของจิตใจที่มีแนวโน้มค่อนข้างถาวร เนื่องมาจากอิทธิพลของประสบการณ์สิ่งแวดล้อมและการเรียนรู้แต่ก็อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้

โดยสรุปแล้วลักษณะที่สำคัญของเจตคติเป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้ เป็นสิ่งที่ใช้เป็นแรงจูงใจที่จะทำให้บุคคลกล้าเผชิญกับสิ่งเร้าหรือหลีกเลี่ยง เป็นสภาพของจิตใจที่มีแนวโน้มค่อนข้างถาวร แต่มีการเปลี่ยนแปลงได้ตามชุมชน สังคม ค่านิยมหรือ อิทธิพลของประสบการณ์สิ่งแวดล้อมและการเรียนรู้ โดยเจตคติประกอบด้วย องค์ประกอบเชิงความรู้สึก อารมณ์ องค์ประกอบเชิงปัญญา และองค์ประกอบเชิงพฤติกรรม

4.3 องค์ประกอบของเจตคติ

อัจฉรา เปรมปรีดา (2558: 122) ได้แบ่งองค์ประกอบของเจตคติว่ามี 3 ประการ คือ

1. ด้านสติปัญญา ประกอบไปด้วย ความรู้ ความคิด และความเข้าใจ โดยบุคคลใดจะมีเจตคติต่อสิ่งใดได้บุคคลนั้นจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในสิ่งนั้นก่อน เพื่อใช้เป็นตัวกำหนดทัศนคติของแต่ละบุคคลนั้นด้วย

2. ด้านความรู้สึก หมายถึง ความรู้สึกหรืออารมณ์ ของคนใดคนหนึ่งที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง มักจะคล้อยตามองค์ประกอบทางด้านปัญญาตามข้อมูลที่เรารู้หรือรู้สึกชอบหรือไม่ชอบ พอใจหรือไม่ สำคัญหรือไม่ ดีหรือเลว ซึ่งเท่ากับเกิดอารมณ์หรือความรู้สึกต่อสิ่งนั้น แต่บางครั้งข้อมูลที่เราอาจไม่สามารถมีอิทธิพลเหนือความรู้สึกได้

3. ด้านพฤติกรรม เป็นแนวโน้มของการจะกระทำ หรือจะแสดงพฤติกรรมซึ่งเป็นด้านสุดท้ายที่รวมตัวมาจากความรู้และความรู้สึกที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด จนทำให้เกิดความโน้มเอียงที่จะปฏิบัติหรือตอบสนองต่อสิ่งนั้น ในทิศทางที่สนับสนุน คล้อยตาม หรือขัดแย้งตามความรู้และความรู้สึกที่เป็นพื้นฐานนั้น

Jonathan (2003: 1054) ได้ทำการรวบรวมองค์ประกอบที่จะทำการวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ความรู้สึกต่อครุวิทยาศาสตร์
2. ความกังวลต่อวิทยาศาสตร์
3. คุณค่าของวิทยาศาสตร์
4. ความภาคภูมิใจในตนเองเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
5. แรงบันดาลใจที่มีต่อวิทยาศาสตร์
6. ความสนุกเพลิดเพลินต่อวิทยาศาสตร์
7. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของเพื่อนร่วมงาน
8. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของพ่อแม่
9. ธรรมชาติของห้องเรียนวิทยาศาสตร์
10. ความสำเร็จในวิทยาศาสตร์
11. ความกลัวต่อความล้มเหลวในวิทยาศาสตร์

สรุปแล้วองค์ประกอบของเจตคติมี 3 ด้าน ได้แก่ 1.ด้านสติปัญญา 2. ด้านความรู้สึก

3. ด้านพฤติกรรม

4.4 แนวทางการพัฒนาเจตคติ

การพัฒนาเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนเป็นหนึ่งในเป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยทบวงมหาวิทยาลัยได้เสนอแนวทางในการพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ดังนี้ (อัญชลี นพภาภาคย์, 2543: 27)

1. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกประสบการณ์ เพื่อการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยเน้นวิธีการเรียนรู้จากการปฏิบัติ ซึ่งนักเรียนจะได้มีโอกาสใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น
2. มอบหมายให้ทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะการเรียนรู้โดยการปฏิบัติ ควรได้ทำงานเป็นกลุ่มเพื่อฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่น ได้ฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ฝึกความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย ในขณะที่นักเรียนทำงานครูต้องดูแลหรือให้ความช่วยเหลือบางอย่าง และสังเกตพฤติกรรมนักเรียนไปด้วย
3. การใช้คำถามหรือการสร้างสถานการณ์เป็นการช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสามารถสร้างเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ดีได้
4. ในขณะที่ทำปฏิบัติการควรนำหลักจิตวิทยาการศึกษาในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้ได้ฝึกประสบการณ์หลาย ๆ ทาง ได้แก่ กิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหว การจัดสถานการณ์ที่แปลกใหม่ การให้ความเอาใจใส่ของครู เป็นต้น สิ่งเหล่านี้จะเป็นพลังสำคัญส่วนหนึ่งต่อการพัฒนาเจตคติได้
5. ในการสอนแต่ละครั้งพยายามสอดแทรกลักษณะเจตคติแต่ละลักษณะตามความเหมาะสมของเนื้อหา ของบทเรียนและวัยของนักเรียน จะทำให้มีการพัฒนาเจตคตินั้น ๆ
6. นำตัวอย่างที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันซึ่งเป็นปัญหาสังคม และให้นักเรียนช่วยกันคิดเพื่อหาทางแก้ปัญหาดังกล่าว หลังจากได้มีการสรุปแล้ว ครูควรอภิปรายเพื่อชี้ให้นักเรียนเห็นว่าทุกขั้นตอนจะมีลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถนำไปพัฒนาตนเองได้

7. เสนอแนะแบบอย่างของผู้ที่มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนอาจจะศึกษาหรือเลียนแบบได้ เช่น นักวิทยาศาสตร์ ครู บิดามารดา เพื่อนนักเรียน เป็นต้น

Jonathan (2003: 1067) ได้กล่าวว่า ห้องเรียนของนักเรียนเป็นตัวแปรสำคัญที่ส่งผลทำให้เจตคติต่อวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลง โดยรูปแบบการสอนที่ดำเนินการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนี้

1. แจกจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบอย่างชัดเจน
2. แจกกำหนดการและแผนการสู่เป้าหมายอย่างชัดเจน
3. มีการทบทวนบทเรียนและแสดงบทเรียนก่อนที่จะเรียนอย่างคร่าว ๆ
4. ช่วยเหลือนักเรียนโดยผสมความรู้กับประสบการณ์ของตนเองและความรู้เดิม
5. ออกแบบการสอนที่มีบริบททางสังคมเข้าร่วมด้วย เพื่อให้นักเรียนรู้สึกยอมรับเป็นห่วงถึงคุณค่าต่อสิ่งที่กำลังเรียน

6. ควรตระหนักถึงความแตกต่างในการเรียนรู้หรือการมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน โดยการใช้ตัวอย่าง การใช้ภาพประกอบหรือการอธิบายที่หลากหลายรูปแบบ และให้นักเรียนได้มีโอกาสเลือกรูปแบบเหล่านี้ เพื่อให้ตนเองได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้มากขึ้น

7. เต็มใจที่จะคำนึงถึงสถานการณ์รอบตัวนักเรียนและคอย ๆ ปรับเปลี่ยน นำสู่โครงสร้างการเรียนรู้ของนักเรียน

4.5 การวัดเจตคติ

การวัดเจตคติอาจทำได้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543: 60-63) ได้กล่าวถึงการวัดเจตคติไว้ว่า วิธีการวัดผู้ที่มีพฤติกรรมด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่นิยมใช้ มีอยู่ 5 ชนิด

1. สังเกตโดยใช้แบบสังเกตทั่วไป เป็นการเฝ้าดูสิ่งหนึ่งสิ่งใดอย่างมีจุดหมาย สิ่งสำคัญต้องเตรียมข้อรายการที่จะถามไว้อย่างดี ข้อรายการนั้นต้องเขียนเน้นความรู้สึกที่สามารถวัดได้
2. วัดด้วยแบบวัดที่เป็นมาตราประมาณค่า
3. ประเมินด้วยแบบประเมินตนเอง
4. การสัมภาษณ์ เป็นการพูดคุยกันอย่างมีจุดมุ่งหมาย การวัดเจตคติด้วยวิธีนี้ต้องเตรียมข้อรายการที่จะถามไว้อย่างดี ข้อรายการนั้นต้องเขียนเน้นความรู้สึกที่สามารถวัดได้
5. การรายงานข้อมูลเกี่ยวกับตนเอง เป็นวิธีที่ให้ผู้ถูกสอบวัด แสดงความรู้สึกออกมาอย่างตรงไปตรงมา โดยมีสิ่งเร้าเป็นข้อคำถาม แบบทดสอบหรือมาตรวัดที่นิยมใช้กันมีแนวทางของ 1) วิธีของเทอร์สโตน 2) วิธีของลิเคิร์ท 3) วิธีของออสกูด เป็นต้น

Jonathan (2003: 1057) ได้กล่าวว่า โดยทั่วไปแล้วการวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์จะวัดโดยใช้แบบสอบถามที่เป็นแบบวัดแบบมาตราประมาณค่าของ ลิเคิร์ท นักเรียนจะถูกถามโดยให้ข้อความแล้วนักเรียนแสดงความคิดเห็นถึงข้อความนั้น เช่น

- วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องสนุก
- ฉันอยากเป็นนักวิทยาศาสตร์ในอนาคต
- ฉันรู้สึกชอบวิทยาศาสตร์

นักเรียนจะอ่านข้อความแล้วแสดงความรู้สึกว่าชอบหรือไม่ชอบ เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย ซึ่งจะเป็นสิ่งสะท้อนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนผ่านข้อความเหล่านี้

ผู้วิจัยได้ใช้วิธีวัดของลิเคิร์ท โดยมาตรวจวัดแบบวัดเจตคติวัดโดยใช้ข้อความเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง สอบถามความคิดเห็นของบุคคลที่มีต่อเรื่องนั้นแล้วให้บุคคลนั้นแสดงความรู้สึกต่อข้อความดังกล่าว การตอบสนองข้อความนั้นอาจเป็นไปได้ทั้งเห็นด้วยและไม่เห็นด้วยกับข้อความนั้น หรือแสดงความไม่แน่ใจกับข้อความนั้น

ขั้นตอนการสร้างแบบวัดเจตคติ มีดังนี้

1. ให้ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่แจ่มชัด
2. สร้างข้อความให้ครอบคลุมลักษณะที่สำคัญ ๆ ให้ครบถ้วนทุกแง่มุม โดยให้มีข้อความที่แสดงคุณค่าทั้งทางด้านบวกและด้านลบ โดยข้อความที่สร้างขึ้นควรมีลักษณะดังนี้
 - 2.1 เป็นข้อความสั้น ๆ มีความเป็นปรนัย (มีความหมายแน่นอนไม่คลุมเครือ)
 - 2.2 ควรเป็นข้อความที่เป็นปัจจุบัน
 - 2.3 ไม่ควรใช้ข้อความปฏิเสธซ้อนปฏิเสธ
 - 2.4 ไม่ควรใช้ข้อความที่มีแนวโน้มว่าคนส่วนใหญ่จะเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย
 - 2.5 หลีกเลี่ยงข้อความที่เป็นข้อเท็จจริงของเรื่องนั้น ๆ เพราะจะเป็นการถามข้อเท็จจริงไม่ใช่ความคิดเห็น
 - 2.6 เน้นข้อความที่วัดได้เป็นส่วนตัวมากกว่าข้อความทั่วไป เช่น “ฉันได้รับประโยชน์จากการเข้าร่วมโครงการงานวิทยาศาสตร์” ซึ่งต่างจากข้อความทั่วไปว่า “กิจกรรมวิทยาศาสตร์มีประโยชน์”
3. กำหนดระดับ (Rating Scale) ของการตอบสนองในแต่ละข้อความที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วยโดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ
 1. เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Strongly agree)
 2. เห็นด้วย (agree)
 3. ไม่แน่ใจ (uncertain)
 4. ไม่เห็นด้วย (disagree)
 5. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (strongly disagree)
4. กำหนดคะแนนเป็นค่าประจำระดับของแต่ละระดับความคิดเห็น

ข้อความเชิงบวก (Positive)

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

ข้อความเชิงลบ (Negative)

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

5. ให้ผู้ตอบอ่านข้อความที่กำหนดขึ้นในแต่ละข้อ แล้วแสดงความรู้สึกว่าเห็นด้วยกับข้อความนั้นมากน้อยเพียงใดหรือระดับใด การที่จะหาว่าบุคคลใดมีเจตคติเป็นอย่างไร ก็ใช้วิธีรวมน้ำหนักหรือคะแนนการตอบทุกข้อความของแต่ละคน ถ้าน้ำหนักรวมจากการตอบข้อความทั้งหมดมีค่าสูงแสดงว่าระดับเจตคติบุคคลนั้นต่อสิ่งนั้นเป็นไปในลักษณะพอใจหรือคล้อยตาม แต่ถ้าได้คะแนนหรือน้ำหนักรวมต่ำแสดงว่าบุคคลนั้นไม่เจตคติไม่ดีต่อสิ่งนั้นหรือมีความรู้สึกไม่พอใจ คัดค้านสิ่งนั้น

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์โดยสร้างข้อคำถามที่ประกอบไปด้วยคุณลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ตามโครงสร้างของพฤติกรรมด้านเจตคติ ตามคู่มือวัดและประเมินผลของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไว้ดังนี้

1. พอใจในประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
2. ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. ตระหนักในคุณค่าและโทษของการใช้เทคโนโลยี
5. ตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
6. เรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนาน
7. เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ
8. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม
9. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใคร่ครวญไตร่ตรองถึงผลดีและ

ผลเสีย

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยในประเทศ

พิทักษ์ เชียงนอก (2540: 99-106) ได้ศึกษาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดนครราชสีมา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบที่ส่งผลในการจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์ 4 ด้าน คือ ด้านตัวผู้เรียน ด้านอาจารย์ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์หรืออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ ด้านผู้บริหารโรงเรียน ด้านสภาพแวดล้อมภายในและภายนอกโรงเรียนและเพื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบที่ส่งผลต่อการทำและไม่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ มีผลการทดลอง ดังนี้ 1. ความเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบด้านตัวผู้เรียน เช่น อายุ เพศ เกรดเฉลี่ย มีผลทำให้ผู้เรียนทำและไม่ทำโครงการระดับปานกลาง 2. ผู้เรียนโดยส่วนใหญ่มีความเห็นว่าองค์ประกอบด้านอาจารย์ที่สอนวิทยาศาสตร์หรืออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการมีผลทำให้ผู้เรียนทำและไม่ทำโครงการในระดับสูง 3. ผู้เรียนโดยส่วนใหญ่มีความเห็นว่าองค์ประกอบสภาพแวดล้อมภายในโรงเรียนมีผลทำให้ผู้เรียนทำหรือไม่ทำโครงการในระดับกลาง 4. ผู้เรียนโดยส่วนรวมมีความเห็นว่าองค์ประกอบสภาพแวดล้อมภายนอกโรงเรียนมีผลทำให้ผู้เรียนทำหรือไม่ทำโครงการในระดับกลางถึงระดับน้อย 5. ผู้เรียนโดยส่วนรวมมีความเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบที่ส่งผลในการจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์มากที่สุด 3 อันดับได้แก่ 1) การสนับสนุนของอาจารย์ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์หรืออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการโดยการแนะนำให้คำปรึกษาและคำชี้แนะต่าง ๆ 2) มีความรู้ความสามารถ ความสนใจและประสบการณ์ต่าง ๆ เกี่ยวกับขั้นตอนต่าง ๆ ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ 3) ความสนใจความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 6. ผู้เรียนโดยส่วนรวมมีความเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบที่ส่งผลต่อการไม่ทำโครงการวิทยาศาสตร์มากที่สุด 4 อันดับได้แก่ 1) การไม่สนใจ ไม่ถนัด ไม่มีเวลาในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ เพราะต้องเรียนพิเศษในตอนเย็น 2) ขาดการสนับสนุนจากผู้ปกครองและผู้เรียนยากจน 3) อาจารย์ให้คำแนะนำ คำปรึกษา และคำชี้แนะต่าง ๆ น้อยและไม่ทั่วถึง 4) โรงเรียนไม่มีการจัดการสอนวิชาเลือกเสรี

สุรางค์ ตระกูลราษฎร์ (2547: 80-85) ได้วิจัยเชิงทดลอง เรื่อง การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการสอนแบบโครงการวิทยาศาสตร์กับการสอนแบบปกติ เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งได้รับการสอนแบบโครงการวิทยาศาสตร์กับการสอนแบบปกติ พบว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนเรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอก การขยายพันธุ์พืชแบบไม่อาศัยเพศ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของคนในครอบครัวและเรื่องพฤติกรรมของสัตว์ที่ตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม ของผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบโครงการวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากเนื้อหาที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นเรื่องเกี่ยวกับธรรมชาติแวดล้อมซึ่งเป็นเรื่องใกล้ตัวผู้เรียน ผู้เรียนสามารถศึกษาค้นคว้าได้จากแหล่งการเรียนรู้ของจริงตลอดเวลาเมื่อต้องการ ทั้งแหล่งการเรียนรู้ภายในโรงเรียน แหล่งการเรียนรู้บริเวณรอบ ๆ โรงเรียน แหล่งการเรียนรู้ที่บ้านของผู้เรียนเองและลงมือศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ในเรื่องที่ผู้เรียนสนใจเกิดความรู้อย่างเข้าใจได้ดี ทำให้การเรียนรู้บรรลุได้ตามวัตถุประสงค์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบโครงการวิทยาศาสตร์สูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติทั้ง 5 ทักษะ คือ ทักษะการจัดกระทำและการสื่อความหมายจากข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรและทักษะการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องมาจากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถฝึกให้เกิดขึ้นได้จากการปฏิบัติกิจกรรม โดยเฉพาะการทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนทำโดยมีความสนใจและต้องการเรียนรู้อยู่แล้วย่อมส่งผลให้มีการฝึก และสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นได้ดีและสามารถนำไปใช้ในการแสวงหาความรู้อื่น ๆ ได้เปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบโครงการวิทยาศาสตร์กับการสอนแบบปกติพบว่าเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนต่อวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมที่แสดงออก ความชอบ ความสนใจ ความประทับใจ อยากรู้อยากศึกษา เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการสอนแบบโครงการวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องมาจากการสอนแบบโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเลือกปฏิบัติเรื่องที่ตนเองสนใจ มีการวางแผนการปฏิบัติงานด้วยตนเองศึกษาค้นคว้าตามศักยภาพที่มีอยู่และได้แสดงความรู้ความสามารถของตนเองอย่างเต็มความสามารถ มีอิสระในการเรียนรู้ ซึ่งมีผลต่อการพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

สธน เสนาสวัสดิ์ (2549: 81-83) ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาการทำโครงการวิทยาศาสตร์เรื่องสิ่งแวดล้อมตามแนวคอนสตรัคชันนิซึม โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อศึกษากระบวนการเรียนรู้ ความรู้ความเข้าใจเรื่องสิ่งแวดล้อม และการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนจากการทำโครงการวิทยาศาสตร์ตามแนวคอนสตรัคชันนิซึม โดยศึกษากับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 โรงเรียนหาดใหญ่รัฐประชาสรรค์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลาจำนวน 32 คน ในวิชาโครงการวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยของกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนอยู่ในระดับดีมากทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านการแลกเปลี่ยนความเห็น การทำงานร่วมกับผู้อื่น ความรับผิดชอบ และความกล้าแสดงออก นอกจากนี้ผู้เรียนยังมีความรู้ความเข้าใจเรื่องสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย ปัญหาสิ่งแวดล้อม วิธีการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ประโยชน์ของป่าไม้ และการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ อีกทั้งในแง่ของการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ พบว่าผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย การตั้งปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การอภิปรายและสรุปผล และสามารถสรุปผลการวิจัยได้ว่าการให้ผู้เรียนทำโครงการวิทยาศาสตร์เรื่องสิ่งแวดล้อมตามแนวคอนสตรัคชันนิซึม ทำให้ผู้เรียนมีกระบวนการการเรียนรู้ในลักษณะที่พึงประสงค์ มีความรู้ ความเข้าใจเรื่องสิ่งแวดล้อมและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

สุพรรณิ พรพุทธิชัย (2551: 149) ได้ศึกษาอิทธิพลของการสอนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคซิมีเพล็กซ์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ ของผู้เรียนระดับประถมศึกษา เพื่อศึกษาลักษณะ วิเคราะห์อิทธิพลและประเมินความพึงพอใจของการสอนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์ด้วยการใช้เทคนิคซิมีเพล็กซ์ ได้ข้อสรุปดังนี้ การสอนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคซิมีเพล็กซ์ซึ่งประกอบด้วย 8 ขั้นตอน คือ 1) การค้นพบปัญหา 2) การพบความจริง 3) การกำหนดปัญหา

4) การตั้งสมมติฐาน 5) การเลือกดำเนินการและการประเมินผล 6) การวางแผนปฏิบัติ 7) การนำเสนอความคิดและ 8) การปฏิบัติ กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย สูงขึ้นกว่าเดิม ส่วนค่าของขนาดอิทธิพลของตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์แสดงผลต่างของค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ที่ชัดเจนอย่างมากคือด้านความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มทดลอง มีคะแนนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองมาก ดังนั้น การสอนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคซิมเพล็กซ์นั้นสามารถเป็นทางเลือกทางหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมต่าง ๆ ส่วนวิธีการสอนที่ต่างกันไม่มีผลทำให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน การสอนโครงการวิทยาศาสตร์แบบปกติของกลุ่มควบคุม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ที่สูงขึ้น แสดงว่าวิธีการสอนโครงการแบบปกติสามารถช่วยพัฒนาทักษะด้านเหล่านี้ให้กับผู้เรียนได้เช่นกัน อีกทั้งครูและผู้เรียนทุกคนได้รับประโยชน์และมีความพึงพอใจกับโครงการวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคซิมเพล็กซ์

ดวงพร อิมแสงจันทร์ (2554: 113) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงกับการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศและความสามารถในการแก้ปัญหาตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงการของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยมีแบบแผนการวิจัยกลุ่มเดียวสอบก่อนและสอบหลัง เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ศึกษาพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหา ศึกษาความสามารถในการทำโครงการและความคิดเห็นของผู้เรียนเมื่อจัดการเรียนรู้แบบโครงการ สรุปผลและอภิปรายผลการทำวิจัยดังนี้ ผู้เรียนมีผลการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญเพราะการจัดการเรียนรู้แบบโครงการทำให้ผู้เรียนมีความสนใจใฝ่รู้ของตัวผู้เรียนเองจากประเด็นปัญหาที่ตนสร้างไว้และลงมือค้นคว้าหาคำตอบในสิ่งที่ตนเองอยากรู้ มีการวางแผนอย่างเป็นระบบตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองจนสรุปคำตอบในเรื่องนั้น ๆ และเสนอผลงาน ผู้เรียนได้รับการฝึกคุณลักษณะที่พึงประสงค์ควบคู่ไปกับการสร้างองค์ความรู้ เช่น การทำงานอย่างเป็นระบบ การมีความรับผิดชอบ ตั้งใจทำงาน และมีความพยายามที่จะเอาชนะอุปสรรคเป็นต้น พฤติกรรมโดยรวมเหล่านี้ทำให้ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ในด้านผลของพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาโดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง เพราะว่าเมื่อผู้เรียนต้องเผชิญปัญหาด้วยตนเองและแก้ไขปัญหาด้วยตนเองผู้เรียนไม่สามารถคิดหาแนวทางการแก้ปัญหาด้วยตนเองได้ เนื่องจากผู้เรียนไม่คุ้นเคยกับเรียนเช่นนี้ ผู้เรียนขาดประสบการณ์ที่ต้องเป็นผู้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ขาดโอกาสในการปฏิบัติการแก้ปัญหา ทำให้ทักษะการแก้ปัญหาไม่ได้รับการพัฒนา แต่ในเรื่องความสามารถในการทำโครงการโดยภาพรวมของผู้เรียนอยู่ในระดับสูง เพราะการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นกิจกรรมโดยใช้กระบวนการกลุ่มสมาชิกผู้เรียนภายในกลุ่มปฏิสัมพันธ์ร่วมกันทั้งในด้านการกระทำ ความรู้สึก ความคิด ร่วมกันตัดสินใจ มีการติดต่อสื่อสาร สนับสนุนและส่งเสริมกันในทางบวก สิ่งเหล่านี้ทำให้การทำโครงการประสบผลสำเร็จ ในด้านความคิดเห็นของผู้เรียนทั้งด้านการจัดการเรียนรู้ ด้านบรรยากาศการเรียนรู้อะไรก็ตาม และด้านประโยชน์ที่ได้รับ อยู่ในระดับที่ผู้เรียนเห็นด้วยมากที่สุด

วิภาดา บรรทมพร (2554: 115-117) ได้ศึกษา ผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการที่มีต่อการพัฒนานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีกรอบเนื้อหาในการศึกษา คือ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้คือ 1) เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อน 2) เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อน 3) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อน 4) เพื่อศึกษาผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงการที่มีต่อการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อน จากผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงการนี้สามารถตอบสนองวัตถุประสงค์ในข้อที่ 1 ได้คือ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถตอบวัตถุประสงค์ในข้อที่ 2 คือ การจัดการเรียนรู้แบบโครงการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ในวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 การจัดการเรียนรู้แบบโครงการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและในขณะเดียวกันผู้วิจัยได้ทราบถึงผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงการส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้

มารียะห์ มะเซ็ง (2556: 123) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงการที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และศึกษาการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้แบบโครงการของครูวิทยาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์การศึกษา คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการกับเกณฑ์ร้อยละ 60 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนกับหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ 3) เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนกับหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ 4) เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนกับหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ 5) เพื่อศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ 6) เพื่อศึกษาความรู้และความเข้าใจของครูวิทยาศาสตร์ต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงการมีผลการวิจัย ดังนี้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนได้เลือกศึกษาในสิ่งที่ตนสนใจ และเป็นเรื่องใกล้ตัวผู้เรียนที่พบเจอในชีวิตประจำวัน ผู้เรียนได้ค้นพบปัญหา ร่วมกันวางแผนเพื่อหาวิธีการหาคำตอบ ได้แลกเปลี่ยนความรู้ แสดงความเห็น มีความกระตือรือร้นมากขึ้น เป็นการเรียนในรูปแบบที่ไม่ได้เน้นให้ผู้เรียนท่องจำเนื้อหาวิชาแต่เพียงอย่างเดียว ผู้เรียนรู้จักใช้วิธีการสืบค้นหาคำตอบโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ทักษะขั้นพื้นฐานจนถึงทักษะขั้นสูงและพฤติกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนผ่านประสบการณ์นี้ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไปในทางที่ดีขึ้น

วราลี สิริปิยธรรม (2557: 58-60) ได้วิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดแก้ปัญหาของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงการ โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้ คือ 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงการของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 6 เรื่อง การปลูกพืชไร้ดินให้มีคุณภาพ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การปลูกพืชไร้ดิน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน 3) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดแก้ปัญหาของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การปลูกพืชไร้ดิน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การปลูกพืชไร้ดิน ในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก เนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่สร้างขึ้นมีกระบวนการสร้างตามขั้นตอนอย่างเป็นระบบและวิธีที่เหมาะสม 2) ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน เรื่อง การปลูกพืชไร้ดิน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนแบบโครงงาน เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์ตรง โดยการศึกษา ค้นคว้า สืบค้นจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ตามระดับความสามารถ มีการวางแผนพร้อมลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบและองค์ความรู้ด้วยตัวผู้เรียนเอง โดยมีครูเป็นที่ปรึกษาและอำนวยความสะดวก 3) ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน เรื่อง การปลูกพืชไร้ดิน มีทักษะการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานนั้นผู้เรียนสามารถถ่ายโยงการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหา จากการที่ผู้เรียนได้ลงมือค้นคว้าทำรายงานด้วยตนเองโดยตลอด โดยมีครูเป็นเพียงที่ปรึกษาและแนะนำ ถ้าผู้เรียนมีโอกาสกระทำเช่นนี้หลาย ๆ ครั้ง นักจิตวิทยาการศึกษาเชื่อว่า ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ในกระบวนการดังกล่าวซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหา หรือกระบวนการแสวงหาคำตอบของปัญหาที่สงสัย จนทำให้สามารถปรับใช้กระบวนการดังกล่าวนี้ในการแก้ปัญหาอื่นได้ด้วย

รุ่งนภา เหมแดง (2558: 67-69) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง สารชีวโมเลกุล โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้ 1) เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล ทั้ง 13 ทักษะของผู้เรียน 2) เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยการศึกษาความก้าวหน้า 5 แบบ คือ แบบแต่ละชั้นเรียน แบบแต่ละรายบุคคล แบบแต่ละเนื้อหา แบบแต่ละรายข้อและแบบตามระดับพฤติกรรมของบลูม 3) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ 4) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุลมีคะแนนประเมินผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ผู้เรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันจริง สำหรับการศึกษาความก้าวหน้าทั้ง 5 แบบ มีคะแนนความก้าวหน้าระดับสูง

