

การศึกษาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน
ร่วมกับหลัก สุ จี ปุ ลิ



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
สิงหาคม 2560

การศึกษาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน
ร่วมกับหลัก สุ จี ปุ ลิ



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้

สิงหาคม 2560

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน
ร่วมกับหลัก สุ จี ปุ ลิ



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
สิงหาคม 2560

พัชรกร ยิ่งยงยุทธ. (2560). การศึกษาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก สุ จิ ปุ ลิ. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาการทาง การศึกษาและการจัดการเรียนรู้). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาปรินญาณิพนธ์: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์.

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก สุ จิ ปุ ลิ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก สุ จิ ปุ ลิ กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 3) เปรียบเทียบคะแนนพัฒนาการความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก สุ จิ ปุ ลิ และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนวัด นวลนรดิศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้องเรียนห้องเรียนละ 32 คน รวม 64 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลอง 2) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แผนการจัดการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้โดยใช้หลัก สุ จิ ปุ ลิ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test for Dependent Samples , t-test for Independent Samples และการคำนวณคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์

ผลการวิจัย พบว่า 1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก สุ จิ ปุ ลิ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 2. นักเรียนที่เรียนโดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก สุ จิ ปุ ลิ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3. นักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก สุ จิ ปุ ลิ มีคะแนนพัฒนาการความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ

A STUDY ON SCIENTIFIC MODELING ABILITY AND SCIENCE LEARNING ACHIVEMENT
OF ELEVENTH GRADE STUDENTS BY USING 5E LEARNING MODEL WITH
THE SU JI PU LI PRINCIPLE



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

August 2017

Patcharakorn Yingyongyut. (2017). **A Study on Scientific Modeling Ability and Science Learning Achievement of Eleventh Grade Students by Using 5E Learning Model with SU JI PU LI Principle**. Thesis M.Ed.(Educational Science and Learning Management). Bangkok: Graduate School Srinakharinwirot University.
Thesis Advisor: Assist.Prof.Dr. Porntip Siripatharachai.

The purposes of research were : 1) to compare the pre-test and post-test achievement scores of eleventh grade students participating in 5E learning model with SU JI PU LI principle on learning photosynthesis, 2) to compare the post-test achievement scores of eleventh grade students by 5E learning model with SU JI PU LI principle with those of students participating in 5E learning model only on photosynthesis, 3) to compare gain score the scientific modeling ability scores on photosynthesis of experimental group and control group. The research samples by using the cluster random sampling technique consisted of 64 eleventh grade students at Wat Nuannoradit School, Bangkok, in the second semester of the 2016 academic year. They were divided into 2 groups; 5E learning model with SU JI PU LI principle (experimental group) and 5E learning model (control group) with 32 students each. The research instruments were 1) an assessment of scientific modeling ability, 2) a science achievement test, and 3) lesson plans on 5E learning model with SU JI PU LI principle. The statistics used for the hypothesis testing included, a t-test for dependent samples , t-test for independent samples and gain scores.

The research findings are indicated as follows: 1. The learning achievement post-test scores of the students taught through 5E learning model with SU JI PU LI principle were higher than the pre-test scores at the statistical significance of .05 2. The experimental group had higher scores of science learning achievement than those of the control group at the statistical significance of .05 3. The experimental group had better gain scores of scientific modeling ability than those of the control group.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน
ร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ

ของ

พัชรกร ยิ่งยงยุทธ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ที่ปรึกษา

.....ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรทิพย์ ศิริภัทราชัย) (อาจารย์ ดร.ชนะวัฒน์ บุนนาค)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุนีย์ เหมะประสิทธิ์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรทิพย์ ศิริภัทราชัย)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาและการให้คำปรึกษาแนะแนวทางในการทำวิจัยจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรทิพย์ ศิริภัทราชัย ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษาในการค้นคว้า ตลอดจนให้คำแนะนำ แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ อย่างดียิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุณีย์ เหมะประสิทธิ์ และอาจารย์ ดร. ชนะวัฒน์ บุณาค ที่มาเป็นกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ครั้งนี้ ที่ได้ให้ข้อแนะนำเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์และทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ทุกท่านที่ช่วยประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และได้นำไปใช้ประโยชน์ในการทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.มนตา ตูลย์เมธการ, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สถาพร ดียิ่ง, อาจารย์ ดร.พจนา ดอกตาลยงค์, อาจารย์ ดร.นันทวัน สมสุข และคุณครูณัฐวุฒิ แวนดำ ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนให้คำแนะนำและแก้ไขเครื่องมือในการวิจัยจนสามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยได้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ และคณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนวัดนวลนรดิศ ปีการศึกษา 2559 ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ ทุกๆ คน ที่คอยช่วยเหลือและคอยให้คำแนะนำที่ดีเสมอมา

สุดท้ายขอกราบขอบคุณครอบครัวที่ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจในการทำวิจัยในครั้งนี้

พัชรกร ยิ่งยงยุทธ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	2
ความสำคัญของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	6
สมมติฐานในการวิจัย.....	6
2 เอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
เอกสารที่เกี่ยวข้องสุ จิ ปุ ลิ.....	8
ความหมายของสุ จิ ปุ ลิ.....	8
หลัก สุ จิ ปุ ลิ ความหมายของฟัง.....	10
การฟังอย่างมีประสิทธิภาพ.....	10
ประโยชน์และความสำคัญของการฟัง.....	14
ความหมายของการอ่าน.....	15
จุดมุ่งหมายของการอ่าน.....	15
ประโยชน์และความสำคัญของการอ่าน.....	17
ความหมายของการคิด.....	19
กระบวนการคิด.....	20
วิธีการสอนคิด.....	23
ประโยชน์และความสำคัญของการคิด.....	26
จุดมุ่งหมายของการใช้คำถาม.....	29
ลักษณะของคำถามที่ดี.....	30
เทคนิคการใช้คำถาม.....	32
ประโยชน์และความสำคัญของการใช้คำถาม.....	34
ความหมายของการเขียน.....	36
จุดมุ่งหมายของการเขียน.....	37
หลักการเขียน.....	39

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
ลักษณะการเขียนที่ดี.....	40
ประโยชน์และความสำคัญของการเขียน.....	42
การจัดการเรียนรู้โดยใช้หลัก ส จี ปุ ลิ.....	43
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ส จี ปุ ลิ.....	45
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.....	46
ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.....	46
กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.....	47
ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.....	50
ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.....	53
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	54
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์.....	55
ความหมายของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์.....	55
ประเภทของแบบจำลอง.....	56
กระบวนการสร้างแบบจำลอง.....	57
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	58
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์.....	59
ความหมายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์.....	59
ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์.....	60
แนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์.....	63
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	66
การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	66
แบบแผนการวิจัย.....	67
การสร้างเครื่องมือการวิจัย.....	68
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	72
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	73
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	74

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	76
ผลวิเคราะห์ข้อมูล.....	76
5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	82
สรุปผลการวิจัย.....	84
อภิปรายผล.....	84
ข้อเสนอแนะ.....	88
บรรณานุกรม.....	89
ภาคผนวก.....	97
ภาคผนวก ก.....	98
ภาคผนวก ข.....	100
ภาคผนวก ค.....	109
ภาคผนวก ง.....	135
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	140

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แบบแผนการทดลอง.....	67
2	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ.....	77
3	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	78
4	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	79
5	เปรียบเทียบคะแนนพัฒนาการความสามารถในการสร้างแบบจำลอง เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	80
6	ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชุดที่ 1....	101
7	ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชุดที่ 2.....	103
8	ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชุดที่ 1.....	105
9	ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชุดที่ 2.....	106
10	ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) แบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์.....	107
11	ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) แผนการจัดการเรียนรู้.....	108

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	6
2 ความสัมพันธ์ของการคิด การพูดและการฟัง.....	14
3 หลักการคำนวณคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์.....	74



บทที่ 1

บทนำ

1. ภูมิหลัง

จากการที่ประเทศไทยของเราประสบกับปัญหาวิกฤตการศึกษาที่น่าวิตกอันเป็นผลของการประเมินจากหลายๆสถาบัน โดยจากการรายงานของการจัดงานสัมมนาวิชาการของสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย กล่าวว่าประเทศไทยเป็นประเทศที่มีเวลาเรียนมากที่สุด แต่กลับมีผลสัมฤทธิ์ต่ำ โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ที่มีเวลาเรียนมาก แต่ผลคะแนนจากการสอบต่ำ เห็นได้จากผลสอบ O-Net (Ordinary National Education Test) ที่ไทยมีแนวโน้มลดลง ขณะที่ข้อมูลจากการสอบ PISA (Programme for International Student Assessment) พบว่าผลการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ต่ำลงมาโดยตลอด ซึ่งอาจจะต่ำกว่าร้อยละ 50 (อัมมาร สยามวาลา. 2552: ออนไลน์) โดยการประเมินต่างๆ รวมทั้งการประเมินในระดับนานาชาตินั้นไม่ใช่เป็นการประเมินแค่ความรู้ความจำของผู้เรียนหากแต่เป็นการประเมินความสามารถทางด้านการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา และเรียนรู้ได้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษาของประเทศไทยจะต้องสามารถตอบโจทย์ความมุ่งหมายที่ต้องการให้ผู้เรียนนั้นเมื่อจบการศึกษาออกไปแล้วมีความสามารถทางด้านการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา และเรียนรู้ได้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง เสาะแสวงหาความรู้จากโลกของเทคโนโลยี โดยปัจจุบันการศึกษาของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานในปัจจุบันพบปัญหาสำคัญที่เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ คือ ครูผู้สอนให้ความสำคัญกับคำตอบมากกว่ากระบวนการ นักเรียนขาดเครื่องมือช่วยคิดในระหว่างเรียนรู้รวมทั้งนักเรียนไม่เกิดการเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์ ระบบการศึกษาขาดการประเมินผลสัมฤทธิ์ในส่วนของการเรียนรู้

การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันจะต้องมีความสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 โดยถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุดให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม คือ ร่วมคิด ร่วมทำ ร่วมสร้างสรรค์กิจกรรมทางการศึกษา ลงมือปฏิบัติจริง ครูเปลี่ยนบทบาทจากการเป็นผู้บอกให้ความรู้อย่างเดียวแต่ต้องเอื้ออำนวยความสะดวกสบาย ควรช่วยเหลือในคราวจำเป็นเท่านั้น ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและผู้เรียนจะเปลี่ยนไป โดยครูจะเป็นกัลยาณมิตร เป็นเพื่อทางวิชาการแก่เด็ก เป็นที่ปรึกษาเมื่อผู้เรียนมีปัญหา รวมทั้งในการจัดการเรียนการสอนจะต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล การจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมต้องสอดคล้องกับความสนใจและความถนัด ผสมผสานเนื้อหาสาระความรู้ด้านต่างๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน ฝึกให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้ ฝึกให้มินิสัย รักการอ่าน ใฝ่รู้ และปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงาม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา (สาลี รักสุทธี. 2544: 7) ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด ฝึกสังเกต ฝึกถาม-ตอบ ฝึกการสื่อสาร ฝึกเชื่อมโยง บูรณาการ ฝึกบันทึก ฝึกนำเสนอ ฝึกวิเคราะห์วิจารณ์ ฝึกสร้างองค์ความรู้ โดยครูเป็นผู้กำกับควบคุมและ

ดำเนินการให้คำปรึกษาชี้แนะ และช่วยเหลือ เป็นผู้กระตุ้น ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดและเรียนรู้ด้วยตนเองได้ (สำนักงานส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2550: 56)

กระบวนการสร้างแบบจำลอง เป็นสิ่งที่มีความสำคัญทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยนักวิทยาศาสตร์สร้างแบบจำลอง ขึ้นมาเพื่อใช้เป็นแหล่งอ้างอิงในการพิสูจน์สมมติฐาน ที่นักวิทยาศาสตร์ตั้งขึ้นและอธิบายผลการศึกษาค้นพบ รวมถึงใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ เหตุการณ์และกระบวนการต่างๆ ทางธรรมชาติเพื่อให้ สามารถเข้าใจสิ่งเหล่านั้นได้ง่ายขึ้น โดยนักวิทยาศาสตร์ได้สร้างแบบจำลอง ขึ้นมาเพื่อเชื่อมโยงทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นนามธรรมกับโลกของความจริง แบบจำลองจึงช่วยให้สามารถมองเห็นสิ่งที่เป็นามธรรมได้ชัดเจนและเข้าใจ แนวคิดต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น (Harrison; & Treagust. 2000: 1012)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้หลัก ส จี ปุ ลิ เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ประกอบไปด้วย ส (หรือสูตร) หมายถึง สารความรู้ที่ได้มาจากการฟังผู้รู้ หรือการอ่านเอกสารตำรา เรื่องราวต่างๆ ที่ง่ายหรือซับซ้อน จิ (หรือจินต) หมายถึง การใช้ความคิด จินตนาการการคิดวิเคราะห์ ปุ (หรือปุจฉา) หมายถึง การถามหรือการสัมภาษณ์บุคคลเพื่อให้ได้สารสนเทศที่เป็นความรู้อย่างใดอย่างหนึ่งและ ลิ (หรือลิขิต) หมายถึง การเขียนที่อาจจะเป็นการเขียนโครงร่างความคิดเกี่ยวกับบทความหรือการสังเคราะห์แนวคิดเขียนรายงานเรื่องใดเรื่องหนึ่ง (มนัส บุญประกอบ. 2542: 50-51) โดยสุจิตปูลิ จะเป็นหนทางที่จะนำไปสู่การเป็นผู้มีความรู้ มีทักษะในการคิด ความเชี่ยวชาญหรือการเป็นนักปราชญ์ (ชาญชัย อินทรประวัติ. 2554: 1-6)

จากปัญหาทางด้านการศึกษาของประเทศไทยที่เกิดขึ้นรวมทั้งความสำคัญของการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลัก ส จี ปุ ลิ จึงทำให้ผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลัก ส จี ปุ ลิ ว่าจะสามารถพัฒนาให้นักเรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงและสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ผ่านทางแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้อันจะนำไปสู่กระบวนการเรียนรู้วิชาชีววิทยาอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

2. ความมุ่งหมายของการวิจัย

2.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ

2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2.3 เพื่อเปรียบเทียบคะแนนพัฒนาการความสามารถในการสร้างแบบจำลองเรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

3. ความสำคัญของการวิจัย

- เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเอง ซึ่งจะช่วยพัฒนาศักยภาพของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
- เป็นข้อมูลสำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่แตกต่างจากที่ใช้กันอยู่ปัจจุบัน เพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

4. ขอบเขตของการวิจัย

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

4.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนวัดนวลนรดิศ จำนวน 5 ห้องเรียน โดยมีห้องที่ละความสามารถของนักเรียน ทั้งหมด 3 ห้องเรียน

4.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดนวลนรดิศ ที่ศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 2 ห้องเรียน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยวิธีการสุ่มจาก 3 ห้องเรียนที่ละความสามารถมา 2 ห้องเรียน ซึ่งมีห้องเป็นหน่วยในการสุ่ม จากนั้นทำการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยให้ 1 ห้องเป็นกลุ่มทดลองและ 1 ห้องเป็นกลุ่มควบคุม

4.2 ตัวแปรที่ศึกษา

1) ตัวแปรอิสระ คือ

- การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ
- การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน

2) ตัวแปรตาม

- ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

4.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

- 1) โครงสร้างของคลอโรพลาสต์และสารสีในปฏิกิริยาแสง
- 2) ปฏิกิริยาแสง (Light Reaction)
- 3) การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2 fixation)
- 4) โฟโตเรสไพเรชัน (photorespiration)
- 5) กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C_4
- 6) กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช CAM
- 7) ปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง

4.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ซึ่งใช้เวลาในการทดลอง 21 คาบเรียน คาบเรียนละ 55 นาที โดยแบ่งเป็นทดสอบก่อนเรียน 1 คาบเรียน ดำเนินการสอน 21 คาบเรียน และทดสอบหลังเรียน 1 คาบเรียน

5. นิยามศัพท์เฉพาะ

5.1 ส จิ ปุ ลิ หมายถึง กระบวนการพัฒนาผู้เรียน โดยเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะในการฟังหรือการอ่าน การคิด การใช้คำถาม และการเขียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบ ดังนี้

- ส หมายถึง การได้รับข้อมูลจากการฟัง การอ่าน หรือจากการสนทนา อภิปรายต่างๆ ในชั้นเรียน และนักเรียนสามารถที่จับประเด็นปัญหาสำคัญต่างๆ ได้อย่างครบถ้วน
- จ หมายถึง กระบวนการคิดต่างๆ ซึ่งสามารถเชื่อมโยงข้อมูลต่างๆ เพื่อค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันออกไป
- ปุ หมายถึง การใช้คำถาม เพื่อให้ให้นักเรียนได้ข้อมูลต่างๆ เพื่อที่จะนำไปใช้ในการสรุปเนื้อหา ความคิดรวบยอด หรือแนวทางที่จะใช้ในการแก้ปัญหา
- ลิ หมายถึง การบันทึกและถ่ายทอดข้อมูล โดยเป็นการบันทึกข้อมูลที่ได้จากการอภิปราย และการสรุปจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียน

5.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จิ ปุ ลิ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นำหลัก ส จิ ปุ ลิ เข้ามาแทรกลงในขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการกระตุ้นให้เกิดความสนใจใคร่รู้นำไปสู่ประเด็นที่จะศึกษาค้นคว้าให้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยในขั้นตอนนี้จะเน้นกิจกรรมการฟังหรือการอ่าน (ส)

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นการทำความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษา โดยวิธีการศึกษาอาจเป็นการตรวจสอบ การทดลอง การปฏิบัติ การสืบค้นความรู้ และร่วมกันอภิปรายถึงประเด็นหรือคำถามต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างพอเพียงในการที่จะใช้ในขั้นต่อไป โดยในขั้นตอนนี้จะเน้นกิจกรรมการคิด (จ)

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการนำข้อมูลที่ได้อภิปรายผลสรุปผล โดยใช้คำถามต่างๆ และคิดออกแบบแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อสรุปความรู้ความเข้าใจ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะเน้นกิจกรรมการคิดและการใช้คำถาม (จ , ปุ)

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration) โดยในขั้นตอนนี้จะเน้นกิจกรรมการใช้คำถาม (ปุ) ที่เกิดจากความสงสัยของผู้เรียนในประเด็นต่างๆ ที่เกิดจากการนำความรู้ที่มีไปเชื่อมโยงกับข้อมูลที่ได้รับมาจากการทำกิจกรรม

ขั้นที่ 5 ประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ ว่าผู้เรียนมีความรู้ อะไรบ้าง ได้รับความรู้มากน้อยเพียงใด โดยขั้นตอนนี้จะผู้เรียนจะเน้นการเขียนโดยให้นักเรียนสรุป ความรู้ในรูปแบบต่างๆ เช่น ผังมโนทัศน์ (ลิ) และมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้แบบจำลองที่นักเรียนแต่ละ กลุ่มสร้างขึ้น

5.3 การสอนแบบปกติ หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนซึ่งอาจเกิด ความสนใจ ความสงสัย จากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้น เป็นการกระตุ้นให้เกิดความสนใจใคร่รู้ นำไปสู่ประเด็นที่ จะศึกษาค้นคว้าให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นการทำความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษา วิธีการศึกษาอาจเป็นการตรวจสอบ การทดลอง การปฏิบัติ การสืบค้นความรู้ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูล อย่างพอเพียงในการที่จะใช้ในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการนำข้อมูลข้อสนเทศ ที่ได้มา วิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอในรูปแบบของภาพวาด ตาราง แผนภูมิ การค้นพบในขั้นนี้อาจ เป็นการสนับสนุนหรือโต้แย้งสมมติฐานก็ได้ ผลที่ได้สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ ได้

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับ ความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อสรุปไปอธิบายสถานการณ์เหตุการณ์ต่างๆ ทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขึ้น

ขั้นที่ 5 ประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่า มีความรู้ อะไรบ้าง ได้รับความรู้มากน้อยเพียงใด