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Michael (2005: 65) ได้ศึกษาในหัวข้อเรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบโครงการ ความสามารถทางการสืบค้นผ่านสิ่งประดิษฐ์แห่งการเรียนรู้ โดยการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาว่า ผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันมีการสร้างสื่อสิ่งประดิษฐ์ที่แสดงถึงการเรียนรู้ภายใต้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบโครงการ โดยมีผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวน 61 คน ของผู้เรียนเกรด 8 เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง มีการรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ การสังเกตและจากการวิเคราะห์สิ่งประดิษฐ์ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าสิ่งประดิษฐ์ที่เกิดจากการเรียนรู้สามารถสะท้อนให้เห็นถึงความสามารถที่แตกต่างของผู้เรียน และสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นสามารถเป็นตัวแทนที่บอกถึงความรู้ ไม่ว่าจะเป็นความรู้ระบบ ความรู้คิด และความรู้แก้ปัญหา และการจัดการเรียนรู้แบบโครงการยังฝึกให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการตัดสินใจในเรื่องของความสามารถของตนเอง แหล่งทรัพยากรและการวางแผนได้

Ling (2010: 961) กล่าวในงานวิจัยว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพสำหรับนักเรียนที่จะกระตุ้นให้มีการเรียนรู้ด้วยตนเอง แต่อย่างไรก็ตามเป็นเรื่องยากที่จะมีการจัดการเรียนแบบโครงการสำหรับครู ถ้าการวัดและประเมินผลยังวัดที่จำนวนเนื้อหาที่มากเกินไป และในการศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัย ได้จัดตั้งทีมที่ประกอบด้วยครูในเนื้อหาวิชาและครูคอมพิวเตอร์เพื่อร่วมกันจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการ การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการเป็นเวลา 2 ปี เพื่อตรวจสอบว่าถึงความเป็นไปได้ในการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ ในหนึ่งปีแรกสำหรับนักเรียนเกรด 10 และปีที่ 2 สำหรับนักเรียนเกรด 12 โดยผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนแบบโครงการสามารถทำได้และมีความเหมาะสมสำหรับการจัดการศึกษาระดับนี้ และครูผู้สอนประสบความสำเร็จในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการ อีกทั้งตลอดระยะเวลาการสำรวจพบว่านักเรียนมีความสุขกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการ

Meredith (2011: 893) ทำการตรวจสอบถึงผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการของครูตามหลักสูตรการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ โดยทำการรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ครู การบันทึกวิดีโอในขณะที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการ และแบบสอบถาม ผู้วิจัยพบว่า ระหว่างการเปลี่ยนแปลงการรับรู้ของครูผู้สอนและความคิดที่เกิดขึ้นที่เกี่ยวกับการสอนแบบโครงการและเหตุผลเกี่ยวกับโครงการของครูเริ่มที่จะมีการเปลี่ยนแปลง มีความสอดคล้องและมีความเข้ากันได้กับเป้าหมายของครู นั่นคือ ความต้องการที่จะเห็นนักเรียนประสบความสำเร็จ

Chun (2012: 3) ทำการวิจัยเรื่องการจัดการเรียนรู้แบบโครงการแบบการเล่านิทานดิจิทัล โดยทำการวิจัยแบบการทดลองเบื้องต้น โดยมีกลุ่มตัวอย่าง 117 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 60 คน จัดการเรียนการสอนแบบโครงการ และ กลุ่มควบคุม 57 คน จัดการสอนแบบดั้งเดิม ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบโครงการแบบการเล่านิทานดิจิทัล ทำให้นักเรียนมีแรงจูงใจและแรงกระตุ้นที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น สมรรถภาพด้านการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้นและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน

Han (2012: 1080) การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจการมีส่วนร่วมของผู้เรียนที่มีระดับสมรรถนะที่แตกต่างกันและปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงการโดยใช้แนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์

เนื่องด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วย STEM PBL ได้เข้าไปมีบทบาทในหลายโรงเรียนและมีคุณครูในโรงเรียนได้เข้าร่วมการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ STEM PBL จึงมีการตรวจสอบถึงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น ผู้เข้าร่วมทำการวิจัยคือผู้เรียนในมัธยมปลายจำนวน 836 จาก 3 โรงเรียนได้ทำการประเมินความรู้และทักษะ โดยใช้แบบประเมิน TAKS จากนั้นได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยสร้างแบบจำลองทางสถิติเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลของคะแนนสอบ TAKS เพื่อเป็นข้อมูลที่จะทำการศึกษาต่อไปในระยะยาว ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูง ไม่ว่าผู้เรียนจะมีภูมิหลังเป็นเช่นไรและระดับความสามารถระดับใด และมีผลประโยชน์แก่โรงเรียนอย่างมากที่จะลดช่องว่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนที่มีความสามารถต่ำและสูง

Kristin (2012: 18-30) ทำการสำรวจการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานในการสอนเรื่องวิวัฒนาการ วิชาชีววิทยา เพื่อนำไปเป็นข้อมูลสำหรับการปฏิรูปการเตรียมการสอนของครู โดยข้อมูลได้จากการวิเคราะห์ที่ได้จากครูผู้สอนวิชาชีววิทยา เรื่อง วิวัฒนาการ ผ่านการสอนโดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานทำให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้านพุทธิปัญญามากขึ้น ครูผู้สอนได้แนะนำว่าการจัดการเรียนรู้ควรที่จะให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนมากที่สุด โดยให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางและข้อปฏิบัติต่าง ๆ ที่ครูมอบให้นักเรียนต้องอยู่ในแนวทางที่นักเรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานประกอบด้วยหลักการหลายประการ เช่น การร่วมมือกัน การควบคุมตนเอง การจัดการต่อมุมมองที่แตกต่าง เหล่านี้ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมให้เกิดการเรียนรู้ด้านพุทธิปัญญามากขึ้น

Yilmaz (2013: 9) ได้ทำการสำรวจผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบถึงผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานมีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องเสียง และเพื่อเปรียบเทียบถึงประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเมื่อเทียบกับการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิม โดยการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองกับนักเรียนชั้นเกรด 5 จำนวน 44 คน โรงเรียนรัฐแห่งหนึ่งทางใต้ตอนเหนือของประเทศตุรกี ปี 2011-2012 จากนั้นแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม โดยมีกลุ่มทดลอง 22 คนและกลุ่มควบคุม 20 คน และเมื่อมีการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ทั้งสองแบบผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่สำหรับเจตคติของนักเรียนไม่มีการเปลี่ยนแปลง

Karaçalli (2014: 18) ได้ศึกษาผลของโครงงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติและความคงทนของความรู้ ในวิชา “ไฟฟ้าในชีวิตของเรา” โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติและความคงทนของความรู้ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับ “ไฟฟ้าในชีวิตของเรา” ของผู้เรียนชั้นเกรด 4 ของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ การวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการวิจัยแบบกึ่งทดลองมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนให้กับผู้เรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม นำเครื่องมือที่ใช้ในการวัดไปใช้ทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานและกลุ่มควบคุม และนำผลไปวิเคราะห์ พบว่า ผลการประเมินของผู้เรียนที่ได้รับการเรียนแบบโครงงานสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และสามารถประเมินถึงการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การเรียนรู้ของตนเองผ่านการเรียนรู้แบบโครงงานใน เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ

ความคงทนแล้วพบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญแต่เมื่อเปรียบเทียบด้านเจตคติระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแล้วพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน

Wurdinger (2014: 279) ได้วิจัยเรื่อง การเสริมสร้างทักษะชีวิตของผู้เรียนผ่านการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเพื่อทดสอบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสามารถพัฒนาทักษะชีวิตได้หรือไม่ โดยมีกลุ่มทดลอง คือ ผู้เรียนที่ลงทะเบียนเรียนวิชาโครงงาน โดยมีแบบสำรวจจำนวน 35 คำถาม ให้ผู้เรียนทำทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ผู้เรียนได้ทำการประเมินทักษะชีวิตจากแบบประเมินโดยใช้ Likert scale รวมถึงการสัมภาษณ์ผู้เรียนเพื่อสอบถามมุมมองที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน จากนั้นใช้สถิติทดสอบความแตกต่างระหว่างการสำรวจก่อนเรียนและหลังเรียน ทั้งในเรื่องของการบริหารเวลา การกำหนดตนเอง การมีส่วนร่วมในการทำงานและจรรยาบรรณในการทำงาน แต่พบว่าทักษะการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ไม่มีความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังเรียน แต่อย่างไรก็ตามทักษะชีวิตโดยรวมของผู้เรียนเพิ่มขึ้น และจากการสัมภาษณ์ผู้เรียนพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานช่วยให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติและพัฒนาทักษะการใช้ชีวิต

Ibrahim (2015: 469) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเชื่อในสมรรถนะของตนเองต่อการสอนวิทยาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบถึงผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและรวมทั้งความเชื่อของนักเรียนต่อสมรรถภาพของตนเองเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ โดยทำการสุ่มได้กลุ่มตัวอย่าง 33 คน และได้ดำเนินการสอนโดยวิธีการสอนแบบโครงงานและกลุ่มตัวอย่างอีก 33 คน สอนด้วยวิธีดั้งเดิม ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (STTAT) และแบบวัดความเชื่อต่อสมรรถภาพของตนเอง (SEBS) ผลการวิจัยปรากฏว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบโครงงานมีผลการทดสอบและผลการวัดที่ดีกว่ากลุ่มทดลอง และมีความเห็นและมุมมองในเชิงบวกต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

Jolanta (2015: 788) ได้ศึกษาความเห็นของอาจารย์ต่อข้อดีและข้อเสียของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานในระดับมหาลัย โดยผลการอภิปรายข้อมูลแสดงให้เห็นถึงความรู้สึกหรือเจตคติเชิงบวกต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน เพราะสามารถพัฒนานักเรียนถึงสมรรถภาพด้านต่าง ๆ สร้างเงื่อนไขในการตระหนักถึงตนเอง และมีการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง

Tatiana (2015: 1489) ได้ทำการศึกษาถึงผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานต่อความสามารถในการรับความกดดันและการปรับตัวในการดำรงชีวิตอยู่ท่ามกลางสภาพแวดล้อมที่เป็นสังคมพหุวัฒนธรรม และโลกแห่งโลกาภิวัตน์ โดยผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และอภิปรายว่าประสบการณ์ที่นักเรียนได้รับจากการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานทำให้นักเรียนสามารถนำไปใช้ในการรับมือกับการใช้ชีวิตได้ดี ทำให้นักเรียนเป็นผู้มีทักษะการสื่อสารระหว่างวัฒนธรรมได้ สามารถพิชิตต่ออุปสรรคการสื่อสารและเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญและเป็นคนที่มีความอดทนสูงขึ้นไปพร้อมที่จะทำงานและดำรงชีวิตอยู่ท่ามกลางสังคมพหุวัฒนธรรมได้

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

1. แบบแผนการวิจัย
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบแผนการทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental Designs) แบบศึกษากลุ่มตัวอย่างเดียวมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (The One-Group Pretest-Posttest Design) (วรณีย์ แกมเกตุ, 2555: 139) ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

E O₁ X O₂

โดยที่	E	หมายถึง กลุ่มทดลอง (Experimental group)
	O ₁	หมายถึง การวัดก่อนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ได้แก่ ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
	X	หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน
	O ₂	หมายถึง การวัดหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ได้แก่ ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2/2559 โรงเรียนเดชะปัตตนิยานุกูล อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี จำนวน 8 ห้องเรียน ได้แก่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 รวมทั้งสิ้น 262 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 ภาคเรียนที่ 2/2559 โรงเรียนเดชะปัตตนยานุกูล อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 35 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ใช้วิธีการจับสลากโดยกำหนดให้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง จำนวน 1 แผน 18 ชั่วโมง มีค่าประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญมีความสอดคล้องเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.18 เมื่อเทียบกับเกณฑ์แล้วอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมมากที่สุด

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา รหัสวิชา ว30243 เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยาก (Difficulty) ระหว่าง 0.30-0.77 และมีค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ระหว่าง 0.26-0.69 และค่าความเที่ยง (Reliability) เท่ากับ 0.83

2.2 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยาก (Difficulty) ระหว่าง 0.37-0.73 และมีค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ระหว่าง 0.25-0.88 และค่าความเที่ยง (Reliability) เท่ากับ 0.74

2.3 แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับของลิเคิ์ท จำนวน 21 ข้อ พิจารณาความมีอำนาจจำแนกของข้อคำถาม โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ คำนวณค่าที (t-test independent) พิจารณาความมีนัยสำคัญของค่าทีที่ระดับ $\alpha = .05$ ($P < .05$) แสดงว่าข้อคำถามนั้นมีอำนาจจำแนก มีค่าความเที่ยง (Reliability) เท่ากับ 0.88

2.4 แบบบันทึกภาคสนาม

3.2 วิธีสร้างและพัฒนาเครื่องมือและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง จำนวน 1 แผน 18 ชั่วโมง ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนเดชะปัตตนยานุกูล ในด้านหลักการ จุดมุ่งหมาย โครงสร้าง การจัดหลักสูตร การจัดเวลาเรียน การจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ วิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. ศึกษาเอกสารและหนังสือที่เกี่ยวข้องกับหลักการ ทฤษฎี วิธีการและเทคนิคการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ

3. กำหนดเนื้อหาที่จะใช้ในการวิจัย ได้แก่เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง

4. ศึกษาเอกสารและตำราเรียนจากแบบเรียนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมถึงหนังสือคู่มือของสำนักพิมพ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง

5. วิเคราะห์เนื้อหา ความคิดรวบยอด และผลการเรียนรู้ของเนื้อหา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง

6. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยประกอบด้วยหัวข้อสำคัญ ดังนี้

1) ผลการเรียนรู้

2) สาระสำคัญ

3) จุดประสงค์การเรียนรู้

4) สาระการเรียนรู้

5) สื่อการเรียนรู้

6) กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ 5 ขั้นตอน ได้แก่

(1). การกำหนดปัญหาหรือสำรวจความสนใจ

(2). การวางแผนการทำโครงการ

(3). การดำเนินการทำโครงการ

(4). การเขียนรายงาน

(5). การเสนอโครงการ

7) การวัดผลและประเมินผล

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วนำจุดบกพร่องและคำแนะนำมาแก้ไข

8. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ได้แก่ 1. ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา มีคุณวุฒิระดับปริญญาเอกจำนวน 1 ท่าน 2. ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน มีคุณวุฒิระดับปริญญาโทขึ้นไปจำนวน 2 ท่าน 3. ครูผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนในโรงเรียน มีความเชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนและมีตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษขึ้นไป จำนวน 2 ท่าน ประเมินและตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยให้ประเมินในด้านต่าง ๆ เช่น จุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ เวลาเรียน และการวัดและประเมินผล โดยการประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับตามวิธีของลิเคิร์ท ซึ่งมีระดับเกณฑ์คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

5 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสม มากที่สุด

4 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสม มาก

3 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสม ปานกลาง

2 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสม น้อย

1 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสม น้อยที่สุด

9. นำคะแนนประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญประเมิน แล้วนำความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และแปลความหมายโดยใช้เกณฑ์ ดังนี้

ระดับคะแนนเฉลี่ย	เกณฑ์การประเมิน
4.50-5.00	มีคุณภาพอยู่ในระดับ เหมาะสมมากที่สุด
3.50-4.49	มีคุณภาพอยู่ในระดับ เหมาะสมมาก
2.50-3.49	มีคุณภาพอยู่ในระดับ เหมาะสมปานกลาง
1.50-2.49	มีคุณภาพอยู่ในระดับ เหมาะสมน้อย
1.00-1.49	มีคุณภาพอยู่ในระดับ เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญมีค่าความสอดคล้องเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.18 เมื่อเทียบกับเกณฑ์แล้วอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมมากที่สุด

10. นำแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบความเหมาะสมอีกครั้งแล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา รหัสวิชา ว30243 เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยมีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหาเรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง จากแบบเรียนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมถึงหนังสือคู่มือของสำนักพิมพ์ต่าง ๆ

2. สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดหรือพิมพ์เชี่ยวชาญทดสอบ (Test Blueprint) โดยพฤติกรรมที่ต้องการวัดเป็นด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ตามระดับความสามารถของบลูม (Bloom's Taxonomy) ผู้วิจัยได้กำหนดระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัดไว้ 4 ระดับ ได้แก่ 1. ความรู้ความจำ 2. ความเข้าใจ 3. การนำไปใช้ 4. การวิเคราะห์ (ตาราง 3)

3. ออกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ครอบคลุมตามตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดที่สร้างไว้จากข้อ 2.2 (ตาราง 3) ออกแบบทดสอบเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ (ใช้จริง 30 ข้อ)

4. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ได้แก่ 1. ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน มีคุณวุฒิระดับปริญญาโทขึ้นไปจำนวน 1 ท่าน 2. ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ มีความเชี่ยวชาญเรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงและมีคุณวุฒิปริญญาเอก 2 ท่าน 3. ครูผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนในโรงเรียนซึ่งมีตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษขึ้นไป 2 ท่าน ตรวจสอบความตรงของเนื้อหาหัวข้อ (Item Content Validity) เพื่อพิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหา แล้วนำผลการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหา มาคำนวณหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหา/จุดประสงค์ (Index of Item Objective Congruence: IOC) คัดเลือกข้อคำถามที่

ตาราง 3 จำนวนข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ตามระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัดในแต่ละเนื้อหา

เนื้อหา	ระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด				รวม
	ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	
1. การค้นคว้าที่เกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง	1	1	1	1	4
2. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	-	-	-	-	-
- โครงสร้างของคลอโรพลาสต์	1	1	-	-	2
- สารสีในปฏิกิริยาแสง	1	1	1	1	4
- ปฏิกิริยาแสง	1	1	2	3	7
- การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์	1	1	2	3	7
3. โฟโตเรสไพเรชัน	-	1	-	1	2
4. กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของพืช C ₄	-	-	-	-	-
- โครงสร้างของใบพืช C ₃ และใบพืช C ₄	1	1	-	-	2
- วัฏจักรคาร์บอนของพืช C ₄	1	1	1	1	4
5. กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของพืช CAM	1	1	1	1	4
6. ปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง	-	1	-	1	2
7. การปรับตัวของพืชเพื่อรับแสง	-	1	-	1	2
รวม	8	11	8	13	40

มีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ตั้งแต่ 0.60-1.00 ส่วนข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC น้อยกว่า 0.60 ผู้วิจัยจะตัดทิ้ง หรือแก้ไขให้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ที่มีข้อคำถามที่ได้จากการคัดเลือกและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและผ่านการเรียนเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง จำนวน 40 คน

6. หลังจากทดลองใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง นำมาตรวจและให้คะแนนแล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อ คือ หาค่าระดับความยาก (P) และอำนาจจำแนก (r)

7. คัดเลือกข้อสอบที่ค่าความยาก (P) มีค่าระหว่าง 0.30-0.77 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าระหว่าง 0.26-0.69 คัดเลือกให้ได้จำนวน 30 ข้อ แล้วนำไปจัดทำเป็นฉบับพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา

8. นำแบบทดสอบไปหาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบ แบบความสอดคล้องภายใน โดยใช้วิธีของ Kuder - Richardson โดยใช้สูตร KR-20 (วรรรณี แกมเกต, 2555: 232) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.83

9. นำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง

3.2.3 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้วิจัยศึกษาแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งสร้างโดยยึดกรอบความคิดเห็นของทางสมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกาเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการทั้ง 5 ทักษะ ได้แก่ 1. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 2. ทักษะการตั้งสมมติฐาน 3. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 4. ทักษะการทดลอง 5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

2. สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 ทักษะ ซึ่งเป็นแบบปรนัยแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ (ใช้จริง 20 ข้อ) ตามตาราง 4

ตาราง 4 จำนวนข้อของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละทักษะชั้นบูรณาการ

ประเภทของทักษะ	จำนวนข้อ	ข้อที่
1. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	5	1, 8, 14, 18 และ 23
2. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	5	2, 5, 16, 19 และ 24
3. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	5	6, 11, 13, 17 และ 25
4. ทักษะการทดลอง	5	3, 7, 9, 12, และ 21
5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	5	4, 10, 15, 20 และ 22

3. นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ทักษะ ที่สร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน 1. ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน มีคุณวุฒิปริญญาโทขึ้นไป จำนวน 1 ท่าน 3. ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ มีความเชี่ยวชาญเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง และมีคุณวุฒิปริญญาเอก 2 ท่าน 4. ครูผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนในโรงเรียนซึ่งมีตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษขึ้นไป 2 ท่าน เพื่อคำนวณหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหา/จุดประสงค์ (Index of Item Objective Congruence: IOC) คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ตั้งแต่ 0.60-1.00 ส่วนข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC น้อยกว่า 0.60 ผู้วิจัยจะตัดทิ้ง หรือแก้ไขให้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

4. นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ทักษะ ที่มีข้อคำถามผ่านการคัดเลือกและปรับปรุงแก้ไขไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน

5. หลังจากทดลองใช้ นำมาตรวจและให้คะแนนแล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อ คือ หาค่าระดับความยาก (P) และอำนาจจำแนก (r)

6. คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) มีค่าระหว่าง 0.37-0.73 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าระหว่าง 0.25-0.88 (วรณีย์ แกมเกตุ, 2555: 222-223) คัดเลือกให้ได้จำนวน 20 ข้อ

7. นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ทักษะไปหาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบ แบบความสอดคล้องภายใน โดยใช้วิธีของ Kuder - Richardson โดยใช้สูตร KR-20 (วรรณิ์ แกมเกตุ, 2555: 232) มีค่าเท่ากับ 0.74

8. นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ทักษะไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง

3.2.4 แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
2. สร้างแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามแบบของลิเคิร์ท ซึ่งประกอบด้วยข้อความเชิงบวกหรือนิมาน (Positive) และข้อความเชิงลบหรือนิเสธ (Negative) จำนวน 27 ข้อ ผู้วิจัยสร้างข้อความตามโครงสร้างของพฤติกรรมด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ตามคู่มือวัดและประเมินผลของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ตาราง 5) นักเรียนตอบข้อความโดยบอกให้ทราบถึงปริมาณของความรู้สึก ความคิดเห็น และพฤติกรรมต่อข้อความนั้นว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยอย่างน้อยเพียงใด โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ข้อความเชิงบวก (Positive)

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

ข้อความเชิงลบ (Negative)

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

3. นำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ได้แก่

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลการศึกษาซึ่งมีคุณวุฒิปริญญาเอกจำนวน 1 ท่าน
2. ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน มีคุณวุฒิระดับปริญญาโทขึ้นไปจำนวน 2 ท่าน
3. ครูผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนในโรงเรียนซึ่งมีตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษขึ้นไป 2 ท่าน เพื่อตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือด้านความตรงเชิงเนื้อหา โดยตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามที่ต้องการวัด (Index of Consistency: IC) แล้วคัดเลือกแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป

4. นำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาตรวจสอบคุณภาพของข้อคำถามเกี่ยวกับอำนาจจำแนกของแบบสอบถามเป็นรายข้อ โดยการพิจารณาว่าข้อคำถามข้อนั้นสามารถจำแนกกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำออกจากกันหรือไม่ ใช้วิธีเปรียบเทียบความแตกต่าง

ของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ โดยคำนวณค่าที (t-test independent) จากนั้นพิจารณาจากความมีนัยสำคัญของค่าที (t-test independent) ที่ระดับ $\alpha = .05$ ($P < .05$) แสดงว่าข้อนี้มีอำนาจจำแนก (วรณี แกมเกตุ, 2555: 224) และหาค่าความเที่ยงของแบบวัดเจตคติ โดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.88

5. นำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์จำนวน 20 ข้อ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.2.5 แบบบันทึกภาคสนาม

แบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีลักษณะปลายเปิด สำหรับให้ผู้วิจัยใช้บันทึกเหตุการณ์หรือพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอน โดยจดบันทึกเหตุการณ์ทั่วไป เหตุการณ์ที่สำคัญและสอดแทรกความคิดเห็น เพื่อเป็นข้อมูลในการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

4. การดำเนินการรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ระยะเวลา 18 ชั่วโมง

1. ทำการวัดก่อนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานกับกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว

2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานกับกลุ่มตัวอย่าง ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง พร้อมทั้งบันทึกการจัดการเรียนรู้ทุกครั้งหลังการจัดกิจกรรมแต่ละขั้นตอน โดยใช้แบบบันทึกภาคสนาม

3. เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบ 18 ชั่วโมง ทำการวัดหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานกับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นฉบับเดียวกันกับการทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้

4. นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด และนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ และนำข้อมูลที่บันทึกภาคสนามประมวลในรูปความเรียง

ตาราง 5 จำนวนข้อคำถามและทิศทางการวัดของข้อคำถามในแต่ละคุณลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

คุณลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์	จำนวนข้อ	ข้อที่	ทิศทางการวัด
1. พอใจในประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์	3	1	นิมาน (+)
		2	นิเสธ (-)
		3	นิมาน (+)
2. ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	3	4	นิมาน (+)
		5	นิเสธ (-)
		6	นิเสธ (-)
3. เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	3	7	นิมาน (+)
		8	นิเสธ (-)
		9	นิมาน (+)
4. ตระหนักในคุณค่าและโทษของการใช้เทคโนโลยี	3	10	นิมาน (+)
		11	นิเสธ (-)
		12	นิเสธ (-)
5. ตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	3	13	นิมาน (+)
		14	นิเสธ (-)
		15	นิมาน (+)
6. เรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนาน	3	16	นิมาน (+)
		17	นิเสธ (-)
		18	นิเสธ (-)
7. เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ	3	19	นิมาน (+)
		20	นิเสธ (-)
		21	นิมาน (+)
8. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม	3	22	นิมาน (+)
		23	นิเสธ (-)
		24	นิเสธ (-)
9. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใคร่ครวญไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย	3	25	นิมาน (+)
		26	นิเสธ (-)
		27	นิมาน (+)

5. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1.1 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ได้แก่

1. การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา

2. การวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติค่าที (t-test dependent) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ

5.1.2 การวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่

1. การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. การวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน วิเคราะห์โดยใช้สถิติค่าที (t-test dependent) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ

5.1.3 การวิเคราะห์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ได้แก่

1. การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

2. การวิเคราะห์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน วิเคราะห์โดยใช้สถิติค่าที (t-test dependent) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ของคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ

5.2 สถิติที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

5.2.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่

1. ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของข้อสอบโดยคำนวณจากสูตร (วรณีย์ แกมเกตุ, 2555: 221)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์หรือเนื้อหา

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนผลการตัดสินของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์การตัดสินความสอดคล้องของข้อคำถามกับเนื้อหาหรือจุดประสงค์

ถ้า $IOC > 0.60$ ถือว่าข้อคำถามนั้นวัดได้สอดคล้องกับเนื้อหาหรือจุดประสงค์

ถ้า $IOC \leq 0.60$ ถือว่าข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับเนื้อหาหรือจุดประสงค์

2. ความตรง (Validity) ของข้อคำถามในแบบวัดเจตคติโดยคำนวณจากสูตร

$$IC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยาม
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนผลการตัดสินของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ
 เกณฑ์การตัดสินความสอดคล้องของข้อคำถามกับเนื้อหาหรือจุดประสงค์
 ถ้า $IC > 0.60$ ถือว่าข้อคำถามนั้นวัดได้สอดคล้องกับนิยาม
 ถ้า $IC \leq 0.60$ ถือว่าข้อคำถามนั้นวัดได้ไม่สอดคล้องกับนิยาม

3. ค่าความยาก (Difficulty) ของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยคำนวณจากสูตร (วรรรณี แกมเกต, 2555: 222)

$$P = \frac{R}{T}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากของข้อสอบ
 R แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในแต่ละข้อ
 T แทน จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด

4. ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาและแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยคำนวณจากสูตร (วรรรณี แกมเกต, 2555: 223)

$$r = \frac{R_H - R_L}{n_H \text{ or } n_L}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ
 R_H แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกข้อนั้นในกลุ่มสูง
 R_L แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกข้อนั้นในกลุ่มต่ำ
 n_H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูง
 n_L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำ

5. ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของข้อคำถามวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
คำนวณค่า t-test independent สำหรับทดสอบอำนาจจำแนกโดยใช้สูตร (วรณีย์ แกมเกตุ, 2555:
224)

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_L}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_L^2}{n_L}}}$$

เมื่อ \bar{X}_H และ \bar{X}_L แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำ
 S_H^2 และ S_L^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ
 n_H และ n_L แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ
 พิจารณาความมีนัยสำคัญของค่า t ที่ระดับ $\alpha = .05$ ($P < .05$)