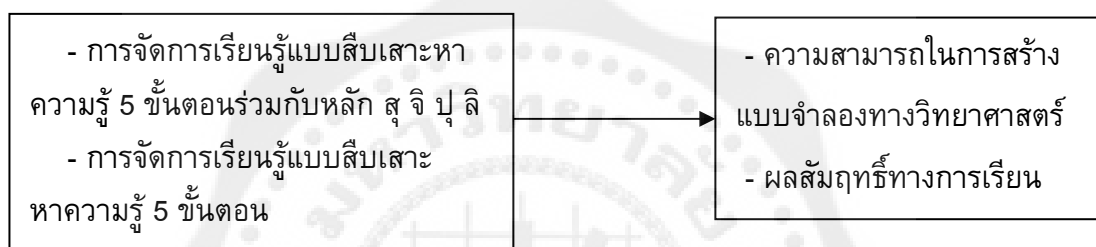
5.4 ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การนำเสนอ ความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากแบบประเมิน ความสามารถในการสร้างแบบจำลองที่ผู้ทำวิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubric) โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่

- 1) ด้านการวางแผน หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการวางแผนการออกแบบ แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระเบียบ มีขั้นตอน และมีความเป็นไปได้ในการสร้างแบบจำลอง
- 2) ด้านการลงมือปฏิบัติ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการสร้างแบบจำลอง ทางวิทยาศาสตร์ตามลำดับขั้นตอนที่วางแผนไว้ และมีการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม
- 3) ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการสร้างแบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์เพื่อให้สามารถอธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์ และทำให้มีความเข้าใจในหลักการทาง วิทยาศาสตร์ได้ง่ายและชัดเจนมากขึ้น

4) ด้านการปรับปรุง หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการบอกจุดอ่อนของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้างขึ้นและสามารถเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขได้

5.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิชาชีววิทยาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ที่ผู้ทำวิจัยสร้างขึ้นตามตารางวิเคราะห์เนื้อหาโดยจะวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย 3 ด้าน คือ การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมินค่า จำนวน 30 ข้อ

6. กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

7. สมมติฐานของการวิจัย

7.1 นักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

7.2 นักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ

7.3 นักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ มีคะแนนพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสุจริต

- 1.1 ความหมายของ สุ จี ปุ ลิ
- 1.2 หลัก สุ จี ปุ ลิ
 - 1.2.1 สุ (การฟังและการอ่าน)
 - 1.2.2 จี (การคิด)
 - 1.2.3 ปุ (การใช้คำตาม)
 - 1.2.4 ลิ (การเขียน)
- 1.3 การจัดการเรียนรู้โดยใช้หลัก สุ จี ปุ ลิ
- 1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลัก สุ จี ปุ ลิ

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

- 2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
- 2.2 กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
- 2.3 ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
- 2.4 ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบจำลอง

- 3.1 ความหมายของการสร้างแบบจำลอง
- 3.2 ประเภทของแบบจำลอง
- 3.3 กระบวนการสร้างแบบจำลอง
- 3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบจำลอง

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์

- 4.1 ความหมายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์
- 4.2 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
- 4.3 แนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องสุจิตุ

1.1 ความหมายของสุจิตุ

สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (2558: 26) ได้กล่าวถึง สุ จิ ปุ ลิ ดังนี้
 สุ คือ สุตมยปัญญา หรือปัญญาที่เกิดขึ้นจากการฟัง โดยการฟังคือ การรับสารหรือสาระ
 ทั้งปวง รวมทั้งการได้รู้ ได้เห็น และการอ่านหนังสือ

จิ คือ จินตมยปัญญา คือ ปัญญาที่เกิดจากการคิด คิดในที่นี้ไม่ใช่คิดสังเดชแต่ต้องค้นคว้า
 หรือมี “สุ” มาก่อนจึงจะมี “จิ” ได้ แล้วใช้ปัญญาคิดไตร่ตรองว่าอะไรควรเป็นอะไร เป็นการ
 กรองอีกทีที่เราได้ สุ มานั้น สุ ถูกหรือ สุ ผิดเป็นการหักใช้เหตุผลวิเคราะห์เพื่อให้มีปัญญาแหลมคม
 และเพิ่มพูนมากขึ้น การใช้ จิ นี้จะช่วยให้เกิดจินตนาการและการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ รวมทั้งสิ่งที่
 จดงามมีศิลปะด้วย

ปุ คือ ปุจฉา แปลว่า ถาม มาจาก สุ และ จิ ต้องมีความปรารถนาหาคำตอบเพิ่มเติมให้มี
 ปัญญาออกเอยยิ่งๆ ขึ้น แนวโน้มทศวรรษหน้า ปุ เป็นเรื่องสำคัญไม่ใช่รู้จากการบรรยายเฉยๆ ต้อง
 บรรยายไปพลาถามไปพลาด้วย

ลิ คือ ลิขิต หรือจดบันทึก เมื่อได้คำตอบหรือข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์บนรากฐานของ
 เหตุผลแล้ว การจดนั้นถือว่าจดเพื่อให้เรารู้เอง และเผื่อให้คนอื่นเอาไปศึกษาแล้วรู้ต่อด้วย

มนัส บุญประกอบ (2542: 50-51) ได้กล่าวถึง สุ จิ ปุ ลิ ดังนี้

สุ (หรือสุต) หมายถึง สาระความรู้ที่ได้มาจากการฟังผู้รู้ หรือการอ่านเอกสารตำรา เรื่องราว
 ต่างๆ ที่ง่ายหรือซับซ้อน

จิ (หรือจินต) หมายถึง การใช้ความคิด จินตนาการ การคิดวิเคราะห์

ปุ (หรือปุจฉา) หมายถึง การถามหรือการสัมภาษณ์บุคคลเพื่อให้ได้สารสนเทศที่เป็นความรู้
 อย่างใดอย่างหนึ่ง

ลิ (หรือลิขิต) หมายถึง การเขียนที่อาจจะเป็นการเขียนโครงสร้างความคิดเกี่ยวกับบทความ
 หรือการสังเคราะห์แนวคิดเขียนรายงานเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

ชาญชัย อินทรประวัติ (2554: 1-6) สุ จิ ปุ ลิ หมายถึง หนทางที่จะนำไปสู่การเป็นผู้มีความรู้
 มีทักษะในการคิด ความเชี่ยวชาญหรือการเป็นนักปราชญ์นั้นจะประกอบไปด้วย

พฤติกรรมหัวใจนักปราชญ์ลำดับที่ 1 คือ การฟัง หรือสุตะ เพราะการฟังเป็นการรับรู้
 ข้อมูล ข่าวสารต่างๆ ซึ่งการรับรู้ข่าวสารของนักเรียน นักศึกษา ปกติแล้วก็จะมีแนวทางที่สำคัญอยู่
 2 แนวทาง คือ การอ่านและการฟัง สำหรับการสอนในชั้นเรียนนั้นไม่ว่าครูจะเลือกวิธีอะไรก็มักจะ
 มีสิ่งที่นักเรียนนักศึกษาจะต้องฟังอยู่ด้วยเสมอ เพียงแต่จะมากหรือน้อยเพียงใดเท่านั้นเอง หากเป็น
 การเรียนการสอนแบบปาฐกถา หรือการอภิปรายแล้ว การฟังถือว่าเป็นช่องทางสำคัญที่สุดในการ
 รับรู้ข้อมูลข่าวสารที่เป็นความรู้ในบทเรียนนั้นๆ

พฤติกรรมหวั่นใจนักปราชญ์ลำดับที่ 2 การคิด จินตะ จินตนา หรือ จิ การคิดของคนเป็นกระบวนการทางสมองที่นำเอาข้อมูล ข่าวสาร ทั้งหลายที่บุคคลนั้นได้รับจากสิ่งเร้า หรือตัวกระตุ้นภายนอกผ่านสัมผัสทั้ง 5 ประการ คือ หู ตา จมูก ลิ้น และผิวหนัง มาจัดกระทำโดยสมองในระดับต่างๆ เช่น ทบทวน แยกแยะ เปรียบเทียบ ให้เหตุผล สรุป บูรณาการ สร้างสรรค์ และประเมินค่า

พฤติกรรมหวั่นใจนักปราชญ์ลำดับที่ 3 การถามคำถาม หรือปจณา (ปุ) โดยปกตินั้นคนเราจะถามคำถามเมื่ออยากรู้ มีความสุขกับการถาม-ตอบ และสามารถใช้ในการถาม-ตอบเป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้และสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องให้แก่ตนเองได้

พฤติกรรมหวั่นใจนักปราชญ์ลำดับที่ 4 คือ การจดบันทึกสาระสำคัญของการเรียนรู้ ข้อมูลที่ได้ข้อสรุป ประเด็นปัญหา ซึ่งเราเรียกพฤติกรรมนี้ว่า ลิขิต ซึ่งแปลว่า เขียน โดยใช้คำย่อว่า ลิ การจดบันทึกเป็นบันไดขั้นสูงสุดของนักปราชญ์ ซึ่งเป็นผลที่เกิดขึ้นตามมาจากการฟัง การคิด และการถามอย่างประสบความสำเร็จ

นิวัฒน์ หนองเกษม (2556: ออนไลน์) ได้กล่าวว่า “สุ จิ ปุ ลิ” หวั่นใจนักปราชญ์ การเป็นผู้ใฝ่รู้ใฝ่เรียนและรู้จักพัฒนาตนเองย่อมเป็นประโยชน์ต่อผู้นั้นเสมอ

สุ มาจากคำว่า “สุตะ” หมายถึง การฟัง การที่เรารู้จักฟังอย่างมีสติ ฟังแล้ว เกิดการเรียนรู้ เช่น การฟังสิ่งที่ครูสอน ฟังการบรรยาย ฟังการนำเสนองาน การค้นคว้าต่างๆ ฯลฯ สิ่งเหล่านี้ล้วนแต่ก่อให้เกิดปัญญาขึ้นได้

จิ มาจากคำว่า “จินตะ” หมายถึง การคิด การคิดอาจจะเกิดขึ้นต่อเนื่องมาจากการฟังก็ได้ หรืออาจเกิดขึ้นโดยการใคร่ครวญถึงสภาวะแวดล้อมต่างๆ หรือแม้กระทั่งการคิดทบทวนถึงสิ่งที่รู้ เรียนมาในแต่ละวัน การคิดถือว่าการต่อยอดของความรู้ในเบื้องต้น ซึ่งจะทำให้บุคคลนั้นเกิดความเข้าใจ

ปุ มาจากคำว่า “ปจณา” หมายถึง การถาม การถามเกิดจากการคิดที่สงสัยขึ้นมา และต้องการหาคำตอบของข้อสงสัยนั้น ฉะนั้นการถามจึงเป็นบ่อเกิดแห่งความรู้เช่นกัน เหตุที่กล่าวเช่นนี้ก็เพราะว่า การค้นคว้าหาคำตอบในสิ่งที่ไม่รู้ จากผู้รู้เป็นการเพิ่มพูนความรู้ให้กับบุคคลนั้นได้

ลิขิต มาจากคำว่า “ลิขิต” หมายถึง การเขียน การจดบันทึก เป็นการประมวลความรู้ที่เกิดขึ้นแล้วจดจำไว้ กระบวนการนี้เป็นการป้องกันการลืม เพราะถ้าหากกาลเวลาล่วงไปนานเข้า สิ่งที่เราเมื่ออดีตที่ผ่านมาอาจจะเลอะเลือนได้ ฉะนั้นการจดจำบันทึก จึงเป็นสิ่งสำคัญ

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า สุ จิ ปุ ลิ เป็นการพัฒนาผู้เรียนโดยเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะในการฟังหรือการอ่าน การคิด การใช้คำถาม และการเขียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ อย่างมีประสิทธิภาพ โดย สุ คือ การฟังหรือการอ่าน ซึ่งเป็นการรับสารต่างๆ ของผู้เรียน จิ หมายถึง กระบวนการใช้ความคิด ปุ หมายถึง การตอบคำถามเพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการ และ ลิ หมายถึง การเขียนสรุปหรือการเขียนบันทึกเกี่ยวกับเรื่องราวที่ได้เรียนรู้

1.2 หลัก ส จิ ปุ ลิ

1.2.1 ส (การฟังและการอ่าน) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนเพื่อให้ นักเรียนได้รับข้อมูล หรือความรู้ที่ครูเตรียมไว้ จากการสนทนา การบรรยาย การอภิปราย โดยใช้ ทักษะการฟังและการอ่าน ที่เกิดขึ้นระหว่างนักเรียนกับนักเรียน หรือระหว่างครูกับนักเรียน

1) ความหมายของการฟัง

รวินศ์ ศรีทองรุ่ง (2542: 33) กล่าวว่า ในการติดต่อสื่อสารด้วยการพูดของ มนุษย์นั้น ผู้พูดและผู้ฟังย่อมมีความรับผิดชอบร่วมกันต่อการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ การฟังจึงมี ความสำคัญไม่น้อยกว่าการพูด การฟังอย่างมีประสิทธิภาพย่อมมีผลเอื้ออำนวยต่อการพูดที่มี ประสิทธิภาพ และนักพูดที่ดีย่อมเป็นนักฟัง ที่ดีเสมอ

จินดา งามสุทธิ (2549: 14) กล่าวว่า การฟังเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นพร้อมๆ กับ การพูด หรือการพูดกับการฟังเป็นของคู่กัน

กุลยา ตันติผลาชีวะ (2551: 146) กล่าวว่า การฟังของเด็กเป็นการรับรู้ เรื่องราว ด้วยประสาทสัมผัสทางหูที่ได้กะสมและนำไปสร้างเสริมพัฒนาการทางภาษามากกว่าการ ใช้เพื่อพัฒนาปัญญา เด็กจะเก็บคำพูดจังหวะเรื่องราวจากสิ่งที่สานต่อมาเป็นคำศัพท์และเป็น ประโยคที่ถ่ายทอดสู่การพูด ถ้าเรื่องราวที่เด็กได้ฟังที่มีความชัดเจนง่ายต่อการเข้าใจ เด็กจะได้ คำศัพท์และมีความสามารถมากขึ้น

วรลี ศรีทรา (2552: 20) กล่าวว่า การฟังเป็นสิ่งสำคัญในกระบวนการสื่อสาร ซึ่งการฟังนั้นถือเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นพร้อมกับการพูด หากผู้พูดได้พูดอย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ก็จะส่งผลให้การฟังของผู้ฟังมีประสิทธิภาพตามไปด้วย

โสภณ สาทรสัมฤทธิ์ผล (2552: 20) กล่าวว่า การฟัง หมายถึง การรับรู้เรื่องราว ต่างๆ โดยอาศัยโสตประสาทเป็นเครื่องรับรู้ซึ่งต้องใช้ความตั้งใจสามารถเข้าใจความหมายและ ดีความจากเรื่องที่ได้ฟังอย่างถูกต้อง

วรรณ โสมประยูร (2553: 90) กล่าวว่า การฟัง หมายถึง การแปลความหมายของ เสียงที่ได้ยินโดยใช้สมาธิหรือความตั้งใจอย่างจริงจังจนเกิดความเข้าใจในสิ่งที่ได้ยินนั้น เพราะการ ฟังเป็นทักษะการรับ เข้าตามหลักการของภาษาศิลป์

จากความหมายของการฟังกล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การฟัง เป็นกระบวนการ รับรู้เรื่องราวต่างๆ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในสิ่งที่รับรู้มา ซึ่งเป็นทักษะที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ สิ่งต่างๆ รอบตัว

2) การฟังอย่างมีประสิทธิภาพ

ยุดา รักไทย และปานจิตต์ โกญจนวรรณ (2542: 26-31) ได้กล่าวถึงการฟัง อย่างให้มีประสิทธิภาพ ดังนี้

1. ค้นหาประโยชน์จากการฟังครั้งนั้น ก่อนอื่นให้มีทัศนคติที่ดีต่อเรื่องที่ได้อ่าน แล้วเราก็จะเห็นอะไรบางอย่างในเรื่องนั้นที่จะให้ความรู้แก่เรา ถึงแม้จะเป็นการพูดที่น่าเบื่อ แต่โดยปกติแล้วมันจะแฝงไว้ด้วยข้อคิดที่มีค่า มีประโยชน์ ถึงแม้จะใช้เวลาสั้น แต่ในอนาคตมันอาจช่วยอะไรเราได้มากทีเดียว

2. เป็นฝ่ายรุก คือนำเอาสิ่งที่ผู้พูดรู้ออกมา แสดงให้เขาเห็นว่าตั้งใจและสนใจที่จะฟังเต็มที่ด้วยการหันไปทางผู้พูดตรงๆ ประสานสายตากับผู้พูด มีท่าทางเปิดเผยจริงใจ และไม่เหลือบมองนาฬิกาบ่อยๆ หรือจัดเสื่อจัดทางเกว

3. เตรียมสำหรับการฟัง ในกรณีที่เรารู้ล่วงหน้าแล้วว่าผู้พูดจะพูดเรื่องอะไรให้ศึกษาและพิจารณาเรื่องนั้นอย่างคร่าวๆ ก่อน ดูว่าเรามีความคิดเห็นอย่างไร แล้วค่อยฟังอย่างฉลาด

4. มุ่งความสนใจไปที่ประเด็นความคิดต่างๆ พิจารณาลำดับขั้นของการนำเสนอ การโยงเรื่องจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง และภาพประกอบแล้วดึงเอาสาระสำคัญออกมา แยกข้อเท็จจริงออกจากหลักการ แยกข้อคิดเห็นออกจากตัวอย่าง และหลักฐานออกจากความเห็นส่วนตัว

5. จดบันทึกประเด็นหลักๆ สิ่งนี้จะช่วยพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้และการจำได้เป็นอย่างดี และเรายังใช้บันทึกจากการฟังเรื่องต่างๆ ให้เป็นประโยชน์ในภายหลังได้ โดยนำมาอ่านทบทวนดูอีกครั้งแล้วเลือกเอาความคิดข้อมูลเหล่านั้นมาใช้เมื่อต้องการ ซึ่งหลักสำคัญในการจดบันทึก คือ ให้จดทุกประเด็นสำคัญไม่ว่าเราจะเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยก็ตาม

6. ปฏิเสธสิ่งรบกวนภายนอก โดยเลือกนั่งฟังในที่ที่เราสามารถมองเห็นผู้พูด และได้ยินชัดเจน และพยายามตั้งใจฟัง เมื่อทำเช่นนี้แล้ว ถึงแม้จะมีสิ่งต่างๆ มารบกวนเราก็จะไม่วอกแวกไปกับมัน

7. อย่าด่วนโต้แย้ง สิ่งสำคัญในการสื่อสารอย่างหนึ่ง คือ คราวนี้เราฟังเขาพูด คราวหน้าเขาฟังเราพูด ดังนั้นอย่าปล่อยให้คำพูดของเขาทำลายสติของเราได้ พิจารณาคำพูดไหนที่ทำให้เราควบคุมอารมณ์ไม่อยู่

8. ทำใจให้กว้าง การโต้แย้งกับผู้พูดอย่างดุเดือดรุนแรง อาจทำให้เกิดการฟังไม่รู้เรื่อง ดังนั้นเพื่อให้การฟังดำเนินต่อไปด้วยดี เราจึงต้องทำใจให้กว้าง อย่าเก็บอาการโต้เถียงกันก่อนหน้านี้มาใส่ใจ แล้วพยายามตั้งใจฟังให้มากกว่าเดิม พิจารณาดูตรงไหนคือประเด็นหลักของเรื่อง

9. ใช้ความเร็วในการคิดให้เกิดประโยชน์ ความคิดไปเร็วกว่าคำพูดมาก ดังนั้นนักฟังที่ฉลาดจึงควรใช้ความแตกต่างนี้ให้เป็นประโยชน์ โดยเอาเวลาที่เหลือจากการฟังไปคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เพิ่งได้ยินมาในลักษณะต่างๆ เช่น

- คิดสรุปสิ่งที่ผู้พูดพูดไปแล้ว
- คิดตัดสินว่าเขาให้เหตุผลสนับสนุนประเด็นต่างๆ ได้ดีแค่ไหน
- คิดว่าเราเห็นด้วย หรือไม่เห็นด้วยอย่างไร
- คิดทบทวนการดำเนินเรื่องราวเริ่มจากเหตุไปหาผล มีการเปรียบเทียบให้