6. ค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ชีววิทยาและแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบความสอดคล้องภายใน โดยใช้
วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน โดยใช้สูตร KR-20 (วรณีย์ แกมเกตุ, 2555:232) คำนวณจากสูตร KR-
20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson: KR-20)

$$KR-20: r_{tt} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum p_i q_i}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน
 k แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ
 p_i แทน สัดส่วนของนักเรียนที่ตอบถูกในแต่ละข้อ
 q_i แทน สัดส่วนของนักเรียนที่ตอบผิดในแต่ละข้อ ($1 - p_i$)
 S_t^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนจากแบบทดสอบทั้งฉบับ

7. ค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ แบบความ
สอดคล้องภายใน โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient)
(วรณีย์ แกมเกตุ, 2555: 233)

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ k แทน จำนวนข้อสอบ
 S_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ
 S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนจากแบบทดสอบทั้งฉบับ

5.2.2 สถิติพื้นฐาน ได้แก่

1. ค่าเฉลี่ย (Mean) ของข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง คำนวณโดยสูตร(วรณีย์ แกมเกตต์, 2555: 321)

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

เมื่อ \bar{X}	แทน	ค่าคะแนนเฉลี่ยของข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง
$\sum_{i=1}^n X_i$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดของคะแนนจากกลุ่มตัวอย่าง
n	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมดในกลุ่มตัวอย่าง

2. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) คำนวณจากสูตร (วรณีย์ แกมเกตต์, 2555: 325)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

เมื่อ $S.D.$	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
n	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมดในกลุ่มตัวอย่าง
$\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนแต่ละตัวกับค่าเฉลี่ย

กำลังสอง

5.2.3 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน ได้แก่

1. การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent Sample) (วรณีย์ แกมเกตต์, 2555: 349)

$$t = \frac{\sum D/n}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$$

$$df = n-1$$

เมื่อ D	แทน	ความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่
n	แทน	จำนวนคู่ของกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4 ผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน
3. ผลการบันทึกภาคสนามของผู้วิจัย โดยมีรายละเอียดแต่ละหัวข้อดังนี้

1. ผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ในรายวิชาชีววิทยา (ว30243) หน่วยการเรียนรู้เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานมีดังนี้

1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง (คะแนนเต็ม 30 คะแนน) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและได้ผ่านขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญและผ่านการทดลองใช้แล้ว ทำการทดสอบก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานให้กับกลุ่มตัวอย่าง สัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาปรากฏดังตาราง 6

ตาราง 6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

คนที่	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา		คนที่	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	7	21	19	6	11
2	9	19	20	5	10
3	8	13	21	6	15
4	7	21	22	10	23
5	8	17	23	10	14
6	13	21	24	11	10
7	10	15	25	7	19
8	9	14	26	5	11
9	11	15	27	14	13
10	13	21	28	12	15
11	10	24	29	8	13
12	11	10	30	12	12
13	8	12	31	8	26
14	11	11	32	11	17
15	12	17	33	9	22
16	8	15	34	8	24
17	12	15	35	9	10
18	8	16			
	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})			9.31	16.07
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)			2.32	4.62

จากตาราง 6 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.31 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 31 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.32 และเมื่อพิจารณาเป็นรายบุคคลพบว่านักเรียนที่ได้คะแนนมากที่สุดเท่ากับ 14 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 46.7 และนักเรียนที่ได้คะแนนน้อยที่สุดเท่ากับ 5 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 16.7 ไม่มีนักเรียนคนใดที่มีคะแนนผ่านร้อยละ 50

สำหรับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.07 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 53.5 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.62 และเมื่อพิจารณาเป็นรายบุคคลพบว่า นักเรียนที่ได้คะแนนมากที่สุดเท่ากับ 26 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 86.7 และนักเรียนที่ได้คะแนน

น้อยที่สุดเท่ากับ 10 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 33.3 และนักเรียนที่มีคะแนนผ่านร้อยละ 50 มีจำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 60

1.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (คะแนนเต็ม 20 คะแนน) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและได้ผ่านขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญและผ่านการทดลองใช้แล้ว ทดสอบก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานกับกลุ่มตัวอย่าง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ปรากฏดังตาราง 7 ตาราง 7 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

คนที่	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์		คนที่	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	8	12	19	2	11
2	12	15	20	7	10
3	4	12	21	8	13
4	12	17	22	7	13
5	11	12	23	3	9
6	13	7	24	5	10
7	7	12	25	11	13
8	10	10	26	7	12
9	8	15	27	5	16
10	12	12	28	7	11
11	7	14	29	5	8
12	6	16	30	5	7
13	11	14	31	10	12
14	5	8	32	7	15
15	8	15	33	12	11
16	11	15	34	15	16
17	9	13	35	10	10
18	6	16			
ค่าเฉลี่ย (\bar{x})			8.17	12.34	
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)			3.08	2.72	

จากตาราง 7 แสดงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.17 จากคะแนนเต็ม 20 คิดเป็นร้อยละ 40.86 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.08 และเมื่อพิจารณาเป็นรายบุคคลพบว่า นักเรียนที่ได้คะแนนมากที่สุดเท่ากับ 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75 และนักเรียนที่ได้คะแนนน้อยที่สุดเท่ากับ 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 10 นักเรียนที่มีคะแนนผ่านร้อยละ 50 มีจำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 37.14

สำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.34 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 61.71 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.72 และเมื่อพิจารณาเป็นรายบุคคลพบว่า นักเรียนที่ได้คะแนนมากที่สุดเท่ากับ 17 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 85 นักเรียนที่ได้คะแนนน้อยที่สุดเท่ากับ 7 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 35 นักเรียนที่มีคะแนนผ่านร้อยละ 50 มีจำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 85.71

เมื่อพิจารณาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แยกในแต่ละทักษะชั้นบูรณาการของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ผลปรากฏดังตาราง 8

ตาราง 8 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

ประเภททักษะ	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
		\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.
1. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	4	1.57	0.92	2.34	0.91
2. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	4	1.49	1.07	1.60	0.91
3. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	4	1.34	0.87	2.57	1.20
4. ทักษะการทดลอง	4	2.26	1.15	3.31	0.87
5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	4	1.51	0.85	2.51	0.85
ภาพรวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	20	8.17	3.08	12.34	2.72

จากตาราง 8 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ในแต่ละทักษะชั้นบูรณาการ 5 ทักษะ พบว่าภาพรวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.17 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.08 เมื่อพิจารณาในแต่ละทักษะพบว่า ทักษะการทดลองมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 2.26 จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.15 และทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 1.34 จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.87

ภาพรวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.34 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนนมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.72 และเมื่อพิจารณาในแต่ละทักษะพบว่า ทักษะการทดลองมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.31 จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.87 และทักษะการตั้งสมมติฐานมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 1.60 จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.91

1.3 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ วัดก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ได้ผ่านขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญและผ่านการทดลองใช้แล้ว และนักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นดังตาราง 9

ตาราง 9 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

คนที่	เจตคติต่อวิทยาศาสตร์		คนที่	เจตคติต่อวิทยาศาสตร์	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	3.52	3.48	19	3.1	3.29
2	3.71	4.05	20	3.57	3.48
3	3.90	3.38	21	3.62	3.19
4	3.81	4.33	22	3.86	3.48
5	3.48	4.10	23	3.48	3.90
6	3.81	4.00	24	3.57	3.43
7	3.48	3.76	25	3.86	3.90
8	3.81	3.90	26	3.48	3.57
9	4.05	4.00	27	2.76	3.71
10	4.76	4.76	28	3.52	3.81
11	4.29	4.38	29	3.76	4.05
12	3.67	3.52	30	3.38	3.86
13	3.67	4.43	31	4.1	4.57
14	3.29	3.62	32	3.52	3.38
15	4.00	4.48	33	3.62	4.00
16	3.67	3.38	34	3.71	3.76
17	3.05	3.52	35	3.62	3.71
18	3.29	3.52			
ค่าเฉลี่ย (\bar{x})			3.65	3.82	
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)			0.36	0.39	

จากตาราง 9 แสดงเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน พบว่าคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.65 จากคะแนนเต็ม 5 คิดเป็นร้อยละ 73.01 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.36

และเมื่อพิจารณาเป็นรายบุคคลพบว่านักเรียนที่ได้คะแนนมากที่สุดเท่ากับ 4.76 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 95.24 และนักเรียนที่ได้คะแนนน้อยที่สุดเท่ากับ 2.76 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 55.58

สำหรับคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.82 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.30 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.39 และเมื่อพิจารณาเป็นรายบุคคลพบว่านักเรียนที่ได้คะแนนมากที่สุดเท่ากับ 4.76 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 95.24 และนักเรียนที่ได้คะแนนน้อยที่สุดเท่ากับ 3.19 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 63.81

เมื่อพิจารณาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในแต่ละคุณลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ผลปรากฏดังตาราง 10

ตาราง 10 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

คุณลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์	เจตคติต่อวิทยาศาสตร์			
	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.
1. พอใจในประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์	3.81	0.61	4.13	0.48
2. ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	3.83	0.61	4.02	0.67
3. เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	3.76	0.67	3.86	0.58
4. ตระหนักในคุณค่าและโทษของการใช้เทคโนโลยี	3.61	0.58	3.79	0.74
5. ตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	3.32	0.52	3.59	0.62
6. เรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนาน	3.79	0.57	3.93	0.47
7. เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ	3.61	0.53	3.84	0.62
8. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม	3.54	0.63	3.59	0.76
9. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใคร่ครวญไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย	3.57	0.68	3.67	0.81
เจตคติต่อวิทยาศาสตร์	3.65	0.36	3.82	0.39

จากตาราง 10 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ในแต่ละคุณลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ พบว่า ภาพรวมเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.65 จากคะแนนเต็ม 5 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.36 เมื่อพิจารณาในแต่ละคุณลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์พบว่า ด้านศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 3.88 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.61 และด้านตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 3.32 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52

ภาพรวมเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.82 จากคะแนนเต็ม 5 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.39 เมื่อพิจารณาในแต่ละคุณลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์พบว่า ด้านความพอใจในประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 4.13 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.48 และด้านตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และด้านการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากันที่คะแนน 3.59 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.62 และ 0.76 ตามลำดับ

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

จากการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานมีดังนี้

2.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ทดสอบก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน โดยใช้สถิติค่าทีชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน ผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตารางที่ 11

ตาราง 11 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D.	t-test	p-value
ก่อนเรียน	35	30	9.31	2.32	7.847**	.000
หลังเรียน	35	30	16.07	4.62		

**p < .01

จากตาราง 11 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทดสอบ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน โดยใช้สถิติค่าทีชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน ผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตาราง 12

ตาราง 12 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

ประเภทของทักษะ	การทดสอบ	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D.	t-test	p-value
1. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	ก่อนเรียน	4	1.57	0.92	3.431**	.001
	หลังเรียน	4	2.34	0.91		
2. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	ก่อนเรียน	4	1.49	1.07	.520	.304
	หลังเรียน	4	1.60	0.91		
3. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	ก่อนเรียน	4	1.34	0.87	5.059**	.000
	หลังเรียน	4	2.57	1.20		
4. ทักษะการทดลอง	ก่อนเรียน	4	2.26	1.15	4.793**	.000
	หลังเรียน	4	3.31	0.87		
5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	ก่อนเรียน	4	1.51	0.85	5.323**	.000
	หลังเรียน	4	2.51	0.85		
ภาพรวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ก่อนเรียน	20	8.17	3.08	6.980**	.000
	หลังเรียน	20	12.34	2.72		

**p < .01

จากตาราง 12 แสดงผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน พบว่าภาพรวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาประเภทของทักษะ พบว่าทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการทดลองและทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป มีคะแนนเฉลี่ยหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ทักษะการตั้งสมมติฐานไม่แตกต่างกัน

2.3 ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

ผู้วิจัยได้ใช้แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ วัดก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน โดยใช้สถิติค่าทีชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน ผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตาราง 13

ตาราง 13 ผลเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

คุณลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์	การทดสอบ	\bar{x}	S.D.	t-test	p-value
1. พอใจในประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์	ก่อนเรียน	3.81	0.61	2.626**	.006
	หลังเรียน	4.13	0.48		
2. ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ก่อนเรียน	3.83	0.61	1.905*	.033
	หลังเรียน	4.02	0.67		
3. เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ก่อนเรียน	3.76	0.67	.839	.204
	หลังเรียน	3.86	0.58		
4. ตระหนักในคุณค่าและโทษของการใช้เทคโนโลยี	ก่อนเรียน	3.61	0.58	1.276	.105
	หลังเรียน	3.79	0.74		
5. ตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	ก่อนเรียน	3.32	0.52	2.880**	.003
	หลังเรียน	3.59	0.62		
6. เรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนาน	ก่อนเรียน	3.79	0.57	1.314	.099
	หลังเรียน	3.93	0.47		
7. เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ	ก่อนเรียน	3.61	0.53	2.215*	.034
	หลังเรียน	3.84	0.62		
8. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม	ก่อนเรียน	3.54	0.63	.325	.374
	หลังเรียน	3.59	0.76		
9. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใคร่ครวญไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย	ก่อนเรียน	3.57	0.68	.721	.238
	หลังเรียน	3.67	0.81		
ภาพรวมเจตคติต่อวิทยาศาสตร์	ก่อนเรียน	3.65	0.36	3.025**	.005
	หลังเรียน	3.82	0.39		

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

จากตาราง 13 แสดงผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน พบว่าเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

และเมื่อพิจารณาในแต่ละคุณลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ พบว่า ด้านความพอใจในประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และด้านความตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สำหรับด้านความศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และเลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ มีคะแนนเฉลี่ยหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่คุณลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ด้านอื่น ๆ ไม่แตกต่างกัน

3. ผลการบันทึกภาคสนามของผู้วิจัย

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานให้กับกลุ่มตัวอย่าง ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ผู้วิจัยได้สังเกตและบันทึกเหตุการณ์ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ลงในแบบบันทึกภาคสนาม นำข้อมูลที่บันทึกภาคสนามมาประมวลในรูปความเรียง โดยแยกเป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1. การกำหนดปัญหาหรือสำรวจความสนใจ 2. การวางแผนการทำโครงงาน 3. การดำเนินการทำโครงงาน 4. การเขียนรายงาน และ 5. การเสนอโครงงาน ผลการประมวลมีรายละเอียดดังนี้

ก่อนที่ครูจะนำนักเรียนเข้าสู่การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ครูและนักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผ่านเรื่องการค้าขายที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง นักเรียนส่วนใหญ่แสดงความสนใจ ความกระตือรือร้น และตระหนักถึงความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทำให้ได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ต่าง ๆ

ขั้นที่ 1 การกำหนดปัญหาหรือสำรวจความสนใจ

ในขั้นนี้ ครูได้เปิดวิดีโอเรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และร่วมกันอภิปรายกับนักเรียนถึงภาพรวมของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช จากนั้นครูมอบหมายให้นักเรียนแต่กลุ่มร่วมกันคิดหัวข้อที่จะนำไปทำโครงงาน ซึ่งจะต้องมีความเกี่ยวข้องกับเรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ถึงแม้ว่านักเรียนเกือบทุกกลุ่มยังไม่สามารถคิดหาหัวข้อเรื่องที่จะนำไปทำโครงงานได้ทันที แต่เมื่อครูเสนอสถานการณ์หรือตัวอย่างที่เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยครูได้ยั่วยุให้นักเรียนสงสัยเกี่ยวกับผลของตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เช่น แสง น้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ แป้ง ออกซิเจน มีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงอย่างไร ทำให้นักเรียนหลายกลุ่มเริ่มมีความคิดริเริ่มที่จะทำโครงงานได้ และแสดงความคิดเห็นที่จะศึกษา เลือกเรื่องที่สนใจได้อย่างหลากหลาย เช่น บางกลุ่มจะศึกษาว่า ถ้าพืชไม่ได้รับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ จะมีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงอย่างไร บางกลุ่มเสนอว่า อุณหภูมิจะมีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงหรือไม่ บางกลุ่มเสนอว่า ระหว่างพืชที่ได้รับแสงตลอดเวลา ได้รับแสงบางเวลา และไม่ได้รับแสงเลย พืชเหล่านั้นจะเป็นอย่างไร บางกลุ่มเสนอว่า นอกจากแสงสีขาวแล้ว แสงสีใดที่สามารถทำให้การสังเคราะห์ด้วยแสงเกิดขึ้นได้ดีกว่า บางกลุ่มร่วมกันอภิปรายกับเพื่อนภายในกลุ่มแล้ว แต่ก็ยังไม่สามารถตกลงถึงปัญหาหรือหัวข้อที่จะนำมาทำโครงงาน ครูจึงมอบหมายให้นักเรียนกลุ่มดังกล่าวกลับไปทำเป็นการบ้าน แล้วนำมาเสนอกับครูก่อนถึงคาบถัดไป เมื่อนักเรียนสามารถเสนอถึงปัญหา

หรือคำถามที่จะนำมาเป็นโครงงานแล้ว จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนที่มาและความสำคัญของโครงงานลงในใบงานที่ครูแจก ซึ่งนักเรียนก็สามารถอธิบายความเป็นมาเกี่ยวกับสภาพปัญหาที่สนใจว่ามีความเป็นมาอย่างไรได้

ขั้นที่ 2 การวางแผนการทำโครงงาน

ในขั้นนี้ ครูให้นักเรียนได้วางแผนว่าสิ่งที่เป็นปัญหาที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสนใจที่จะหาคำตอบนั้น มีแผนการในการหาคำตอบอย่างไรบ้าง โดยครูให้นักเรียนวางแผนการทำโครงงานผ่านการเขียนเค้าโครงโครงงาน ซึ่งครูได้มอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคิดเค้าโครงโครงงาน และมีหัวข้อต่าง ๆ ตามใบงานที่ครูได้แจกไว้ นักเรียนแต่ละกลุ่มมีการตั้งชื่อโครงงาน นักเรียนหลายกลุ่มทราบว่ากลุ่มของตนเองจะศึกษาประเด็นปัญหาใด ซึ่งมากจากการความเป็นมาของปัญหาที่นักเรียนแต่ละกลุ่มกำหนดไว้ แต่ยังไม่สามารถตั้งชื่อโครงงานได้ตามหลักที่ถูกต้อง และเนื่องจากครูได้มอบหมายให้นักเรียนได้ทำโครงงานทดลอง ครูจึงสรุปแนวทางการตั้งชื่อโครงงานให้สอดคล้องกับสิ่งที่ตนต้องการที่จะศึกษา และเน้นให้นักเรียนตั้งชื่อโครงงานที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม นักเรียนได้เขียนวัตถุประสงค์ของการศึกษาได้ เพราะมาจากความต้องการของนักเรียนที่อยากรู้คำตอบในเรื่องนั้น แต่นักเรียนหลายกลุ่มยังไม่สามารถบอกหรือคาดเดาคำตอบที่อาจจะเกิดขึ้นได้ ครูจึงให้นักเรียนกลับไปทบทวนความรู้ที่เกี่ยวข้องกับชื่อโครงงานของตน หรือจากความรู้เนื้อหาที่ตนได้ทำการศึกษามาก่อนหน้า ซึ่งสามารถนำมาเขียนคาดเดาคำตอบล่วงหน้าหรือกำหนดสมมติฐานได้ แต่อย่างไรก็ตามนักเรียนก็ยังไม่สามารถเขียนสมมติฐานให้ตรงตามหลักการที่ถูกต้องได้ ครูจึงทำการแก้ไขการตั้งสมมติฐานให้เหมาะสมเป็นรายกลุ่ม

นักเรียนได้ร่วมกันระดมความคิดระหว่างสมาชิกภายในกลุ่ม เพื่อทำการวางแผนสำหรับการดำเนินงานการทำโครงงานของตน โดยเฉพาะการออกแบบการทดลอง เริ่มแรกนักเรียนหลายกลุ่มไม่สามารถระบุว่าการทดลองของตนเองจะเริ่มต้นทำสิ่งใดก่อนและหลัง ครูจึงให้นักเรียนทบทวนถึงหัวข้อเรื่อง จุดประสงค์และสมมติฐาน แล้วให้นักเรียนสืบค้นว่าจะเริ่มดำเนินการอย่างไร เมื่อนักเรียนได้รับมอบหมายให้สืบค้นเกี่ยวกับวิธีการทดลองแล้ว จึงมาปรึกษาความเป็นไปได้ในการทดลองกับครู ซึ่งนักเรียนสามารถสืบค้นและอธิบายวิธีการดำเนินการดำเนินงานของตนได้อย่างเหมาะสม และสามารถมองเห็นถึงความเป็นไปได้ของโครงงาน นักเรียนสามารถบอกวิธีการกำหนดตัวแปรต้น และการวัดตัวแปรตาม และวิธีการควบคุมตัวแปรควบคุม เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่นักเรียนสงสัยได้ในที่สุด

ขั้นที่ 3 การดำเนินการทำโครงงาน

ในขั้นนี้ นักเรียนลงมือทำโครงงานตามขั้นตอนที่เขียนไว้ในเค้าโครงโครงงาน ซึ่งนักเรียนจะต้องปฏิบัติตามวิธีการทดลองตามวิธีการดำเนินการทดลองในเค้าโครง นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ปรึกษากับสมาชิกภายในกลุ่มเพื่อแบ่งงานและมอบหมายหน้าที่ นักเรียนที่ได้รับมอบหมายให้เตรียมอุปกรณ์ ก็จะเตรียมอุปกรณ์ นักเรียนเลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับการทดลองของตนเอง โดยที่สมาชิกกลุ่มได้ทำการหาหรือภายในกลุ่มว่าอุปกรณ์ที่จำเป็นที่ใช้ในการทดลองมีอะไรบ้าง และถ้าไม่มีอุปกรณ์ดังกล่าวจะสามารถใช้อย่างอื่นแทนได้หรือไม่ ก่อนที่จะหาซื้อสรุปแล้วมาปรึกษาครูว่าเหมาะสมหรือไม่เพื่อเริ่มการทดลอง นักเรียนสามารถอธิบายให้เพื่อนและครูทราบได้ว่าอุปกรณ์แต่ละชิ้นมีความสำคัญอย่างไร นักเรียนบางกลุ่มได้อธิบายว่าเพื่อกำหนดให้ตัวแปรต้นให้เป็นไปตามที่วางไว้

เช่น การศึกษาของนักเรียนจะศึกษาผลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีต่อการสร้างแป้งในใบ นักเรียนจึงใส่สาร NaHCO_3 ในชุดการทดลองที่ 1 เพื่อให้มีคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพียงพอ และ ใส่สาร KOH ในชุดการทดลองที่ 2 เพื่อให้ไม่มีคาร์บอนไดออกไซด์ หรือ เพื่อวัตถุประสงค์ที่เป็นผลเนื่องจากตัวแปรต้น เช่น นักเรียนกลุ่มหนึ่งได้ศึกษาว่าความยาวคลื่นของแสงจะมีผลทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นอย่างไร นักเรียนจึงวัดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงด้วยการสังเกตการเคลื่อนที่ของน้ำในหลอดที่เตรียมไว้ในชุดการทดลอง ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่าเมื่อน้ำในหลอดเคลื่อนที่ได้มาก จะมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงมาก เพราะแสดงให้เห็นว่าพืชมีการผลิตก๊าซออกซิเจนซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ก๊าซออกซิเจนที่พืชผลิตนี้จะเพิ่มมากขึ้นและก็จะผลักให้น้ำเกิดการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ทั้งนี้ นักเรียนยังได้วางแผนถึงรูปแบบการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อง่ายต่อการบันทึกข้อมูลของผลการทดลอง นักเรียนแต่ละกลุ่มจะมาปรึกษาเกี่ยวกับการออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผลการทดลองที่นักเรียน

ในขณะที่นักเรียนทำการทดลอง ครูจะมีบทบาทเป็นที่ปรึกษา คอยสังเกตติดตาม แนะนำ ให้นักเรียนรู้จักสังเกตสิ่งที่กำลังเกิดขึ้น เก็บรวบรวมข้อมูล บันทึกผล ทำการแปลผลการทดลอง พร้อมทั้งอภิปรายผลและสรุปผลการศึกษาค้นคว้าด้วยความมานะ อดทน นักเรียนบางกลุ่มประสบปัญหาระหว่างการทดลองที่หลากหลายรูปแบบ ซึ่งครูได้สังเกตว่านักเรียนสามารถใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้อง วางแผนแก้ปัญหาได้อย่างราบรื่นด้วยตนเอง และมีนักเรียนบางคนที่มีทางเลือกในการแก้ปัญหาแล้วมาปรึกษาครูเพื่อตัดสินใจเลือกทางเลือกในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด นอกจากนี้ ในระหว่างการทำการทดลองนักเรียนจะมีความตื่นรู้อยู่ตลอดเวลา มีการสนทนาระหว่างสมาชิกในกลุ่มว่าผลการทดลองที่ออกมา นั้น เป็นผลเนื่องจากอะไร นักเรียนมักจะพยายามเชื่อมโยงความรู้ที่ตนมีกับสิ่งที่เกิดขึ้นรอบ ๆ ตัว อธิบายให้เพื่อนและสมาชิกในกลุ่มฟังถึงความเป็นไปได้ของเหตุผลของผลการทดลองและบ่อยครั้งที่จะมาปรึกษาครู

ขั้นที่ 4 การเขียนรายงาน

ในขั้นนี้ เป็นการเสนอผลงานเป็นรายงานเพื่ออธิบายให้ผู้อื่นทราบรายละเอียดทั้งหมดของการทำโครงการ ปัญหาที่ศึกษา วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า ข้อมูลต่าง ๆ ที่รวบรวมได้ ผลของการศึกษา ตลอดจนประโยชน์และข้อเสนอแนะต่าง ๆ จากการทำโครงการ เมื่อถึงคาบเรียน แต่ละกลุ่มจะมีตัวแทนมาปรึกษาเกี่ยวกับการทำรายงาน เช่น ภายในเล่มของรายงานควรมีองค์ประกอบสำคัญอะไรบ้าง แต่ละหัวข้อมีเนื้อหาสำคัญอะไรบ้าง และครูได้ให้นักเรียนปรึกษาหารือระหว่างสมาชิกภายในกลุ่มว่าจะแบ่งกันทำรายงานอย่างไร หัวหน้ากลุ่มได้แบ่งงานให้สมาชิกแต่ละคนทำส่วนต่าง ๆ ของโครงการ เช่น ที่มาและความสำคัญ ตารางบันทึกผลและใส่ผลการทดลองในตาราง สรุปผลการทดลอง เป็นต้น ในการทำรายงานนั้นนักเรียนได้ทำที่บ้านของนักเรียน เพราะนักเรียนต้องใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และมีการปรึกษาหารือระหว่างสมาชิกภายในกลุ่มและครูผ่านเฟสบุ๊ค นักเรียนได้เขียน วิธีการดำเนินการ โดยระบุชัดเจนว่าออกแบบการทดลองอย่างไร โดยเฉพาะผลของการศึกษาค้นคว้า เป็นอย่างไร โดยที่นักเรียนได้เสนอผลการทดลองในรูปแบบต่าง ๆ เช่น รูปภาพ กราฟ ตาราง แล้วปรินท์ออกมาให้ครูดูผลการทดลอง เพื่อปรึกษาและขอคำแนะนำถึงความถูกต้องของการบันทึกผลและการเสนอผลการทดลอง ซึ่งระหว่างที่นักเรียนมาปรึกษานั้น ครูจะมีการซักถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผลการทดลองที่ได้ ซึ่งนักเรียนสามารถอภิปรายระหว่างสมาชิกกลุ่มและครู

เป็นอย่างดี นอกจากนี้ ในระหว่างการทำรายงาน นักเรียนได้ทำการสืบค้นความรู้เพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องโครงการของตนเอง เพื่อนำความรู้นั้นมาอธิบายผลการทดลองของกลุ่มตนเอง ทำให้นักเรียนมีความรู้สึกถึงความจำเป็นที่จะต้องสืบค้นให้ลึกเพียงพอ เพราะไม่เช่นนั้น นักเรียนไม่สามารถอธิบายได้ว่าทำไมผลการทดลองของตนถึงออกมาเป็นเช่นนั้น และเมื่อนักเรียนสามารถหาคำอธิบายนักเรียนจะมีการสนทนาระหว่างเพื่อนและครูถึงผลการทดลองที่เกิดขึ้นเพื่อหาข้อสรุปเพื่อจะนำไปเขียนลงในเล่มโครงการ นักเรียนได้แสดงออกถึงความภูมิใจและรู้สึกได้ว่าตนเองมีบทบาทที่สำคัญที่ทำให้โครงการของตนประสบความสำเร็จ และสามารถหาคำตอบมาอธิบายข้อสงสัยผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผ่านการทำโครงการเชิงทดลอง