ฟังหรือไม่ อย่างไร

- คิดวินิจฉัยหลักฐานอ้างอิงของผู้พูดว่าเชื่อถือได้หรือไม่จริงหรือเท็จ

10. หัดฟังเป็นประจำ โดยการฟังเรื่องที่เรารู้จักคุ้นเคย หรือเรื่องยากๆ ที่ท้าทายสติปัญญา ซึ่งเราสามารถฝึกหัดและเก็บเกี่ยวประสบการณ์ในการฟังนี้ได้จากทุกสถานที่ ทุกสื่อ ไม่ว่าในห้องเรียน ที่ทำงาน ที่บ้าน หรือจะฟังจากวิทยุ โทรทัศน์ก็ได้ และอย่าลืมนัดบันทึกการฟังถ้ามีโอกาสเอื้ออำนวย

11. แปลความสารที่แฝงมา ด้วยการใช้นายตาและความรู้สึกของเราให้เป็นประโยชน์ สังเกตท่าที สีหน้า การแสดงออก และการใช้ถ้อยคำของผู้พูดเพื่อหาคำตอบให้กับคำถามว่าผู้พูด พูดอะไรบ้าง พูดอย่างไร (น้ำเสียง ความเร็วในการพูด ความดัง-ค่อย) มีการแสดงความรู้สึกอารมณ์อะไรออกมาบ้าง

12. ประเมินเนื้อหาไม่ใช่ลีลาการพูด อย่าปล่อยให้เสียงแปร่งๆ กิริยาท่าทาง บุคลิกลักษณะและรูปโฉมของผู้พูด มีความสำคัญเหนือสารที่ส่งมา จำไว้ว่าคนส่วนใหญ่ไม่ได้เก่งกาจในการพูด ให้อ่านเข้าใจความคิดของพวกเขา ดังนั้นสิ่งที่ควรประเมินก็คือ คำพูดไหนเป็นข้อเท็จจริง คำพูดไหนเป็นข้อสันนิษฐานหรือเป็นความคิดเห็น

เพ็ญศรี จันทรดวง (2544: 51-52) ได้กล่าวถึงพฤติกรรมกรฟังให้เกิดประสิทธิผลดังนี้

1. ฟังด้วยความสนใจ ไม่ว่าเรื่องที่ฟังจะยากง่าย สลับซับซ้อนเพียงใด
2. ฟังให้เข้าใจความหมายของผู้พูด ผู้ฟังจึงต้องจับใจความเรื่องที่ฟัง รู้ความหมายของคำพูด ตลอดจนความหมายที่ผู้พูดแสดงออกทางอากัปกิริยา ท่าทาง สีหน้า หรือนัยน์ตา
3. ฟังแล้วจับประเด็นของเรื่องที่ฟังได้ ผู้ฟังจะต้องรู้ว่าผู้พูดต้องการบอกอะไรเป็นสำคัญ ผู้ฟังจึงควรรู้จักจับประเด็นจากบริบทซึ่งขยายประเด็นสำคัญ แล้วสรุปเรื่องที่ฟังได้โดยสังเขป อาจจดบันทึกสั้นๆ หรือจดเรียบเรียงเรื่องราวอย่างย่อๆ ไว้เพื่อใช้ประโยชน์ในโอกาสต่อไป

4. ฟังแล้วสามารถวิเคราะห์เรื่องที่ฟังได้ ผู้ฟังควรพิจารณาแยกใจความที่ฟังได้ว่าข้อความใดเป็นข้อเท็จจริง ข้อความใดเป็นข้อคิดเห็น และข้อความใดเป็นความรู้สึกของผู้พูด การใช้ภาษาเหมาะสม กระชับรัดกุม มีความสมเหตุสมผลมากน้อยเพียงใด นอกจากนี้ผู้ฟังยังควรสังเกตกิริยาท่าทาง น้ำเสียง แววตา การเคลื่อนไหว อากัปกิริยาต่างๆ เหล่านั้นว่าสัมพันธ์กับคำพูดอย่างไร

5. ฟังแล้วตีความได้ การฟังในบางครั้งผู้พูดอาจใช้ถ้อยคำที่มีความหมายไม่ตรงตามตัวอักษร เช่น ผู้พูดใช้คำที่มีความหมายนัยประหวัด ใช้สำนวน โวหาร สุภาษิต คำพังเพยหรือบทกวีกรองสั้นๆ ประกอบบทพูด ผู้ฟังต้องตีความเพื่อเข้าใจเจตนาและท่าทีของผู้พูด ผู้ฟังจะตีความสารได้ลึกซึ้งแค่ไหนเพียงใดขึ้นอยู่กับวัย ประสบการณ์ และสติปัญญา ตลอดจนทักษะในการฟัง

6. ฟังแล้วประเมินคุณค่าของสารได้ การฟังในระดับนี้เป็นความสามารถในระดับสูง ผู้ฟังต้องรู้จักวิเคราะห์วิจารณ์โดยใช้เหตุผล และรู้จักใช้ความคิดตัดสินสิ่งที่ได้ฟังนั้นว่ามีคุณค่ามากน้อยหรือไม่เพียงใด การฟังโดยรู้จักวิเคราะห์วิจารณ์แล้วประเมินค่าจากสารที่ได้ฟังนั้นจะช่วยให้ผู้ฟังได้รับประโยชน์สมความมุ่งหมายอย่างแท้จริง

วรลี ศรีทฐา (2552: 23-24) ได้กล่าวถึงลักษณะของการฟังที่ดี ไว้ดังนี้

1. ฟังด้วยความอดทนและมีวิจารณญาณ โดยธรรมชาติของมนุษย์มักชอบพูดมากกว่าฟัง หากทุกคนต้องการพูดโดยไม่ฟังผู้อื่นเลยก็จะเกิดความยุ่งยากในวงสมาคมต่าง ๆ ผู้พูดจึงต้องฝึกการฟังผู้อื่นอย่างอดทน มีใจกว้างพอที่จะให้ผู้อื่นแสดงความคิดเห็นแม้ว่าความคิดเห็นนั้นจะขัดแย้งกับเราก็ดำเนิน ในขณะเดียวกันก็พยายามฟังให้ได้ใจความ ให้ได้ประโยชน์จากการฟังนั้นๆ

2. จัดสิ่งที่มาทำลายสมาธิในการฟัง ในขณะที่เรียนหนังสือต้องเลือกที่นั่งเพื่อให้ได้ยินคำสอนของครูชัดเจนที่สุด ไม่นั่งในที่ใกล้หน้าต่างหรือใกล้ประตู เพราะอาจทำให้เสียสมาธิเนื่องจากมีคนเดินผ่านไปมาอยู่เสมอ ไม่นั่งที่แดดส่องหรือลมโกรกมากเกินไป ซึ่งทำให้เสียสุขภาพหรือแม้กระทั่งไม่นั่งข้างๆ เพื่อนที่ชอบชวนคุยที่ทำให้เสียสมาธิในการเรียน การฟังอย่างมีสมาธินั้นสามารถใช้ในการเรียนการสอนและใช้ในการทำงาน เช่น การฟังในที่ประชุม การอภิปราย การประชุมแถลงข่าว เป็นต้น

3. ฟังด้วยความตั้งใจ การฟังที่ดีผู้ฟังต้องตัดความกังวลใจต่างๆ ทิ้งไป เพราะปัญหาต่างๆ ที่มนุษย์แบกรับไว้ในชีวิตประจำวันอาจทำให้สับสนเสียสมาธิในการฟังได้ ผู้ฟังต้องฝึกการตัดปัญหารอบตัวทิ้งไป เมื่อตัดเรื่องราวต่างๆ ได้จะทำให้การฟังนั้นเป็นประโยชน์ต่อตนเองอย่างเต็มที่ ความตั้งใจฟังอาจสังเกตได้จากการจดบันทึกและอากัปกริยาของผู้ฟัง

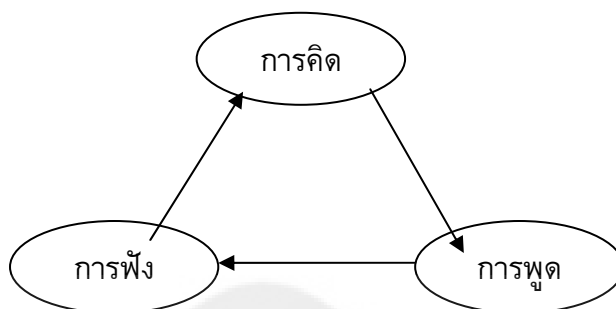
4. ฟังเพื่อเก็บสาระสำคัญ การฟังที่จะได้ผลหรือมีประสิทธิภาพ ผู้ฟังต้องเข้าใจวัตถุประสงค์ของตนเองก่อนว่าตนต้องการรับสาระอะไรจากผู้พูด ในขณะเดียวกันก็ต้องเข้าใจว่าผู้พูดต้องการให้อะไรแก่ผู้ฟัง ผู้ฟังจะได้รับประโยชน์อย่างมาก หากฟังเพื่อเก็บสาระสำคัญ

5. ฟังด้วยความคิด ด้วยการประเมินผลและวิจารณ์ ในการฟังแต่ละครั้ง ผู้ฟังควรใช้หลักการฟังอย่างไตร่ตรอง หาเหตุผลมาวิเคราะห์ว่าผู้พูดมีข้อเท็จจริงอย่างไร ตอนใดที่มีเหตุผลถูกต้องก็ยอมรับได้ แต่หากบางตอนไม่มีน้ำหนักน่าเชื่อถือก็อาจโต้แย้งได้ด้วยความสะดวก ซึ่งเป็นการโต้แย้งเพื่อให้ผู้พูดคิดวิเคราะห์ตามไปด้วย ถ้อยที่ถ้อยอาศัยในการแสดงความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

จากการฟังอย่างมีประสิทธิภาพที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การฟังอย่างมีประสิทธิภาพนั้นผู้ฟังจะต้องฟังด้วยความตั้งใจและมีความสนใจในเรื่องที่ฟัง เพื่อเก็บเกี่ยวสาระสำคัญของเรื่องที่ฟัง และจะต้องมีการจดบันทึกสาระสำคัญของเรื่องที่เรอฟัง รวมทั้งผู้ฟังจะต้องสามารถวิเคราะห์ในเรื่องที่ฟังได้

3) ประโยชน์และความสำคัญของการฟัง

เพ็ญศรี จันทรวง (2544: 50-51) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการฟัง ดังนี้
การฟังเป็นส่วนสำคัญของการคิดและการพูด ผู้ที่มีความสามารถในการฟังย่อม
ช่วยให้การคิดและการพูดมีประสิทธิภาพตามไปด้วย



ภาพประกอบ 2 ความสัมพันธ์ของการคิด การพูดและการฟัง

การฟังทำให้เกิดปัญญาความรอบรู้ฉลาดและก้าวทันโลก ผู้ฟังที่ดีต้องจับใจความ
ของเรื่องที่ฟัง เข้าใจเนื้อเรื่อง ตีความ วิเคราะห์ ตัดสินและประเมินค่าของเรื่องราวที่ฟังได้อย่างมี
ประสิทธิภาพ

วิจิตร อวະกุล (2545: 78) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการฟัง ดังนี้

1. การฟังที่ดีเป็นกุญแจไปสู่การมีอารมณ์ที่ดี บุคลิกภาพ มนุษยสัมพันธ์และ
พฤติกรรมที่ดี
2. จากการฟังที่ดี ท่านจะได้รับประโยชน์จากผู้พูด เช่น ประสบการณ์หรือ
เรื่องราวของผู้บังคับบัญชา ผู้ใต้บังคับบัญชา หรือจากความรู้สึกของผู้อื่น
3. การฟังช่วยให้รวบรวมข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ทำให้ตัดสินใจได้ดีและ
ถูกต้องขึ้น
4. โดยการฟัง หัดฟังข้อขัดข้อง ข้อเสนอแนะ ข้อวิพากษ์วิจารณ์ และคำร้อง
ทุกข์เล็กๆ น้อยๆ ซึ่งสามารถป้องกันไม่ให้เกิดเรื่องใหญ่โตขึ้นได้
5. เป็นนโยบายเปิดประตู (open door policy) หมายถึงว่า ผู้บังคับบัญชาจะต้อง
รับฟังเรื่องต่างๆ ด้วยความสนใจ และรับไปพิจารณาแก้ไขอย่างแท้จริง
6. ปฏิกริยาของผู้อื่น ในบางกรณีอาจเป็นเรื่องเกี่ยวกับอารมณ์รุนแรงและ
กดดัน การฟังจะเป็นเสมือนเครื่องผ่อนคลายความกดดัน ทำให้อารมณ์ของคนไม่ถึงจุดระเบิด
7. ได้ทราบพฤติกรรมทางการพูดของผู้อื่น เช่น โรคจิต ส่อเสียด นินทา พูดเท็จ
ลำเอียง ว่างวาม ตระหนกตกใจ กระต่ายตื่นตูม เพื่อให้รู้ตัว เข้าใจ และหาทางแก้ไข

จากประโยชน์และความสำคัญของการฟังที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การฟังทำให้ได้รวบรวมข้อมูลต่างๆ และได้รับประโยชน์จากข้อมูลต่างๆ ที่ได้ฟัง รวมทั้งได้ทราบถึงพฤติกรรมของผู้พูดว่าผู้พูดคิดและรู้สึกกับเรื่องต่างๆ อย่างไร ซึ่งการฟังยังส่งผลให้การคิดและการพูดมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

การอ่าน

1) ความหมายของการอ่าน

กรมวิชาการ (2542: 5) ได้ให้ความหมายของการอ่านว่าคือ ความคิดที่สามารถเข้าใจในเรื่องที่อ่านได้ดี ย้อนนำไปสู่ความคิดที่ดี เพราะผู้อ่านจะได้ทราบแนวคิดต่างๆ จากเรื่องที่อ่านเกิดความรู้จากเรื่องที่อ่านแล้วนำมาจัดและแยกตีความหมายก่อนที่จะเกิดเป็นความคิดของตนเอง

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2546: 7) ได้กล่าวถึงความหมายของการอ่านไว้ว่า หมายถึง การแปลความหมายของตัวอักษรที่อ่านออกมาเป็นความรู้ ความคิด และเกิดความเข้าใจเรื่องราวที่อ่านตรงกับเรื่องราวที่ผู้เขียนเขียน ผู้อ่านสามารถนำความรู้ ความคิด หรือสาระจากเรื่องราวที่อ่านไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

มณีรัตน์ สุขโชติรัตน์ (2547: 18) ได้ให้ความหมายของการอ่าน คือ กระบวนการที่ผู้อ่านรับรู้สารซึ่งเป็นความรู้ ความคิด ความรู้สึก และความคิดเห็นที่ผู้เขียนถ่ายทอดออกมาเป็นลายลักษณ์อักษร การที่ผู้อ่านจะเข้าใจสารได้มากน้อยเพียงไร ขึ้นอยู่กับประสบการณ์และความสามารถในการใช้ความคิด

สำลี รักสุทธี (2553: 4) ให้ความหมายของการอ่านไว้ว่า คือ การตีความ แปลความจากตัวอักษรที่ปรากฏในสื่อสิ่งพิมพ์ต่างๆ ออกมาเป็นข้อมูลความรู้ สู่การรับรู้ การเข้าใจของผู้อ่าน

จากความหมายการอ่านที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าการอ่าน หมายถึง กระบวนการแปลความจากตัวอักษรออกมาเป็นความรู้ ความคิด ความเข้าใจในเรื่องที่ได้อ่าน และสามารถนำความรู้ความเข้าใจเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ได้

2) จุดมุ่งหมายของการอ่าน

สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (2530: 1) ได้อธิบายจุดมุ่งหมายของการอ่าน ดังนี้

1. การอ่านเพื่อแสวงหาความรู้ ได้แก่ การอ่านหนังสือจากหนังสือประเภทตำราทางวิชาการ สารคดีทางวิชาการ การวิจัยประเภทต่างๆ หรือการอ่านผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ควรอ่านอย่างหลากหลายเพราะความรู้ในวิชาหนึ่งอาจนำไปช่วยเสริมในอีกวิชาหนึ่งได้

2. การอ่านเพื่อแสวงหาความบันเทิง พักผ่อนหย่อนใจ ได้แก่ การอ่านจากหนังสือประเภทสารคดีท่องเที่ยว นวนิยาย เรื่องสั้น เรื่องแปล การ์ตูน บทประพันธ์ บทเพลง แม้จะเป็นการอ่านเพื่อความบันเทิงแต่ผู้อ่านจะได้ความรู้ที่สอดแทรกอยู่ในเรื่องด้วย

3. การอ่านเพื่อแสวงหาข่าวสารความคิด ได้แก่ การอ่านหนังสือประเภทบทความ บทวิจารณ์ รายงานต่าง ๆ ถ้าจะให้เกิดประโยชน์อย่างแท้จริงต้องเลือกอ่านให้หลากหลายจาก เอกสาร วารสาร สื่ออื่นๆ ไม่เจาะจงอ่านเฉพาะสื่อที่นำเสนอตรงกับความคิดของตนเพราะจะทำให้ มุมมองที่กว้างขึ้นอันจะช่วยให้เรามีเหตุผลอื่นๆ มาประกอบการวิจารณ์ วิเคราะห์ได้ หลายมุมมอง มากขึ้น

4. การอ่านเพื่อจุดประสงค์เฉพาะทางแต่ละครั้ง ได้แก่ การอ่านที่ไม่ได้เจาะจง แต่เป็นการอ่านเป็นบางครั้งคราวในเรื่องที่ตนสนใจหรืออยากรู้ เช่น การอ่านประกาศต่างๆ การ อ่านโฆษณาแผนพับประชาสัมพันธ์ สลากยา การอ่านข่าวสังคม ข่าวบันเทิง ข่าวกีฬา การอ่าน ประเภทนี้มักใช้เวลาไม่นานและไม่กระทำทุกวัน ส่วนใหญ่เป็นการอ่านเพื่อให้ความรู้และนำไปใช้ หรือนำไปเป็นหัวข้อสนทนา เชื่อมโยงการอ่านสู่การวิเคราะห์ และคิดวิเคราะห์

5. การอ่านเพื่อใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์

6. การอ่านเพื่อการพัฒนา และปรับเปลี่ยนบุคลิกภาพ เช่น หนังสือการฝึกการ พุด การประกอบอาหาร การประดิษฐ์สิ่งต่างๆ

สุขุม เฉลยทรัพย์ (2531: 19-20) ได้เขียนชี้แจงจุดมุ่งหมายของการอ่าน ดังนี้

1. อ่านเพื่อศึกษาหาความรู้
2. อ่านเพื่อสนองความอยากรู้อยากเห็น
3. อ่านเพื่อต้องการทราบข้อมูลข่าวสารที่แท้จริง
4. อ่านเพื่อศึกษาค้นคว้า
5. อ่านเพื่อความสนุกสนาน
6. อ่านเพื่อให้ก้าวหน้าในอาชีพ

ฉวีวรรณ คูหาภินันท์ (2542: 23-24) ได้กล่าวถึงวัตถุประสงค์ของการอ่าน ไว้ดังนี้

1. อ่านเพื่ออยากรู้อยากเห็น และรู้ข่าวสารข้อมูลต่างๆ (Information) อันเป็น ความต้องการตามธรรมชาติ

2. อ่านเพื่อแก้ปัญหา
3. อ่านเพื่อความรู้และเพื่อการศึกษา
4. อ่านเพื่อค้นคว้าและวิจัย
5. อ่านเพื่อปรับปรุงบุคลิกภาพ
6. อ่านเพื่อรักษาสุขภาพ เป็นโรคต่างๆ ควรจะรักษาอย่างไร
7. อ่านเพื่อปรับปรุงงานอาชีพ
8. อ่านเพื่อให้เกิดความเพลิดเพลิน เป็นการหาความสนุกสนานเพลิดเพลิน โดยไม่ต้องไปดูภาพยนตร์ ละคร โทรทัศน์ ฯลฯ

9. อ่านเพื่อแก้เหงา หรืออ่านเพื่อฆ่าเวลา

10. อ่านเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

จากจุดมุ่งหมายของการอ่านที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การอ่านมีจุดมุ่งหมาย เพื่อรับการถ่ายทอดเป็นสื่อความคิด เจตนา หรือการทำความเข้าใจให้มีความรู้ ความบันเทิง เกิดการพักผ่อน พัฒนาปรับเปลี่ยนบุคลิกภาพและการใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์