ขั้นที่ 5 การเสนอโครงการ

ในขั้นนี้ นักเรียนเตรียมพร้อม นำเสนอความรู้หรือผลงานที่ได้ศึกษาค้นคว้าสำเร็จแล้วเพื่อน ๆ สมาชิกกลุ่มอื่น ๆ ได้รับรู้และเข้าใจถึงโครงการของตนเอง โดยครูกำหนดให้นักเรียนนำเสนอด้วยโปรแกรม Power Point หรือนำเสนอในรูปแบบของแผนโครงการก็ได้ สมาชิกทุกคนภายในกลุ่มมีบทบาทในการนำเสนอในประเด็นที่แตกต่างกัน เช่น บางคนนำเสนอที่มาของปัญหา บางคนได้นำเสนอวิธีการดำเนินงาน บางคนได้นำเสนอสรุปและอภิปรายผล บรรยายภาคภายในห้องเรียน ในระหว่างการนำเสนอเป็นไปด้วยบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ กลุ่มนักเรียนที่นั่งฟังเพื่อนนำเสนอจะตั้งใจอย่างมาก เพื่อทำความเข้าใจถึงรายละเอียดต่าง ๆ ของโครงการเพื่อนต่างกลุ่ม นักเรียนมีคำถามและถามประเด็นต่าง ๆ ที่ตนสนใจหรือสงสัย มีการตั้งข้อสังเกตต่าง ๆ ถึงวิธีการทดลองและผลการทดลองที่ได้ และต้องการให้เพื่อนอธิบายเหตุผลที่ได้ผลการทดลองดังกล่าว สำหรับนักเรียนที่นำเสนอสามารถนำเสนอได้ด้วยความเข้าใจจริง ในส่วนของการนำเสนอวิธีการทดลอง และการดำเนินการทดลองนั้น นักเรียนนำเสนอในลักษณะการเล่าเรื่องราว สามารถบอกขั้นตอนวิธีการดำเนินการได้อย่างคล่องแคล่ว เนื่องจากเป็นการนำเสนอในสิ่งที่นักเรียนได้ปฏิบัติจริงด้วยตนเองทั้งหมด อีกทั้งยังสามารถตอบคำถามต่าง ๆ ที่เพื่อนสงสัยได้อย่างมั่นใจ บางครั้งนักเรียนจะมีการปรึกษาระหว่างสมาชิกก่อนที่จะมีการตอบคำถาม นักเรียนสามารถนำบทเรียนเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงที่เป็นเนื้อหาหลักเชื่อมโยงกับการทำโครงการของตนเองซึ่งแสดงออกถึงความรู้ที่ลึกซึ้งในเรื่องที่กลุ่มตนศึกษา และแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในบทเรียนได้ดี เมื่อนักเรียนทุกกลุ่มได้นำเสนอโครงการเสร็จแล้ว ผู้วิจัยสังเกตว่า นอกจากนักเรียนมีความเข้าใจคำตอบข้อสงสัยที่เป็นหัวข้อโครงการของตนแล้ว นักเรียนได้เรียนรู้รายละเอียดโครงการจากการนำเสนอของเพื่อนต่างกลุ่มด้วย มีการทบทวนและสะท้อนกลับเพราะนักเรียนมีการถามเรื่องที่สงสัย ได้รับข้อเสนอแนะและความคิดเห็น เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทบทวนว่าสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้ตลอดระหว่างการทำโครงการนั้นมีอะไรบ้าง ผ่านการเรียนรู้ อย่างไรก็ตามเหตุการณ์นี้แสดงออกให้เห็นระหว่างที่นักเรียนกำลังนำเสนอโครงการภายในห้องเรียนที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental Designs) เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเดชะปัตตนิยานุกูล

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน
3. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน

สมมติฐานของการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2/2559 โรงเรียนเดชะปัตตนิยานุกูล อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี จำนวน 8 ห้องเรียน ได้แก่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 รวมทั้งสิ้น 262 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 ภาคเรียนที่ 2/2559 โรงเรียนเดชะปัตตนิยานุกูล อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 35 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ใช้วิธีการจับสลากโดยกำหนดให้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

2. ขอบเขตเนื้อหา

เนื้อหาในการทำวิจัย เป็นเนื้อหาในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ จำนวน 18 ชั่วโมง

4. ตัวแปรที่ศึกษาในการวิจัย

- 4.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน
- 4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 4.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา
 - 4.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 4.2.3 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง จำนวน 1 แผน 18 ชั่วโมง มีค่าประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญมีความสอดคล้องเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.18 เมื่อเทียบกับเกณฑ์แล้วอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมมากที่สุด

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

- 2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา รหัสวิชา ว30243 เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ (multiple choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยาก (Difficulty) ระหว่าง 0.30-0.77 และมีค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ระหว่าง 0.26-0.69 และค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.83

- 2.2 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยาก (Difficulty) ระหว่าง 0.37-0.73 และมีค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ระหว่าง 0.25-0.88 และค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.74

- 2.3 แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับของลิเคิร์ท จำนวน 21 ข้อ พิจารณาความมีอำนาจจำแนกของข้อคำถาม โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ คำนวณค่าที (t-test independent) พิจารณาความมีนัยสำคัญของค่าที่ระดับ $\alpha = .05$ ($P < .05$) แสดงว่าข้อคำถามนั้นมีอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงมีค่าเท่ากับ 0.88

- 2.4 แบบบันทึกภาคสนาม

การดำเนินการรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ระยะเวลา 18 ชั่วโมง

1. ทำการวัดก่อนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานกับกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว

2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานกับกลุ่มตัวอย่าง ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง พร้อมทั้งบันทึกการจัดการเรียนรู้ทุกครั้งหลังการจัดกิจกรรมแต่ละขั้นตอน โดยใช้แบบบันทึกภาคสนาม

3. เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบ 18 ชั่วโมงแล้ว ทำการวัดหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานกับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นฉบับเดียวกันกับการทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้

4. นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด และนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ และนำข้อมูลที่บันทึกภาคสนามประมวลในรูปความเรียง

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บจากเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา

1.1 วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา

1.2 วิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติค่าที (t-test dependent) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

2. การวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.1 วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.2 วิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน วิเคราะห์โดยใช้สถิติค่าที (t-test dependent) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

3. การวิเคราะห์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

3.1 วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

3.2 วิเคราะห์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน วิเคราะห์โดยใช้สถิติค่าที (t-test dependent) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ของคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเดชะปัตตนิยานุกูล สรุปผลการวิจัย ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเดชะปัตตนิยานุกูล ผู้วิจัยนำเสนอการอภิปรายผลตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

จากผลการวิจัย พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.31 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.32 หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.07 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.62 และเมื่อทำการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาระหว่างก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการแล้ว พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจาก การจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมั่นในศักยภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน ภายใต้อิทธิพลของการจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยผู้เรียนจะได้รับความรู้ในเนื้อหาวิชาผ่านกระบวนการสืบเสาะ ค้นหาข้อมูลอย่างลึกซึ้งไปในรายละเอียดตามหัวข้อที่นักเรียนสนใจ ผู้เรียนยังได้ลงมือปฏิบัติ ทาวิธีการ

เรียนรู้และเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะให้นักเรียนได้ฝึกคิดและแก้ปัญหาผ่านกระบวนการแก้ปัญหาของผู้เรียนเอง นักเรียนยังมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ได้รับข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็นระหว่างกลุ่ม ทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการทบทวนและสะท้อนกลับ นักเรียนมีการซักถามประเด็นที่สงสัยในขณะที่กำลังทำโครงการหรือการนำเสนอ ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสทบทวนถึงความรู้ที่ได้เรียนรู้ว่ามีอะไรบ้าง และสะท้อนความรู้ออกมาผ่านการตอบคำถาม นอกจากนี้ นักเรียนยังมีการแสดงพฤติกรรมอื่น ๆ ระหว่างการทำโครงการ เช่น แสดงความกระตือรือร้น ความอดทน มีความเอาใจใส่ และขยันหมั่นเพียร เป็นต้น (ลัดดา ภูเกียรติ, 2552: 28; และวัฒนา มัคคสมัน, 2554: 39; ทิศนา แคมมณี, 2556 : 138-139; สุคนธ์ สิ้นพานนท์, 2558: 122-123)

การจัดการเรียนรู้แบบโครงการ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมั่นในศักยภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน ภายใต้หลักการจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยผู้เรียนได้เลือกประเด็นปัญหาที่ต้องการจะศึกษาด้วยตนเอง ศึกษาอย่างลุ่มลึกลงไปรายละเอียดของเรื่องนั้น ด้วยกระบวนการคิดและแก้ปัญหา จนพบคำตอบที่ต้องการ ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงได้ฝึกการใช้ทักษะต่าง ๆ และผู้เรียนยังต้องมีการนำเสนอกระบวนการศึกษาและผลงานต่อคนอื่น ในระหว่างที่ผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอนได้แก่ 1. การกำหนดปัญหาหรือสำรวจความสนใจ นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายถึงภาพรวมของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช และร่วมกันคิดหัวข้อที่จะนำไปทำโครงการ นักเรียนหลายกลุ่มมีความคิดริเริ่มที่จะทำโครงการจากการร่วมกันอภิปรายภาพรวมของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และแสดงความคิดเห็นที่จะศึกษา เลือกเรื่องที่สนใจได้อย่างหลากหลาย เช่น บางกลุ่มจะศึกษาว่า ถ้าพืชไม่ได้รับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ จะมีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงอย่างไร บางกลุ่มเสนอว่า อุณหภูมิจะมีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงหรือไม่ บางกลุ่มเสนอว่า ระหว่างพืชที่ได้รับแสงตลอดเวลา ได้รับแสงบางเวลาและไม่ได้รับแสงเลย พืชเหล่านั้นจะเป็นอย่างไร บางกลุ่มเสนอว่า นอกจากแสงสีขาวแล้ว แสงสีใดที่สามารถทำให้การสังเคราะห์ด้วยแสงเกิดขึ้นได้ดีกว่า เมื่อนักเรียนสามารถเสนอถึงปัญหาหรือคำถามที่จะนำมาเป็นโครงการแล้ว จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนที่มาและความสำคัญของโครงการลงในใบงานที่ครูแจก ซึ่งนักเรียนก็สามารถอธิบายความเป็นมาเกี่ยวกับสภาพปัญหาที่สนใจว่ามีความเป็นมาอย่างไรได้ 2. การวางแผนการทำโครงการ ครูให้นักเรียนวางแผนการทำโครงการผ่านการเขียนเค้าโครงโครงการ นักเรียนได้ร่วมกันระดมความคิดระหว่างสมาชิกภายในกลุ่ม เพื่อทำการวางแผนการดำเนินงานการทำโครงการ โดยเฉพาะการออกแบบการทดลอง นักเรียนสืบค้นว่าจะเริ่มดำเนินการอย่างไร มาปรึกษาความเป็นไปได้ในการทดลองกับครู ซึ่งนักเรียนสามารถสืบค้นและอธิบายวิธีการดำเนินการดำเนินงานของตนได้อย่างเหมาะสม และสามารถมองเห็นถึงความเป็นไปได้ของโครงการ นักเรียนสามารถบอกวิธีการกำหนดตัวแปรต้น และการวัดตัวแปรตาม และวิธีการควบคุมตัวแปรควบคุม เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่นักเรียนสงสัยได้ในที่สุด 3. การดำเนินการทำโครงการ ในขั้นนี้ นักเรียนลงมือทำโครงการตามขั้นตอนที่เขียนไว้ในเค้าโครงโครงการ นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ปรึกษากับสมาชิกภายในกลุ่มเพื่อแบ่งงานและมอบหมายหน้าที่ มีการอภิปรายร่วมกันถึงวิธีการทดลองและเหตุผลในแต่ละขั้นตอนว่าทำไปเพื่ออะไร นักเรียนยังได้มีการวางแผนถึงรูปแบบการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อง่ายต่อการบันทึกข้อมูลผลการทดลอง ในขณะที่นักเรียนทำการทดลอง

นักเรียนสังเกตสิ่งที่กำลังเกิดขึ้น เก็บรวบรวมข้อมูล บันทึกผล ทำการแปลผลการทดลอง พร้อมกับอภิปรายผลและสรุปผลการศึกษาค้นคว้าด้วยความมานะ อดทน นักเรียนบางกลุ่มประสบปัญหา ระหว่างการทดลองที่หลากหลายรูปแบบ ซึ่งครูได้สังเกตว่านักเรียนสามารถใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้องวางแผนแก้ปัญหาได้อย่างราบรื่นด้วยตนเอง ในระหว่างการทำการทดลองนักเรียนจะมีความตื่นตัวอยู่ตลอดเวลา มีการสนทนาระหว่างสมาชิกในกลุ่มว่าผลการทดลองที่ออกมาเป็นผลเนื่องจากอะไร นักเรียนมักจะพยายามเชื่อมโยงความรู้ที่ตนมีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับผลการทดลองที่ออกมาหรือสิ่งที่เกิดขึ้นรอบ ๆ ตัว อธิบายให้เพื่อนและสมาชิกในกลุ่มฟังถึงความเป็นไปได้ของเหตุผลของผลการทดลอง 4. การเขียนรายงาน หัวหน้ากลุ่มได้แบ่งงานให้สมาชิกแต่ละคนทำส่วนต่าง ๆ ของโครงการ เช่น ที่มาและความสำคัญ ตารางบันทึกผลและใส่ผลการทดลองในตาราง สรุปผลการทดลอง เป็นต้น ในการทำรายงานนั้นนักเรียนมีการปรึกษาหารือระหว่างสมาชิกภายในกลุ่มและครู นักเรียนได้เสนอผลการทดลองในรูปแบบต่าง ๆ เช่น รูปภาพ กราฟ ตาราง ซึ่งนักเรียนสามารถอภิปรายระหว่างสมาชิกกลุ่มและครูถึงความหมายของผลการทดลองเป็นอย่างดี นอกจากนี้ ในระหว่างการทำรายงาน นักเรียนได้ทำการสืบค้นความรู้เพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องโครงการของตนเอง เพื่อนำความรู้ที่ได้อธิบายผลการทดลองของกลุ่มตนเอง ทำให้นักเรียนมีความรู้สึกถึงความจำเป็นที่จะต้องสืบค้นให้ลึกเพียงพอ เพราะไม่เช่นนั้น นักเรียนไม่สามารถอธิบายได้ว่าทำไมผลการทดลองของตนถึงออกมาเป็นเช่นนั้น และเมื่อนักเรียนสามารถหาคำอธิบายนักเรียนจะมีการสนทนาระหว่างเพื่อนและครูถึงผลการทดลองที่เกิดขึ้น นักเรียนเกิดความสุขสนุกสนานเมื่อได้อภิปรายร่วมกันถึงผลการทดลองที่ได้จากการทดลองด้วยตนเอง นักเรียนยังแสดงออกถึงความภูมิใจและรู้สึกได้ว่าตนเองมีบทบาทที่สำคัญที่ทำให้โครงการของตนประสบความสำเร็จ และ 5. การเสนอโครงการ บรรยากาศภายในห้องเรียน ในระหว่างการนำเสนอเป็นไปด้วยบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ กลุ่มนักเรียนที่นั่งฟังเพื่อนนำเสนอจะตั้งใจทำความเข้าใจถึงรายละเอียดต่าง ๆ ของโครงการเพื่อนต่างกลุ่ม มีการถามประเด็นต่าง ๆ ที่ตนสนใจหรือสงสัย สำหรับนักเรียนที่นำเสนอ สามารถนำเสนอได้ด้วยความเข้าใจจริงสามารถตอบคำถามต่าง ๆ ที่เพื่อนสงสัยได้อย่างมั่นใจ นักเรียนสามารถนำบทเรียนเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงที่เป็นเนื้อหาหลักเชื่อมโยงกับการทำโครงการของตนเองซึ่งแสดงออกถึงความรู้ที่ลึกซึ้งในเรื่องที่กลุ่มตนศึกษา และแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในบทเรียนได้ดี เมื่อนักเรียนทุกกลุ่มได้นำเสนอโครงการเสร็จแล้ว ผู้วิจัยสังเกตว่า นอกจากนักเรียนมีความเข้าใจคำตอบข้อสงสัยที่เป็นหัวข้อโครงการของตนแล้ว นักเรียนได้เรียนรู้รายละเอียดโครงการจากการนำเสนอของเพื่อนต่างกลุ่มด้วย มีการทบทวนและสะท้อนกลับเพราะนักเรียนมีการถามเรื่องที่สงสัย ได้รับข้อเสนอแนะและความคิดเห็นเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทบทวนว่าสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้ตลอดระหว่างการทำโครงการนั้นมีอะไรบ้าง ผ่านการเรียนรู้อย่างไร พฤติกรรมเหล่านี้แสดงออกให้เห็นระหว่างที่นักเรียนกำลังนำเสนอโครงการภายในห้องเรียนที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ โดยสรุปแล้วผู้วิจัยได้ข้อสังเกตว่าการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ นักเรียนต้องทำการสืบค้นข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการทำโครงการให้สำเร็จลุล่วงได้ดี ตั้งแต่การสืบค้นข้อมูลเพื่อหาสิ่งที่ตนสงสัยและสนใจที่จะนำมาทำโครงการ จนไปถึงการสืบค้นข้อมูลเพื่อหาข้อสรุปและอภิปรายผลโครงการของตน นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้สังเกตถึงการแสดงออกพฤติกรรมต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ เข้าใจในบทเรียน ซึ่งมีผลทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ผู้เรียนจะต้องทำการสืบค้นความรู้จากแหล่งต่าง ๆ อย่างอิสระ เพื่อนำความรู้ที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการทำโครงงาน และดำเนินการให้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดี ถ้านักเรียนไม่มีความรู้ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานของตน โครงงานนั้นอาจไม่ประสบความสำเร็จได้ ดังนั้น นักเรียนจึงต้องมีการสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้อง นำมาใช้ตั้งแต่เริ่มต้นการทำโครงงาน การหาหัวข้อโครงงาน นักเรียนจะต้องมีชุดความรู้หนึ่งที่มากพอให้เกิดข้อสงสัยในเนื้อหา จนข้อสงสัยหรือปัญหาได้ กลายมาเป็นหัวข้อในการทำโครงงาน นักเรียนต้องสืบค้นความรู้เพิ่มเติมแล้วนำมาปรึกษากับครูและ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างสมาชิกภายในกลุ่มเพื่อกำหนดสมมติฐานที่เป็นไปได้ของโครงงาน หรือแม้กระทั่งการสืบค้นความรู้เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบการทดลอง ในระหว่างที่ทำการทดลอง นักเรียนจะพบกับปัญหาที่หลากหลาย นักเรียนสามารถใช้ความรู้ที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายใน ห้องเรียนมาแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม หากทางออกที่ดีที่สุดเมื่อพบปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ เมื่อนักเรียน ได้ผลการทดลองนักเรียนมีการอภิปรายผลการทดลองของตน มีการค้นหาเอกสารและทำความเข้าใจ และหาความสมเหตุสมผลของผลการทดลองก่อนที่จะนำเสนอให้เพื่อนต่างกลุ่มได้รับรู้ถึงผลการ ทดลองของตนเอง ซึ่งกระบวนการดังกล่าว ทำให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เพราะนักเรียน ได้สร้างความเข้าใจในเนื้อหาด้วยตนเอง ได้มีโอกาสศึกษาค้นคว้าและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เมื่อ ประสบปัญหานักเรียนก็จะแก้ปัญหาด้วยตนเอง และได้รับโอกาสให้มีประสบการณ์ตรงใน กระบวนการแสวงหาความรู้ทุกขั้นตอน นักเรียนจึงมีความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ที่แท้จริงและ ทำให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในบทเรียนจึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับ แนวคิดของ ศิริชัย กาญจนวาสี (2543: 63) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเน้นผู้เรียนเป็น สำคัญ นักเรียนมีบทบาทในการสร้างองค์ความรู้ความเข้าใจใหม่ด้วยตนเอง มากกว่าการส่งผ่านหรือ ถ่ายทอดมาจากครู และสอดคล้องกับ วราลี สิริ (2557: 60) ที่ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบ โครงงาน เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์ตรง โดย การศึกษา ค้นคว้า สืบค้นจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ตามระดับความสามารถ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบและ องค์ความรู้ด้วยตัวผู้เรียนเอง และยังสอดคล้องกับแนวคิดของวิภาดา บรรทมพร (2554: 109, 111) กล่าวว่า การที่มีการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญนั้น นักเรียนมีการสืบเสาะหา ความรู้ได้ด้วยตนเอง เป็นการพัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง นักเรียนมีบทบาทเป็นผู้ปฏิบัติ วางแผน และออกแบบวิธีการในการแสวงหาความรู้ เพื่อค้นพบข้อความรู้ต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ด้วย ตนเอง และสอดคล้องกับทิตินา แซมมณี (2556: 138-139) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ผู้เรียนได้เข้าสู่กระบวนการสืบสวน นำมาใช้ในการผลิตงานที่เป็นรูปธรรมออกมา ซึ่งแสดงออกถึง ความรู้ ความคิด และสามารถนำมาอภิปรายแลกเปลี่ยนและวิพากษ์วิจารณ์ได้ ทำให้นักเรียนได้พัฒนา ทักษะกระบวนการสืบสวนและสามารถตั้งคำถามต่าง ๆ ที่มีอยู่ในตัวของผู้เรียนออกมาใช้ประโยชน์ ด้วย

ในระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน นักเรียนได้แสดงพฤติกรรมต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิด การเรียนรู้และเข้าใจบทเรียนทำให้นักเรียนมีผลการเรียนที่สูงขึ้น นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าในสิ่งที่ตน สนใจ ซึ่งมาจากความสงสัยที่อยากจะค้นหาคำตอบผ่านประสบการณ์ตรง ทำให้นักเรียนมีความ กระตือรือร้นและแสดงความอยากรู้คำตอบที่ตนสงสัย นักเรียนสืบค้นความรู้ที่เกี่ยวข้องได้อย่างอิสระ เมื่อสืบค้นแล้วทำให้นักเรียนมีความกล้าที่จะซักถามในเรื่องที่สงสัย แลกเปลี่ยนความเห็น แสดง

ความรู้ความเข้าใจผ่านการอภิปรายร่วมกันกับสมาชิกกลุ่มหรือต่างกลุ่มหรือกับครู เพิ่มความเข้าใจในเรื่องที่ตนสงสัยและอยากรู้คำตอบได้ดี นักเรียนได้เก็บเกี่ยวความรู้ได้ตลอดเวลา และได้ความรู้ความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง ทำให้มีความใจจดใจจ่อกับสิ่งที่กำลังประสบกับตนเองอยู่ตลอดเวลา มีการตื่นรู้อยู่ตลอดเวลา นอกจากนี้ นักเรียนมีการสังเกต มีเหตุมีผล รู้จักพึ่งพาตนเอง อดทน ขยันหมั่นเพียร และมีความรับผิดชอบ ลักษณะนิสัยเหล่านี้ มีความจำเป็นที่ต้องนำมาใช้ในการแสวงหาความรู้ ศึกษาและใช้ความรู้ระหว่างที่ทำโครงการ ซึ่งจะทำให้โครงการของตนบรรลุผลได้ตามวัตถุประสงค์ พฤติกรรมของนักเรียนที่ผู้วิจัยสังเกตนี้เป็นองค์ประกอบสำคัญของกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน ที่จะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของของ สธน เสนาสวัสดิ์ (2549: 74-76) กล่าวว่า การที่นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ร่วมกันและเกิดการเชื่อมโยงความรู้ความคิดตลอดเวลา และเมื่อนักเรียนรู้จักบทบาทของตนเองและรับผิดชอบบทบาทนั้น มีความสนใจ ปรับตัวให้มีความสำคัญ และมีส่วนร่วมในการทำโครงการทำให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้ได้ และด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการนี้ นักเรียนจะมีกระบวนการเรียนรู้ เช่น การแลกเปลี่ยนความเห็น การทำงานร่วมกับผู้อื่น ความสำเร็จ และความกล้าแสดงออก ที่อยู่ในระดับดีมากสอดคล้องกับ ดวงพร อิมแสงจันทร์ (2554: 114-115) ที่ได้กล่าวว่า การที่นักเรียนต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบในการเรียนว่าต้องเรียนรู้สิ่งใดเพื่ออะไร และโดยวิธีการอย่างไร ทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง เกิดการเรียนรู้ สามารถสะท้อนความรู้และทักษะผ่านการปฏิบัติงาน จนเกิดองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง โดยองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นนี้ย่อมมีความคงทนถาวร สามารถจดจำได้นาน ซึ่งการที่นักเรียนได้แสวงหาความรู้อย่างมีระเบียบแบบแผนด้วยตนเองเช่นนี้ จึงเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อนักเรียนอย่างแท้จริง นอกจากนี้ นักเรียนได้รับการฝึกคุณลักษณะที่พึงประสงค์ควบคู่ไปกับการสร้างองค์ความรู้ เช่น การทำงานอย่างเป็นระบบ การมีความรับผิดชอบ ตั้งใจทำงานและความพยายามที่จะเอาชนะอุปสรรค พฤติกรรมโดยรวมเหล่านั้นทำให้ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนสูงขึ้นและยัง สอดคล้องกับแนวคิดของลัดดา ภูเกียรติ (2554: 19-20) นักเรียนเรียนรู้และปฏิบัติด้วยตนเองทำให้เกิดการพัฒนาความคิดอย่างอิสระ ดังนั้นองค์ความรู้ที่ถูกสร้างขึ้นจึงมีความหมายต่อนักเรียน จะอยู่คงทนไม่ลืมนำและเป็นรากฐานให้สามารถสร้างความรู้ใหม่ ๆ ได้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด

จากผลการวิจัยดังกล่าว สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรางค์ ตระกูลราษฎร์ (2547: 80-81) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการสอนแบบโครงการวิทยาศาสตร์กับการสอนแบบปกติ ซึ่งผลการทดลองเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบโครงการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลางและ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบโครงการวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ดวงพร อิมแสงจันทร์ (2554: 114) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลการเรียนรู้เรื่อง หลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงกับการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ และความสามารถในการแก้ปัญหาตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ผลการเรียนรู้เรื่อง หลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงกับการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบโครงการ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ มาริยะห์ มะเซ็ง (2556: 124-126) ได้ศึกษา ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงการที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งผลการศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่า จากการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60 พบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้มากกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกับงานวิจัยของ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริวรรณ หะมิงมะ (2557: 113) ศึกษา ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงการที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในสังคมพหุวัฒนธรรม ซึ่งผลการวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในสังคมพหุวัฒนธรรมหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงการสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ นูริฎา ดอเลาะ (2558: 76) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงการที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งผลการศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชูพูนัน เจาะแต (2559: 115) ได้ทำการศึกษาผลของการเรียนรู้แบบโครงการที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผลการศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

จากผลการทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.17 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.08 หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.34 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.72 และเมื่อทำการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ พบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ นักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติและค้นคว้าหาคำตอบในสิ่งที่นักเรียนตั้งคำถามขึ้นมา

ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย การตั้งปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การอภิปรายและสรุปผล (สธน เสนาสวัสดิ์, 2549: 81-83) กระบวนการดังกล่าว แทรกอยู่ในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1. การกำหนดปัญหาหรือสำรวจความสนใจ 2. การวางแผนการทำโครงงาน 3. การดำเนินการทำโครงงาน 4. การเขียนรายงาน 5. การเสนอโครงงาน นักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติและค้นคว้าหาคำตอบในสิ่งที่นักเรียนตั้งคำถาม ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จนค้นพบคำตอบที่เป็นข้อสรุปด้วยตนเอง ซึ่งในระหว่างที่นักเรียนได้สัมผัสถึงประสบการณ์การเรียนรู้แบบโครงงาน นักเรียนจะต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้เพื่อให้โครงงานของตนประสบความสำเร็จได้ ส่งผลให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของ ภพ เลหาไพบูลย์ (2542: 14) ว่าพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบเรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการทางปัญญาที่ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะเป็นเครื่องมือที่จำเป็นในการแสวงหาความรู้ หากได้รับการฝึกฝนอยู่เสมอก็จะเกิดทักษะที่เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับสุรางค์ ตระกูลราษฎร์ (2547: 80-85) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถฝึกให้เกิดขึ้นได้จากการปฏิบัติกิจกรรม โดยเฉพาะการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ที่ผู้เรียนทำโดยมีความสนใจและต้องการเรียนรู้อยู่แล้ว ย่อมส่งผลให้มีการฝึกและสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นได้ดี และสามารถนำไปใช้ในการแสวงหาความรู้อื่น ๆ ได้ และยังสอดคล้องกับ อรรถัน เจริญพรทิพย์ (2550: 75) ที่ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานนั้นสามารถส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นได้ เนื่องจากการจัดประสบการณ์แบบโครงงานมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้เด็กได้เรียนรู้ในสิ่งที่ตนสนใจ เปิดโอกาสให้เด็กได้ร่วมกันคิดในการกำหนดหัวเรื่องโครงการ และเครือข่ายการเรียนรู้ในโครงการ เด็กได้ทำกิจกรรมร่วมกัน พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และนำเสนอประสบการณ์ เพื่อให้เกิดการพัฒนาด้านกระบวนการคิดด้านสติปัญญา กล่าวสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน แสดงให้เห็นว่านักเรียนแต่ละกลุ่มได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงงานและได้คำตอบที่เป็นข้อสรุป ส่งผลให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ 5 ทักษะ ได้แก่ 1. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 2. ทักษะการตั้งสมมติฐาน 3. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 4. ทักษะการทดลอง 5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป และเมื่อพิจารณาในแต่ละทักษะ พบว่าคะแนนทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการทดลองและทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป มีคะแนนเฉลี่ยหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลับพบว่า ทักษะการตั้งสมมติฐานมีคะแนนเฉลี่ยระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานไม่แตกต่างกัน

- ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน นักเรียนเริ่มต้นด้วยความสงสัย และกำหนดประเด็นปัญหา ซึ่งครูและนักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความหมายของคำว่าตัวแปร และยกตัวอย่างถึงเหตุการณ์หนึ่ง ๆ ว่าจะต้องมีสิ่งหนึ่งเป็นเหตุ และสิ่งหนึ่งเป็นผล และผลที่เกิดอาจมาจากหลายสาเหตุก็เป็นได้ การอภิปรายก็เพื่อให้นักเรียนสามารถบ่งชี้

ว่าในประเด็นปัญหาที่กลุ่มตนเองจะศึกษานั้น มีตัวแปรใดคือตัวแปรต้น ตัวแปรใดคือตัวแปรตาม และตัวแปรใดคือตัวแปรควบคุม ครูให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอประเด็นปัญหาของกลุ่มตนเอง พร้อมทั้งบอกตัวแปรต้น และตัวแปรตาม และให้บอกตัวแปรที่อาจส่งผลการทดลอง ให้กับกลุ่มอื่น ๆ ได้ทราบจากนั้นครูได้มอบหมายให้แต่ละกลุ่มเขียน ที่มาของปัญหา ชื่อเรื่อง พร้อมทั้งระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้อง วัตถุประสงค์และสมมติฐาน ลงในใบงานที่ครูแจกไว้ กิจกรรมดังกล่าว มีส่วนทำให้นักเรียนมีทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรสูงขึ้นได้

- ทักษะการตั้งสมมติฐาน เมื่อนักเรียนได้รับมอบหมายให้ทำใบงาน เพื่อระบุชื่อโครงการ ระบุตัวแปรต่าง ๆ และสมมติฐานการศึกษา โดยครูได้ยกตัวอย่างการตั้งสมมติฐานว่าเป็นการคาดคะเนถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามในโครงการของกลุ่มตนเอง ครูสอบถามแต่ละกลุ่มให้แน่ใจว่าทราบตัวแปรต้นและตัวแปรตามของตนเองแล้ว จากนั้นครูให้นักเรียนลองคาดคะเนคำตอบว่า ถ้านักเรียนกำหนดตัวแปรต้นเป็นค่าต่าง ๆ จะส่งผลให้ตัวแปรตามที่นักเรียนศึกษาเปลี่ยนไปตามตัวแปรต้นอย่างไร เช่น บางกลุ่มศึกษาผลของอุณหภูมิต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง ครูจึงยกตัวอย่างการคาดคะเนความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ (ตัวแปรต้น) และอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง (ตัวแปรตาม) โดยตั้งสมมติฐานไว้ว่า ถ้าอุณหภูมิมีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง ดังนั้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะส่งผลให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงขึ้นตาม จากนั้นครูได้มอบหมายให้ นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งสมมติฐานลงในใบงานด้วย ครูได้ทำการตรวจสอบการตั้งสมมติฐาน บางกลุ่มไม่ได้เขียนไว้ ครูจึงเรียกตัวแทนกลุ่ม และอธิบายวิธีการตั้งสมมติฐาน นักเรียนบางคนไม่แน่ใจถึงคำตอบที่จะเกิดขึ้น จึงไม่สามารถตั้งสมมติฐานได้ ครูจึงยกตัวอย่างสมมติฐานให้นักเรียนและให้ไปสืบค้นถึงคำตอบที่น่าจะเกิดขึ้นเมื่อกำหนดตัวแปรต้นเป็นค่าต่าง ๆ จนในที่สุดนักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานของกลุ่มตนเองได้ นักเรียนหลายคนไม่ได้ตั้งสมมติฐานตามหลักการตั้งสมมติฐานที่ถูกต้อง เพราะนักเรียนไม่ได้คาดคะเนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม แต่นักเรียนนำตัวแปรควบคุมอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากตัวแปรต้นและตัวแปรตามของตนเองมาบอกความสัมพันธ์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนไม่สามารถค้นพบคำตอบที่นักเรียนสงสัยได้ เพราะสมมติฐานที่ดีจะนำมาซึ่งแนวทางการออกแบบการทดลองได้ และเนื่องจากการตั้งสมมติฐานต้องอาศัย การสังเกตความรู้และประสบการณ์เป็นฐาน นำมาอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ และต้องฝึกให้นักเรียนได้ลองอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ให้มากขึ้นและครูไม่ได้ส่งเสริมลงไปในการเรียนอย่างเข้มข้นจึงทำให้ทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนไม่สูงขึ้นเท่าที่ควร

- ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ในขั้นตอนการวางแผนการทดลอง นักเรียนจะต้องทำเค้าโครงโครงการ เพื่อออกแบบการทดลอง จะมีครูคอยกระตุ้นและสอบถามเกี่ยวกับการหาวิธีการทดลองและเลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสมที่สามารถทำได้ สมาชิกกลุ่มและต่างกลุ่มมีการสนทนาและอภิปรายร่วมกัน ถึงวิธีการทดลอง ว่าควรทำอย่างไร เนื่องด้วยเหตุผลได้ถึงทำเช่นนั้น โดยเฉพาะการออกแบบชุดการทดลองเพื่อให้เป็นไปตามตัวแปรต้นที่แต่ละกลุ่มกำหนดไว้ และการวัดตัวแปรตามว่าจะวัดหรือลงมือปฏิบัติอย่างไร เช่น นักเรียนกลุ่มหนึ่ง ศึกษาผลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีต่อการสร้างแป้งในใบ นักเรียนจึงใส่สาร NaHCO_3 ในชุดการทดลองที่ 1 เพื่อให้มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพียงพอ และ ใส่สาร KOH ในชุดการทดลองที่ 2 เพื่อกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และการวัดแป้งในใบโดยทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีน แล้วสังเกตการเปลี่ยนสี เป็นต้น การที่ครูกระตุ้นให้นักเรียน

ได้ร่วมพูดคุย อภิปราย ถึงวิธีการทดลองและให้นักเรียนได้อธิบายความหมายของสิ่งที่ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การทดลอง ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และทำให้นักษะดังกล่าวมีคะแนนสูงขึ้น

- ทักษะการทดลอง ในการทำโครงการนั้น เมื่อนักเรียนระบุปัญหา ตั้งสมมติฐานแล้ว นักเรียนจะต้องออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน หรือค้นหาคำตอบของปัญหา โดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ ที่เหมาะสม นำมาออกแบบชุดการทดลองที่สามารถกำหนดตัวแปรต้น ให้เป็นไปตามนิยามเชิงปฏิบัติการได้ และหาวิธีควบคุมตัวแปรควบคุม และวิธีวัดตัวแปรตามของการทดลอง บางครั้ง วัสดุอุปกรณ์ไม่มีหรือมีไม่ครบ นักเรียนจะต้องหาอุปกรณ์อื่น ๆ ที่สามารถทดแทน และไม่ส่งผลกระทบต่อ การทดลองของนักเรียน อีกทั้ง เมื่อนักเรียนได้ออกแบบการทดลองอย่างเหมาะสม และเริ่มลงมือดำเนินการทดลองแล้ว นักเรียนได้ทบทวนและอภิปรายถึงขั้นตอนวิธีการแต่ละขั้นตอน บางครั้ง นักเรียนตั้งคำถามระหว่างสมาชิกกลุ่ม เช่น ขั้นตอนแต่ละขั้นตอนสำคัญอย่างไร ซึ่งคำตอบก็เป็นไปในทางที่จะกำหนดและควบคุมตัวแปร แสดงถึงความเข้าใจถึงการออกแบบการทดลองของตนเองได้ ทั้งนี้ระหว่างที่มีการทดลองนักเรียนยังต้องสังเกต วัดค่าการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ บันทึกข้อมูลได้อย่างเหมาะสม กระบวนการดังกล่าว นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติเองทุกขั้นตอน ครูมีหน้าที่แค่เพียงแนะนำ ให้ความช่วยเหลือ อำนวยความสะดวกในด้านเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ และร่วมกันสนทนาและอภิปรายกับนักเรียนเป็นระยะ ๆ ทำให้นักษะการทดลองของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้น

- ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ในระหว่างการทำโครงการ นักเรียนมีโอกาสได้จัดกระทำข้อมูลที่ได้จากผลการทดลองให้อยู่ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงโดยใช้ภาพ ตัวเลข ค่าเฉลี่ย ตาราง กราฟ ลงในรายงาน และยังได้ฝึกให้มีการตีความจากข้อมูล โดยที่สมาชิกในกลุ่มแต่ละกลุ่ม มีการปรึกษาแลกเปลี่ยนความเห็นระหว่างกัน เพื่ออธิบายความหมายของข้อมูลให้แก่ครูและสมาชิกกลุ่มอื่น ๆ เข้าใจอย่างถูกต้อง ทั้งขณะที่ตนกำลังทำการทดลองอยู่ ทำรายงาน หรือขั้นตอนการนำเสนอ การที่นักเรียนแต่ละกลุ่มมีข้อมูลจากผลการทดลองที่แตกต่างกัน นำมาซึ่งการตีความหมายข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อสรุปถึงผลการทดลองของตน และแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างการนำเสนอ แล้วฝึกการตีความหรือบรรยายความหมายของข้อมูลเช่นนี้ ทำให้นักเรียนมีทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปสูงขึ้น

ผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในครั้ง นี้ สอดคล้องกับการวิจัยของ สุรางค์ ตระกูลราษฎร์ (2547: 81-82) ศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการสอนแบบโครงการ วิทยาศาสตร์กับการสอนแบบปกติ ซึ่งผลการทดลองเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบโครงการวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับปานกลาง และ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบโครงการวิทยาศาสตร์สูงกว่าการสอนแบบปกติทั้ง 5 ทักษะ คือ ทักษะการจัดกระทำและการสื่อความหมายจากข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรและทักษะการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ อรรถันต์ เจริญพรทิพย์ (2550: 74) ศึกษาผลของประสบการณ์แบบโครงการที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของเด็กปฐมวัย ผลการวิจัยพบว่า ทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์แบบโครงการหลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์แบบโครงการหลังเรียนสูงกว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับ มาริยะห์ มะเซ็ง (2556: 128) ได้ศึกษา ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งผลการศึกษาเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ ศิริวรรณ หะมิงมะ (2557: 113) ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงการที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในสังคมพหุวัฒนธรรม ซึ่งผลการวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในสังคมพหุวัฒนธรรมหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงการสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับนุริฎา ดอเลาะ (2558: 81) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงการที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งผลการศึกษาเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับการวิจัยของ รุ่งนภา เหมแดง (2558: 67-69) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน เรื่อง สารชีวโมเลกุล ผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และสอดคล้องกับ ชูพวัน เจาะเต (2559: 119-121) ศึกษาผลของการเรียนรู้แบบโครงการที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผลการศึกษาเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

3. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

จากผลการทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.65 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.36 หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.82 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.39 และเมื่อทำการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการแล้ว พบว่า คะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจาก การจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นการเรียนที่นักเรียนได้ศึกษาในสิ่งที่ตนสนใจ นักเรียนถามคำถาม ตั้งประเด็นปัญหา และลงมือค้นคว้าเพื่อตอบคำถามที่สงสัยด้วยตนเอง และลงข้อสรุป นักเรียนไม่ได้เรียนด้วยรูปแบบการสอนเดิมที่เน้นท่องจำ ไม่ได้ลงมือปฏิบัติ นักเรียนจึงรู้สึกเบื่อหน่าย ไม่พอใจ และไม่ชอบวิทยาศาสตร์ จึงมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ทางลบ และด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยลักษณะที่ต้องใช้การสืบเสาะหาความรู้เช่นโครงการนี้ นักเรียนจะต้องประสบกับการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองมากขึ้น มีอิสระในการเรียนรู้มากขึ้น สามารถแสดงความรู้ความสามารถของตนเองอย่างเต็มความสามารถ แสดงความสนใจ อยากรู้ความจริงวิทยาศาสตร์ อยากรู้อยากค้นหาคำตอบแบบไม่มีที่สิ้นสุด ซึ่งการที่นักเรียนได้ทำงานที่ตนเองสนใจ มีอิสระในการทำงานได้เคลื่อนไหวร่างกาย อยากรเรียน มีความสุข สนุกสนาน ในการเรียนและสืบค้นความรู้โดยวิธีการที่หลากหลาย ทั้งในห้องเรียน นอกห้องเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความชอบและสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีผลต่อการพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ สุรางค์ ตระกูลราษฎร์ (2547: 83) ที่ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงการ นักเรียนเลือกปฏิบัติเรื่องที่ตนสนใจ มีการวางแผนการปฏิบัติงานด้วยตนเอง ศึกษาค้นคว้าตามศักยภาพที่มีอยู่ และได้แสดงความรู้ความสามารถของตนเองอย่างเต็มความสามารถ และยังพบว่านักเรียนได้แสดงออกถึงพฤติกรรมต่าง ๆ เช่น ความชอบ ความสนใจ ความประทับใจ อยากรู้อยากศึกษา เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ การสอนแบบโครงการวิทยาศาสตร์จึงมีผลต่อการพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เช่นเดียวกับ มาริยะห์ มะเซ็ง (2556: 130) ที่ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยที่นักเรียนได้ทำโครงการผ่านประสบการณ์ทดลองด้วยตัวนักเรียนเอง โดยผู้เรียนได้เลือกศึกษาในสิ่งที่ตนสนใจ และเป็นเรื่องใกล้ตัวผู้เรียน ที่พบเจอในชีวิตประจำวัน ผู้เรียนได้ค้นพบปัญหา ร่วมกันวางแผนเพื่อหาวิธีการหาคำตอบ ผู้เรียนรู้จักใช้วิธีการสืบค้นหาคำตอบโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ทักษะขั้นพื้นฐานจนถึงทักษะขั้นสูง และยังทำให้นักเรียนมีพฤติกรรมที่พึงประสงค์หลายประการ เช่น การให้ความร่วมมือ มีความกล้าแสดงความคิดเห็น ยอมรับความเห็นของผู้อื่น ได้แลกเปลี่ยนความรู้ มีความกระตือรือร้นในการเรียน และมีความสุขสนุกสนานในการเรียน พฤติกรรมเหล่านี้ ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไปในทางที่ดีขึ้น และกุลธิดา สายพรหม (2556: 23) ได้กล่าวอีกว่า การสร้างบรรยากาศหรือสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการพัฒนาสู่การวิเคราะห์ปัญหาด้วยเหตุผลตามหลักวิทยาศาสตร์ เป็นตัวแปรที่สำคัญมากตัวหนึ่ง ที่ทำให้บุคคลจะมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ได้ นอกจากนี้ นัยนา ฉางวางปราง (2545: 111) ยังได้กล่าวว่า โครงการวิทยาศาสตร์ช่วยพัฒนาเจตคติที่

ดีต่อวิทยาศาสตร์และความสนใจในวิทยาศาสตร์ นั่นคือนักเรียนจะเกิดความรักและเข้าใจ วิทยาศาสตร์ รักการค้นคว้า ใฝ่หาความรู้อยู่เสมอ

เมื่อพิจารณาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละคุณลักษณะของเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์ พบว่าคุณลักษณะเหล่านี้ ได้แก่ ด้านความพอใจในประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ (คุณลักษณะข้อที่ 1) และด้านความตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (คุณลักษณะข้อที่ 5) มี คะแนนเฉลี่ยหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สำหรับด้านความศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทาง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (คุณลักษณะข้อที่ 2) และเลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและ ปฏิบัติ (คุณลักษณะข้อที่ 7) มีคะแนนเฉลี่ยหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสูงกว่าก่อนได้รับ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจาก ในระหว่างการจัดการ เรียนรู้แบบโครงงาน นักเรียนได้ประสบกับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ทำให้มีโอกาสใช้กระบวนการ แก้ปัญหา ได้สัมผัสกับประสบการณ์ที่แปลกใหม่และเร้าใจ ไม่ทำให้นักเรียนรู้สึกถึงความน่าเบื่อ นักเรียนมีความอยากรู้ อยากเห็น มีความกระตือรือร้นอยู่ตลอดเวลา ทำให้นักเรียนพอใจใน ประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน แตกต่างจาก รูปแบบการเรียนแบบทั่วไปที่เน้นบรรยาย นักเรียนตั้งใจเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น นักเรียนมี คุณลักษณะเจตคติด้านการเลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติที่ดีขึ้น เนื่องจาก นักเรียนต้องลงมือทำโครงการ ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จนได้มาซึ่งองค์ความรู้ที่สามารถ ตอบคำถามที่นักเรียนสงสัยได้ ทำให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และมีประโยชน์ต่อตัวเองถ้าเลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติในโอกาสต่อไป อีกทั้งด้วย ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการลงมือทำโครงการ ไม่ว่าจะเป็ความรู้ที่ไ้ระหว่างทลอง และสิ่งทีค้นพบ หลังจากการทลอง ทำให้นักเรียนรู้สึกศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มากขึ้นเช่นกัน การเปลี่ยนแปลงเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้นของนักเรียนตามคุณลักษณะต่าง ๆ ข้างต้นนั้น สอดคล้องกับแนวความคิดเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงเจตคติของ อัญชลี นพภาภาคย์ (2543: 22) ที่ได้กล่าวว่า การจัดสถานการณ์ใหม่ สร้างแรงจูงใจ หรือโดยการพยายามให้ข้อเท็จจริงใน เรื่องเหล่านี้ใหม่ ด้วยเหตุผล การกระทำ หรือการจัดสภาพแวดล้อมทางสังคม และจัดให้มีการร่วม สัมพันธ์กับบุคคลที่มีเจตคติที่พึงปรารถนา อาจจะช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเจตคติของคนได้ และ สอดคล้องกับแนวคิดของลัวนสายยศ และอังคณา สายยศ (2541: 12) ที่ได้กล่าวว่า ความรู้สึกที่ขึ้น ขอบเมื่อเกิดขึ้นกับสิ่งใดแล้ว กระแสการรับรู้ของจิตจะเริ่มจากการสัมผัส ถ้าเกิดความรู้สึกที่ดีขึ้นก็จะ แสดงการตอบสนอง นั่นคือ เกิดความสนใจ แล้วถ้าเห็นว่าสิ่งนั้นมีคุณค่า มีความสำคัญ ก็นำมายึดติด ในที่สุดก็จะแสดงออกเป็นลักษณะนิสัยประจำตัวของแต่ละบุคคล

ในขณะที่คุณลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ด้านอื่น ๆ ได้แก่ 1. เห็นคุณค่าและ ประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (คุณลักษณะข้อที่ 3) 2. ตระหนักในคุณค่าและโทษของการ ใช้เทคโนโลยี (คุณลักษณะข้อที่ 4) 3. เรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนาน (คุณลักษณะข้อที่ 6) 4. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม (คุณลักษณะข้อที่ 8)

5. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใคร่ครวญไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย (คุณลักษณะข้อที่ 9) เมื่อทำการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน จากแนวความคิดการพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของ Klausmeir (อ้างใน รอฮานิง เจ๊ะดอเลาะ, 2555: 67-68) ได้กล่าวว่า ในการสอนแต่ละครั้ง ครูควรมุ่งเน้นการพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ให้แก่ นักเรียนที่ละลักษณะ และกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้เกิดความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์และเกิดความรู้ที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่น ๆ รอบตัวที่นักเรียนกำลังประสบปัญหาอยู่ ความรู้ด้านความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์เหล่านี้อาจจะได้จากโทรทัศน์ วิทยุ หนังสือพิมพ์ ตลอดจนสื่อต่าง ๆ เนื่องด้วย ผู้วิจัยยังขาดการจัดสถานการณ์ และสิ่งแวดล้อม เพื่ออำนวยความสะดวกให้นักเรียนได้พัฒนาเจตคติตามแนวทางการพัฒนาดังกล่าว หรืออาจมีการส่งเสริมที่ไม่เพียงพอ ทำให้มีคุณลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ 5 ด้าน ภายหลังจากการจัดการเรียนรู้แบบโครงการไม่สูงขึ้นเท่าที่ควร

ผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการที่มีต่อเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในครั้งนี้ สอดคล้องกับการวิจัยของ ศรีนิวล นาคแท้ (2544: 91) ได้ศึกษาผลของวิธีการสอนแบบโครงการ วิทยาศาสตร์ต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผลการทดลองที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ พบว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังวิธีการสอนแบบโครงการวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนวิธีการสอนแบบโครงการ วิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับ นัยนา ฉางวางปราง (2545: 105) ทำการศึกษา ผลของกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผลวิจัยเกี่ยวกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์พบว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในโรงเรียนขนาดเล็ก ขนาดกลาง ขนาดใหญ่และโดยรวมทุกขนาดโรงเรียน หลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงการ วิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และสอดคล้องกับ งานวิจัยของ สุรางค์ ตระกูลราษฎร์ (2547: 81,82) ศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการสอนแบบโครงการวิทยาศาสตร์กับการ สอนแบบปกติ ซึ่งผลการทดลองเกี่ยวกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ โครงการวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดี และ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมที่แสดงออก ความชอบ ความสนใจ ความประทับใจ อยากรู้ อยากศึกษา เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการ สอนแบบโครงการวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าการสอนแบบปกติ อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ ผลการทดลองยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ มาริยะห์ มะเซ็ง (2556: 123) ได้ศึกษา ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงการที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่ง ผลการศึกษาเกี่ยวกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการมี เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิทยาศาสตร์ การเห็นความสำคัญของ วิทยาศาสตร์ ความสนใจในวิทยาศาสตร์ การนิยมชมชอบต่อวิทยาศาสตร์ และการแสดงออกหรือมี ส่วนร่วมในกิจกรรมวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับสูง

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 จากผลการทดลองพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ดังนั้น ควรส่งเสริม และสนับสนุนครูผู้สอนหรือผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน เพื่อพัฒนาพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้งพุทธิพิสัย ทักษะพิสัยและจิตพิสัยของผู้เรียนในด้านดังกล่าว

1.2 ครูผู้สอนควรวางแผนก่อนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานให้รอบคอบ ก่อนที่จะดำเนินการตามแผน เพื่อให้การดำเนินกิจกรรมเป็นไปอย่างราบรื่น เมื่อมีปัญหาในระหว่างดำเนินการ ผู้สอนสามารถแก้ปัญหาที่เหมาะสมและรวดเร็ว

1.3 ระยะเวลาของการดำเนินกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน จะต้องยืดหยุ่น นักเรียนอาจต้องทำโครงงานในช่วงเวลาอื่น ๆ ที่ไม่ใช่คาบเรียนปกติ และโครงงานบางเรื่องอาจต้องใช้ระยะเวลาในการเก็บและรวบรวมข้อมูล

1.4 ในการจัดการเรียนรู้แต่ละครั้ง ครูควรมุ่งเน้นการพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ให้แก่แก่นักเรียนไปที่ละคุณลักษณะให้ครบถ้วน ตามความเหมาะสมของเนื้อหา บทเรียน และสภาพแวดล้อม เพื่อให้มีการพัฒนาเจตคติครบทุกคุณลักษณะ

1.5 ครูควรออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนฝึกและสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการให้ครบ ทั้ง 5 ทักษะ

2. ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยในครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ที่สามารถให้นักเรียนทำโครงงานประเภทสำรวจ ประเภททดลอง ประเภทการประดิษฐ์ เพื่อให้ผลงานที่ได้มีความหลากหลายทั้งเชิงความคิดและชิ้นงาน

2.2 การสร้างเครื่องมือเพื่อวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ อาจวัดในรูปแบบที่หลากหลาย เช่น แบบทดสอบ แบบบันทึกการสังเกต หรือการสัมภาษณ์

2.3 ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ที่มีต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านทักษะพิสัย ด้านอื่น ๆ เช่น ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและและทักษะคิดแก้ปัญหาและพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านจิตพิสัย ด้านอื่น ๆ เช่น เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หรือ จิตวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2544). *การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ศาสนา.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *แนวทางการวัดและประเมินผลในชั้นเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: ศุภสภาลาดพร้าว.
- _____. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ศุภสภาลาดพร้าว.
- กุลธิดา สายพรหม. (2556). การสื่อสารวิทยาศาสตร์กับการมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารการศึกษาไทย*, 10(97), 22-26.
- ชนาธิป พรกุล. (2543). *รูปแบบการจัดการเรียนรู้การสอนที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชวลิต ชุกก่าแพง. (2551). *การประเมินการเรียนรู้*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เตือนตุลา.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). *นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น.
- ชูฟูวัน เจะแต. (2559). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์).
- ณพัทธ์ บัวอุน. (2559). *สภาพการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต หมวดวิชาศึกษาทั่วไป. วิทยาลัยการศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 11(2), 97-109.
- ดวงพร อิมแสงจันทร์. (2554). *การพัฒนาผลการเรียนรู้ เรื่อง หลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงกับการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศและความสามารถในการแก้ปัญหาตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร).
- ทิพย์วรรณ สดุดม. (2550). *โครงงานวิทยาศาสตร์เกิดจากใคร. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 36(151), 39.
- ทิตนา แคมมณี. (2556). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. พิมพ์ครั้งที่ 17. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- เทพกัญญา พรหมชาติแก้ว. (2557). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน. *สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 42(188), 14-17.
- ธีระชัย ปุณณโชติ. (2544). *โครงงานวิทยาศาสตร์: การวิจัยเบื้องต้น การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธีและเทคนิคการสอน*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นพคุณ แดงบุญ. (2552). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และเจตคติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ).
- นันทวัน นันทวนิช. (2557). การประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015. *สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 42(186), 40-41.
- นัยนา ฉางวางปราง. (2545). *ผลของกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์).
- นุริฎา ดอเลาะ. (2558). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์).
- บุษยาม ศรีสะอาด. (2553). *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บัญญัติ ชำนาญกิจ. (2542). *กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์*. นครสวรรค์: สถาบันราชภัฏนครสวรรค์.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2558). *การเรียนรู้อัตนศาสตร์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: แอคทีฟพริ้นท์.
- ปราณี กองจินดา. (2549). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทักษะการคิดเลขในใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบชิปปาโดยใช้แบบฝึกหัดที่เน้นทักษะการคิดเลขในใจกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้คู่มือครู*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา).
- ผดุงยศ ดวงมาลา. (2530). *การสอนวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา*. ปัตตานี: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2529). *การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- พิมพันธ์ เดชะคุปต์, พเยาว์ ยินดีสุข และราชน มีศรี. (2553). *การสอนคิดด้วยโครงงาน: การเรียนการสอนแบบบูรณาการ*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2558). *การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิทักษ์ เชียงนอก. (2540). *องค์ประกอบเกี่ยวข้องกับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดนครราชสีมา*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่).
- พันธ์ ทองชุมนุม. (2547). *การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ภพ เลหาไพบุลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- มารีเยห์ มะเซ็ง. (2558). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์).
- ยฤษฎ์ เลิศอนันตกร. (2554). *ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของนักศึกษา คณะเศรษฐศาสตร์ (ภาคพิเศษ) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*. (รายงานวิจัยคณะเศรษฐศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่).
- รอฮานิง เจ๊ะดอเลาะ. (2555). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในสังคมพหุวัฒนธรรม*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์).
- รุสราญ อะหลี. (2553). *ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการคิดขั้นสูงในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดสงขลา*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์).
- รุ่งนภา เหมแดง. (2558). *ความก้าวหน้าทางการเรียนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่องสารชีวโมเลกุล*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี).
- โรชวรรณ เชพโซเลาม. (2551). *ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การเรียนรู้แบบร่วมมือและเจตคติของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์).

- ลัดดา ภูเกียรติ. (2544). *โครงการเพื่อการเรียนรู้: หลักการและแนวทางการจัดกิจกรรม*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2552). *การสอนแบบโครงการและการสอนแบบใช้วิจัยเป็นฐาน: งานที่ครูประมธทำได้*. กรุงเทพฯ: สาสะแอนด์ซันพริ้นติ้ง.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2541). *เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความถนัดทางการเรียน*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วรภรณ์ ตระกูลสฤณี. (2551). *แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ*. กรุงเทพฯ: เอ็มไอทีพริ้นติ้ง.
- วราลี สิริปิยธรรม. (2557). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดแก้ปัญหาของผู้เรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงการ*. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง).
- วัฒนา มัคคสมัน. (2554). *การสอนแบบโครงการ*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรีสฤษดิ์วงศ์.
- วิภาดา บรรทมพร. (2554). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงการที่มีต่อการพัฒนาผู้เรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1*. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น).
- วิเชียร เกตุสิงห์. (2538). *การวิจัยปฏิบัติการ*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- วิโรจน์ ลี้วงศ์สถาพร. (2557). *การเรียนรู้ผ่านโครงการ*. *วารสารวิชาการ*, 17(1), 44-54.
- ศรีนวล นาคแท้. (2544). *ได้ศึกษาผลของวิธีการสอนแบบโครงการวิทยาศาสตร์ต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. (วิทยานิพนธ์ ปริญญา มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์).
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม*. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- ศิริวรรณ หะมิงมะ. (2557). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงการที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนจัดการ เรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในสังคมพหุวัฒนธรรม*. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์).

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2559). *สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้าน
พื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2558*. สืบค้นเมื่อ 18 ตุลาคม 2559,
สืบค้นจาก <http://www.onetresult.niets.or.th>.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*.
กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

_____. (2555). *ครูวิทยาศาสตร์ มีอาชีพ: แนวทางสู่การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ:
อินเตอร์เอดดูเคชันซัพพลายส์.