3) ประโยชน์และความสำคัญของการอ่าน

กรมวิชาการ (2542: 7) ได้ระบุถึงความสำคัญของการอ่าน ดังนี้

1. การสามารถอ่านหนังสือได้โดยไม่มีการจัดเวลาและสถานที่ สามารถนำไปไหนมาไหนได้

2. หนังสือเก็บได้นานกว่าสื่ออื่นๆ ซึ่งมักมีอายุใช้งานโดยจำกัด

3. ผู้อ่านสามารถฝึกการคิด และสร้างจินตนาการได้เองในขณะที่อ่าน

4. การอ่านส่งเสริมให้มีสมองดี มีสมาธิมากกว่าสื่ออย่างอื่น ทั้งนี้เพราะขณะอ่านจิตใจต้องมุ่งมั่นอยู่กับข้อความ พินิจ พิจารณาข้อความ

5. ผู้อ่านเป็นผู้กำหนดการอ่านด้วยตนเอง จะอ่านคร่าวๆ อ่านละเอียด อ่านข้ามหรืออ่านทุกตัวอักษร เป็นไปตามใจของผู้อ่าน หรือจะอ่านเล่มไหนก็ได้ เพราะหนังสือมีมากสามารถเลือกอ่านได้

6. หนังสือมีหลากหลายรูปแบบ ราคาถูกกว่าสื่ออย่างอื่น จึงทำให้สมองผู้อ่านเปิดกว้างสร้างแนวคิดและทัศนคติได้มากกว่า ทำให้ผู้อ่านไม่ติดอยู่กับแนวคิดใดๆ โดยเฉพาะ

7. ผู้อ่านเกิดความคิดเป็นได้ด้วยตนเอง วินิจฉัยเนื้อหาสาระได้ด้วยตนเอง รวมทั้งหนังสือบางเล่มสามารถนำไปปฏิบัติได้ด้วย เมื่อปฏิบัติแล้วเกิดผลดี

8. การอ่านหนังสือทำให้ได้เนื้อหาสาระความรู้มากกว่าการศึกษาความรู้ด้วยวิธีอื่นๆ อาทิเช่น การฟัง

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2546: 6) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการอ่านไว้ดังนี้

1. การอ่านเป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้โดยเฉพาะผู้ที่อยู่ในวัยศึกษาเล่าเรียนจำเป็นต้องอ่านหนังสือเพื่อการศึกษาหาความรู้ต่างๆ

2. การอ่านเป็นเครื่องมือช่วยให้ประสบความสำเร็จในการประกอบอาชีพ เพราะสามารถนำความรู้ที่ได้จากการอ่านไปพัฒนาตนและพัฒนางาน

3. การอ่านเป็นเครื่องมือสืบทอดมรดกทางวัฒนธรรมของคนรุ่นหนึ่งไปสู่อีกรุ่นต่อไป

4. การอ่านเป็นวิธีการส่งเสริมให้คนมีความคิดและฉลาดรอบรู้ เพราะประสบการณ์ที่ได้จากการอ่านเมื่อเก็บสะสมเพิ่มพูนนานวันเข้า ก็จะทำให้เกิดความคิด เกิดสติปัญญา เป็นคนฉลาดรอบรู้ได้

5. การอ่านเป็นกิจกรรมที่ก่อให้เกิดความเพลิดเพลินบันเทิงใจ เป็นวิธีหนึ่งในการแสวงหาความสุขให้แก่ตนเองที่ง่ายที่สุดและได้ประโยชน์คุ้มค่าที่สุด

6. การอ่านเป็นการพัฒนาคุณภาพชีวิต ทำให้เป็นคนที่มีสมบูรณ์ทั้งด้านจิตใจ และบุคลิกภาพ เพราะเมื่ออ่านมากย่อมรู้มาก สามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุข

7. การอ่านเป็นเครื่องมือหนึ่งในการพัฒนาระบบการเมือง การปกครอง ศาสนา ประวัติศาสตร์ และสังคม

8. การอ่านเป็นวิธีการหนึ่งในการพัฒนาระบบการสื่อสาร และการใช้เครื่องมือทางอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ

กระทรวงศึกษาธิการ (2546: 7-8) ได้สรุปประโยชน์ของการอ่านไว้ ดังนี้

1. เป็นการพัฒนาสติปัญญา ให้เกิดความรู้ ความฉลาด เกิดภูมิคุ้มกันที่ดีในชีวิตจิตใจ

2. ทำให้มีความรู้ในวิชาด้านต่างๆ อาจเป็นความรู้ทั่วไปหรือความรู้เฉพาะด้านก็ได้ เช่น การอ่านตำราแขนงต่างๆ หนังสือคู่มือหนังสืออ่านประกอบในแขนงวิชาต่างๆ

3. ทำให้รอบรู้ทันโลก ทันเหตุการณ์ การอ่านหนังสือพิมพ์ การอ่านจากสื่อสารสนเทศต่างๆ การอ่านสื่อเหล่านี้ นอกจากจะทำให้รู้ทันข่าวสารบ้านเมืองและสภาพการณ์ต่างๆ ในสังคม ทั้งภายในและภายนอกประเทศแล้ว ยังจะได้ทราบข่าวกีฬา ข่าวบันเทิง บทความวิจารณ์ ตลอดจนโฆษณาสินค้าต่างๆ อีกด้วย ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการปรับความเป็นอยู่ให้เหมาะสมสอดคล้องกับสภาพสังคมของตนในขณะนั้นๆ

4. ทำให้ค้นหาคำตอบที่ต้องการได้ การอ่านหนังสือจะช่วยตอบคำถามที่เรา
ข้องใจสงสัย ต้องการรู้ได้ เช่น อ่านพจนานุกรมเพื่อหาความหมายของคำ อ่านหนังสือกฎหมายเมื่อ
ต้องการรู้ข้อปฏิบัติ อ่านหนังสือคู่มือแนะวิธีเรียนเพื่อต้องการประสบความสำเร็จในการเรียน เป็นต้น

5. ทำให้เกิดความเพลิดเพลิน การอ่านหนังสือพิมพ์ที่มีเนื้อหาดี น่าอ่าน น่าสนใจ ย่อมทำให้ผู้อ่านมีความสุข ความเพลิดเพลิน เกิดอารมณ์คล้อยตามอารมณ์ของเรื่องนั้นๆ ผ่อนคลายความตึงเครียด ได้ข้อคิด และยังเป็นการยกระดับจิตใจผู้อ่านให้สูงขึ้นได้อีกด้วย เช่น อ่านนิทาน นวนิยาย การ์ตูน เรื่องสั้น เป็นต้น

6. ทำให้เกิดทักษะและพัฒนาการในการอ่าน ผู้ที่อ่านหนังสือสม่ำเสมอเกิดความชำนาญในการอ่าน สามารถอ่านได้เร็ว เข้าใจเรื่องราวที่อ่านได้ง่าย จับใจความได้ถูกต้อง เข้าใจประเด็นสำคัญของเรื่องและสามารถประเมินคุณค่าเรื่องที่อ่านได้อย่างสมเหตุสมผล เช่น การอ่านบทความ บทความ สารคดี เอกสารทางวิชาการต่างๆ

7. ทำให้ชีวิตมีพัฒนาการเป็นชีวิตที่สมบูรณ์ ก้าวหน้า ประสบความสำเร็จ ประพัตติ ประพัตติชอบ ผู้อ่านย่อมมีความรู้เรื่องราวต่างๆ มาก เกิดความรู้ ความคิดที่หลากหลาย กว้างไกล สามารถนำมาเป็นแนวทางในการประพฤติปฏิบัติตนให้ชีวิตมีคุณค่าและมีระเบียบแบบแผนที่ดียิ่งขึ้น เช่น การอ่านหนังสือธรรมะ กฎแห่งกรรม มงคลชีวิต สู้แล้วรวย ชีวประวัติ ผลงานของบุคคลดีเด่น เป็นต้น

8. ทำให้ผู้มีมนุษยสัมพันธ์ดีและเสริมสร้างบุคลิกภาพ ผู้อ่านย่อมรู้มาก มีข้อมูลต่างๆ สัมผัสไว้มาก เมื่อสนทนากับผู้อื่นย่อมมีความมั่นใจ ไม่ขัดเขินเพราะมีภูมิความรู้ สามารถถ่ายทอดความรู้ให้คำแนะนำแก่ผู้อื่น เช่น การอ่านหนังสือสุขภาพชีวิต นิตยสาร วารสาร สารสุขภาพ หมอชาวบ้าน หนังสือการสร้างมนุษยสัมพันธ์ เพื่อนที่ดีที่ต้องการ เป็นต้น

จากประโยชน์และความสำคัญของการอ่านที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การอ่านมีความสำคัญและประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งจะเป็นจุดเริ่มต้นของการก่อให้เกิดความรู้ ความคิด และการค้นหาคำตอบในเรื่องที่อยากรู้ รวมทั้งยังช่วยให้เกิดความเพลิดเพลินและเป็นการพักผ่อนอย่างหนึ่ง

1.2.2 จิ (การคิด) เป็นการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการคิด โดยให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด จากการจัดกิจกรรมที่ครูจัดขึ้น และสามารถจะเชื่อมโยงข้อมูล/เหตุผลต่างๆ เพื่อค้นพบแนวทางต่างๆ ในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันออกไป

1) ความหมายของการคิด

ยุดา รักไทย (2542: 46) ได้ให้ความหมายของการคิดไว้ว่า หมายถึง กิจกรรมทางความคิดที่มีวัตถุประสงค์เฉพาะเจาะจง เป็นการจัดเรียงข้อมูลที่สมองได้รับและทำการแปลความหมายข้อมูลข่าวสารในรูปแบบที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่เป้าหมายที่วางไว้

กองวิจัยทางการศึกษา (2542: 12) ได้ให้ความหมายของการคิดไว้ว่า หมายถึง กระบวนการทำงานของสมอง โดยใช้ประสบการณ์มาสัมพันธ์กับสิ่งเร้าและสภาพแวดล้อมโดยนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบ สังเคราะห์ และประเมินอย่างมีระบบ ได้แนวทางในการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมหรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2543: 112) ได้ให้ความหมายของการคิดไว้ว่า หมายถึง กิจกรรมทางความคิดที่มีวัตถุประสงค์เฉพาะเจาะจง เราทราบว่าเรากำลังคิดเพื่อวัตถุประสงค์อะไรบางอย่าง และสามารถควบคุมให้คิดจนบรรลุเป้าหมายได้

ชาติ แจ่มนุช (2547: 26) ได้ให้ความหมายของการคิดไว้ว่า หมายถึง กระบวนการทำงานของสมองโดยใช้ประสบการณ์มาสัมผัสกับสิ่งเร้าและข้อมูลหรือสิ่งแวดล้อม เพื่อแก้ปัญหา แสวงหาคำตอบตัดสินใจหรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่ และเป็นพฤติกรรมที่เกิดในสมองเป็นนามธรรมไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า การที่จะรู้ว่ามีมนุษย์คิดอะไร คิดอย่างไร จะต้องสังเกตจากพฤติกรรมที่แสดงออกหรือคำพูดที่พูดออกมา

สุวิทย์ มูลคำ (2547: 3) ได้ให้ความหมายของการคิด ไว้ว่า หมายถึง การค้นหาความหมายผู้ที่คิดคือผู้ที่กำลังค้นหาความหมายของอะไรบางอย่าง นั่นคือกำลังใช้สติปัญญาของตนทำความเข้าใจกับการนำความรู้ใหม่ที่ได้เข้าร่วมกับความรู้เดิม หรือประสบการณ์ที่มีอยู่ เพื่อหาคำตอบว่าคืออะไร หรือกล่าวอีกแบบหนึ่งว่า เป็นการเอาข้อมูลเก่าที่ระลึกได้ เพื่อสร้างเป็นความคิดอ่านเหตุผลหรือข้อตัดสินใจ

จากความหมายของการคิดที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การคิด หมายถึง กระบวนการทางสมองในการจัดกระทำกับข้อมูลที่ได้รับมาจากประสบการณ์ต่างๆ เพื่อใช้สื่อความหมายความเข้าใจในสิ่งต่างๆ ของบุคคล

2) กระบวนการคิด

อรพรรณ พรสีมา (2543: 12-14) ได้กล่าวถึงกระบวนการคิด ประกอบไปด้วย ขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

ด้านที่ 1 การรับรู้ข้อมูลผ่านประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ ตา หู จมูก ลิ้น และการสัมผัส ถ้าประสาทสัมผัสไม่บกพร่อง และเราใส่ใจหรือเอาใจใส่ในสิ่งที่สัมผัส ข้อมูลนั้นจะถูกส่งผ่านเซลล์ประสาทไปยังสมอง สำหรับบางคนที่มีสมาธิแน่วแน่หรือมีพลังจิตเข้มแข็งอาจสามารถใช้ประสาทสัมผัสที่ 6 คือ จิต ในการรับรู้สิ่งที่ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ไม่สามารถรับรู้ได้ กิจกรรมที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งในด้านนี้ คือ การบันทึกข้อมูลดิบเพื่อค้นลึ้ม เป็นการบันทึกชั่วคราว ยังไม่มีการจัดการกับข้อมูล วิธีการบันทึกทำได้หลากหลายวิธี เช่น การจำ การจดบันทึกลงสมุด หรือบันทึกในคอมพิวเตอร์ อาจบันทึกเป็นภาพ เป็นข้อความหรือใช้เทปบันทึกเสียง

ด้านที่ 2 เป็นการนำข้อมูลจากด้านที่ 1 มาจัดกระทำ เช่น การพิจารณาข้อมูล การเปรียบเทียบ จัดกลุ่ม เรียงลำดับ แปลความ การวิเคราะห์แยกแยะองค์ประกอบ หาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ การบันทึกผลการวิเคราะห์ จะบันทึกวิธีใดก็ได้แล้วแต่ความชำนาญ แต่ควรเป็นวิธีที่สะดวกในการบันทึกและง่ายต่อการนำออกมาใช้ เช่น การบันทึกเป็นตาราง บันทึกเป็นแผนภูมิ แผนสถิติ กิจกรรมในด้านนี้อาจไม่เป็นไปตามลำดับที่นำเสนอ อาจเป็นกระบวนการที่ย้อนกลับไปกลับมาได้ตามความจำเป็น

ด้านที่ 3 การสังเคราะห์ข้อมูลจากด้านที่ 2 รวมทั้งการเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้และประสบการณ์เดิม ซึ่งช่วยให้ฐานความรู้ความเข้าใจกว้างขึ้น ได้แนวคิดใหม่ หรือองค์ความรู้ใหม่ซึ่งต้องผ่านการตรวจสอบ การประเมินค่า หรือการคาดคะเนเกี่ยวกับข้อดีข้อเสียของแนวคิดที่สร้างขึ้น และตามด้วยการปฏิบัติการสร้างผลงานตามที่แนวคิดที่ผ่านกระบวนการว่าดีหรือเหมาะสมที่สุด หรือปฏิบัติการแก้ปัญหาและการติดตามประเมินผลเพื่อการปรับปรุง

ด้านที่ 4 การนำเสนอผลงาน การเผยแพร่ผลงานที่สร้างขึ้นให้ผู้อื่นเกิดความสนใจงานที่นำเสนอ ร่วมกันอภิปรายถึงข้อดีข้อจำกัดของวิธีคิด ผลงานบรรลุเป้าหมายหรือไม่ อย่างไร เพื่อนำไปสู่การพัฒนาหรือสร้างผลงานใหม่ๆ ต่อไป พร้อมๆ กับการพัฒนาคุณภาพความคิด

ในการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ด้าน ผู้ปฏิบัติจะต้องทำด้วยความตั้งใจด้วยสติรู้ตัว อยู่เสมอ หมั่นทบทวนตรวจสอบผลจากการปฏิบัติกิจกรรม เพื่อการพัฒนาทักษะและคุณภาพทางความคิด สำหรับผู้ที่เป็นครู ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทดลองใช้วิธีการของนักเรียนเอง อย่างบังคับให้นักเรียนทุกคนใช้วิธีการเดียวกัน ผู้เรียนแต่ละคนต่างมีวิธีการคิดของตนเอง สิ่งสำคัญคือการสร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างครูกับนักเรียน ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนเกิดความมั่นใจ กล้าแสดงความคิดเห็น และพร้อมที่จะพัฒนาทักษะการคิด

ชาติ แจ่มนุช (2545: 33-35) ได้อธิบายองค์ประกอบในการคิดของมนุษย์ว่ามีองค์ประกอบ ดังนี้

1. สิ่งเร้า สิ่งเร้าเป็นองค์ประกอบแรกที่จะเป็นสื่อ หรือตัวกระตุ้น ก่อให้เกิดการคิด สิ่งเร้าเป็นอะไรก็ได้ที่ทำให้บุคคลเกิดการรับรู้ อาจจะเป็นวัตถุ สิ่งของ ภาพ เสียง ข้อมูล สัญลักษณ์ กิจกรรม หรือสถานการณ์ต่างๆ สิ่งเร้าใดๆ ที่ทำให้บุคคลเกิดปัญหา เกิดความสงสัยทำให้เกิดความขัดแย้งยุ่งยาก สมอมจะกระตุ้นให้มนุษย์คิดมากขึ้น เพื่อแก้ปัญหา หรือหาคำตอบนั้นๆ

2. การรับรู้ บุคคลสามารถรับรู้ได้โดยประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง สิ่งเร้าจะทำหน้าที่ของตนเองได้อย่างสมบูรณ์เมื่อบุคคลรับรู้สิ่งเร้านั้นๆ ระดับการรับรู้ สิ่งเร้าของบุคคลจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับคุณภาพของสิ่งเร้า และความสามารถในการรับรู้ของบุคคลนั้นๆ สิ่งเร้าใดๆ เมื่อบุคคลรับรู้แล้วเกิดปัญหาหรือความสงสัยจะกระตุ้นการคิดของเขาได้มากกว่า

3. จุดมุ่งหมายในการคิด ในการคิดแต่ละครั้งผู้คิดจะต้องมีจุดมุ่งหมายที่แน่นอนว่าตนเองต้องการตนเองต้องการผลการคิดเพื่ออะไร เช่น เพื่อตัดสินใจ เพื่อแก้ปัญหา เพื่อให้ได้ความรู้ใหม่ หรือเพื่อสร้างสรรค์งานใหม่ การมีจุดมุ่งหมายในการคิดจะช่วยให้การคิดถูกทาง เลือกใช้วิธีคิดถูกต้อง และได้ผลการคิดตรงกับความต้องการของตนเอง

4. วิธีการคิด จะคิดอย่างไรเพื่อให้ตัดสินใจถูกต้อง แก้ปัญหาได้ ได้คำตอบที่ถูกต้อง หรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่ได้ จะต้องเลือกวิธีคิดให้ตรงกับจุดมุ่งหมายในการคิดครั้งนั้นๆ เช่น คิดเพื่อการตัดสินใจ หรือได้คำตอบที่ถูกต้องใช้วิธีการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณคิดเพื่อแก้ปัญหาคงต้องใช้วิธีคิดแบบแก้ปัญหา หรือเพื่อให้ได้ผลงานใหม่จะต้องใช้วิธีการคิดสร้างสรรค์ วิธีการคิดแต่ละวิธีจะมีกระบวนการคิดที่เป็นขั้นตอนของตนเอง เมื่อเลือกวิธีการคิดใดก็ใช้ขั้นตอนและวิธีการคิดนั้นๆ

5. ข้อมูลหรือเนื้อหา ในการคิดแต่ละครั้งจำเป็นต้องมีข้อมูลหรือเนื้อหาประกอบการคิด การคิดครั้งนั้นๆ จึงจะสมบูรณ์ คือ คิดอะไร (ข้อมูล หรือเนื้อหา) และคิดอย่างไร (ขั้นตอนการคิด) ข้อมูลหรือเนื้อหาที่จะใช้ประกอบการคิดใดๆ อาจเป็นความรู้และประสบการณ์เดิมที่บุคคลนั้นๆ เก็บสะสมไว้ในสมอง หรือเป็นข้อมูลความรู้ใหม่ที่ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมในการคิดแต่ละครั้ง บุคคลที่มีข้อมูลหรือเนื้อหาประกอบการคิดมากกว่า ดีกว่า จะได้ผลของการคิดที่มีคุณภาพมากกว่า คือ แก้ปัญหา หรือตอบคำถามได้ถูกต้องมากกว่าในกรณีที่ใช้วิธีการคิด หรือขั้นตอนการคิดเดียวกัน

สุวิทย์ มูลคำ (2547: 5) ได้อธิบายองค์ประกอบของการคิด ประกอบไปด้วย 6 องค์ประกอบ ดังนี้