_____. (2556). *คู่มือการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6*. สืบค้นเมื่อ 30
ตุลาคม 2559, สืบค้นจาก <http://www.ipst.ac.th/files/curriculum2556>.

_____. (2557). *ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ นักเรียนรู้อะไรและทำอะไรได้บ้าง*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. (2559). *แผนพัฒนาการศึกษาของสำนักงานปลัดกระทรวง
ศึกษาธิการ ฉบับ 12 (พ.ศ. 2560-2564)*. สืบค้นเมื่อ 30 ตุลาคม 2559, สืบค้นจาก
<http://www.moe.go.th/moe/th/news>.

สธน เสนาสวัสดิ์. (2549). *การศึกษาการทำโครงงานวิทยาศาสตร์เรื่องสิ่งแวดล้อมตามแนวคอน
สตรัคชันนิซึม*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์).

สุพรรณิ ชาญประเสริฐ. (2557). Active learning การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. *สถาบันการ
สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 42(188), 3.

สุพรรณิ พรพุทธิชัย. (2551). *อิทธิพลของการสอนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคซิมเพล็กซ์
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทาง
วิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ ของผู้เรียนระดับประถมศึกษา*. (วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).

สุคนธ์ สินธพานนท์. (2558). *การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่เพื่อพัฒนาทักษะของผู้เรียนในศตวรรษ
ที่ 21*. กรุงเทพฯ: 9119 เทคโนโลยี.

สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์. (2532). *การวิจัยทางสังคมศาสตร์*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สุนีย์ คล้ายนิล. (2555). *การศึกษาวิทยาศาสตร์ไทย: การพัฒนาและภาวะถดถอย*. สมุทรปราการ:
แอดวานซ์พรินติ้งเซอร์วิส.

- สุรางค์ ตระกูลราษฎร์. (2547). การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนแบบปกติ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม).
- สุรางค์ ไคว้ตระกูล. (2541). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรรรัตน์ เจริญพรทิพย์. (2550). ผลของประสบการณ์แบบโครงงานที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของเด็กปฐมวัย. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์).
- อภิสิทธิ์ ธงไชย. (2554). โครงงานเทคโนโลยีคืออะไร. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 39(172), 18-23.
- อัจฉรา เปรมปริดา. (2558). ผลของการใช้เกมและการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5Es) ประกอบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสังคมพหุวัฒนธรรมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติด้านพหุวัฒนธรรม เรื่องระบบร่างกายมนุษย์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์).
- อัญชลี นพภาคย์. (2543). การพัฒนาแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์).
- อัมพา รักบิดา. (2549). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์).
- Anwer, M., Iqbal, H. M. (2012). Students' Attitude towards Science: A Case of Pakistan. *Pakistan Journal of Social and Clinical Psychology*, 10(1), 3-9.
- Chun, M. H., Gwo, J. H. and Iwen, H. (2012). A Project-based Digital Storytelling Approach for Improving Students' Learning Motivation, Problem-Solving Competence and Learning Achievement. *Educational Technology and Society*, 15(4), 368-379.
- Fulya, Z., Yusuf, Z. and Fatih, S. (2013). Examining secondary school students' scientific process skill in term of some variables. *Social and Behavioral Sciences*, 106(1), 1181-1189.
- Fernando, M., Luis, C. H. and Santiago, D. P. (2011). Project-Based learning and Rubrics in the Teaching of Power Supplies and Photovoltaic Electricity. *IEE Transactions on Education*, 54(1), 87-96.

- Han, S., Capraro, R. and Capraro, M. M. (2012). How Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Project-Based Learning (PBL) Affects High, Middle, and Low Achievers Differently: The Impact of Student Factors on Achievement. *Science and Mathematics Education*, 13(2), 1080-1113.
- Ibrahim, B., Yunus, K. and Yusuf, A. (2015). The Effects of Project Based Learning on Undergraduate Students' Achievement and Self Efficacy Beliefs Towards Science Teaching. *Mathematics, Science and Technology Education*, 11(3), 469-477.
- Jolanta, L. and Asta, R. (2015). Project-Based Learning at University: Teaching Experiences of Lecturers. *Social and Behavioral Science*, 197(1), 788–792.
- Jonathan, O. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implicant. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079.
- Karaçalli, S. and Korur, F. (2014). The Effects of Project-Based Learning on Students' Academic Achievement, Attitude, and Retention of Knowledge: The Subject of “Electricity in Our Lives”. *School Science and Mathematics*, 114(5), 224-235.
- Kristin, C., Gayle, B. and Meredith, P. R. (2012). Preparing Biology Teachers to Teach Evolution in a Project-Based Approach. *Science educator*, 21(21), 18-30.
- Ling, C. C. and Greg, C. L. (2010). A Team-Teaching Model for Practicing Project-Based Learning in High School: Collaboration Between Computer and Subject Teachers. *Computers and Education*, 55(1), 961–969.
- Meredith, P. R., Dionne, C. (2011). First Year Implementation of a Project-Based Learning Approach: The Need for Addressing Teachers' Orientations in The Era of Reform. *Science and Mathematics Education*, 9(1), 893-917.
- Michael, M. G. and Robert, B. M. (2005). Project-Based Learning in a Middle School: Tracing Abilities through the Artifacts of Learning. *Technology in Education*, 35(1), 65-98.
- Kruea-In, N. and Thongperm, O. (2014). Teaching of Science Process Skills in Thai Context: Status, Supports and Obstacles. *Social and Behavioral Science*, 141(1), 1324-1329
- Sinan, O. (2012). Student' Science Process Skills within a Cognitive Domain Framework. *Journal of Mathematics, Science&Technology Education*, 8(4), 283-292.

- Tatiana, V., Tatiana, K. and Irina, K. (2015). Learning to Live in a Global World: Project-Based Learning in Multicultural Student Groups as a Pedagogy of Tolerance Strategy. *Social and Behavioral Sciences*, 191(1), 1489–1495.
- Wurdinger, S. and Qureshi, M. (2014). Enhancing College Students' Life Skills through Project Based Learning. *Innovation High Education*, 40(1), 279–286.
- Yilmaz, C. and Nihal, T. (2013). An Investigation of the Effect of Project-Based Learning Approach on Children's Achievement and Attitude in Science. *Science and Technology*, 3(2), 9-17

Prince of Songkla University
Pattani Campus

Prince of Songkla University
Pattani Campus
ภาคผนวก

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ภาคผนวก ง คุณภาพของเครื่องมือการวิจัย

Prince of Songkla University
Pattani Campus

ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง

- | | |
|------------------------------|---|
| 1. ดร.ณัฐณี โมพันธ์ | อาจารย์ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ |
| 2. ดร.มัสดี แวดราแม | อาจารย์ภาควิชาประเมินผลและวิจัยทางการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ |
| 3. อาจารย์ศุภกานจน์ บัวทิพย์ | อาจารย์ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ |
| 4. ครูกุลลวรา เต็มรัตน์ | ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเดชะปัตตนยานุกูล
อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี |
| 5. ครูอาทิตย์ละห์ เจ๊ะแม | ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านวังสำราญ
อำเภอยะหา จังหวัดยะลา |

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1. ผศ. ดร. อิศระ อินตะนัย | อาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ |
| 2. ดร.แววฤดี แววทองรักษ์ | อาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ |
| 3. ผศ.ชมนา จักรอารี | อาจารย์โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ |
| 4. อาจารย์จันทร์ดา พิทักษ์สาลี | อาจารย์โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ |
| 5. ครูทศพล เพ็ชรอุไร | ครูชำนาญการ โรงเรียนเดชะปัตตนยานุกูล
อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี |

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ 5 ทักษะ

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1. ผศ. ดร. อิศระ อินตะนัย | อาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ |
| 2. ดร. แวฤดี แวทองรักษ์ | อาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ |
| 3. ผศ. ชมนา จักรอารี | อาจารย์โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ |
| 4. อาจารย์จันทร์ดา พิทักษ์สาลี | อาจารย์โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ |
| 5. ครูศพล เพ็ชรอุไร | ครูชำนาญการ โรงเรียนเดชะปัตตนยานุกูล
อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี |

แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

- | | |
|------------------------------|---|
| 1. ดร. ฐิติณี โมพันธ์ | อาจารย์ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ |
| 2. ดร. มัสดี แวดราแม | อาจารย์ภาควิชาประเมินผลและวิจัยทางการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ |
| 3. อาจารย์ศุภกาญจน์ บัวทิพย์ | อาจารย์ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ |
| 4. ครูกุลวรา เต็มรัตน์ | ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเดชะปัตตนยานุกูล
อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี |
| 5. ครูอาทิตย์ ละห์ เจ๊ะแม | ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านวังสำราญ
อำเภอยะหา จังหวัดยะลา |

Prince of Songkla University
Pattani Campus

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง	เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง
รหัส ว 30243 ชีววิทยาเพิ่มเติม	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2	เวลา 18 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต
ผู้สอน นายลภูมิ ดอเลาะ	โรงเรียนเดชะปัตตยานุกูล

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ผลการเรียนรู้

1.1 มาตรฐานการเรียนรู้

ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ระบุว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

1.2 ผลการเรียนรู้

- สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์และสรุปผลการค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง

- สืบค้นข้อมูล อธิบาย และสรุปขั้นตอนที่สำคัญของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

- สืบค้นข้อมูล อธิบาย อภิปราย การเกิดโฟโตเรสไพเรชัน กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C_4 และพืช CAM

2. สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด

- นักวิทยาศาสตร์ในอดีตได้มีการค้นคว้าเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงจนสรุปได้ว่า แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช โดยพืชจะใช้แสงในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ผลผลิต คือ แก๊สออกซิเจนและน้ำตาล

- แหล่งสังเคราะห์ด้วยแสงภายในเซลล์พืชอยู่ที่คลอโรพลาสต์

- การสังเคราะห์ด้วยแสงประกอบด้วย ปฏิริยาแสงและปฏิริยาการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์

- ปฏิริยาแสงเป็นการเปลี่ยนรูปพลังงานแสงให้เป็นพลังงานเคมีในรูป ATP และ NADPH

- ปฏิริยาการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นปฏิริยาที่เกิดขึ้นเนื่องจากปฏิริยาใช้แสงเพื่อเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรตโดยใช้ ATP และ NADPH จากปฏิริยาใช้แสง

- พืชโดยทั่วไปสร้างสารประกอบคาร์บอนที่เสถียรชนิดแรกเป็นสารที่มีคาร์บอน 3 อะตอม คือ PGA ในวัฏจักรคัลวิน เรียกพืชกลุ่มนี้ว่าพืช C_3

- พืช C_4 จะสร้างสารชนิดแรกที่เกิดจากการตรึง CO_2 ด้วย PEP เป็นสารประกอบคาร์บอน 4 อะตอม คือ OAA

- CAM ตรึง CO_2 ด้วย PEP ในเวลากลางคืน เป็นกรดมาลิก (Malic Acid) ไปเก็บสะสมไว้ในแวคิวโอล เมื่อเริ่มมีแสงในเวลากลางวันจะมีการเคลื่อนย้ายกรดมาลิกออกจากแวคิวโอล เพื่อทำปฏิกิริยาปล่อย CO_2 ออกจากกรดมาลิก (Decarboxylation) เข้าสู่กระบวนการตรึง CO_2 ในวัฏจักรคัลวินตามปกติ

- โฟโตเรสไพเรชัน (photorespiration) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจากการตรึงออกซิเจนของเอนไซม์รูบิสโก (Rubisco) ในกระบวนการนี้จะเกิดการสลายของสารอินทรีย์ได้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

- 3.1 สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และสรุปผลการค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง
- 3.2 สืบค้นข้อมูล อธิบาย และสรุปขั้นตอนที่สำคัญของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
- 3.3 สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างของคลอโรพลาสต์
- 3.4 สืบค้น อภิปราย และสรุปปฏิกิริยาใช้แสงของพืชได้
- 3.5 สืบค้นข้อมูล อธิบาย และสรุปขั้นตอนต่าง ๆ ในปฏิกิริยาการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์
- 3.6 สืบค้นข้อมูล อธิบาย และอภิปรายการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช C_3 , C_4 และ CAM
- 3.7 สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับการเกิดโฟโตเรสไพเรชัน

ด้านกระบวนการ (P)

- 3.8 สืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (A)

- 3.9 ใฝ่เรียนรู้
- 3.10 มุ่งมั่นในการทำงาน

4. สารการเรียนรู้

การค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง

ในปี 1648 Jean Baptiste Van Helmont นักเคมีชาวเบลเยียมได้ตีพิมพ์ผลงานของเขาซึ่งเขาได้ปลูกต้นหลิวในกระถางดิน โดยรดน้ำเพียงอย่างเดียว ภายหลังจากการปลูก 3 ปี พบว่าต้นหลิวมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นมากมาย ในขณะที่ดินที่ใช้ปลูกมีน้ำหนักลดลงเล็กน้อย เขาจึงสรุปว่าน้ำหนักของพืชที่เพิ่มขึ้นมาจากน้ำที่รด

ในปี 1772 Joseph Priestley ได้ทำการทดลองโดยจุดเทียนไขไว้ในครอบแก้วที่มีผลทำให้หนูตาย แต่เมื่อปลูกพืชไว้ในครอบแก้วเป็นระยะเวลาหนึ่ง พบว่าอากาศในครอบแก้วจะกลายเป็นอากาศดีได้

Jan Ingen Housz ได้ทดลองต่อจาก Priestley และพบว่าเฉพาะพืชสีเขียวที่มีแสงเท่านั้นที่สามารถเปลี่ยนอากาศเสียเป็นอากาศดีได้

ในปี 1804 Theodore de Saussure พบว่า น้ำมีบทบาทสำคัญในการสังเคราะห์ด้วยแสง เขาได้อธิบายสรุปปรากฏการณ์ของการสังเคราะห์ด้วยแสงว่า กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชจะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และแสงสว่าง

ในปี 1930 C.B. Van Niel พบว่า แบคทีเรียสีม่วงพวกกำมะถันและแบคทีเรียสีเขียวสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้โดยใช้ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ก๊าซไฮโดรเจน หรือสารประกอบอินทรีย์อื่น ๆ แทนน้ำได้

ในปี 1932 Robin Hill นำคลอโรพลาสต์ที่สกัดจากผักโขมมาผสมกับน้ำ แล้วแบ่งการทดลองเป็น 2 ชุด ชุดหนึ่งเติมเกลือเฟอร์ริก อีกชุดหนึ่งไม่เติมเกลือเฟอร์ริก และให้แสงทั้งสองการทดลอง ผลการทดลองชุดที่ 1 เกิดเกลือเฟอร์รัสและแก๊สออกซิเจนและชุดที่ 2 ไม่พบว่ามีแก๊สออกซิเจน ซึ่งต่อมาค้นพบว่าเกลือเฟอร์ริกเปลี่ยนเป็นเกลือเฟอร์รัสได้เพราะได้รับอิเล็กตรอนจากการแตกตัวของน้ำและปล่อยแก๊สออกซิเจนออกมาในขณะเดียวกัน

ในปี 1951 Daniel Arnon และคณะ ได้ทำการทดลองสืบเนื่องจากการทดลองของฮิลล์พบว่า เมื่อคลอโรพลาสต์ได้รับพลังงานแสงจะมีตัวรับอิเล็กตรอน คือ เกลือเฟอร์ริกและ $\text{NADP}^+ + \text{ADP} + \text{P}_i$ ทำให้น้ำแตกตัวให้อิเล็กตรอนและแก๊สออกซิเจนออกมาได้ ดังนั้นจากการทดลองของฮิลล์และอาร์นอน แสงเป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เนื่องจากทำให้เกิดปฏิกิริยาใช้แสงแล้วได้แก๊สออกซิเจน และในการทดลองของอาร์นอน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญ แม้ไม่มีแสง แต่ถ้ามีคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นสารตั้งต้นของผลิตภัณฑ์ที่มากเกินพอ และมี $\text{NADPH} + \text{ATP}$ จะทำให้ปฏิกิริยาดำเนินไปได้และได้ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น คือ น้ำตาล

จากการศึกษาค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ในเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงที่กล่าวมานั้น สรุปได้ว่า พืชจำเป็นต้องใช้แสง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ ในการสร้างอาหาร เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์คือ น้ำตาล

โครงสร้างของคลอโรพลาสต์

คลอโรพลาสต์ของพืชส่วนใหญ่จะมีรูปร่างกลมรี พบได้มากในเซลล์ของใบ แต่ละเซลล์จะมีคลอโรพลาสต์ มากน้อยแตกต่างกันไปขึ้นกับชนิดของเซลล์และชนิดของพืช คลอโรพลาสต์มีโครงสร้าง

เมื่อศึกษาคลอโรพลาสต์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนพบว่า คลอโรพลาสต์ ประกอบด้วยเยื่อหุ้ม 2 ชั้น ภายในมีของเหลวเรียกว่า stroma ซึ่งมีเอนไซม์ที่จำเป็นสำหรับการสังเคราะห์ด้วยแสง เอนไซม์บางชนิดใช้ในปฏิกิริยาแสง บางชนิดใช้ในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ และมี thylakoid ซึ่งเป็นเยื่อที่มีส่วนที่พับเหมือน

ถุงพับซ้อนเป็นชั้น ๆ แต่ละชั้นเรียกว่า granum และเยื่อส่วนที่ไม่พับซ้อนกันอยู่ระหว่างกรานุมเรียกว่า stroma lamella ภายในไทลาคอยด์มีลักษณะคล้ายถุงมีช่องเรียกว่า lumen ซึ่งมีของเหลวที่ประกอบด้วยเอนไซม์ต่าง ๆ อยู่ภายใน สารสีทั้งหมดรวมทั้งคลอโรฟิลล์จะอยู่บนเยื่อไทลาคอยด์ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการดูดซับพลังงานแสงมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

นอกจากนี้ภายในคลอโรพลาสต์ยังมี DNA RNA และไรโบโซมอยู่ด้วย ทำให้คลอโรพลาสต์สามารถจำลองตัวเองได้ และผลิตโปรตีนไว้ใช้ในคลอโรพลาสต์ได้เองคล้ายกับไมโทคอนเดรีย

ปฏิกิริยาการใช้แสง

ปฏิกิริยาการใช้แสงเป็นปฏิกิริยาที่พืชรับพลังงานแสงมาใช้สร้างสารอินทรีย์พลังงานสูง 2 ชนิดคือ ATP และ NADPH โดยใช้ H_2O เข้าร่วมปฏิกิริยา และได้ O_2 เป็นผลิตภัณฑ์ลอยได้

กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเกิดขึ้นที่คลอโรพลาสต์ซึ่งมีสารสีหรือรงควัตถุฝังตัวอยู่ในกลุ่มของโปรตีนบนเยื่อไทลาคอยด์ สารสีจะมีหลายชนิด เช่น Chlorophyll Carotenoid Phycobilin และ

Bacteriochlorophyll ซึ่งจะทำหน้าที่รับพลังงานจากแสง โดยแสงมีความยาวคลื่นแตกต่างกัน พืชและสาหร่ายเป็นสิ่งมีชีวิตประเภทยูคาริโอต จะพบรงควัตถุต่าง ๆ อยู่ในคลอโรพลาสต์ ส่วนสิ่งมีชีวิตประเภทโพรคาริโอตจะพบรงควัตถุต่าง ๆ อยู่ในเยื่อหุ้มเซลล์หรือองค์ประกอบอื่น ๆ ที่เปลี่ยนแปลงมาจากเยื่อหุ้มเซลล์

ในพืชและสาหร่ายสีเขียวมีคลอโรฟิลล์ 2 ชนิด คือ คลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์บี นอกจากคลอโรฟิลล์แล้วยังมีแคโรทีนอยด์ซึ่งพบในสิ่งมีชีวิตทุกชนิด และพบว่าในสาหร่ายสีแดงและไซยาโนแบคทีเรียมีไฟโคบิลินด้วย ดังนั้นการที่ใบไม่มีสีแตกต่างกันเกี่ยวข้องกับปริมาณสารสีที่ต่างกัน

แคโรทีนอยด์เป็นสารประกอบประเภทลิพิดซึ่งประกอบด้วยสารสี 2 ชนิด คือ แคโรทีน เป็นสารสีแดงหรือสีส้ม และแซนโทฟิลล์เป็นสารสีเหลืองหรือสีน้ำตาล แคโรทีนอยด์มีอยู่ในสิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่สังเคราะห์ด้วยแสงได้ ไฟโคบิลินมีในสาหร่ายสีแดงและไซยาโนแบคทีเรีย ประกอบด้วยสารสี 2 ชนิดคือ ไฟโคอีริทริน เป็นสารสีแดงแกมน้ำตาล และไฟโคไซยานิน เป็นสารสีเขียวแกมน้ำเงิน กลุ่มสารสีเหล่านี้ฝังตัวอยู่ในกลุ่มของโปรตีนบนเยื่อไทลาคอยด์ ทำหน้าที่รับพลังงานแสงแล้วส่งต่อไปตามลำดับจนในที่สุดให้คลอโรฟิลล์เอโมเลกุลพิเศษ ที่เป็นศูนย์กลางปฏิกิริยาของระบบแสง กลุ่มสารสีที่ทำหน้าที่รับและส่งพลังงานแสงเหล่านี้เรียกว่า แอนเทนนา ซึ่งประกอบด้วยสารสีต่าง ๆ ประมาณ 350 โมเลกุล แต่ละโมเลกุลจะรับพลังงานแสงแล้วส่งต่อตามลำดับไปยังคลอโรฟิลล์เอที่เป็นศูนย์กลางปฏิกิริยา แอนเทนนาและศูนย์กลางปฏิกิริยาจะฝังตัวอยู่ในกลุ่มของโปรตีนที่เยื่อไทลาคอยด์ ซึ่งจะมีตัวรับอิเล็กตรอนที่รับอิเล็กตรอนจากศูนย์กลางปฏิกิริยารวมอยู่ด้วย เรียกกลุ่มของโปรตีน สารสีตัวรับอิเล็กตรอนนี้ว่า ระบบแสง (photosystem; PS) ซึ่งในพืชชั้นสูงมีระบบแสง 2 ชนิด คือ ระบบแสง 1 และระบบแสง 2

ระบบแสง 1 ระบบแสง 2 และโปรตีนหลายชนิดที่อยู่บนเยื่อไทลาคอยด์นี้จะทำหน้าที่รับและถ่ายทอดอิเล็กตรอนจากโมเลกุลหนึ่งไปยังอีกโมเลกุลหนึ่ง จนกระทั่งถึงคลอโรฟิลล์เอโมเลกุลพิเศษที่เป็นศูนย์กลางปฏิกิริยาของระบบแสง พลังงานดังกล่าวจะกระตุ้นให้อิเล็กตรอนของคลอโรฟิลล์เอที่เป็นศูนย์กลางปฏิกิริยา มีพลังงานสูงขึ้นและถ่ายอิเล็กตรอนที่มีระดับพลังงานสูงนี้ไปยังตัวรับอิเล็กตรอน ทำให้เกิดการสร้างพลังงานเคมี การถ่ายทอดอิเล็กตรอนดังกล่าวข้างต้น เกิดขึ้นได้ 2 ลักษณะ คือ การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร (Non-cyclic electron transfer) และการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร (Cyclic electron transfer)

ปฏิกิริยาการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์

เกิดต่อเนื่องจากปฏิกิริยาใช้แสงเพื่อเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์ (ตรึง CO_2 ให้เป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรตโดยใช้ ATP และ NADPH จากปฏิกิริยาใช้แสงเป็นแหล่งพลังงาน การเกิดกระบวนการนั้นจะเกิดเป็นวงจร กระบวนการเกิดเป็นวงจรเรียกว่า วัฏจักรคัลวิน (Calvin Cycle) ตามชื่อของผู้ค้นพบ คือ M. Calvin

วัฏจักรของคัลวิน แบ่งออกเป็นขั้นตอนสำคัญๆ 3 ช่วง คือ Carboxylation, Reduction และ Regeneration

ช่วงที่ 1 คาร์บอกซิเลชัน (Carboxylation) หรือการตรึงคาร์บอน (Carboxylation) โดยคาร์บอนไดออกไซด์เข้าสู่วัฏจักรคัลวิน ด้วยการทำปฏิกิริยากับ RuBP ที่มีคาร์บอน 5 โดยมีเอนไซม์ไรบู

โลสปีสฟอสเฟต คาร์บอกซิเลต ออกซีเจเนส หรือที่เรียกที่เรียกย่อ ๆ ว่า Rubisco enzyme เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ได้สารประกอบใหม่ที่ไม่อยู่ตัวมีคาร์บอน 6 อะตอม แล้วสลายให้ PGA 2 โมเลกุล แต่ละโมเลกุลของ PGA มีคาร์บอน 3 อะตอม และฟอสเฟต 1 หมู่ จึงเป็นสารอินทรีย์ที่อยู่ตัวชนิดแรกที่เกิดจากการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนั้นถ้าเริ่มจาก RuBP 6 โมเลกุล รวมตัวกับคาร์บอนไดออกไซด์ 6 โมเลกุล จะได้ PGA 12 โมเลกุล

ช่วงที่ 2 เป็นการรีดิวซ์คาร์บอน (Carbon reduction phase) เป็นปฏิกิริยาที่มีการรีดิวซ์ PGA ไปเป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรตที่ประกอบด้วย คาร์บอน 3 อะตอมกับ 1 หมู่ฟอสเฟต คือ Phosphoglyceraldehyde (PGAL) โดยอาศัยพลังงานจาก ATP และ NADPH

ช่วงที่ 3 ปฏิกิริยาการสร้าง RuBP หรือปฏิกิริยารีดอกซ์ เป็นปฏิกิริยาการสร้าง RuBP ขึ้นมาใหม่ โดยคาร์บอน 30 อะตอม จาก G3P 10 โมเลกุล จะเรียงตัวกันใหม่เป็นไรบูโลสฟอสเฟต 6 โมเลกุล แล้วมีการเติมหมู่ฟอสเฟตอีก 2 หมู่ จาก ATP ให้ G3P กลายเป็น RuBP 6 โมเลกุล ซึ่งจะไปเริ่มต้นวัฏจักรคัลวิน เพื่อตรึง CO₂ และกลายเป็น G3P อีก

การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช C₃, C₄ และ CAM

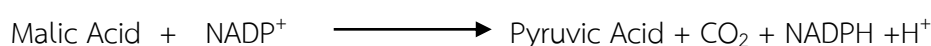
พืช C₃ การตรึง CO₂ ในวัฏจักรคัลวินเกิดสารอินทรีย์ที่อยู่ตัวชนิดแรก คือ PGA ซึ่งประกอบด้วย คาร์บอน 3 อะตอม กับ 1 หมู่ฟอสเฟต จึงเรียกการตรึง CO₂ โดยวิธีนี้ว่า วิธี C₃ (C₃-pathway) และเรียกพืชพวกนี้ว่า พืช C₃ (C₃-plant) เป็นพืชที่มีเยื่อหุ้มท่อลำเลียงน้ำและอาหาร (Bundle sheath) ไม่มีคลอโรพลาสต์ ตัวอย่าง เช่น ข้าวเจ้า ข้าวสาลี ถั่ว และพืชทั่ว ๆ ไป พืชพวกนี้จะมีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ที่เนื้อใบชั้นมีโซฟิลล์ (Mesophyll) และกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเกิดที่เนื้อใบชั้นมีโซฟิลล์เพราะที่เยื่อหุ้มท่อลำเลียงน้ำและอาหารไม่มีคลอโรพลาสต์ ในปฏิกิริยานี้ต้องใช้เอนไซม์ Ribulose Bisphosphate Carboxylase /Oxygenase (Rubisco) เป็นสารเร่งปฏิกิริยาเอนไซม์นั้นนอกจากเร่งปฏิกิริยาการตรึง CO₂ ด้วย RuBP แล้วยังสามารถเร่งปฏิกิริยาการตรึง O₂ ด้วย RuBP ได้ด้วย ทำให้การตรึง CO₂ ของพืช C₃ หลายชนิดลดลง เนื่องจากมี O₂ แข่งขันกับ CO₂ ในการเข้ารวมกับ RuBP อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชจึงลดลง

พืช C₄ กลไกการตรึงคาร์บอนด้วยการสังเคราะห์ด้วยแสงแบบ C₄ (C₄ Photosynthetic Carbon Fixation) ซึ่งพบในพืชเขตร้อนหลายชนิด ได้แก่ อ้อย ข้าวโพด ข้าวฟ่าง และพืชตระกูลหญ้า จากการศึกษาของ Hatch และ Slack พบว่า พืชในกลุ่มดังกล่าวสามารถทำการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ดี แม้จะมี CO₂ น้อยมาก เขาคิดว่านอกจาก RuBP แล้ว น่าจะมีสารชนิดอื่นที่ใช้ตรึง CO₂ ได้ จึงทำให้พืชเหล่านี้สังเคราะห์ด้วยแสงได้ดีกว่าพืชชนิดอื่น ๆ จากการทดลองจนสามารถสรุปขั้นตอนการตรึง CO₂ ที่เรียกว่า Hatch-Slack Pathway หรือ C₄-dicarboxylic acid pathway ซึ่งเกิดในเซลล์มีโซฟิลล์ (Mesophyll Cell) ดังนี้

เริ่มจากการตรึง CO₂ ด้วยสารประกอบคาร์บอน 3 อะตอมกับ 1 หมู่ฟอสเฟต คือ Phosphoenolpyruvic Acid (PEP) ได้เป็น Oxaloacetic Acid (OAA) ซึ่งมีคาร์บอน 4 อะตอม และเปลี่ยนต่อไปเป็น Malic Acid หรือ Aspartic Acid ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช โดยใช้ NADPH + H⁺



Malic Acid จะเปลี่ยนเป็น Pyruvic Acid และ CO₂



Pyruvic Acid จะเปลี่ยนเป็น PEP โดยใช้ ATP ส่วน CO_2 จะเข้ารวมกับ RuBP ใน Chloroplast ของ เซลล์บันเดิลชีท (Bundle Sheath Cell) ในวิฏจักรคัลวินต่อไป

เนื่องจากสารชนิดแรกที่เกิดจากการตรึง CO_2 ด้วย PEP เป็นสารประกอบคาร์บอน 4 อะตอม คือ OAA จึงนิยมเรียกการตรึง CO_2 วิธีนี้ว่า C_4 - pathway และเรียกพืชพวกนี้ว่า พืช C_4 (C_4 - plant)

พืช CAM (Crassulacean Acid Metabolism Pathway) พบในพืชทะเลทราย ตระกูล Crassulaceae เช่น กุหลาบหินและพืชในสกุลอื่น ๆ เช่น กระบองเพชร สับปะรด วานิลลา พืชชนิดนี้ จะเจริญอยู่ในที่แห้งแล้ง (Xerophyte) มีโครงสร้างต่าง ๆ ที่เหมาะในการดำรงชีพในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น สภาพอุณหภูมิ และสภาพพื้นที่ที่ขาดน้ำ เป็นต้น พืชเหล่านี้จะมีการปรับตัวโดยการลดรูปของปากใบ เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำและปากใบจะปิดในเวลากลางวัน เปิดเวลากลางคืน CO_2 จะเข้าสู่ใบทางปากใบไปที่เซลล์มีโซฟิล มีการตรึง CO_2 ด้วย Phosphoenolpyruvic Acid (PEP) ได้ Oxaloacetic Acid (OAA) และเปลี่ยนไปเป็นกรดมาลิก (Malic Acid) ไปเก็บสะสมไว้ในแวคิวโอล เมื่อเริ่มมีแสงในเวลากลางวันปากใบจะปิด และมีการเคลื่อนย้ายกรดมาลิกออกจากแวคิวโอล เพื่อทำปฏิกิริยาปล่อย CO_2 ออกจากกรดมาลิก (Decarboxylation) เข้าสู่กระบวนการตรึง CO_2 ในวิฏจักรคัลวินตามปกติ

จะเห็นได้ว่ากระบวนการ CAM - pathway พืชจะปิดปากใบในเวลากลางวันทำให้มีความเข้มข้นของ CO_2 สูงมาก อัตราการหายใจด้วยแสงจึงลดลงต่ำมาก และการตรึง CO_2 ด้วย PEP เกิดในเวลากลางคืน เนื่องจากในเวลากลางวันมีแสง กรดมาลิกที่ปล่อยออกจากแวคิวโอลจะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่กระตุ้นการตรึง CO_2 ด้วย PEP ส่วนในเวลากลางคืนไม่มีแสง กรดมาลิกจะไม่ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่กระตุ้นการตรึง CO_2 ด้วย PEP จึงทำงานได้ตามปกติ เนื่องจากการตรึง CO_2 ด้วย PEP ของพืชบริเวณแห้งแล้ง หรือทะเลทราย พบครั้งแรกในพืชตระกูล Crassulaceae จึงเรียกพืชพวกนี้ว่า Crassulacean Acid Metabolism Plant หรือ พืช CAM

โฟโตเรสไพเรชัน (photorespiration)

เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจากการตรึงออกซิเจนของเอนไซม์รูบิסק (Rubisco) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ (carboxylation) ในวิฏจักรคัลวิน และจะทำงานเมื่อได้รับการกระตุ้นจากแสง ในกระบวนการเกิดโฟโตเรสไพเรชันนี้จะเกิดการสลายของสารอินทรีย์ได้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งคล้ายคลึงกับกระบวนการหายใจ (respiration) ที่มีการสลายสารอินทรีย์เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำโดยการใช้ออกซิเจน

เมื่อพืชตรึงออกซิเจนด้วย RuBP ทำให้ RuBP ถูกสลายเป็น phosphoglycerate (PGA) 1 โมเลกุล และสารประกอบคาร์บอน 2 อะตอม 1 โมเลกุล โดย PGA ถูกนำไปใช้ในกระบวนการต่าง ๆ ส่วนสารประกอบคาร์บอน 2 อะตอมนี้จะถูกเปลี่ยนกลับไปเป็น RuBP อีกครั้งหนึ่งโดยใช้คาร์บอน 2 อะตอมนี้จำนวน 3 โมเลกุล เปลี่ยนไปเป็น RuBP ซึ่งเป็นสารที่มีคาร์บอน 5 อะตอม 1 โมเลกุล อีก 1 อะตอมของคาร์บอนจะถูกปลดปล่อยในรูปของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 1 โมเลกุล

5. สมรรถนะของผู้เรียน

- 5.1 ความสามารถในการคิด
- 5.2 ความสามารถในการสืบค้น

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 6.1 ใฝ่เรียนรู้
- 6.2 มุ่งมั่นในการทำงาน

7. จุดเน้นการพัฒนาผู้เรียน / นโยบาย

คุณลักษณะ

มุ่งมั่นในการศึกษาและการทำงาน ใฝ่เรียนรู้ ใฝ่ดี

ความสามารถและทักษะ

แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ มีทักษะการคิดขั้นสูง ทักษะชีวิต ทักษะการสื่อสารอย่างสร้างสรรค์ตามช่วงวัย

นโยบาย

การเตรียมความพร้อมสู่ประชาคมอาเซียน การใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บันได 5 ขั้น

8. อัตลักษณ์ / เอกลักษณ์

- 8.1 อัตลักษณ์: เรียนดี วินัยเด่น บำเพ็ญประโยชน์
- 8.2 เอกลักษณ์: มีความเป็นประชาธิปไตย มีวินัย และสามารถศึกษาต่อได้

9. ชิ้นงาน / ภาระงาน

- 9.1 คำโครงโครงการ
- 9.2 รายงานโครงการ
- 9.3 ใบงาน
- 9.4 ทดสอบ

10. สื่อการเรียนรู้

- 10.1 หนังสือแบบเรียน สสวท. รายวิชาเพิ่มเติมชีววิทยา เล่ม 3
- 10.2 คู่มือ วิชาชีววิทยา
- 10.3 เอกสารการเรียนรู้สำหรับนักเรียน
- 10.4 Power Point
- 10.5 อินเทอร์เน็ต (website: YouTube, Facebook, Google และอื่นๆ)

11. กระบวนการจัดการเรียนรู้

การนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยตั้งประเด็นในการอภิปรายว่า “กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตอย่างไร” (แนวการอภิปราย กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นการสร้างอาหารของพืช ซึ่งจัดว่าเป็นแหล่งอาหารของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้)

การดำเนินกิจกรรม

ขั้นที่ 1 การกำหนดปัญหาหรือสำรวจ

1. ครูถามนักเรียนว่าวิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับอะไร และกระบวนการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นอย่างไร (นักเรียนตอบตามประสบการณ์เดิม และครูควรพยายามสรุปว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยการศึกษานั้นมีวัตถุประสงค์ เพื่อพิสูจน์ ตรวจสอบหาความจริงโดยอาศัยกระบวนการต่าง ๆ จนสามารถตอบคำถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้น ดังนั้นข้อมูลที่ได้มานั้นจะต้องผ่านการทดลอง ศึกษา ค้นคว้าโดยนักวิทยาศาสตร์)

2. จากนั้นครูกล่าวว่าในอดีตนักวิทยาศาสตร์มีความสงสัย แล้วมีการศึกษา ทดลองและค้นคว้า จนกระทั่งได้ข้อสรุปที่เป็นความรู้อย่างเป็นระบบอย่างต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่การค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง

3. ครูให้นักเรียนศึกษาและวิเคราะห์การศึกษาของนักวิทยาศาสตร์แต่ละท่านเป็นลำดับ (1. การทดลองของ Jean Baptiste Van Helmont 2. การทดลองของ Joseph Priestley 3. การทดลองของ Jan Ingenhousz และ Theodore de Saussure 4. การทดลองของ Van Niel, Sam Ruben และ Martin Kamen 5. การทดลองของ Robin Hill 6. การทดลองของ Daniel Arnon) เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าประวัติการค้นคว้าและศึกษาเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชสำคัญมาก เพราะทำให้นักเรียนรู้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาหาความรู้

4. ในขณะที่นักเรียนกำลังศึกษาและวิเคราะห์การศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ ครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายในแง่ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์เหล่านั้นใช้ในการค้นหาความรู้ ตั้งแต่ การตั้งประเด็นปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง ดำเนินการทดลอง จนได้ข้อมูลการทดลองแล้วแปลความหมายจากข้อมูล สรุปผลการทดลองจากข้อมูล เพื่อให้ นักเรียนสามารถค้นเคยกับการตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง เก็บผลการทดลอง แปลความหมาย วิเคราะห์และสร้างข้อสรุป จากผลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน

5. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนวิธีการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกับนักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยครูกล่าวว่า “การศึกษา ค้นคว้าความรู้เกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงนั้น นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเมื่อนักเรียนพบสิ่งที่สนใจ หรือสิ่งที่ปัญหา นักเรียนจะใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาความจริงอย่างไร (แนวการอภิปราย 1. การสังเกต 2. การตั้งปัญหา 3. การรวบรวมข้อมูล 4. การตั้งสมมติฐาน 5. การทดสอบสมมติฐานหรือการทดลอง 6. การสรุปผล)

6. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเพื่อให้นักเรียนสรุปได้ว่าการสังเคราะห์ด้วยแสง มี 2 กระบวนการ (1. กระบวนการสร้าง ATP และ NADPH กระบวนการนี้ต้องใช้แสง เรียกว่า ปฏิกิริยาแสง 2. กระบวนการสร้างน้ำตาลซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นต่อเนื่องจากปฏิกิริยาที่ใช้แสง โดยใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นสารตั้งต้นร่วมกับ NADPH และ ATP ปฏิกิริยานี้เรียกว่าการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์)

7. ครูให้นักเรียนดูวิดีโอเรื่องเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช จากนั้นครูอภิปรายภาพรวมเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช พร้อมทั้งสำรวจความสนใจของนักเรียน

8. จากนั้นครูให้นักเรียนเสนอเรื่องที่ตนสนใจจะศึกษาหรือครูอาจจะตั้งคำถามนำหรือเสนอปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงซึ่งจะนำไปเป็นหัวข้อในการทำโครงงานของนักเรียน ตัวอย่างคำถามนำหรือปัญหา

- กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเกิดขึ้นที่ส่วนใดของใบ
- การสังเคราะห์ด้วยแสงมีกระบวนการอย่างไร
- พืชนำพลังงานแสงไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงอย่างไร
- พืชนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงอย่างไร
- คลอโรฟิลล์และน้ำมีบทบาทอย่างไรในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
- เพราะเหตุใดใบไม้จึงมีหลากหลายสี และการที่ใบไม้มีหลากหลายสีนี้ผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงหรือไม่ อย่างไร

- สารสีในพืชมีสีอะไรบ้าง แต่ละสารสีสามารถนำพลังงานแสงมาเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมีในสารอินทรีย์ได้ทุกสารสีหรือไม่

- สารสีชนิดใดในพืชมีบทบาทในการสังเคราะห์ด้วยแสง
- สารสีมีการดูดกลืนแสงอย่างไร และสารสีต่างๆ ดูดกลืนแสงได้เหมือนกันหรือไม่
- เมื่อสารสีดูดพลังงานแสงไว้มีกระบวนการอย่างไร จึงเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมีในสารอินทรีย์?

- ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศถ้ามีมากหรือน้อยเกินไปจะมีผลต่อการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืชอย่างไร

- เมื่อมีความเข้มของแสงสูง จะมีผลอย่างไรต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3 และ C_4
- พืชชนิดเดียวกันที่ปลูกกลางแจ้งกับปลูกในที่ร่มจะมีการเจริญเติบโตที่ต่างกันหรือไม่
- ในการวัดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสามารถวัดได้จากอะไร
- สภาพแวดล้อมของพืชมีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงหรือไม่ อย่างไร
- ความเข้มของแสงมีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงหรือไม่ อย่างไร
- อุณหภูมิมีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงอย่างไร
- พืชในที่แจ้งและที่ร่มมีการปรับตัวเพื่อรับแสงอย่างไร

9. ครูให้นักเรียนเสนอเรื่องที่ตนสนใจจะศึกษา ซึ่งจะนำไปเป็นหัวข้อในการทำโครงงาน ครูพิจารณาหัวข้อที่นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกว่าเรื่องดังกล่าวเหมาะแก่การทำโครงงานหรือไม่ (โครงงานประเภททดลอง) เหมาะกับความสามารถของนักเรียนที่จะทำโครงงานนั้นให้สำเร็จได้หรือไม่ ครูและนักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันเลือกหัวข้อที่เหมาะสมที่สุด โดยให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นและอภิปรายเหตุผลว่า ทำไมจึงเลือกเรื่องนี้นำมาเป็นหัวข้อในการทำโครงงาน

10. เมื่อแต่ละกลุ่มเลือกหัวข้อโครงงานที่เป็นตัวแทนกลุ่มในการทำโครงงาน โดยหัวข้อโครงงานได้ผ่านความเห็นชอบจากทุกคนภายในกลุ่มและผ่านความเห็นชอบจากครู

ขั้นที่ 2 การวางแผนการทำโครงการ

1. ครูให้นักเรียนวางแผนการทำโครงการอย่างคร่าวๆ โดยให้นักเรียนเขียนในรูปแบบเค้าโครงโครงการ ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อดังนี้

(1) ชื่อโครงการ (ให้ปัญหาที่สนใจ ควรเขียนเป็นข้อความที่สั้น กระชับ ชัดเจน สื่อความให้ตรงกับงานที่จะทำ)

(2) ชื่อผู้ทำโครงการ (บอกชื่อผู้รับผิดชอบ ใครเป็นหัวหน้า ผู้ร่วมงานมีใครบ้าง)

(3) ที่มาและความสำคัญของโครงการ (นักเรียนอธิบายความเป็นมาเกี่ยวกับสภาพปัญหาที่สนใจว่ามีความเป็นมาอย่างไร มีเหตุจูงใจอะไรที่ทำให้สนใจ มีหลักการหรือทฤษฎีใดบ้างที่เกี่ยวข้อง เป็นเรื่องที่เกิดขึ้นเองมาใหม่ หรือต่อยอดจากโครงการเดิม เป็นต้น)

(5) วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้า (บอกว่าจัดทำโครงการเพื่ออะไร ทำไมจึงต้องทำ ทำแล้วจะได้ผลดีอย่างไร จุดประสงค์จะต้องสัมพันธ์กับหลักการและเหตุผล)

(6) สมมติฐานของการศึกษา

(7) วิธีดำเนินงาน (ระบุให้ชัดเจนว่า มีแนวทางในการศึกษาอย่างไร การออกแบบการทดลอง วิธีการสำรวจข้อมูล จะต้องใช้วัสดุอุปกรณ์อะไรบ้างควรระบุวิธีการที่จะใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล และกำหนดระยะเวลาในการปฏิบัติงานในขั้นตอนต่างๆ)

(8) ประโยชน์หรือผลที่คาดว่าจะได้รับ (ให้บอกว่าผลของการดำเนินการจะทำให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างไร)

(10) เอกสารอ้างอิงหรือบรรณานุกรม

2. ครูอธิบายการตั้งวัตถุประสงค์ โดยมีหลักว่า “ต้องการศึกษาหรือรู้อะไรแล้วก็เขียนลงไป โดยให้สอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการศึกษาหรือทดลองต้องเขียนให้ชัดเจน ไม่เยิ่นเย้อ จำนวนข้อต้องไม่มาก”

3. ครูอธิบายการตั้งสมมติฐาน ว่าเป็นการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง แล้วให้นักเรียนช่วยกันตั้งสมมติฐานของการทดลองของแต่ละกลุ่ม ครูตรวจสอบการตั้งสมมติฐานของทุกกลุ่ม

4. จากนั้นครูอธิบายความหมายของตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม พร้อมทั้งยกตัวอย่างให้นักเรียน แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม ของการทดลองของกลุ่มของตนเองนำเสนอครู

5. ครูอธิบายการออกแบบการทดลอง ระบุการใช้วัสดุ อุปกรณ์ การกำหนดวิธีการทดลอง และกำหนดขั้นตอนการทดลอง แล้วให้แต่ละกลุ่มออกแบบการทดลองเสนอครูพิจารณา

6. ในระหว่างที่นักเรียนทำการออกแบบการทดลอง โดยครูให้เวลานักเรียนในการค้นคว้าด้วยตนเองนอกห้องเรียนแล้วนำมาร่วมกันสนทนาถึงวิธีการของนักเรียนและพิจารณาความเป็นไปได้ ทั้งในแง่ของการได้ผลการทดลองและความพร้อมของอุปกรณ์ เป็นต้น

7 ในระหว่างนี้ครูให้นักเรียนศึกษากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงจากหนังสือแบบเรียนเพื่อนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาไปใช้ในการทดลองของนักเรียนต่อไป เพื่อให้เกิดการอภิปรายระหว่างนักเรียนและครู โดยครูใช้ power point อธิบายเพิ่มเติมเรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงตามประเด็นต่อไปนี้

- แหล่งสังเคราะห์ด้วยแสงภายในเซลล์พืช
- ปฏิกริยาแสงและปฏิกริยาการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์

8. นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนหัวข้อต่างๆ ในการวางแผนการทำโครงการลงในใบกิจกรรมเค้าโครงโครงการให้ครบ โดยครูจะสำรวจความถูกต้องของเค้าโครงพร้อมทั้งอธิบายในการเขียนเค้าโครงโครงการในส่วนที่นักเรียนยังสงสัย แล้วให้นักเรียนสรุปการวางแผนการทดลองของแต่ละกลุ่มบนกระดาษแผ่นใหญ่ เพื่อนำเสนอการวางแผนโครงการ

9. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอเค้าโครงโครงการหน้าชั้นเรียน ด้วยกระดาษแผ่นใหญ่ ที่นักเรียนวาดรูปแบบการวางแผนการทดลอง

10. ครูและนักเรียน ร่วมกันอภิปราย เสนอแนะเพิ่มเติม แผนการปฏิบัติงานเพื่อปรับปรุงให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 3 การดำเนินการทำโครงการ

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งงานและหน้าที่ให้ชัดเจนก่อนลงมือทำโครงการ
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มเตรียมความพร้อมของวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือต่างๆ ที่เกี่ยวกับการทำโครงการประเภทการทดลองของแต่ละกลุ่ม

3. ครูให้คำแนะนำเกี่ยวกับการปฏิบัติงานและความปลอดภัยในการใช้เครื่องมือการเก็บรวบรวมข้อมูล และคอยช่วยเหลือให้คำแนะนำเป็นระยะ

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติโครงการ โดยดำเนินการทดลองตามแผนที่ได้กำหนดไว้ในเค้าโครงโครงการ โดยมีครูคอยให้คำปรึกษาและแนะนำช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด

5. ครูคอยสังเกตกระบวนการทดลองของนักเรียนแต่ละคนและทำการบันทึกเป็นระยะ

6. นักเรียนบันทึกผลการทดลอง วิเคราะห์ผลการทดลอง และอภิปรายผลการทำโครงการสรุปการทำโครงการ

7. ในระหว่างที่นักเรียนดำเนินการทำโครงการ ครูให้นักเรียนศึกษากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเพิ่มเติมต่อจากเรื่องที่แล้ว จากหนังสือแบบเรียนเพื่อนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาไปใช้วิเคราะห์ผล และอภิปรายผลการทดลอง โดยครูใช้ power point อธิบายเพิ่มเติมเรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ตามประเด็นต่อไปนี้

- แหล่งสังเคราะห์ด้วยแสงภายในเซลล์พืช
- ปฏิกริยาแสงและปฏิกริยาการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์
- ปฏิกริยาการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืชกลุ่มนี้ว่าพืช C₃ พืช C₄ และ CAM
- การเกิดโฟโตเรสไพเรชัน

8. นักเรียนแต่ละกลุ่มรวบรวมข้อมูลจากผลการทดลองมาจัดกระทำข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลตามแผนที่วางไว้ แล้วนำผลมาแปลความหมายและวิเคราะห์ข้อมูลมาสรุปเป็นผลการทดลองในรูปแบบต่างๆ เช่น ตาราง แผนภูมิ กราฟ เป็นต้น โดยครูจะเป็นผู้ชี้แนะเพื่อแนวทางในการนำเสนอข้อมูล

9. เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลจะต้องอภิปรายผลการทดลอง โดยการสืบค้นเอกสารอ้างอิงเพิ่มเติมเพื่อเป็นแนวทางในการอภิปรายผลการทดลอง

ขั้นที่ 4 การเขียนรายงาน

1. นักเรียนจะต้องนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปเป็นผลการศึกษาแล้ว ให้ครูตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล เพื่อทำการปรับแก้เพิ่มเติมแก้ไขข้อมูลก่อนทำสรุปเล่มรายงาน โดยการเขียนรายงานมีหัวข้อดังนี้

- (1) ชื่อโครงการ
- (2) ชื่อผู้ทำโครงการ
- (3) ที่มาและความสำคัญของโครงการ
- (4) วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้า
- (5) สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า
- (6) วิธีการดำเนินการ
- (7) ผลของการทดลอง
- (8) สรุปผลของการทดลอง
- (9) เอกสารอ้างอิง

2. เมื่อครูทำการตรวจสอบข้อมูลของรายงาน นักเรียนสามารถจัดทำเป็นรายงานโครงการฉบับสมบูรณ์

ขั้นที่ 5 การเสนอโครงการ

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอโครงการหน้าชั้นเรียนโดยใช้กระดาษแผ่นใหญ่และมีหัวข้อสำคัญ เช่น ชื่อโครงการ สมมติฐาน วิธีการดำเนินงาน ผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง จากนั้นนักเรียนแลกเปลี่ยนข้อมูลความรู้จากการนำเสนอโครงการของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ของแต่ละกลุ่ม และร่วมกันอภิปรายเชื่อมโยงโครงการแต่ละกลุ่มกับสาระการเรียนรู้ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง พร้อมทั้งเพิ่มเติมเนื้อหาให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ และถามตอบเพิ่มเติมแต่ละกลุ่ม

การสรุปกิจกรรมการเรียนรู้

1. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปความรู้ตามสาระการเรียนรู้ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง สรุปความสำคัญของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ การได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

12. การวัดและประเมินผล

สิ่งที่วัดผล	วิธีวัดผล	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมินผล
1. ความรู้	-ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน -ไปงาน และไปกิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย	-แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน -แบบประเมินไปงานและไปกิจกรรม	-ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 -ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60
2. ทักษะกระบวนการ	-ทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน	-แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	-ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60
3. คุณลักษณะ	-วัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน	-แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์	-ผ่านเกณฑ์ในระดับดี

13. เกณฑ์และเครื่องมือประเมินผล

เกณฑ์การวัดผล

แบบทดสอบและไปกิจกรรม

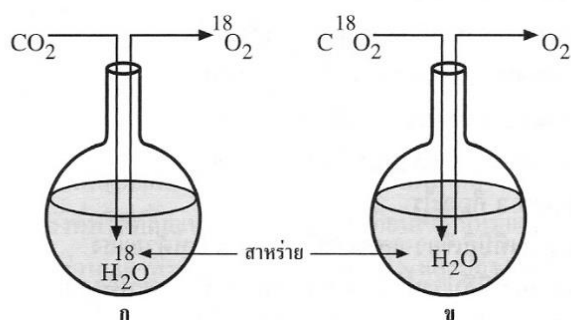
80 % ขึ้นไป	หมายถึง ดีมาก
70-79%	หมายถึง ดี
60-69%	หมายถึง ปานกลาง
50-59%	หมายถึง พอใช้
50%	หมายถึง ต้องปรับปรุง

ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง
2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ
3. แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
4. แบบบันทึกภาคสนามของผู้วิจัย

ตัวอย่างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง

- กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเกิดขึ้นที่ใด
 - คลอโรฟิลล์
 - ไซโทพลาสซึม
 - คลอโรพลาสต์
 - ลิวโคพลาสต์
- กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเกิดขึ้นในเวลาใด
 - กลางวันเท่านั้น
 - ตลอดเวลาที่มีแสงสว่าง
 - กลางคืนน้อยกว่ากลางวัน
 - เฉพาะเวลากลางวันที่มีแดดจัด
- ภาพการทดลองของแฮมรูนและมาร์ตินคาร์เมน ในการทดลองนี้ใช้เพื่อพิสูจน์ว่า ออกซิเจนที่เกิดจากการสังเคราะห์ด้วยแสงนั้น มาจากข้อใด

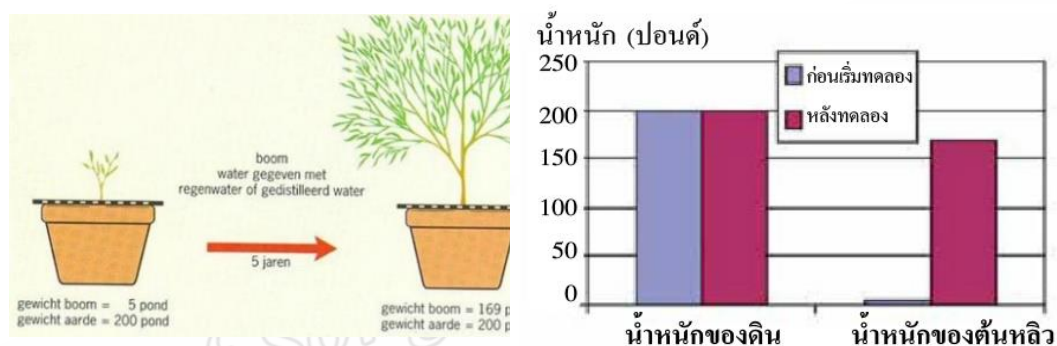


- CO₂
 - H₂O
 - อากาศ
 - ทั้ง ก, ข และ ค
- ส่วนใดของคลอโรพลาสต์มีเอนไซม์ที่จำเป็นสำหรับสังเคราะห์ด้วยแสง
 - กรานุม (granum)
 - สโตรมา (stroma)
 - ลามลลา (lamella)
 - คลอโรฟิลล์ (chlorophyll)
 - ข้อใดบอกถึงลักษณะของไทลาคอยด์ได้ถูกต้อง
 - ไทลาคอยด์ คือ ของเหลวที่อยู่ภายในคลอโรพลาสต์
 - ไทลาคอยด์ คือ เยื่อที่พับเหมือนเป็นถุงที่อยู่ภายในคลอโรพลาสต์
 - ไทลาคอยด์ที่ซ้อนทับหลาย ๆ ชั้นเรียกว่า กรานุม
 - ถูกต้องทั้ง ข้อ ข และ ค

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ

จากสถานการณ์และภาพข้างล่างจงใช้ตอบคำถามข้อที่ 1-2

เมื่อนักเรียนทำการทดลองเพื่อหาคำตอบว่า น้ำหนักของต้นไม้ที่เจริญเติบโตมาจากดินหรือไม่ นักเรียนจึงออกแบบการทดลองโดยปลูกต้นหลิว ที่มีน้ำหนัก 5 ปอนด์ ลงในถังใบใหญ่ที่บรรจุดินหนัก 200 ปอนด์ ปลูกไว้เป็นเวลา 5 ปี โดยปิดฝาดินและรดน้ำด้วยน้ำฝนตลอดเวลา 5 ปี แล้วนำต้นหลิว และดินในถังมาชั่งน้ำหนัก เพื่อเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนการทดลองและหลังการทดลองดังภาพ 1 และ 2



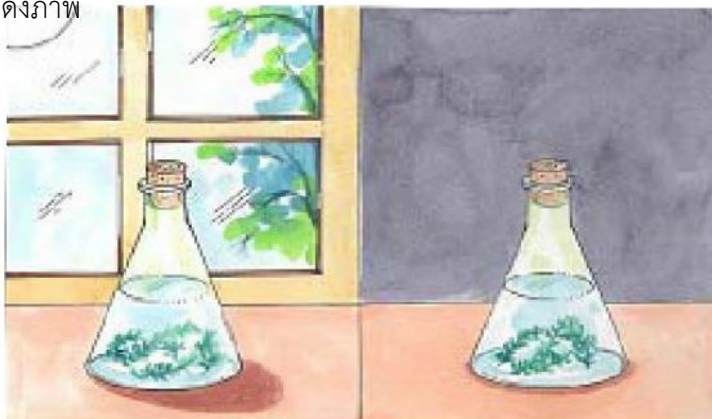
ภาพที่ 1 เปรียบเทียบขนาดของต้นหลิวเมื่อเริ่มการทดลองและหลังจากการทดลอง