1. สิ่งเร้า เป็นสื่อและองค์ประกอบแรกที่เป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลเกิดการรับรู้ สิ่งเร้าทำให้เกิดปัญหาความสงสัยหรือความขัดแย้งจะก่อให้เกิดการคิดอาจจะเป็นวัตถุ สิ่งของ ภาพ เสียง ข้อมูล สัญลักษณ์ กิจกรรม หรือสถานการณ์ต่างๆ

2. การรับรู้ บุคคลสามารถรับรู้ได้โดยประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง ระดับการรับรู้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับคุณภาพของสิ่งเร้า และความสามารถรับรู้ของแต่ละบุคคลเมื่อรับรู้แล้วเกิดปัญหา หรือข้อสงสัยจะกระตุ้นให้เกิดการคิด

3. จุดมุ่งหมายในการคิด ผู้คิดจะต้องมีจุดมุ่งหมายในการคิด ผู้คิดจะต้องมีจุดมุ่งหมายที่แน่นอนในการคิดแต่ละครั้งว่าต้องการเหตุผลเพื่ออะไร เช่น เพื่อแก้ปัญหาตัดสินใจหรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ เป็นต้น จะช่วยให้เลือกใช้วิธีคิดได้ถูกต้องและได้ตรงกับความต้องการ

4. วิธีคิด การคิดแต่ละครั้งจะต้องเลือกวิธีที่ตรงกับจุดมุ่งหมายในการคิดนั้นๆ เช่น คิดเพื่อตัดสินใจควรใช้วิธีคิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดแก้ปัญหา ควรใช้วิธีคิดแบบแก้ปัญหา เป็นต้น

5. ข้อมูลหรือเนื้อหา ข้อมูลหรือเนื้อหาจะใช้ประกอบความคิดใดๆ อาจจะเป็นความรู้หรือประสบการณ์เดิม หรือข้อมูลความรู้ใหม่ที่ศึกษาค้นคว้า

6. ผลของการคิด เป็นผลที่ได้จากการปฏิบัติงานทางสมองหรือกระบวนการคิดของสมอง

พนัท ชาติทอง (2554: 32-36) ได้อธิบายกระบวนการคิด ดังนี้

กระบวนการคิดเป็นกระบวนการสมอง ในการจัดกระทำกับข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่รับเข้ามาทางประสาทสัมผัสต่างๆ ซึ่งสามารถจัดกลุ่มได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. กระบวนการคิดที่ใช้ในการรับและส่งข้อมูล/สิ่งเร้า

กระบวนการนี้มักเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับทักษะการสื่อสาร ซึ่งโดยทั่วไปถือว่าเป็นทักษะการคิดพื้นฐานที่มีทั้งทักษะการรับข้อมูลเข้าและการส่งข้อมูลออก เช่น ทักษะการรับรู้ ทักษะการฟัง ทักษะการอ่าน ทักษะการเขียน ทักษะการแสดงออก ทักษะการพูด ทักษะการบรรยาย ทักษะการอธิบาย ทักษะการขยายความ ทักษะการทำความเข้าใจ เป็นต้น

2. กระบวนการคิดที่เป็นทักษะการจัดกระทำข้อมูล โดยทั่วไปกระบวนการนี้มี 5 กลุ่ม คือ

2.1 กลุ่มที่เกี่ยวข้องกับทักษะการคิดที่เป็นแกนสำคัญ (core thinking skills) หมายถึง ทักษะที่เป็นหลัก ใช้เป็นฐานในการคิดต่างๆ ไป มีลักษณะไม่ซับซ้อนมาก เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการสำรวจ ทักษะการตั้งคำถาม ทักษะการใช้เหตุผล ทักษะการระบุ ทักษะการตีความ เป็นต้น

2.2 กลุ่มที่เกี่ยวข้องกับทักษะการคิดระดับสูง หมายถึง ทักษะการคิดที่มีความซับซ้อนมากขึ้น เช่น ทักษะการนิยาม ทักษะการผสมผสาน ทักษะการสร้าง ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการวิเคราะห์ ทักษะการจัดระบบ ทักษะการประยุกต์ เป็นต้น

2.3 กลุ่มที่เกี่ยวข้องกับลักษณะการคิด หมายถึง ทักษะการคิดที่มีลักษณะความเป็นนามธรรม จำเป็นต้องอาศัยการตีความ การจำกัดขอบเขตและการนิยามให้เห็นเป็นรูปธรรมชัดเจนขึ้น เช่น การคิดกว้าง การคิดลึกซึ้ง การคิดไกล การคิดชัดเจน การคิดละเอียดลออ เป็นต้น

2.4 กลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการคิดเป็นกระบวนการ หรือเป็นขั้นตอนการคิดที่เป็นลำดับต่อเนื่องที่จำเป็นต้องดำเนินการให้ครบขั้นตอน เพื่อให้สามารถบรรลุจุดมุ่งหมายเฉพาะใดๆ ได้ดี

2.5 กลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมและประเมินการรู้คิดของตนเอง (metacognition) เป็นกระบวนการที่ประกอบด้วยการตระหนักรู้ (awareness) ซึ่งหมายถึง การที่บุคคลตระหนักรู้ถึงความคิดของตนเองในการกระทำอย่างใดอย่างหนึ่ง และดำเนินการวางแผนควบคุมกำกับและตรวจสอบตนเอง (self-regulating or monitoring) และประเมินตนเอง (evaluating) เพื่อพัฒนาการเรียนรู้และการกระทำของตนเองให้เป็นไปตามเป้าหมาย โดยอาศัยความรู้ที่ตนสั่งสมไว้ในกรอบการรู้คิดของตน (metacognitive knowledge)

จากกระบวนการคิดกล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า กระบวนการคิดเป็นการทำงานของสมอง ซึ่งจะต้องมีสิ่งเร้า ที่เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดความคิด มีการรับรู้ที่ต้องใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 และในการคิดแต่ละครั้งจะต้องมีจุดมุ่งหมายที่ชัดเจน และมีการกำหนดวิธีการคิดให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการคิดในแต่ละครั้ง รวมทั้งจะต้องมีข้อมูลประกอบการคิดในแต่ละด้วยเพื่อใช้ประกอบการคิดด้วย

3) วิธีการสอนการคิด

อุษณีย์ โพธิ์สุขและคณะ (2544: 14) ได้อธิบายวิธีการสอนการคิด ดังนี้

1) การสอนคิดโดยตรงโดยใช้โปรแกรม สื่อการสอน แบบฝึกหัดหรือบทเรียนสำเร็จรูป เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการคิดโดยตรง จะมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความคิดของเด็กโดยเฉพาะ เนื้อหาของโปรแกรมและสื่อการสอนดังกล่าวจะไม่เน้นเนื้อหาในวิชาที่เรียนตามหลักสูตร แม้ว่าบางครั้งอาจจะนำเนื้อหามาใช้ในการสร้างแบบฝึก แต่ไม่ได้มีจุดมุ่งหมายเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของวิชานั้นๆ เนื้อหาที่ใช้ส่วนมากเป็นเนื้อหาที่สร้างขึ้นเพื่อมุ่งเน้นพัฒนาทักษะและกระบวนการคิดโดยเฉพาะ

2) การสอนการคิดโดยผ่านเนื้อหาวิชาในหลักสูตร เป็นการสอนที่สอดแทรกการฝึกคิดหรือบูรณาการสอนความคิดกับเนื้อหาวิชาต่างๆ ในหลักสูตรที่ใช้ในปัจจุบัน โดยที่ครูจะใช้กระบวนการ และวิธีการสอนเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดลักษณะต่างๆ สอดแทรกเข้าไปในขั้นตอนของการสอนวิชาต่างๆ เหล่านั้น ทั้งนี้ วิธีการสอนดังกล่าวมิใช่เรื่องง่ายนัก ครูผู้สอนจะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถในการสร้างแผนการสอน เข้าใจและมีวิธีการสอนและเทคนิคการสอนที่ยอดเยี่ยมจึงจะสามารถกระตุ้นให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะการคิดควบคู่ไปกับการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชา

ลักขณา สรวิวัฒน์ (2549: 46-47) ได้แนะนำยุทธวิธีการสอนให้คิด ดังนี้

1) การสอนเพื่อให้คิด ผู้สอนต้องสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ชักชวนให้ผู้เรียนใช้ความคิด ด้วยวิธีการ ต่อไปนี้

1.1 การถกเถียงหรือการโต้เถียงในหัวข้อเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เช่น เรื่องเกี่ยวกับจริยธรรม ความดีความชั่ว ฯลฯ

1.2 การแก้ปัญหา โดยสร้างตัวอย่างปัญหาขึ้นมาให้ช่วยกันแก้ปัญหา การหนีโรงเรียน ไม่เชื่อฟังพ่อแม่ ฯลฯ

1.3 การเขียนรายงาน อาจเขียนเป็นใบปลิว โฆษณาจดหมายธุรกิจ ข้อเสนอเพื่อขอรับทุนช่วยเหลือ

1.4 การทดลอง เพื่อดูผลของวิธีการที่ใช้แก้ปัญหาพฤติกรรมต่างๆ

1.5 การเผชิญสถานการณ์จำลอง เพื่อให้ได้ประสบการณ์ใกล้เคียงประสบการณ์จริง แสวงหาข้อมูล หรือประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เรียนรู้และนำมาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่และผสมผสานความรู้เดิมโดยการย่อยข้อมูล คิดวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลขึ้นมาใหม่ จากนั้นก็จะเป็นความรู้ เกิดความรู้ และทักษะในขั้นทดลองและนำไปใช้ได้

ชนาธิป พรกุล (2557: 11-12) กล่าวถึง การสอนกระบวนการคิดมีสิ่งสำคัญที่ครูจำเป็นต้องศึกษาทำความเข้าใจ เพื่อให้การสอนกระบวนการคิดประสบความสำเร็จ ซึ่งหมายถึงผู้เรียนมีทักษะกระบวนการคิด การสอนกระบวนการคิดมีองค์ประกอบสำคัญ ดังนี้

1. เนื้อหาสำหรับคิด เป้าหมายของการเรียนรู้ คือการมีความรู้ตามเนื้อหาที่กำหนดในบทเรียน ส่วนเป้าหมายของการคิด คือ การทำความเข้าใจ หรือเรียนรู้เนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น การคิดและการสอนคิด ต้องอาศัยเนื้อหาเป็นเครื่องมือการคิด เนื้อหาจึงมีอิทธิพลต่อประเภทของการคิด และคุณภาพของการคิด หรือจะพูดว่าการคิด หรือวิธีการคิดถูกกำหนดโดยธรรมชาติ และจำนวนของเนื้อหาที่นำมาใช้คิด

1.1 ลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาและการคิด มีดังนี้

ก. เนื้อหาเป็นเป้าหมายและทิศทางการคิด หมายความว่า การบรรลุเป้าหมายของเนื้อหา หรือการเรียนรู้เนื้อหาต้องใช้กระบวนการคิด และเนื้อหาที่นำมาใช้ หรือใช้เรียนรู้กำหนดเป้าหมาย หรือทิศทางของการคิด

ข. เนื้อหาเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการคิด เราใช้ทักษะการคิดหรือกระบวนการคิดในการจัดกระทำกับข้อมูลหรือเนื้อหา เนื้อหาที่นำมาใช้เป็นเครื่องมือของการคิดในชั้นเรียน แบ่งได้ 3 ชนิด คือ

- เนื้อหาทางวิชาการที่กำหนดในหลักสูตร ได้แก่ วิชา หรือกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่างๆ

- เนื้อหาที่เป็นประสบการณ์ที่ผู้เรียนได้รับร่วมกันในโรงเรียน

- เนื้อหาที่เป็นประสบการณ์ชีวิตนอกโรงเรียน

ค. เนื้อหาเป็นสถานที่ หรือเวทีแสดงความคิดเห็น เนื้อหาจะเป็นตัวกำหนดกระบวนการคิด และตัวช่วยให้คิด ผู้เรียนจะมีความชำนาญคิดได้แคล่วคล่อง เมื่อมีความรู้ในเนื้อหาที่นำมาใช้คิด และกระบวนการที่นำมาใช้คิดมีความเหมาะสม

1.2 การเลือกเนื้อหาและการคิดให้สัมพันธ์กัน ทำได้ ดังนี้

ก. เลือกเนื้อหาที่มีความหมายต่อผู้เรียน หมายถึง เนื้อหาที่ผู้เรียนมีความเข้าใจ หรือเห็นความสำคัญ หรือจำเป็นต้องใช้ ในทางตรงกันข้าม การใช้เนื้อหาอะไรก็ได้มาฝึกการคิด นอกจากจะไม่สร้างแรงจูงใจ ผู้เรียนยังทำกิจกรรมนั้นโดยไม่ให้ความสนใจเลย

ข. เลือกเนื้อหาที่ผู้เรียนเข้าใจ ค้นเคย เมื่อต้องการฝึกการคิดทักษะใหม่ เพราะผู้เรียนจะได้ให้ความสนใจทำความเข้าใจกับทักษะใหม่ได้เต็มที่ ครูไม่ควรสอนทักษะการคิดใหม่พร้อมกับเนื้อหาใหม่ ถ้าเสี่ยงไม่ได้ ครูควรอธิบายเนื้อหาใหม่ให้ผู้เรียนเข้าใจก่อนฝึกทักษะการคิด

ค. เลือกเนื้อหาให้เหมาะสมกับทักษะการคิดที่จะสอน เช่น การสอนทักษะการคิดวิเคราะห์ เนื้อหาที่ใช้ต้องมีรายละเอียดมากพอที่จะแยกแยะ จัดหมวดหมู่ และหาความสัมพันธ์

ง. เลือกทักษะการคิดที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ของบทเรียน เช่น ครูให้ผู้เรียนจัดข้อมูลที่ไม่เป็นระเบียบให้เป็นระบบ ผู้เรียนจะรู้สึกว่าการจัดข้อมูลให้เป็นระเบียบจึงจะทำงานนี้สำเร็จ ครูควรใช้โอกาสนี้สอนทักษะการจัดระเบียบ (organizing) ผู้เรียนจะเรียนรู้ทักษะนี้ได้ดี เพราะเป็นทักษะที่เขาต้องการรู้พอดี

จ. เลือกเนื้อหาที่มีความแตกต่างกันเพื่อฝึกทักษะการคิดแต่ละทักษะ เช่น ทักษะการจำแนกประเภท (classifying) ที่ใช้สอนประเภทของคำในภาษาไทย ย่อมจะแตกต่างจากการสอนการจำแนกวิถีชีวิตของคนชนบท ถ้าครูใช้เนื้อหาที่มีความหลากหลาย ผู้เรียนจะสามารถถ่ายโอนทักษะการคิดในวิชาต่างๆ ได้ดี จุดมุ่งหมายของการสอนการคิด คือ ผู้เรียนใช้ทักษะการคิดได้อย่างอิสระ ไม่ผูกติดกับเนื้อหาใดเนื้อหาหนึ่ง และคิดได้อย่างคล่องแคล่ว

2. กระบวนการสอนคิด หรือขั้นตอนการคิดมีขั้นตอนหลัก 6 ขั้น ไม่ว่าครูจะเลือกวิธีการสอนแบบใด ครูสามารถประยุกต์วิธีการเหล่านี้ให้เข้าตามขั้นตอนหลัก ถ้าครูเข้าใจว่าแต่ละขั้นตอนนั้นมีจุดมุ่งหมายอย่างไร

ขั้นตอนที่ 1 เป็นการแนะนำให้ผู้เรียนรู้จักทักษะ หรือวิธีการคิดที่ต้องการสอน โดยครูจัด 1 บทเรียนเน้นวิธีการของทักษะการคิดนั้น

ขั้นตอนที่ 2 ให้ผู้เรียนฝึกทักษะนั้นตรมคำแนะนำ โดยใช้สถานการณ์เหมือนกับบทเรียนในขั้นตอนที่ 1 ครูจะฝึกจนผู้เรียนชำนาญในการใช้ทักษะนั้น

ขั้นตอนที่ 3 ให้ผู้เรียนฝึกทักษะนั้น โดยเลือกสถานการณ์เช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 2 มาฝึกซ้ำด้วยตนเองโดยไม่มีคำแนะนำ ผู้เรียนจะซึมซับกฎ หลักการต่างๆ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะนำไปสู่การคิดแบบอัตโนมัติ และใช้ทักษะนั้นเหมือนเป็นเจ้าของ

ขั้นตอนที่ 4 เป็นขั้นประยุกต์ใช้ทักษะการคิดในสถานการณ์ใหม่ที่ผู้เรียนไม่เคยเจออยู่นอกชั้นเรียน แต่ครูจำเป็นต้องสอนขั้นนี้ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้วิธีประยุกต์ โดยจัดอีก 1 บทเรียนที่เน้นการประยุกต์ใช้

ขั้นตอนที่ 5 ให้ผู้เรียนฝึกวิธีประยุกต์ใช้ตามคำแนะนำในสถานการณ์ หรือ บริบทใหม่ ฝึกซ้ำๆ จนผู้เรียนชำนาญในการใช้ในบริบทใหม่

ขั้นตอนที่ 6 ให้บทเรียนเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคิดด้วยตนเอง ครู อาจใช้วิธีการเดียวกับขั้นตอนที่ 3 ครูควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกวิธีการ หรือใช้วิธีการหลาย อย่างที่ได้เรียนรู้มาแล้วมาใช้ในหลายบริบท ขั้นนี้เป็นการคิดแบบอัตโนมัติที่มีความถูกต้องแม่นยำ มี ประสิทธิภาพ และประสิทธิผล

จำนวนบทเรียนที่นำมาใช้สอนการคิดขึ้นอยู่กับจำนวนบริบทที่ต้องการนำมา ฝึกการใช้ทักษะการคิดขึ้นกับขั้นตอนที่ 2 และ 5 ว่าใช้กับบทเรียน ผู้เรียนจึงจะมีความชำนาญ และ ขั้นตอนที่ 6 ขั้นการใช้โดยอัตโนมัติ

3. ชั้นเรียนที่มีการคิด ความสามารถในการคิดไม่ได้เกิดขึ้นเอง จำเป็นต้องมี เรื่องให้คิด และได้รับการแนะนำ การกระตุ้น การสนับสนุนการคิด และผู้คิดได้อยู่ในสถานที่ หรือ สภาพแวดล้อมที่มีความเป็นมิตร ปลอดภัย และมีการคิดอยู่เป็นประจำ

ชั้นเรียนที่มีการคิดเป็นชั้นเรียนที่จัดให้ผู้เรียนทำกิจกรรมที่มีเป้าหมายฝึกการ คิดอย่างต่อเนื่องขณะที่เรียนรู้อย่างมีความหมาย สิ่งแวดล้อมในชั้นเรียนล้วนส่งเสริม และเอื้อต่อการ พัฒนาการคิด ชั้นเรียนนี้ให้ความสำคัญกับการเปลี่ยนข้อมูล que ผู้เรียนได้รับเป็นความรู้และกิจกรรม สำคัญของผู้เรียน คือ การคิด

เมื่อผู้เรียนได้รับข้อมูลใหม่ จะพยายามทำความเข้าใจกับข้อมูลด้วยวิธีการต่างๆ เช่น ตั้งสมมติฐาน วิเคราะห์ ศึกษาความสัมพันธ์ ประเมินและสรุป ผู้เรียนรู้สึกเป็นอิสระ เต็มใจและ ปลอดภัยที่จะคิด มีการตรวจสอบความคิดของตนกับเพื่อน เต็มใจแบ่งปันความคิดกับเพื่อนเพื่อ ช่วยกันให้การเรียนรู้รู้จุดหน้าไปสู่เป้าหมาย โดยตลอดเวลาครูทำหน้าที่แนะนำ กระตุ้น ส่งเสริมการคิด ผู้เรียนจะคิดอย่างต่อเนื่องเป็นธรรมชาติ จนเป็นกิจวัตรประจำวัน

จากวิธีการสอนคิดที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ในกระบวนการสอนวิธีการคิดนั้น จะต้องการเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมและใช้วิธีการสอนแบบต่างๆ รวมทั้งการใช้โปรแกรม สื่อการสอน ต่างๆ หรือการเผชิญกับสถานการณ์ที่จะกระตุ้นให้เกิดผู้เรียนเกิดความคิด

4) ประโยชน์และความสำคัญของการคิด

ชาติ แจ่มนุช (2545: 59-62) อธิบายความสำคัญของการคิด ดังต่อไปนี้

1. เป็นภูมิคุ้มกันการดำรงชีวิต ในข้อจำกัดที่บุคคลไม่สามารถควบคุมสิ่งแวดล้อม หรือข้อมูลต่างๆ ที่จะเข้ามาสัมผัสสัมพันธ์ตัวเองได้ มนุษย์ต้องรับรู้สิ่งเหล่านั้นมีทั้งดีหรือไม่ดี มีทั้ง คุณและโทษ พระธรรมปิฎก (ประยุทธ์ ปยุตโต) กล่าวว่า การรู้จักคิดหรือคิดเป็น จะเป็นองค์ประกอบที่ สำคัญยิ่งของการดำเนินชีวิตที่ถูกต้อง เพราะความคิดจะเป็นศูนย์รวมที่ข้อมูลข่าวสารทั้งหมดไหลมา ชุมกัน เป็นที่วินิจฉัยและนำข้อมูลเหล่านั้นไปสร้างสรรค์และการใช้การต่างๆ ดังนั้นความสามารถ ในการคิดของบุคคลจะช่วยถ่วงถ่วง ทำหน้าที่เสมือนภูมิคุ้มกันที่จะเลือกรับ ปรับ หรือใช้ข้อมูลหรือ สิ่งแวดล้อมใดๆ ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเอง

2. เป็นเครื่องมือแสวงหาความรู้และเรียนรู้ตลอดชีวิต เมื่อมีปัญหา ข้อคำถาม หรือความสงสัยใดๆ ที่ต้องการรู้ หรือได้คำตอบ คนที่มีความสามารถในการคิดอาจจะใช้วิธีการ สังเกต จำแนก แยะแยก เปรียบเทียบ ให้เหตุผล ประเมิน สรุป ฯลฯ จนได้คำตอบ หรือแก้ปัญหา นั้นๆ ได้ ดังนั้นความสามารถในการคิดจึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการเรียนรู้ด้วยตนเอง หรือใช้ในการ เรียนรู้ตลอดชีวิตต่อไป

3. เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาและเผชิญสถานการณ์ เมื่อบุคคลเผชิญกับ ข้อมูลสิ่งแวดล้อม หรือสถานการณ์ใดๆ ที่มีความขัดแย้งหรือก่อให้เกิดปัญหา ผู้ที่มีความสามารถในการคิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่มีทักษะในการคิดแก้ปัญหา หรือทักษะในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จะเริ่มต้นกำหนดหรือระบุปัญหาว่าปัญหาที่แท้จริงคืออะไร มีการตั้งสมมติฐานคาดเดาคำตอบหรือ แก้ปัญหานั้นๆ เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหาให้แคบลง แล้วจึงรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง หลังจาก นั้นจึงดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมได้ อาจจำแนก แยะแยก เปรียบเทียบ ประเมิน ฯลฯ ก่อน สรุปเป็นคำตอบ ซึ่งจะสามารถแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบและมีความถูกต้อง ได้มากกว่า

4. เป็นเครื่องมือในการเลือกและตัดสินใจ ในปรากฏการณ์ที่สังคมโลก และ สังคมไทยมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และมีความซับซ้อนมากขึ้นเป็นลำดับ ทำให้บุคคลต้อง เผชิญกับสถานการณ์ที่แปลกใหม่ ทำให้มีความยุ่งยากในการเลือก และตัดสินใจว่า อะไรคือคุณค่า แท้ อะไรคือคุณค่าเทียม อะไรควรเชื่อ-ไม่ควรเชื่อ อะไรควรทำ-ไม่ควรทำ การลองผิดลองถูกจะเสี่ยง ต่อความผิดพลาดและเกิดผลเสียตามมา ผู้ที่มีความสามารถในการคิดจะพิจารณาข้อมูลรอบด้าน มี การตรวจสอบ กลั่นกรองความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลและแหล่งข้อมูล ใช้เหตุผล ไตร่ตรองอย่างรอบคอบ ทบทวนผลที่จะเกิดตามมาจากการเลือกและตัดสินใจ ซึ่งจะช่วยให้การ ตัดสินคุณค่าหรือตัดสินใจครั้งนั้นๆ เกิดประโยชน์ต่อตนเองและสังคมมากที่สุด

5. เป็นเครื่องมือในการแข่งขัน บุคคลที่คิดแปลกแตกต่างจากเดิมหรือที่เรียกว่า มีความคิดสร้างสรรค์จะประสบความสำเร็จได้มากกว่าในยุคที่มีการแข่งขันกันสูง ผลการคิดที่ออกมา เหมือนเดิมหรือเหมือนๆ กัน จะไม่ท้าทายให้เล็งสรร แต่อะไรที่เป็นความแปลกใหม่ หรือไม่เคยมี มาก่อนจะถูกคัดสรรหรือเลือกก่อนเสมอ ดังนั้นในปัจจุบันและอนาคตผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์จึง ได้รับการยอมรับมากกว่า

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551: 4-5) ได้สรุปประโยชน์ของการคิด ดังนี้

1. สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีระบบมีหลักการและมีเหตุผล ผลงานที่ได้รับมี ประสิทธิภาพ
2. สามารถพิจารณาสิ่งต่างๆ และประเมินงานโดยใช้หลักเกณฑ์อย่างสมเหตุสมผล
3. รู้จักประเมินตนเองและผู้อื่นได้อย่างถูกต้อง
4. ได้เรียนรู้เนื้อหาได้รับประสบการณ์ที่มีคุณค่า มีความหมายและเป็นประโยชน์
5. ได้ฝึกทักษะการทำงาน การใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา

6. มีความรู้ความสามารถ มีกระบวนการทำงานอย่างเป็นระบบขั้นตอน นับตั้งแต่การกำหนดเป้าหมาย รวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ ค้นคว้าทฤษฎี หลักการ ตั้งข้อสันนิษฐานตีความหมาย และลงข้อสรุป

7. ส่งเสริมความสามารถในการใช้ภาษาและสื่อความหมาย

8. เกิดความสามารถในการคิดอย่างชัดเจน คิดอย่างถูกต้อง คิดอย่างแจ่มแจ้ง คิดอย่างกว้างขวาง คิดไกล และคิดอย่างลุ่มลึก ตลอดจนคิดอย่างสมเหตุสมผล

9. ทำให้เป็นผู้มีปัญญา มีคุณธรรมจริยธรรม ความรับผิดชอบ มีระเบียบวินัย มีความเมตตากรุณาและเป็นผู้มีประโยชน์ต่อสังคม

10. มีทักษะและมีความสามารถในการอ่าน เขียน พูด ฟัง และมีทักษะการสื่อสารกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี

11. พัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ตลอดชีวิตได้อย่างต่อเนื่องในสถานการณ์ที่โลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

ชนาธิป พรกุล (2557: 12) การสอนกระบวนการคิดทำให้ชั้นเรียนเปลี่ยนไปจากชั้นเรียนทำแบบฝึกหัด และท่องจำมาเป็นชั้นเรียนที่น่าตื่นเต้น และน่าสนใจทั้งการสอน และการเรียนรู้ และยังทำให้งานสอนเป็นงานที่ทำหายสติปัญญา และมีแรงจูงใจ

โรงเรียนที่จัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม และมีครูที่เป็นนักคิดเชี่ยวชาญการสอนจะพบว่า มีความเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น ดังนี้

1. ผู้เรียนเรียนด้วยความเข้าใจ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น
2. ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองให้เป็นคนมีความเชื่อมั่น ทั้งเวลาที่อยู่ในโรงเรียนหรือนอกโรงเรียน

3. โรงเรียนและครูไม่มีความกังวล เมื่อมีหน่วยงานภายนอกมาทำการทดสอบผู้เรียนหรือประเมินโรงเรียน

ลักขณา สรวิวัฒน์ (2549: 10-14) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิด ไว้ดังนี้

1. การคิดเป็นธรรมชาติของความคิดของมนุษย์ที่สำคัญที่สุด เพราะมีผลและรากฐานของการเปลี่ยนแปลงในการดำรงชีวิตของแต่ละบุคคลในการดำเนินงานของตนและสังคม

2. การคิดกับภาษา ในการคิดนั้นจะต้องใช้ภาษาสื่อออกมาให้ผู้อื่นรู้ว่าการต้องการอะไร หากไม่มีภาษาการคิดก็จะเกิดขึ้นไม่ได้เลย

3. การคิดกับพฤติกรรม การคิดนั้นย่อมก่อให้เกิดการกระทำ และการเปลี่ยนการกระทำของมนุษย์ที่มีแต่ความต้องการ ความอยาก ความใคร่ ที่เกิดความพอดิที่ไม่มีสิ้นสุดให้กลายเป็นการกระทำที่เฉลียวฉลาด ดังนั้นผู้ที่มีความคิดจะทำอะไรย่อมมีการไตร่ตรอง มีการพิจารณาให้ละเอียดรอบคอบถึงผลดีผลเสียก่อนลงมือทำ

4. การคิดกำหนดความเป็นตัวเรา การคิดเป็นตัวกำหนดสิ่งที่เรารู้ และความรู้ที่ได้จากการคิดนั้นจะเป็นตัวกำหนดความเป็นตัวเรา เราคิดอย่างไร เราทำอะไร เราจะเป็นเช่นนั้น

5. การคิดเป็นพื้นฐานของสติปัญญาและความรู้ความเข้าใจ คนเราจะเริ่มคิดและหาคำตอบให้ได้ดียิ่งขึ้น หากได้ใช้เวลาในการคิดทบทวน และคิดไตร่ตรองเกี่ยวกับเรื่องนั้นก่อนที่จะตัดสินใจ

6. การคิดเป็นพื้นฐานของการตัดสินใจ

7. การคิดนำมาซึ่งการเปลี่ยนแปลงครั้งสำคัญต่างๆ

8. การคิดสร้างความสามารถในการแข่งขันในสังคมการเรียนรู้

จากประโยชน์และความสำคัญของการคิดที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การคิดเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาและเผชิญสถานการณ์ต่างๆ ช่วยในการเลือกและตัดสินใจ ซึ่งการคิดจะทำให้เกิดทักษะ และทำให้มีความสามารถในการอ่าน เขียน พูด ฟัง และมีทักษะการสื่อสารกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี

1.2.3 ปุ (การใช้คำถาม) เป็นการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนใช้คำถาม โดยอาจจะเป็นการถามจากครูสู่นักเรียน จากนักเรียนสู่ครู เพื่อให้ได้ข้อมูลต่างๆ เพื่อที่จะนำไปใช้ในการสรุปเนื้อหา ความคิดรวบยอด หรือแนวทางที่จะใช้ในการแก้ปัญหา

1) จุดมุ่งหมายของการใช้คำถาม

ชนาธิป พรกุล (2557: 176-177) ได้อธิบายจุดมุ่งหมายของการใช้คำถาม ดังนี้

1. ตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนระหว่างการสอน
2. ประเมินประสิทธิภาพของการสอนว่าผู้เรียนมีความเข้าใจระดับใด
3. ฝึกทักษะการคิดระดับสูงโดยใช้คำถามที่มีความซับซ้อน
4. ควบคุมพฤติกรรมของผู้เรียนที่ไม่สนใจเรียน
5. จัดการให้บทเรียนเป็นไปตามทิศทางที่ต้องการและใช้เวลาเหมาะสม
6. เชื่อมโยงระหว่างกิจกรรม
7. เพิ่มการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของผู้เรียน

กิตติชัย สุธาสิโนบล (2557: 97) ได้กล่าวถึงวัตถุประสงค์ทั่วของการใช้คำถาม

ดังนี้

1. เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดและค้นหาแนวคิดใหม่ๆ
2. เพื่อประเมินความรู้เดิมของผู้เรียนและสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมของผู้เรียนกับประสบการณ์ใหม่ที่จะจัดให้กับผู้เรียน
3. เพื่อเตรียมผู้เรียนให้พร้อมก่อนที่จะเรียนบทเรียนใหม่ และทบทวนหรือสรุปบทเรียน
4. เพื่อให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน และวัดผลและประเมินผลการเรียน
5. เพื่อสร้างเสริมความสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนให้มีความเข้าใจอันดีต่อกัน

จากจุดมุ่งหมายในการใช้คำถามที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า จุดมุ่งหมายในการใช้คำถามนั้นเพื่อฝึกทักษะการคิด เพื่อตรวจสอบความเข้าใจและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน รวมทั้งเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจในเรื่องที่เรียน

2) ลักษณะของคำถามที่ดี

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542: 206) ได้อธิบายลักษณะของคำถามที่ดีจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดอย่างระบบ และเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ คำถามที่ดีมีลักษณะดังนี้

1. มีความหมายชัดเจน ไม่คลุมเครือ ใช้ภาษาง่ายๆ ชัดเจน เจาะจง เมื่อฟังฟังคำถามแล้วจะเข้าใจอย่างถูกต้อง
2. เป็นข้อความที่กะทัดรัด และไม่ควรมีคำถามหลายประเด็นพร้อมกัน เช่น ถามว่าแยกน้ำด้วยไฟฟ้าจะเกิดอะไรขึ้น และสิ่งที่เกิดขึ้นคืออะไร จะทดสอบอย่างไร
3. เป็นข้อความที่สมบูรณ์ ไม่ควรละข้อความบางส่วนของคำถามให้นักเรียนคิดเอาเอง เช่น ถามว่าเทียนไขกำลังติดไฟ เนื้อเทียนไขที่หลอมเหลวเมื่อหยดลงที่พื้นจะกลายเป็นของแข็ง และคำถามเช่นนี้เป็นคำถามที่ไม่สมบูรณ์ นักเรียนอาจไม่เข้าใจสิ่งที่จะต้องตอบคืออะไร ซึ่งที่จริงแล้วครูต้องการให้นักเรียนตอบสิ่งที่สังเกตได้จากเทียนไขกำลังติดไฟ
4. มีความเหมาะสมกับระดับของนักเรียน มีระดับความยากง่ายพอเหมาะ ไม่เป็นคำถามที่ยากเกินไปหรือง่ายเกินไป ควรระวังการตั้งคำถามที่ยากเกินกว่าเนื้อหาวิชาที่กำหนดในหลักสูตร นักเรียนจะไม่สามารถตอบคำถามได้และจะเกิดความท้อถอย ส่วนคำถามที่ง่ายเกินไปนักเรียนจะไม่ได้ฝึกคิด
5. เป็นคำถามที่ส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดเพื่อหาคำตอบที่เหมาะสม เช่น ถามว่า ให้อธิบายการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำ นักเรียนจะต้องลำดับแนวความคิดเพื่อที่จะอธิบายให้ตรงกับคำถาม

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545: 107-108) ได้กล่าวถึงลักษณะการใช้คำถามที่ดีมีดังต่อไปนี้

1. เตรียมคำถามล่วงหน้าเพราะจะสามารถถามเรียงตามลำดับความยากง่ายตามลำดับเนื้อหาและยังมีความมั่นใจในการถาม
2. ถามอย่างมั่นใจโดยใช้ภาษาชัดเจน กะทัดรัด
3. ถามแล้วต้องมีเวลารอคอย (wait-time) ประมาณ 3 วินาที เพื่อเปิดโอกาสโอกาสให้ผู้เรียนทั้งเก่งและไม่เก่ง ไม่คิดอย่างทั่วถึง จากนั้นจึงเรียกชื่อผู้เรียนให้ตอบคำถาม ไม่กำหนดผู้ตอบก่อนถามคำถาม
4. ถามทีละคน และตอบทีละคน แต่ต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนตอบหลายๆ คนในคำถามเดียวกัน
5. ถามแล้วไม่ทวนคำถาม และไม่ทวนคำตอบ

6. ควรใช้ท่าทาง เสียงประกอบ การถามเพื่อกระตุ้นความสนใจ

7. ควรใช้คำถามปูพื้น เมื่อตอบคำถามแรกไม่ได้

8. ควรใช้คำถามง่าย และยากปนกันในการสอนครั้งหนึ่งๆ

9. ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนถามคำถามผู้สอน

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2557: 17) ได้กล่าวถึงลักษณะคำถามที่ดีว่า ในการตั้งคำถามให้ผู้เรียนตอบแต่ละครั้ง ผู้สอนต้องอาศัยหลักในการตั้งคำถามที่ดี ซึ่งคำถามที่ดีควรมีลักษณะ ดังนี้

1. ชัดเจน คำถามที่ดีต้องมีความชัดเจน เพื่อให้ผู้เรียนรู้ว่าต้องการถามอะไร

2. เข้าใจง่าย คำถามที่ดีต้องใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย

3. สัมพันธ์กับสิ่งที่เรียน คำถามที่ดีต้องมีความสัมพันธ์กับวัตถุประสงค์การเรียนการสอน เรื่องราว เนื้อหา และกิจกรรมการเรียนการสอน

4. หลากหลาย คำถามที่ดีต้องมีหลายประเภท กลมกลืนกับเรื่องราวกิจกรรม และเร้าความสนใจ

5. มีคุณค่า คำถามที่สร้างขึ้นต้องมีคุณค่าและเร้าให้อยากตอบ

6. ปลายเปิด คำถามที่ดีควรเป็นแบบปลายเปิด เพราะจะทำให้ผู้เรียนกระตือรือร้นที่จะตอบ

7. ได้คิด คำถามที่ดีควรให้ผู้เรียนได้คิด ได้บรรยายอธิบายเหตุผล ว่าทำไม เพราะเหตุใด หรือได้ประเมินค่าสิ่งที่เรียนรู้ผู้ถามต้องพยายามหลีกเลี่ยงคำถามที่ต้องการคำตอบเดียวว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่”

8. พัฒนาสมอง คำถามที่ดีต้องสามารถให้ผู้เรียนมีพัฒนาการทางสมองได้ดีขึ้น

9. สั้นกระชับ คำถามที่ดีควรสั้น กระชับ และชัดเจนที่สุด

กิตติชัย สุทธาสิโนบล (2557: 101) กล่าวถึงลักษณะของคำถามที่ดีว่าจะช่วยให้การใช้คำถามของผู้สอนบรรลุวัตถุประสงค์มากยิ่งขึ้น ลักษณะของคำถามที่ดี มีลักษณะดังนี้

1. สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดทั้งในด้านเหตุผล การวิเคราะห์ สร้างสรรค์ และเป็นคำถามที่ท้าทาย ยั่วผู้ตอบ

2. สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนแต่ละเนื้อหา

3. เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน ไม่ยากหรือง่ายเกินไป

4. ใช้ภาษาง่ายๆ เฉพาะเจาะจง สั้น กระชับ ได้ความครบ

5. ขึ้นต้นประโยคโดยใช้คำถามแทนที่จะบอกข้อความก่อน แล้วถามคำถามที่หลัง เช่น แทนที่จะถามโดยใช้ประโยคว่า “ไดโนเสาร์ครองโลกมาหลายร้อยล้านปีในช่วงยุคใด” ก็ใช้ว่าใน “ยุคใดที่ไดโนเสาร์ครองโลก” จะดีกว่า

6. ไม่ควรตั้งคำถามหลายคำถามในขณะเดียวกัน และไม่ตั้งคำถามนิเสธพร้อมทั้งควรเป็นคำถามปลายเปิด เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดแบบอเนกนัย

7. ต้องมีระดับความยากง่ายพอเหมาะกับชั้นที่เรียนและวุฒิภาวะของผู้เรียน

จากลักษณะของคำถามที่ดีที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ลักษณะของคำถามที่ดี คือ ต้องมีความชัดเจน กระชับ เข้าใจง่าย มีความหลากหลาย และเหมาะสมกับผู้เรียน รวมทั้งคำถามจะต้องเป็นคำถามที่กระตุ้นการคิดของผู้เรียน

3) เทคนิคการใช้คำถาม

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542: 207-208) ได้กล่าวถึงในการใช้คำถามอย่างมีประสิทธิภาพ นั้น ครูต้องรู้จักลักษณะคำถามที่ดี ครูควรใช้คำถามประเภทต่างๆ เพื่อให้นักเรียนได้ตอบคำถามอันนำไปสู่การเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ อย่างไรก็ตาม ครูจะต้องมีการวางแผนการใช้คำถามและวิธีการที่ดีในการถามด้วย ดังนี้