ภาพที่ 2 กราฟเปรียบเทียบน้ำหนักของดินและต้นหลิวเมื่อเริ่มทดลองและหลังการทดลอง

- จากการทดลอง นักเรียนควรตั้งสมมติฐานการทดลองนี้ว่าอย่างไร
 - ถ้าน้ำหนักของต้นหลิวที่เจริญเติบโตมาจากดินแล้ว น้ำหนักของดินในถังใบใหญ่จะต้องลดลง
 - ถ้าน้ำหนักของต้นหลิวที่เจริญเติบโตมาจากดินแล้ว น้ำหนักของดินในถังใบใหญ่จะต้องเพิ่มขึ้นด้วย
 - ถ้าน้ำหนักของต้นหลิวที่เจริญเติบโตมาจากดินแล้ว น้ำหนักของดินในถังใบใหญ่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
 - ถ้าน้ำหนักของต้นหลิวที่เจริญเติบโตไม่ได้มาจากดินแล้ว ดังนั้นน้ำหนักของต้นหลิวมากกว่าน้ำหนักที่รด
- ข้อใดแปลความหมายข้อมูลจากผลการทดลองได้ถูกต้อง
 - น้ำหนักของดินหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง
 - น้ำหนักของต้นหลิวหลังการทดลองไม่มีการเปลี่ยนแปลง
 - น้ำหนักของดินก่อนการทดลองสูงกว่าหลังการทดลอง
 - น้ำหนักของต้นหลิวหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

จากสถานการณ์และภาพข้างล่างจงใช้ตอบคำถามข้อที่ 3-5

นักเรียนคนหนึ่งซึ่งสาหร่ายทางกระจกให้มีน้ำหนักรวมเท่า ๆ กัน ใส่ในขวดรูปชมพูนขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่น้ำประมาณ 200 ลูกบาศก์เซนติเมตรแล้วเติมสารละลายบรอมไธมอลบลูซึ่งมีสีฟ้าเข้มลงไปประมาณ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำขวดหนึ่งไปตั้งไว้ในที่มีแดด อีกขวดหนึ่งไปตั้งไว้ในที่มีแสงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ดังภาพ



นักเรียนคนนี้ตั้งสมมติฐานการทดลองว่า “ถ้าแสงจำเป็นต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงแล้วพบว่าพืชจะต้องใช้ CO_2 ในการสังเคราะห์ด้วยแสง ดังนั้นเมื่อนำขวดที่ตั้งไว้ในที่มีแสง แล้ววัดปริมาณ CO_2 ที่เหลือในขวดรูปชมพู่ด้วยสารละลายบรอมไธมอลบลู หลังจาก 24 ชั่วโมงผ่านไปแล้ว จะพบว่าสีของสารละลายบรอมไธมอลบลูจะไม่เปลี่ยนแปลง”

เมื่อผ่านไป 24 ชั่วโมงแล้ว พบว่าขวดที่ตั้งไว้ในที่มีแดดเปลี่ยนจากสีฟ้าเข้มเป็นสีเขียวแกมเหลือง ส่วนขวดที่ตั้งอยู่ในที่มีแสงไม่พบการเปลี่ยนแปลงของสี

3. จากการทดลอง ข้อใดคือตัวแปรอิสระ

- ปริมาณ CO_2
- การสังเคราะห์ด้วยแสง
- สีของสารละลายบรอมไธมอลบลู
- แสงสว่าง

4. เพราะเหตุใดการทดลองนี้ ผู้ทดลองได้ใส่สารละลายบรอมไธมอลบลูลงในขวดรูปชมพู่

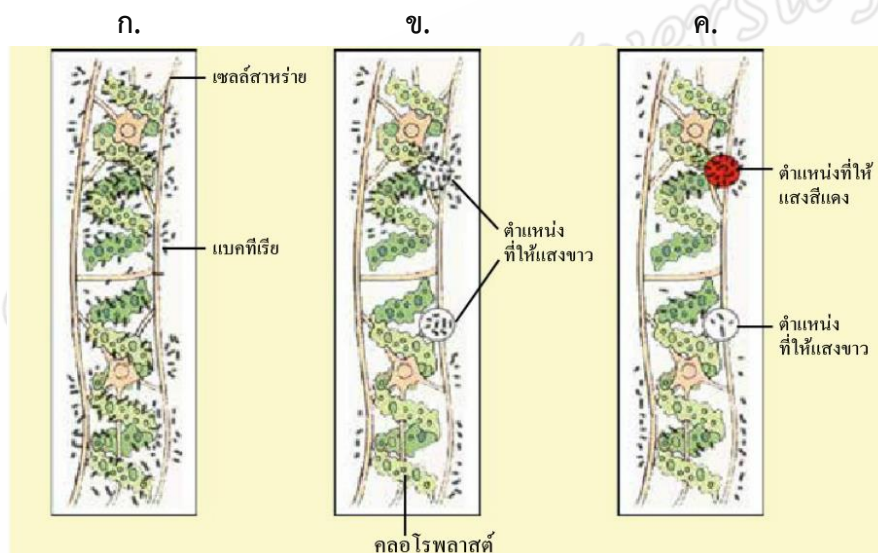
- เพื่อเร่งให้สาหร่ายทางกระจกสังเคราะห์ด้วยแสงมากขึ้น
- เพื่อทดสอบปริมาณ CO_2 ในขวดรูปชมพู่
- เพื่อวัดปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
- เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำหนักของสาหร่ายทางกระจกเปลี่ยนแปลง

5. จากสมมติฐานการทดลองนักเรียนจะสรุปผลการทดลองว่าอย่างไร

- ก. ในที่สว่าง พืชใช้ CO_2 ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ทำให้ปริมาณ CO_2 ในขวดรูปชมพู่ไม่เปลี่ยนแปลง
- ข. ในที่สว่าง พืชใช้ CO_2 ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ทำให้ปริมาณ CO_2 ที่เหลือในขวดรูปชมพู่จึงลดน้อยลง
- ค. ในที่มีมืด พืชใช้ CO_2 ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ทำให้ปริมาณคาร์บอนที่เหลือในขวดรูปชมพู่จึงน้อยลง
- ง. ในที่มีมืด พืชไม่สามารถเกิดกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ ทำให้ปริมาณ CO_2 น้อยลง

จากสถานการณ์และภาพข้างล่างจงใช้ตอบคำถามข้อที่ 6-7

นักวิทยาศาสตร์ได้ทำการทดลองโดยนำเซลล์สาหร่ายสีเขียวชนิดหนึ่งวางลงบนสไลด์ 3 แผ่น จากนั้นเติมแบคทีเรียที่ต้องการ O_2 ซึ่งเคลื่อนที่ได้ลงไป แล้วนำสไลด์แต่ละแผ่นแยกไปใส่ในกล่องปิดสนิท (อากาศเข้าไม่ได้) ให้สาหร่ายในแผ่นสไลด์ ก. เจริญในที่ที่มีแสง ส่วนแผ่นสไลด์ ข. และ ค. เจริญในที่มืดโดยให้สภาพแสงขาวและแสงสีแดงตรงตำแหน่งต่างๆ ในแผ่นสไลด์ ข. ค. ได้ผลการทดลองดังภาพ



โดยผู้ทดลองสรุปผลการทดลองว่า “เซลล์สาหร่ายเกิดกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้เมื่อสาหร่ายได้รับแสงสีขาวหรือแสงสีแดง”

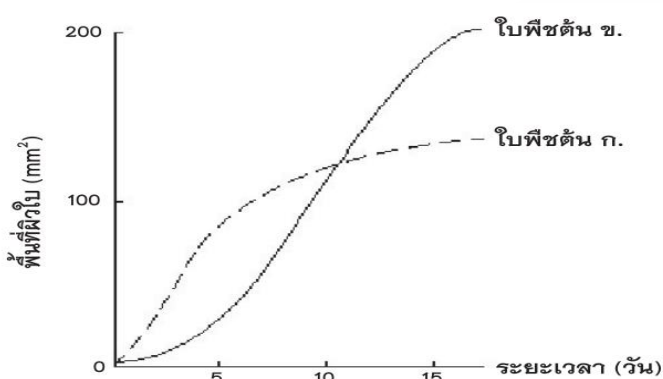
6. จากการทดลอง ข้อใดกำหนดนิยามความหมายเชิงปฏิบัติการของ “กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง” ได้ครอบคลุม

- ก. เป็นกระบวนการสร้างอาหารของของสาหร่ายสีเขียว
- ข. เป็นกระบวนการนำพลังงานแสงมาสร้างอาหาร วัดได้โดยการตรวจปริมาณ O_2 ที่สาหร่ายสีเขียวผลิตออกมาได้
- ค. เป็นกระบวนการนำพลังงานแสงมาตรึง CO_2 สร้างเป็นอาหารของสาหร่ายสีเขียว สามารถวัดได้โดยการตรวจปริมาณ O_2 ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
- ง. เป็นกระบวนการนำพลังงานแสงมาตรึง CO_2 สร้างเป็นอาหารของสาหร่ายสีเขียว วัดได้โดยการตรวจปริมาณ O_2 และ CO_2 ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

7. เพราะเหตุใดผู้ทดลองจึงเติมแบคทีเรียที่ต้องการ O_2 ลงบนสไลด์แต่ละแผ่น
 - ก. เพื่อเพิ่ม O_2 ให้แก่สาหร่ายสีเขียว
 - ข. เพื่อทดสอบบริเวณการเกิดกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงด้วยแสง
 - ค. เพื่อป้องกันการเกิดโฟโตเรสไพเรชันของสาหร่ายสีเขียว
 - ง. เพื่อให้การสังเคราะห์ด้วยแสงดำเนินได้ถึงแม้ว่าในสาหร่ายสีเขียวจะขาดแสง

จากสถานการณ์และภาพข้างล่างจงใช้ตอบคำถามข้อที่ 8-9

นักเรียนนำพืชขนาดเล็กชนิดเดียวกัน จากแหล่งเดียวกันจำนวน 2 ต้น มาทดลอง โดยต้น ก. ให้ได้รับแสงเต็มที่ ส่วนต้น ข. ให้ได้รับแสงรำไร หลังจากนั้นนำใบพืชจากทั้งสองต้นมาหาพื้นที่ผิวของใบในระยะเวลาต่างๆ พบว่าผลการทดลองเป็นดังกราฟข้างล่าง



8. นักเรียนจะนิยามเชิงปฏิบัติการ “พื้นที่ผิวใบ” ว่าอย่างไรจึงจะเหมาะสมกับการทดลอง
 - ก. พื้นที่ผิวใบเฉพาะด้านหลังของใบจำนวน 1 ใบ
 - ข. พื้นที่ผิวใบเฉพาะด้านหลังของใบทั้งต้น
 - ค. พื้นที่ผิวใบรวมทั้งด้านท้องใบและหลังใบของใบทั้งต้น
 - ง. พื้นที่ผิวใบรวมทั้งด้านท้องใบและหลังใบของใบจำนวน 5-10 ใบมาเฉลี่ยกัน
9. เมื่อเวลาผ่านไปพบว่าพื้นที่ผิวใบของพืชต้น ก. และ ข. มีความแตกต่างกัน เป็นผลเนื่องจากอะไร
 - ก. ชนิดของพืช ก. และ ข. แตกต่างกัน
 - ข. พืชชนิด ก. และ ข. เก็บจากแหล่งต่างกัน
 - ค. การได้รับแสงของพืช ก. และ ข. แตกต่างกัน
 - ง. ระยะเวลาที่วัดพื้นที่ผิวของพืช ก. และ ข. ไม่ตรงกัน

10. ในการทดลองเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง นักเรียนคนหนึ่งทดลองกับต้นชบา โดยใช้พาราฟินเคลือบทั้งหน้าใบและหลังใบทั้งหมดทุกใบ จากนั้นนำไปรับแสงเป็นเวลาครึ่งวัน แล้วตัดใบมาทดสอบแป้ง พบว่าไม่มีแป้งในใบ จึงสรุปผลการทดลองว่า พืชไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้เพราะพืชไม่สามารถรับ CO_2 ได้

ข้อใดต่อไปนี้เป็นสมมติฐานสอดคล้องกับการทดลองได้ถูกต้อง

ก. ถ้าพืชรับ CO_2 ทางรูปากใบเพื่อใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสงแล้ว ดังนั้นถ้าปิดรูปากใบ พืชจะไม่สามารถสร้างแป้งได้

ข. ถ้าปิดรูปากใบจะทำให้พืชไม่สามารถรับ O_2 ดังนั้นจะส่งผลให้พืชไม่สามารถสร้างแป้งได้

ค. ถ้าการสังเคราะห์ด้วยแสงไม่มีน้ำที่เพียงพอ ดังนั้นจะไม่พบแป้งเมื่อนำใบมาทดสอบแป้ง

ง. ถ้าคลอโรพลาสต์หมดสภาพที่จะรับแสงแล้ว ดังนั้นจะไม่พบแป้งเมื่อนำใบมาทดสอบแป้ง

Prince of Songkla University
Pattani Campus

ตัวอย่างแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบวัดเจตคตินี้สร้างขึ้นเพื่อวัดระดับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
2. ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย (/) ลงในช่องว่าง เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ให้ตรงกับความรู้สึกของตัวนักเรียนมากที่สุด

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1. ถ้าข้าพเจ้าได้รับมอบหมายให้ค้นคว้าเรื่องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ข้าพเจ้าจะพยายามหลีกเลี่ยง					
2. ข้าพเจ้ามีความสุขเมื่อได้ทำการทดลองเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์					
3. ข้าพเจ้ารู้สึกชื่นชมเมื่อได้ทราบข่าวการคิดค้นประดิษฐ์สิ่งใหม่จากความรู้วิทยาศาสตร์					
4. ข้าพเจ้าคิดว่าผลงานวิทยาศาสตร์ไม่ได้ทำให้ประเทศชาติเจริญก้าวหน้า					
5. ผลงานทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ไม่มีประโยชน์ต่อข้าพเจ้า					
6. ความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำให้ประเทศชาติเจริญขึ้น					
7. ข้าพเจ้าสามารถดำรงชีวิตได้อย่างสะดวกสบายได้ ถึงแม้ไม่มีวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน					
8. ข้าพเจ้าคิดว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำให้เกิดการพัฒนาในด้านต่าง ๆ ที่มีประโยชน์ต่อมนุษย์มากมาย					
9. ข้าพเจ้ามักใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ โดยไม่ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของสถานที่และเวลา					
10. วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ข้าพเจ้าชอบศึกษา					

Prince of Songkla University
Pattani Campus
ภาคผนวก ง
คุณภาพของเครื่องมือการวิจัย

ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

ตาราง 14 ค่าเฉลี่ยการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					เฉลี่ย	S.D.
	1	2	3	4	5		
1. มาตรฐานการเรียนรู้							
1.1 สอดคล้องกับสาระสำคัญ	5	5	5	4	5	4.80	0.45
1.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	5	5	5	4	5	4.80	0.45
	เฉลี่ย					4.80	
2. ผลการเรียนรู้							
2.1 สอดคล้องกับสาระสำคัญ	5	5	5	4	5	4.80	0.45
2.2 ประเมินผลได้	5	5	5	4	5	4.80	0.45
2.3 ความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	4	5	4.80	0.45
	เฉลี่ย					4.80	
3. จุดประสงค์การเรียนรู้							
3.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	5	4	4	4.60	0.55
3.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.80	0.45
3.3 มีความชัดเจนเรื่องของภาษาที่ใช้	5	4	5	4	5	4.60	0.55
	เฉลี่ย					4.67	
4. สาระการเรียนรู้							
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	5	5	5	4	5	4.80	0.45
4.2 ใจความถูกต้อง	5	5	5	4	5	4.80	0.45
4.3 มีความชัดเจน น่าสนใจ	5	5	4	4	5	4.60	0.55
4.4 เวลาเรียนเหมาะสมกับเนื้อหา	5	4	5	4	4	4.40	0.55
	เฉลี่ย					4.65	

ตาราง 14 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					เฉลี่ย	S.D.
	1	2	3	4	5		
5. กิจกรรมการเรียนรู้							
5.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.60	0.55
5.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.60	0.55
5.3 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	5	5	4	5	4.80	0.45
5.4 ระยะเวลาแต่ละขั้นตอนเหมาะสม	5	4	4	4	5	4.40	0.55
5.5 เน้นการใช้ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	5	5	5	4	5	4.80	0.45
5.6 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมใน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.80	0.45
5.7 สอดคล้องกับรูปแบบกิจกรรมการ เรียนรู้แบบโครงงาน	5	5	4	4	5	4.60	0.55
เฉลี่ย						4.66	
6. สื่อ/ แหล่งเรียนรู้							
6.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.60	0.55
6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมของผู้เรียน	5	5	4	4	4	4.40	0.55
6.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ	5	5	5	4	5	4.80	0.45
6.4 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของ ผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.80	0.45
เฉลี่ย						4.65	
7. การวัดและประเมินผล							
7.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	4	5	4.40	0.55
7.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	5	4	4	5	4.40	0.55
7.3 สอดคล้องกับขั้นตอนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้	4	4	4	4	5	4.20	0.45
7.4 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของ ผู้เรียน	4	5	5	4	4	4.40	0.55
เฉลี่ย						4.35	
เฉลี่ยทั้งหมด						4.64	

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหา/จุดประสงค์
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตาราง 15 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหา/จุดประสงค์ (IOC) ของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา

ข้อคำถามข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	การ พิจารณา
	1	2	3	4	5			
1.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
2.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
3.	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ผ่าน
4.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
5.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
6.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
7.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
8.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
9.	0	0	+1	+1	+1	3	0.60	ผ่าน
10.	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ผ่าน
11.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
12.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
13.	0	+1	0	+1	+1	3	0.60	ผ่าน
14.	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ผ่าน
15.	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ผ่าน
16.	+1	+1	+1	1	+1	5	1.00	ผ่าน
17.	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ผ่าน
18.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
19.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
20.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อคำถามข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	สรุปผล
	1	2	3	4	5			
21.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
22.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
23.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
24.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
25.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
26.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
27.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
28.	+1	0	+1	-1	+1	2	0.40	ไม่ผ่าน
29.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
30.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
31.	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ผ่าน
32.	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ผ่าน
33.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
34.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
35.	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ผ่าน
36.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
37.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
38.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
39.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
40.	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ผ่าน

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหา/จุดประสงค์
ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 16 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหา/จุดประสงค์ (IOC) ของแบบทดสอบ
วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อคำถามข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	การ พิจารณา
	1	2	3	4	5			
1.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
2.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
3.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
4.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
5.	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ผ่าน
6.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
7.	0	+1	0	+1	+1	3	0.60	ผ่าน
8.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
9.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
10.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
11.	+1	+1	-1	+1	+1	3	0.60	ผ่าน
12.	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ผ่าน
13.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
14.	-1	+1	+1	+1	+1	3	0.60	ผ่าน
15.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
16.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
17.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
18.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
19.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
20.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
21.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
22.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
23.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
24.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
25.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
26.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน

ตาราง 17 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามที่ต้องการวัด (IC) ของแบบวัดเจตคติต่อ
วิทยาศาสตร์

ข้อคำถามข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IC	การ พิจารณา
	1	2	3	4	5			
1.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
2.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
3.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
4.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
5.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
6.	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ผ่าน
7.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
8.	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ผ่าน
9.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
10.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
11.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
12.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
13.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
14.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
15.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
16.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
17.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
18.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
19.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
20.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
21.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
22.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
23.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
24.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
25.	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ผ่าน
26.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ผ่าน
27.	+1	+1	0	+1	0	3	0.60	ผ่าน

ค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ

วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา

ตาราง 18 ค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา

ข้อที่	ค่าความยาก(P)	แปลผล	ค่าอำนาจจำแนก(r)	แปลผล	ผลการพิจารณา
1	0.77	ค่อนข้างง่าย	0.40	ดี	ตัดไว้
2	0.50	ปานกลาง	0.26	พอใช้	ตัดไว้
3	0.37	ค่อนข้างยาก	0.26	พอใช้	ตัดทิ้ง
4	0.37	ค่อนข้างยาก	0.57	ดี	ตัดไว้
5	0.47	ปานกลาง	0.37	พอใช้	ตัดไว้
6	0.50	ปานกลาง	0.37	พอใช้	ตัดไว้
7	0.50	ปานกลาง	0.69	ดีมาก	ตัดไว้
8	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.37	พอใช้	ตัดไว้
9	0.47	ปานกลาง	0.04	ค่อนข้างต่ำ	ตัดทิ้ง
10	0.37	ค่อนข้างยาก	0.68	ดีมาก	ตัดไว้
11	0.40	ปานกลาง	0.37	พอใช้	ตัดไว้
12	0.53	ปานกลาง	0.37	พอใช้	ตัดไว้
13	0.53	ปานกลาง	0.58	ดี	ตัดไว้
14	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.60	ดีมาก	ตัดไว้
15	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.59	ดี	ตัดไว้
16	0.53	ปานกลาง	0.27	พอใช้	ตัดไว้
17	0.30	ค่อนข้างยาก	0.46	ดี	ตัดไว้
18	0.53	ปานกลาง	0.37	พอใช้	ตัดไว้
19	0.30	ค่อนข้างยาก	0.46	ดี	ตัดไว้
20	0.33	ค่อนข้างยาก	0.03	ค่อนข้างต่ำ	ตัดทิ้ง
21	0.40	ปานกลาง	0.26	พอใช้	ตัดทิ้ง
22	0.73	ค่อนข้างง่าย	0.50	ดี	ตัดไว้
23	0.47	ปานกลาง	0.48	ดี	ตัดไว้
24	0.33	ค่อนข้างยาก	0.36	พอใช้	ตัดทิ้ง
25	0.43	ปานกลาง	0.47	ดี	ตัดไว้

ตาราง 18 (ต่อ)

ข้อที่	ค่า ความยาก(P)	แปลผล	ค่า อำนาจจำแนก(r)	แปลผล	ผลการพิจารณา
26	0.37	ค่อนข้างยาก	0.47	ดี	ตัดไว้
27	0.53	ปานกลาง	0.38	พอใช้	ตัดไว้
28	0.90	ง่ายมาก	-0.12	ต่ำมาก	ตัดทิ้ง
29	0.57	ปานกลาง	0.59	ดี	ตัดไว้
30	0.43	ปานกลาง	0.38	พอใช้	ตัดไว้
31	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.38	พอใช้	ตัดไว้
32	0.43	ปานกลาง	0.37	พอใช้	ตัดไว้
33	0.43	ปานกลาง	0.69	ดีมาก	ตัดไว้
34	0.23	ค่อนข้างยาก	0.03	ค่อนข้างต่ำ	ตัดทิ้ง
35	0.13	ยากมาก	0.12	ค่อนข้างต่ำ	ตัดทิ้ง
36	0.47	ปานกลาง	0.38	พอใช้	ตัดไว้
37	0.73	ค่อนข้างง่าย	0.39	พอใช้	ตัดไว้
38	0.40	ปานกลาง	-0.06	ต่ำมาก	ตัดทิ้ง
39	0.50	ปานกลาง	0.27	พอใช้	ตัดไว้
40	0.20	ค่อนข้างยาก	0.12	ค่อนข้างต่ำ	ตัดทิ้ง

** ค่าความเที่ยง มีค่าเท่ากับ 0.83

ค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ

วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 19 ค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ค่าความยาก(P)	แปลผล	ค่าอำนาจจำแนก(r)	แปลผล	ผลการพิจารณา
1	0.47	ปานกลาง	0.38	พอใช้	ตัดไว้
2	0.63	ค่อนข้างง่าย	-0.13	ต่ำมาก	ตัดทิ้ง
3	0.50	ปานกลาง	0.50	ดี	ตัดทิ้ง
4	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.38	พอใช้	ตัดไว้
5	0.80	ง่ายมาก	0.00	ค่อนข้างต่ำ	ตัดทิ้ง
6	0.37	ค่อนข้างยาก	-0.38	ต่ำมาก	ตัดทิ้ง
7	0.30	ค่อนข้างยาก	-0.25	ต่ำมาก	ตัดทิ้ง
8	0.40	ปานกลาง	0.38	พอใช้	ตัดไว้
9	0.63	ปานกลาง	0.38	พอใช้	ตัดไว้
10	0.37	ค่อนข้างยาก	0.50	ดี	ตัดไว้
11	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.38	พอใช้	ตัดไว้
12	0.57	ปานกลาง	0.50	ดี	ตัดไว้
13	0.43	ปานกลาง	0.63	ดีมาก	ตัดไว้
14	0.73	ค่อนข้างง่าย	0.25	พอใช้	ตัดไว้
15	0.90	ง่ายมาก	0.25	พอใช้	ตัดทิ้ง
16	0.57	ปานกลาง	0.88	ดีมาก	ตัดไว้
17	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.38	พอใช้	ตัดไว้
18	0.40	ปานกลาง	0.25	พอใช้	ตัดไว้
19	0.57	ปานกลาง	0.38	พอใช้	ตัดไว้
20	0.53	ปานกลาง	0.88	ดีมาก	ตัดไว้
21	0.73	ค่อนข้างง่าย	0.63	ดีมาก	ตัดไว้
22	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.38	พอใช้	ตัดไว้
23	0.37	ค่อนข้างยาก	0.63	ดีมาก	ตัดไว้
24	0.53	ปานกลาง	0.63	ดีมาก	ตัดไว้
25	0.53	ปานกลาง	0.88	ดีมาก	ตัดไว้
26	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.50	ดี	ตัดไว้

** ค่าความเที่ยง มีค่าเท่ากับ 0.74

อำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ตาราง 20 ค่าสถิติทดสอบที (t-test independent) ของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำและอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ข้อที่	กลุ่มสูง		กลุ่มต่ำ		t-test	p-value	ผลการพิจารณา
	เฉลี่ย	S.D.	เฉลี่ย	S.D.			
1	3.64	0.92	3.27	0.65	1.069	.298	ตัดทิ้ง
2	4.45	0.93	3.18	0.87	3.300	.004	ตัดไว้
3	4.73	0.47	3.73	0.90	3.258	.005	ตัดไว้
4	4.45	0.69	3.36	1.29	2.481	.022	ตัดไว้
5	4.82	0.40	3.18	1.25	4.129	.001	ตัดไว้
6	4.91	0.30	3.73	0.79	4.655	.000	ตัดไว้
7	4.82	0.40	3.64	0.67	4.985	.000	ตัดไว้
8	3.73	0.90	2.82	0.75	2.565	.018	ตัดไว้
9	4.18	0.75	3.73	0.79	1.387	.181	ตัดทิ้ง
10	4.82	0.40	4.00	0.63	3.614	.002	ตัดไว้
11	3.55	0.82	3.36	1.21	.413	.684	ตัดทิ้ง
12	3.64	1.21	2.64	0.81	2.284	.033	ตัดไว้
13	4.45	0.52	3.27	0.65	4.716	.000	ตัดไว้
14	3.91	0.94	3.00	0.89	2.319	.031	ตัดไว้
15	4.64	0.50	3.73	0.65	3.676	.001	ตัดไว้
16	4.64	0.50	3.82	0.60	3.451	.003	ตัดไว้
17	4.55	0.52	3.18	0.60	5.669	.000	ตัดไว้
18	4.73	0.47	3.27	0.65	6.047	.000	ตัดไว้
19	4.55	0.69	3.36	0.67	4.070	.001	ตัดไว้
20	2.45	0.69	2.64	0.81	-.568	.576	ตัดทิ้ง

ตาราง 20 (ต่อ)

ข้อที่	กลุ่มสูง		กลุ่มต่ำ		t-test	p-value	ผลการพิจารณา
	เฉลี่ย	S.D.	เฉลี่ย	S.D.			
21	4.18	0.60	3.36	0.67	3.000	.007	ตัดไว้
22	4.45	0.69	3.64	0.81	2.556	.019	ตัดไว้
23	3.45	1.63	2.91	1.45	.829	.417	ตัดทิ้ง
24	4.36	1.21	3.09	1.38	2.308	.032	ตัดไว้
25	4.00	0.77	3.36	1.21	1.472	.156	ตัดทิ้ง
26	3.91	0.83	3.09	0.83	2.308	.032	ตัดไว้
27	4.64	0.92	3.64	0.92	2.537	.020	ตัดไว้

** ค่าความเที่ยง มีค่าเท่ากับ 0.88

Prince of Songkla University
Pattani Campus

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล นายลฎฎพี ดอเลาะ
 รหัสประจำตัวนักศึกษา 5820120655
 วุฒิการศึกษา
 วุฒิ ชื่อสถาบัน ปีที่สำเร็จการศึกษา
 วิทยาศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ 2558

ทุนการศึกษา

ทุนโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ระดับปริญญาโท โดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

ข้อมูลการเผยแพร่ผลงาน

ลฎฎพี ดอเลาะ, ณัฐวิทย์ พจนตันติ และณรงค์ศักดิ์ รอบคอบ. 2560. “ผลของการจัดการเรียนรู้แบบ
 โครงการที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ
 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” การประชุมวิชาการระดับชาติ
 ศึกษาศาสตร์วิจัย เรื่อง “นวัตกรรมการศึกษาเพื่อ Thailand 4.0 (Innovative Education
 for Thailand 4.0)” 26 กรกฎาคม 2560 ณ โรงแรมทรราช เจบี หาดใหญ่ สงขลา