1. เตรียมคำถามไว้ล่วงหน้า ครูควรเตรียมคำถามไว้ล่วงหน้า และลองตอบคำถามนั้นๆ เพื่อว่าครูจะต้องใช้คำถามนำไปสู่ประเด็นที่ต้องการ ไม่ให้นักเรียนตอบคำถามซึ่งจะนำไปสู่ประเด็นอื่น ครูควรเตรียมคำถามเฉพาะสำหรับนักเรียนบางคนที่เก่งมากหรืออ่อนมากไว้ด้วย
2. คำนึงถึงลักษณะของคำถามที่ดี และถามให้เป็นภาษาพูดง่ายๆ เพื่อให้ นักเรียนเห็นเป็นเรื่องง่ายที่จะตอบ
3. พยายามใช้คำถามหลายๆ ประเภท ทั้งคำถามแบบแคบและคำถามแบบกว้าง คำถามแบบแคบช่วยให้นักเรียนสร้างมโนคติ ส่วนคำถามแบบกว้างช่วยส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิดในระดับสูง ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างมโนคติในระดับที่สูงขึ้น ครูอาจถามคำถามได้หลายรูปแบบเพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ
4. ถามนักเรียนให้ทั่วทั้งชั้นเพื่อให้นักเรียนทุกคนมีโอกาสแสดงความคิดเห็น และตอบคำถาม ครูอาจให้นักเรียนคนอื่น ๆ ช่วยขยายความหรือแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมจากคำตอบของเพื่อนได้
5. ไม่ควรให้นักเรียนตอบคำถามพร้อมกันทั้งชั้น ให้นักเรียนตอบคำถามทีละคน การตอบคำถามพร้อมกันทั้งชั้นจะทำให้นักเรียนบางคนไม่สนใจคำถาม ก่อให้เกิดความสับสนในกรณีที่มีคำตอบได้หลายคำตอบ และครูไม่สามารถประเมินได้ว่านักเรียนคนใดเกิดการเรียนรู้แล้วหรือไม่
6. ให้นักเรียนตอบคำถามด้วยความสมัครใจ การเรียกให้นักเรียนตอบคำถาม โดยที่นักเรียนยังไม่พร้อมจะทำให้เกิดความมั่นใจในการตอบ
7. ไม่เรียกชื่อนักเรียนก่อนถามคำถาม เพราะถ้าเรียกชื่อนักเรียนก่อนนักเรียนคนนั้นไม่พร้อมจะตอบจะตื่นตกใจ นักเรียนคนอื่นจะไม่สนใจคำถามและไม่สนใจคิดหาคำตอบ
8. เมื่อถามคำถามแล้ว ครูควรเว้นระยะเวลา เพื่อให้นักเรียนใช้ความคิดเป็นการรอคำตอบจากนักเรียน
9. ไม่ควรทวนคำถามหรือคำตอบ เพราะจะทำให้นักเรียนไม่สนใจฟัง แต่ในบางกรณีอาจมีความจำเป็นบ้าง

10. ถามคำถามจากง่ายไปหายาก ซึ่งจะเป็นสิ่งเร้าให้นักเรียนอยากตอบด้วย บางครั้งครูถามคำถามยากในตอนแรก นักเรียนทั้งชั้นไม่สามารถตอบได้ ทำให้นักเรียนท้อถอย

11. เมื่อได้คำตอบที่ยังไม่ชัดเจนหรือยังไม่สมบูรณ์ ครูควรถามให้นักเรียนขยายคำตอบให้ชัดเจนและลึกซึ้งขึ้น

12. ควรใช้กิริยาท่าทางและน้ำเสียงเป็นส่วนประกอบในการถาม ซึ่งจะช่วยให้บรรยากาศของการใช้คำถามดียิ่งขึ้น เน้นเสียงในตอนที่เห็นว่าเป็นจุดสำคัญของคำถาม ใช้ท่าทางสีหน้าแสดงความเป็นปัญหาในการถาม

13. เมื่อถามคำถามแล้ว ครูไม่ควรชี้แนวทางหรือคำตอบให้นักเรียนทันที หรือครูตอบคำถามเสียเอง จะทำให้นักเรียนไม่คิด

14. เมื่อนักเรียนตอบถูก ครูควรกล่าวคำชมบ้าง เพื่อเป็นกำลังใจให้นักเรียนอยากตอบคำถามต่อไป เมื่อนักเรียนตอบผิดไม่ควรตำหนิ

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2543: 18) ได้สรุปเทคนิคการใช้คำถามที่มีประสิทธิภาพจากการสังเกตขณะที่ครูสอน ไว้ดังนี้

1. ครูควรละเว้นคำถามที่ต้องการคำตอบว่า ใช่-ไม่ใช่ อะไร ที่ไหน เมื่อไหร่
2. ครูควรเปลี่ยนคำถามหรือคำพูดใหม่ ถ้านักเรียนยังตอบไม่ได้
3. ครูควรแสดงการยอมรับคำตอบของนักเรียนโดยไม่ต้องหยุด อาจใช้ท่าทางประกอบได้ เช่น พยักหน้า สัมผัสตัว เป็นต้น

4. ครูควรถามคำถามก่อนเรียกชื่อให้นักเรียนตอบ
5. ครูควรพยายามให้นักเรียนตอบในลักษณะที่พูดกับเพื่อนทั้งชั้น ไม่ใช่พูดกับ

ครูคนเดียว

6. ครูควรให้การเสริมแรงเมื่อนักเรียนตอบคำถามเสร็จแล้ว
7. ครูไม่ควรแนะแนวทางหรือคำตอบให้ทันทีหลังจากถาม
8. ครูควรทอดระยะเวลาหลังถามคำถามแล้ว โดยหยุดหรือทอดระยะสักครูหนึ่ง
ค่อยให้นักเรียนตอบ

9. ครูควรกระตุ้นให้ผู้เรียนมีโอกาสตอบคำถามได้หลายคน
10. ครูควรพยายามฝึกให้นักเรียนฟังและโต้ตอบซึ่งกันและกัน

สายนธ์ ผาน้อย (2549: 109) ได้กล่าวถึงเทคนิคการตั้งคำถามในการสอน ดังนี้

1. ควรตั้งคำถามก่อนแล้วจึงเรียกชื่อนักเรียนที่จะซักถาม (กรณีถามเป็นรายบุคคล) และตั้งคำถามด้วยความยิ้มแย้มเป็นกันเองไม่เครียด
2. วางแผนในการตั้งคำถามก่อน
3. ตั้งคำถามที่หลากหลาย ครอบคลุมวัตถุประสงค์เนื้อหาถามคำถาม ระดับต่ำถึงระดับสูง

4. ถามคำถามที่ละข้อ อย่าถามที่ละหลายคำถามพร้อมกัน

5. ถามคำถามง่ายไปหายาก ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดความมั่นใจในการตอบคำถามที่ยากขึ้น

6. พยายามถามนักเรียนให้ทั่วทุกคนอย่าถามเฉพาะเจาะจงคนใดคนหนึ่ง

7. ถ้านักเรียนตอบคำถามไม่สมบูรณ์ ครูควรให้ข้อมูลเพิ่มเติมและให้แรงจูงใจหรือขวัญกำลังใจ

8. ถามคำถามซ้ำ กรณีนักเรียนไม่เข้าใจคำถามหรือฟังไม่ทัน

9. เปลี่ยนรูปคำถามกรณีนักเรียนไม่เข้าใจคำถามซึ่งเป็นคำถามที่ยากควรเปลี่ยนเป็นคำถามที่ฟังง่าย ๆ นักเรียนอาจตอบได้

10. บอกข้อมูลเพิ่มเติม กรณีนักเรียนตอบคำถามไม่ได้ ครูควรชี้แนะและบอกข้อมูลเพิ่มเติม แต่มีใจร้อนแนะนำคำตอบจนเกินไป

จากเทคนิคการใช้คำถามที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า จะต้องมีการเตรียมคำถามไว้ล่วงหน้า มีการเรียงลำดับคำถามจากง่ายไปยาก ไม่เรียกชื่อก่อนถาม มีการตั้งคำถามที่หลากหลายครอบคลุมวัตถุประสงค์เนื้อหา และกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากที่จะตอบ

4) ประโยชน์และความสำคัญของการใช้คำถาม

ทิพย์วัลย์ สัจจันทร์ (2531: 64) ได้กล่าวถึงความสำคัญของคำถาม ดังนี้

1. คำถามใช้เป็นสื่อสำหรับสำรวจและทบทวนพื้นฐานความรู้เดิมของประสบการณ์เดิมของผู้เรียน คำตอบของผู้เรียนจะเป็นสื่อนำไปสู่การเรียนรู้ใหม่และประสบการณ์ใหม่

2. คำถามใช้กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ผู้สอนอาจใช้คำถามเพื่อสร้างความสนใจของผู้เรียนได้ทุกขั้นตอนในการเรียนการสอน เช่น การใช้คำถามเพื่อเริ่มต้นบทเรียน ถามให้ผู้เรียนสังเกตให้ยกตัวอย่าง ใช้เป็นสื่อเชื่อมโยงหรือเริ่มต้นการสนทนาระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน เพราะผู้เรียนจะตอบคำถามของผู้สอนได้ หากสนใจเรียนตลอดเวลา

3. คำถามใช้เสริมสร้างความสามารถทางความคิดให้แก่ผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนฝึกคิดหาคำตอบ หาเหตุผล และหาความรู้ได้ด้วยตนเอง

4. คำถามที่ดีจะช่วยให้มีการอภิปรายต่อเนื่อง เป็นการขยายความคิดและแนวทางในการเรียนรู้และข้อสรุปหลักเกณฑ์ใหม่ๆ

5. คำถามช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน เช่น ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสตอบคำถาม เสนอความคิดเห็นและตั้งคำถาม รวมทั้งได้ร่วมกิจกรรมอื่นๆ ด้วย

6. คำถามช่วยให้ผู้เรียนพยายามค้นคว้าหาความรู้ใหม่เพิ่มเติม เพื่อที่จะนำมาตอบคำถามของผู้สอน

7. คำถามใช้ช่วยทบทวนหรือสรุปบทเรียนให้เป็นที่เข้าใจตรงกัน

8. คำถามใช้ช่วยประเมินผลการเรียน ทั้งของผู้เรียนและการสอนของผู้สอน

เสาวลักษณ์ นภาลย์ (2548: 43) ได้อธิบายประโยชน์ของการใช้คำถามในการเรียนการสอน ดังนี้

1. สนับสนุนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน
2. ใช้ในการสำรวจ และทบทวนพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน เพื่อจะนำไปสู่การสอนบทเรียนและประสบการณ์ใหม่

3. กระตุ้นความสนใจ และความใคร่รู้ของผู้เรียน
4. ทดสอบความรู้ของผู้เรียนในหัวข้อเรื่องนั้นๆ
5. เพื่อให้ทราบข้อบกพร่องทางด้านวิชาการของผู้เรียน
6. ช่วยกระตุ้นการอภิปรายชั้นเรียน เป็นการขยายความคิดและแนวทางในการเรียนรู้

7. เป็นการเริ่มต้นให้ผู้เรียนคิด เสนอความคิดเห็น และการปรึกษาหารือกัน
8. ให้โอกาสผู้เรียนได้แสดงภูมิปัญญาต่อหน้าเพื่อนในชั้นเรียน
9. ช่วยในการทบทวนหรือสรุปสิ่งที่ได้เรียนไปแล้ว
10. เมื่อผู้เรียนตอบคำถามของครูได้ถูกต้อง จะสร้างความมั่นใจให้กับผู้เรียน
11. ทำให้ครูทราบพฤติกรรมและความสนใจในการเรียนของผู้เรียน
12. สนับสนุนให้ผู้เรียนสามารถใช้การคิด ในระดับคิดวิเคราะห์สังเคราะห์
13. เชื่อมโยงความรู้กับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน
14. ให้ผู้เรียนมีทักษะในการใช้ภาษา เพื่อการสื่อความหมาย
15. สนับสนุนให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นในด้านจิตพิสัย
16. ช่วยให้ครูสามารถประเมินผลการเรียนของผู้เรียนและการสอนของครู
สายัณห์ ผาน้อย (2549: 109) ได้อธิบายประโยชน์ของการตั้งคำถาม ดังนี้

1. การตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน
2. การตั้งคำถามเพื่อปรับสภาพการสื่อความหมายระหว่างครูกับนักเรียน
3. การตั้งคำถามเพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาที่เรียน ซึ่งจะทำให้ครูผู้สอนทราบและสามารถปรับวิธีการสอนของตนเองให้เหมาะสมกับผู้เรียน

4. การตั้งคำถามเพื่อทบทวนเนื้อหาสำคัญที่ได้เรียนไปแล้วเพื่อเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ และเป็นการทดสอบว่านักเรียนเข้าใจถูกต้องไม่ผิดพลาด

5. การตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้เด็กฝึกความคิดในทุกะดับของหมวดปัญญาพิสัย (Cognitive Domain) ตั้งแต่ระดับความจำ ความเข้าใจ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การนำไปใช้ และการประเมินค่า

6. การตั้งคำถามเพื่อควบคุมชั้นเรียน หรือพฤติกรรมนักเรียนตามที่ครูต้องการ
ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551: 238) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการถามของครู ดังนี้

1. กระตุ้น เราใจให้นักเรียนเกิดความสนใจในบทเรียน
2. นำเด็กเข้าสู่ปัญหาใหม่ที่น่าสนใจ

3. ช่วยให้ครูได้เน้นเนื้อหาในบทเรียน
4. ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนอย่างทั่วถึง
5. ครูสามารถตรวจสอบและรู้พื้นฐานและประสบการณ์เดิมของนักเรียน ทำให้สามารถจัดประสบการณ์การเรียนรู้ใหม่ให้กับนักเรียนได้อย่างเหมาะสม
6. เสริมสร้างความสามารถทางความคิด
7. ฝึกให้นักเรียนรู้จักคิดและค้นหาข้อมูล คำตอบหรือแก้ปัญหาด้วยตนเอง
8. ส่งเสริมความคิดและตัดสินใจ
9. พัฒนาความคิดรวบยอดของนักเรียน
10. ฝึกให้นักเรียนได้รู้จักร่วมมือกันทำงานเป็นกลุ่ม
11. ช่วยให้ครูสามารถประเมินความรู้ความเข้าใจของนักเรียนและเป็นการประเมินผลการเรียนการสอน
12. ทำให้ครูรู้นิสัยส่วนตัว ความรู้สึกนึกคิด ภูมิหลังของนักเรียนในด้านต่างๆ เพื่อนำไปสู่การวินิจฉัยจุดเด่น จุดด้อยของนักเรียน
13. ทบทวนหรือสรุปสิ่งที่เรียนมาแล้ว
14. ขยายแนวคิด แนวทางในการเรียนรู้ เพื่อช่วยแนะแนวทางให้นักเรียนได้นำความรู้ไปใช้ เกิดการอภิปรายต่อเนื่อง

จากประโยชน์และความสำคัญของการใช้คำถามที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าการใช้คำถามนั้นจะช่วยกระตุ้นความคิดของผู้เรียน ฝึกการคิดและตัดสินใจ ช่วยกระตุ้นความสนใจ และการมีส่วนร่วมของผู้เรียน รวมทั้งช่วยเชื่อมโยงความรู้กับประสบการณ์เดิมของผู้เรียนด้วย

1.2.4 ลิ (การเขียน) เป็นการจดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนมีการบันทึกและถ่ายทอดข้อมูล อาจเป็นการบันทึก ข้อมูลที่ได้จากการสนทนา การบรรยาย การอภิปราย หรือจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียน โดยอาจ สรุปเป็นความคิดรวบยอด เป็นผังมโนทัศน์ เพื่อความเข้าใจของตนเองได้ และถ่ายทอดให้คนอื่นเข้าใจได้

1) ความหมายของการเขียน

พิทยา ลิ้มมณี (2540: 312) ได้อธิบายถึง การเขียนว่า หมายถึง การนำตัวหนังสือมาเรียบเรียง เพื่อสื่อความหมายให้เกิดความเข้าใจ

พื่อน เปรมพันธุ์ (2542: 135) ได้ให้ความหมายของการเขียนว่า หมายถึง การสื่อสารอย่างหนึ่งของมนุษย์ ที่ทำให้ภาษาลายลักษณ์อักษรและอุปกรณ์อื่นๆ เป็นเครื่องมือในการถ่ายทอดความรู้สึกนึกคิด ความต้องการ หรือความในใจของผู้เขียนที่ต้องการให้ผู้อ่านรับทราบและเข้าใจ

ศศิธร วงศ์ชาติ (2542: 39) ได้ให้ความหมายของการเขียนว่า คือ การเปลี่ยนภาษาพูดมาเป็นสัญลักษณ์คือตัวอักษร ซึ่งต้องเลือกความคิด คำ ประโยคที่มีความหมายมาจัดประสบการณ์อย่างมีระเบียบ เพื่อให้ถูกต้องตามหลักภาษาและความนิยมและยังสื่อสารได้ด้วย

รัชนี ภาเข็ม (2543: 13) ได้ให้ความหมายของการเขียนไว้ว่า คือ การถ่ายทอดความรู้สึกนึกคิด หรือการสื่อสารกันด้วยลายลักษณ์อักษร เพื่อให้ถูกต้องตามหลักภาษา เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ ซึ่งกันและกัน และสามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจตรงกัน

จากความหมายของการเขียนที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การเขียน หมายถึง การสื่อสารอย่างมีลายลักษณ์อักษร ใช้ตัวอักษรเป็นตัวกลางในการถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจ และความรู้สึกนึกคิดของผู้เขียน

2) จุดมุ่งหมายของการเขียน

การเขียนจะบรรลุผลตามวัตถุประสงค์หรือไม่นั้น สิ่งสำคัญประการหนึ่งที่ผู้เขียนจะต้องคำนึงถึง คือ จุดมุ่งหมายในการเขียน ดังนี้

สนิท ตั้งทวี (2545: 279) ได้อธิบายถึงจุดมุ่งหมายการสอนเขียน เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการเขียน ดังต่อไปนี้

1. เขียนตัวหนังสือได้ชัดเจน สวยงาม น่าอ่าน มีความเป็นระเบียบและรวดเร็ว
2. เขียนตัวหนังสือได้ถูกต้องตามอักขรวิธี
3. เลือกคำได้ถูกต้องเหมาะสมกับเนื้อความและความนิยม
4. ถ่ายทอดความรู้สึกนึกคิดออกมาเป็นภาษาที่กะทัดรัด
5. สามารถแก้สำนวนภาษาที่ไม่ถูกต้องให้ถูกต้องตามหลักเกณฑ์ทางภาษา
6. เขียนเล่าเรื่องต่างๆ ตามที่ต้องการได้
7. เขียนตอบคำถามได้ตรงประเด็น
8. เขียนเรื่องโดยใช้ถ้อยคำชักจูงโน้มน้าวจิตใจ
9. ใช้เครื่องหมายวรรคตอนได้ถูกต้อง
10. เขียนถูกต้องตามแผนการเขียนทุกประการ

คณาจารย์มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย (2551: 179-181) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการเขียนดังต่อไปนี้

1. การเขียนเพื่อเล่าเรื่อง คือการนำเหตุการณ์เรื่องราวที่อาจเกิดขึ้นกับบุคคลใดบุคคลหนึ่ง หรือเป็นเรื่องที่คุณเขียนได้ประสบมา มาถ่ายทอดอย่างเป็นลำดับ ส่วนใหญ่เป็นการเขียนเล่าประวัติ เล่าเหตุการณ์ เล่าประสบการณ์ สิ่งที่คุณควรคำนึงถึงคือต้องคำนึงถึงความถูกต้องตรงตามความจริง

2. การเขียนเพื่ออธิบาย คือ การเขียนเพื่อชี้แจง อธิบาย เช่นอธิบายวิธีใช้อธิบายวิธีทำ อธิบายขั้นตอน เช่น วิธีการออกกำลังกาย วิธีการทำอาหาร การเขียนวิธีนี้ต้องระมัดระวังให้เขียนเป็นไปตามขั้นตอน ใช้ภาษากระชับ สั้น เข้าใจง่าย

3. การเขียนเพื่อแสดงความคิดเห็น เป็นการเขียนเพื่อวิเคราะห์ วิจารณ์ แนะนำ หรือแสดงความคิดเห็น เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง อาจเป็นการเขียนแสดงความคิดเห็นอย่างเดียว หรืออาจมีข้อเสนอแนะด้วย ผู้เขียนต้องคำนึงถึงหลักเกณฑ์ ความถูกต้องและความมีเหตุผล เช่น การเขียนบทความ การเขียนบทวิจารณ์ การเขียนบทบรรณาธิการในหนังสือพิมพ์ เป็นต้น

4. การเขียนเพื่อสร้างจินตนาการเป็นการเขียนที่มุ่งให้ผู้อ่านเกิดจินตภาพ มีอารมณ์คล้อยตามต้องใช้ถ้อยคำภาษา บางครั้งต้องใช้ถ้อยคำที่มีความหมายแฝง มีความหมายเชิงสัญลักษณ์ หรือมีความหมายเชิงเปรียบเทียบงานเขียนประเภทนี้มักพบในการเขียนประเภทบันเทิงคดี

5. การเขียนเพื่อโน้มน้าวใจ มีวัตถุประสงค์ในการเขียนเพื่อจูงใจ เช่น เขียนคำขวัญ โฆษณา ภาษาที่ใช้ต้องสั้น กระชับ รัดกุม

6. การเขียนเพื่อล้อเลียนหรือเสียดสี มีจุดประสงค์ในการเขียนเพื่อบำเหน็จสิ่งใดสิ่งหนึ่ง อาจเป็นบุคคล หรือสถานการณ์ ภาษาที่ใช้ต้องสุภาพ นุ่มนวล อาจแทรกอารมณ์ขันได้

7. การเขียนเพื่อกิจธุระ เป็นการเขียนเพื่อวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่ง ภาษาที่ใช้ต้องเหมาะสมกับประเภทของงานเขียน

8. การเขียนเพื่อบอกให้ทราบข้อเท็จจริง เป็นงานเขียนของทางราชการเป็นส่วนใหญ่ เช่น การเขียนประกาศ คำสั่ง ระเบียบ ข้อบังคับ ฯลฯ ภาษาที่ใช้ต้องเป็นภาษาราชการ

วรรณิ โสมประยูร (2542: 141) ได้อธิบายจุดมุ่งหมายของการเขียนไว้ดังนี้

1. เพื่อคัดลายมือหรือเขียนให้ถูกต้องตามลักษณะตัวอักษรให้เป็นระเบียบชัดเจนหรือเข้าใจง่าย

2. เพื่อเป็นการฝึกทักษะการเขียนให้พัฒนาองกามขึ้นตามควรแก่วัย

3. เพื่อให้มีทักษะการสะกดคำถูกต้องตามอักขรวิธี เขียนวรรคตอนถูกต้องและเขียนได้ถูกต้อง

4. เพื่อให้รู้จักเลือกภาษาที่ดี มีคุณภาพเหมาะสมกับบุคคลและโอกาส

5. เพื่อให้สามารถรวบรวมและลำดับความคิด แล้วจดบันทึก สรุปและย่อใจความเรื่องที่อ่านหรือฟังได้

6. เพื่อให้สามารถสังเกตจดจำ และเลือกเฟ้นถ้อยคำหรือสำนวนโวหารให้ถูกต้องตามหลักภาษา และสื่อความหมายได้ตรงตามที่ต้องการ

7. เพื่อให้มีทักษะการเขียนประเภทต่างๆ และสามารถนำหลักการเขียนไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

8. เพื่อเป็นการใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ด้วยการเขียนตามที่ตนเองสนใจ และมีความถนัด

9. เพื่อให้เห็นความสำคัญและคุณค่าของการเขียนว่ามีประโยชน์ต่อการประกอบอาชีพทางการศึกษาหาความรู้และอื่นๆ

จากจุดมุ่งหมายของการเขียน ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การเขียนนั้นไม่มีจุดมุ่งหมายเพื่อฝึกทักษะการเขียน และการใช้ภาษาอย่างถูกต้อง และเพื่อรวบรวม จัดลำดับความคิด และแสดงออกถึงความคิดของผู้เขียนได้เป็นอย่างดี

3) หลักการเขียน

สำลี รักสุทธี (2553: 97-98) ได้อธิบายการสอนเขียน ว่าควรมีหลักการไว้ ดังนี้

1. ก่อนสอนครูควรตรวจสอบความสามารถในการเขียนของนักเรียน
 2. ครูควรปลูกฝังให้ผู้เรียนตระหนักในคุณค่าของการเขียนที่ดี ที่ใช้สื่อสารในชีวิตประจำวัน
 3. การสอนแต่ละครั้ง ครูต้องตั้งจุดประสงค์ในแต่ละครั้งอย่างชัดเจน
 4. ในการสอนเขียน ครูไม่ควรกำหนดหัวเรื่องตายตัว ควรให้นักเรียนมีโอกาสเสนอหรือเลือกหัวเรื่องเอง
 5. ควรสอนทักษะการเขียนให้สัมพันธ์กับวิชาอื่นๆ
 6. ครูควรใช้กลไกวิธีการจูงใจหลายๆ รูปแบบ
 7. การจัดกิจกรรมและมอบหมายงานควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
 8. ครูควรใช้วิธีสอนหลายๆ แบบเพื่อให้บรรยากาศในการเรียนการสอนน่าสนใจ เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะเขียน
 9. ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้หลายๆ ประเภท และควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการวางแผนกิจกรรมนั้นด้วย และกิจกรรมการเขียนนั้นก็ควรจะเป็นกิจกรรมที่ให้ประสบการณ์ตรง ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองให้มากขึ้น
 10. การสอนทักษะการเขียนที่ได้ผลดีนั้น ครูควรเลือกใช้สื่อการสอนประกอบด้วย เพราะจะช่วยสร้างความสนใจและยังทำให้เข้าใจบทเรียนเร็วขึ้น
 11. ครูควรวางแผนการสอนอย่างละเอียด
 12. นักเรียนควรมีส่วนร่วมในการสร้างเกณฑ์การเขียนประเภทต่างๆ ด้วย ทั้งนี้เพื่อฝึกให้นักเรียนเขียนโดยมีเกณฑ์ นอกจากนี้ยังเป็นการประเมินผลง่ายขึ้น นักเรียนเองก็สามารถปรับปรุงทักษะการเขียนของตนเองให้เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้
 13. ในกรณีที่นักเรียนประสบปัญหาในการเขียน เช่น ไม่สามารถถ่ายทอดความรู้สึกนึกคิดออกมาเป็นภาษาเขียน ครูอาจช่วยได้โดยสร้างสถานการณ์ และจัดกิจกรรมต่างๆ ที่ช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเขียน
 14. เมื่อนักเรียนเขียนตามที่ครูมอบหมายแล้ว ครูควรรีบตรวจให้เสร็จแล้ว คินให้นักเรียนพร้อมทั้งเขียนติชมอย่างชัดเจน เพื่อว่านักเรียนจะได้ทราบว่าตนมีข้อด้อยอย่างไร ทั้งนี้เป็นการช่วยให้นักเรียนมีกำลังใจในการเขียนต่อไป
 15. นอกจากสอนเขียนในชั้นเรียนปกติแล้ว ครูควรจัดกิจกรรมหรือมอบหมายงานให้นักเรียนไปทำนอกชั้นเรียน ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนมีโอกาเขียนได้อย่างสม่ำเสมอ
- โอบัส แก้วจำปา (2556: 6-7) ได้อธิบายหลักการเขียนที่ถูกต้องไว้ ดังนี้
1. เขียนให้ชัดเจน คือ ผู้เขียนต้องทำให้ผู้อ่านเข้าใจสาระชัดเจนตามเจตนา ซึ่งต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

- 1.1 ใช้คำที่มีความหมายชัดเจนตามเจตนา
- 1.2 สร้างประโยคและข้อความชัดเจน กระชับ
- 1.3 เรียงความลำดับดี เข้าใจง่าย
- 1.4 ใช้ข้อความขยายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย
2. เขียนให้ถูกต้อง คือ ผู้เขียนต้องนำเสนอสาระที่ถูกต้องแก่ผู้อ่าน ซึ่งต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

- 2.1 เนื้อหาถูกต้อง
- 2.2 แบบฟอร์มถูกต้อง
- 2.3 ใช้ภาษาถูกต้อง ทั้งทางหลักภาษา และถูกต้องตามวัฒนธรรมการสื่อสาร
3. เขียนให้ประณีต คือ ผู้เขียนต้องเขียนด้วยความรอบคอบ และมีศิลปะในการเขียน ซึ่งต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

3.1 เขียนให้สร้างสรรค์ไม่กระทบต่อสิ่งต่างๆ ในทางลบ ต้องให้ผู้อ่านเกิดความรู้สึกที่ดีต่อผู้เขียน ต่อสถาบันหรือองค์กรของผู้เขียนและต่อเรื่องราวที่เขียน

3.2 เขียนให้ประทับใจ คือเขียนให้ไพเราะสละสลวยกินใจสะท้อนใจและเร้าใจ

4. เขียนโดยมีความรับผิดชอบ คือ ผู้เขียนต้องรับผิดชอบต่อผลเสียที่เกิดจากการเขียน ซึ่งต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

- 4.1 มีเหตุผล และมีหลักฐานในการเขียน
- 4.2 ให้ความสำคัญ เคารพในลิขสิทธิ์ของแหล่งสืบค้น
- 4.3 ศึกษาค้นคว้า ทบทวน ตรวจสอบให้แน่ชัดก่อนเขียน
- 4.4 มีจรรยาบรรณของนักเรียน

จากหลักการเขียน ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ในการเขียนนั้นจะต้องเขียนให้มีความถูกต้อง ชัดเจน และมีความประณีตเป็นระเบียบเรียบร้อย สามารถสื่อสารความรู้ให้ผู้อื่นมีความเข้าใจในสิ่งที่ตนเองเขียนได้

4) ลักษณะการเขียนที่ดี

ยุดา รักไทย และเบญจมาศ อ่ำพันธุ์ (2544: 10-11) ได้อธิบายการเขียนที่ดีไว้ดังนี้

1. สื่อข้อมูลความคิดที่เป็นประโยชน์ ไปสู่ผู้อ่าน ช่วยประเทืองปัญญา และกระตุ้นให้ผู้อ่านเกิดการพัฒนาไปในทางที่ดี
2. มีความซื่อสัตย์ ตรงไปตรงมา ทุกคำที่เขียนอาจจะถูกต้องเป็นจริง แต่เราอาจไม่ได้เขียนทุกคำที่เป็นจริงลงไป การละเลย ปกปิดรายละเอียดที่ไม่พึงประสงค์บางอย่าง ถือเป็นการไม่ซื่อสัตย์ต่อผู้อ่าน

3. มีการนำเสนออย่างต่อเนื่องเป็นระเบียบ เพราะการเขียนเป็นผลผลิตของความคิด ถ้าวางเขียนของเราไร้ระเบียบ นั่นก็หมายความว่า กระบวนการคิดของเราไม่เป็นระเบียบ ซึ่งจะพลอยทำให้การรับรู้ และการคิดของผู้อ่านสับสนตามไปด้วย ความกังวลเกี่ยวกับการใช้ศัพท์สำนวน รวมทั้งหลักไวยากรณ์มากเกินไป อาจทำให้การคิดของผู้เขียนสับสนได้ ดังนั้นในการเขียนร่างต้นฉบับครั้งแรก จึงควรใส่ใจกับการนำเสนออย่างเป็นระเบียบมากกว่าหลักไวยากรณ์ ซึ่งสิ่งสำคัญที่จะทำให้งานเขียนต่อเนื่องเป็นระเบียบ ก็คือ การลำดับหัวเรื่องที่ดี

4. อ่านเข้าใจง่าย ใช้ภาษาเรียบง่ายที่สุดเท่าที่จะทำได้ อย่างกังวล ถึงแม้ว่าผู้อ่านจะเป็นดอกเตอร์หรือศาสตราจารย์ เพราะสิ่งที่ผู้อ่านทุกคนต้องการเหมือนกัน ก็คือ ข้อความที่ง่ายต่อการเข้าใจ ซึ่งสาเหตุที่ทำให้ผู้อ่านไม่ค่อยเข้าใจสารที่เราส่งไปนั้น ส่วนใหญ่มาจากลีลาในการเขียนมากกว่าตัวเนื้อหาเอง และสิ่งนี้อาจนำไปสู่การเข้าใจผิด หรือไม่ก็ต้องเสียเวลาในการทำความเข้าใจนานเกินจำเป็น

5. ให้ความกระจ่าง ในเรื่องต่างๆ แก่ผู้อ่าน ซึ่งต้องอาศัยรูปแบบการนำเสนอที่มีระเบียบ จากนั้นก็ทำให้ทุกคำ ประโยค ย่อหน้า มีความชัดเจนอยู่ในตัวของมันเอง

6. มีความเหมาะสมกับผู้อ่านที่เป็นเป้าหมายของเรา ในแง่ของถ้อยคำ ศัพท์สำนวน และความยากง่ายของเนื้อหา

7. กระชับ รัดกุม ในที่นี้ไม่ได้หมายความว่าให้ตัดคำต่างๆ ทิ้งไป แต่ให้รวมเอาหรือกำจัดเนื้อส่วนที่ซ้ำ สัมพันธ์ใกล้เคียงกันมาไว้ด้วยกัน

ฐะปะนีย์ นาครทรรพ และคณะ (2549: 160) ได้เขียนถึงการเขียนที่ดีไว้ว่า

1. เขียนให้ถูกต้องตามอักขรวิธีและวรรคตอนของหลักภาษาไทย
2. การนำข้อความของผู้อื่นมาเขียน จะต้องให้เกียรติแก่เจ้าของข้อความนั้น โดยอ้างอิงแหล่งที่มา
3. ข้อเขียนนั้นต้องไม่ทำความเดือดร้อนเสียหายให้แก่ผู้อื่น
4. เขียนในสิ่งที่ เป็นความจริง และศึกษา ค้นคว้าข้อมูลสารสนเทศต่างๆ ให้ถูกต้อง
5. ไม่ใช้อารมณ์หรือความรู้สึกอคติของตนในการเขียนวิจารณ์ผู้อื่นโดยปราศจากเหตุผล

6. เขียนในสิ่งที่ เป็นประโยชน์ ทั้งในด้านความรู้ ความเพลิดเพลิน บันเทิงคดี สารคดี ที่มีคุณค่าต่อผู้อ่าน

7. ศึกษารูปแบบในการเขียน และเลือกใช้ภาษาให้ถูกต้องกับรูปแบบของงานเขียนนั้นๆ

8. คำนึงถึงวัฒนธรรมในการใช้ภาษา

9. มีความยุติธรรมและสุจริตใจ

สำลี รักสุทธี (2553: 99) ได้อธิบายการเขียนที่ดีว่าจะต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญดังต่อไปนี้

1. ความชัดเจน คือ ความชัดเจนในการใช้ถ้อยคำ สื่อความหมายได้ตรง

2. ความเรียบง่าย คือ การใช้คำธรรมดาที่เข้าใจง่าย ไม่ใช้คำฟุ่มเฟือย
 3. ความกระชับ คือ การใช้ถ้อยคำน้อยแต่ให้ความหมายชัดเจนและมีน้ำหนัก
 4. ความประทับใจ คือ การใช้ถ้อยคำเร้าความรู้สึกของผู้อ่าน
 5. ความไพเราะ คือ การเลือกใช้คำที่มีเสียงราบรื่นไพเราะหู
 6. การสร้างภาพ คือ การใช้คำที่มองเห็นภาพ สื่อให้เห็นภาพชัดเจน
 7. โครงสร้างของประโยค คือ การแต่งประโยคให้สอดคล้อง สอดรับกับเหตุการณ์
- ประโยคหลักประโยคอยู่ใกล้กัน ไม่อยู่ไกลกันเกินไป ที่สำคัญคือประโยคที่แต่งนั้นควรเป็นประโยคกระชับ คือ ประโยคที่เอาข้อความสำคัญไปไว้หลังสุด ให้ประโยคต้นเป็นประโยคที่ชักนำความสนใจ และก่อให้เกิดความสงสัย ผู้อ่านจะต้องอ่านไปจนจบ มิฉะนั้นจะไม่เข้าใจเรื่องประโยคลักษณะนี้เป็นประโยคที่ดี เพราะสามารถยึดความสนใจของผู้อ่านไว้ได้

จากลักษณะการเขียนที่ดีที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ลักษณะการเขียนที่ดีนั้นจะต้องเขียนให้อ่านเข้าใจง่าย กระชับ ชัดเจน และถูกหลักภาษา ให้ความรู้แก่ผู้อ่าน และไม่ใส่อารมณ์และความรู้สึกของผู้เขียนเข้าไป

5) ประโยชน์และความสำคัญของการเขียน

ยุดา รักไทย และเบญจมาศ อ่ำพันธุ์ (2544: 8-9) ได้อธิบายประโยชน์ของการเขียนไว้ดังนี้

1. ช่วยแก้ปัญหาเรื่องการไม่พร้อมเพรียงกันของกลุ่มผู้รับสาร งานเขียนจะช่วยให้คนได้รับรู้ข้อมูลที่ต้องการ ในเวลาที่ตนเองสะดวก
2. มีความถูกต้องแม่นยำน่าเชื่อถือ มากกว่าการพูดปากเปล่า โดยเฉพาะในเรื่องที่เป็นวิทยาศาสตร์ มีหลักการเป็นระบบ เพราะผู้ส่งสารจะต้องทุ่มเทความพยายาม และใช้เวลาอย่างมากในการหาข้อมูล ตรวจสอบรายละเอียดและจัดการความคิดให้เป็นระเบียบ เพื่อถ่ายทอดออกมาอย่างชัดเจน
3. ช่วยให้ผู้เขียนมีความรู้เกี่ยวกับเรื่องที่เขียนมากขึ้น เพราะในการเขียนเรามักจะใช้เวลาในการจัดระเบียบความคิด รับข้อมูล ตรวจสอบ และทำความเข้าใจในเนื้อหาเหล่านั้นๆ มากกว่าการพูด
4. เราสามารถสอดแทรกข้อมูลเพิ่มเติม ที่อาจเป็นประโยชน์แก่ผู้อ่านได้ โดยไม่ทำให้ผู้อ่านเบื่อหรือเสียเวลา เพราะถ้าเขาไม่สนใจก็สามารถอ่านข้ามส่วนนั้นไปได้
5. ทั้งเราและผู้รับสาร จะมีข้อมูลเดียวกัน เก็บไว้เป็นหลักฐาน เพื่อใช้อ้างอิงในภายหลังได้
6. การใช้งานเขียนในการทำงานหรือธุรกิจ จะช่วยลดเวลาในการประชุมลง
7. ช่วยสร้างชื่อเสียงให้แก่ผู้เขียน ในฐานะผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นๆ และในฐานะนักสื่อสารที่ดี งานเขียนไม่ว่าจะสั้น (บันทึก จดหมาย บทความหน้าเดียวจบ) หรือยาว (รายงาน ตำราวิชาการ ฯลฯ) ต่างก็เป็นสิ่งที่สะท้อนถึงตัวเราได้อย่างชัดเจน ถ้าเราเขียนไม่ดี มันก็ไม่เพียงแต่แสดงถึงความอ่อนด้อยความสามารถในการเขียน แต่ยังบ่งบอกถึงความเป็นตัวเราในแง่ต่างๆ ที่เป็นลบ เช่น ทำให้ผู้อ่านรู้ว่าเราไม่มีความรู้ในเรื่องที่เขียนจริง ไม่ตั้งใจทำงาน ขาดระเบียบ ฯลฯ

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2548: 24) ได้สรุปความสำคัญ และประโยชน์ของการเขียนไว้ ดังนี้

1. เป็นเครื่องแสดงออกของความรู้ ความคิด และความรู้สึกของมนุษย์
2. เป็นเครื่องมือสำคัญในการวัดความเจริญหรืออารยธรรมของมนุษย์ในแต่ละยุคแต่ละสมัย
3. เป็นเครื่องมือใช้สำหรับสื่อสารทั้งเรื่องในอดีต ปัจจุบัน และอนาคต
4. เป็นเครื่องมือที่ใช้สนองความปรารถนาของมนุษย์ เช่น ความรัก ความเข้าใจ เป็นต้น

5. เป็นเครื่องมือสำคัญทางวัฒนธรรมที่ถ่ายทอดมรดกทางสติปัญญาของมนุษย์

6. เป็นสื่อที่ช่วยแพร่กระจายความรู้ ความคิดให้กว้างไกล และได้รวดเร็ว

7. เป็นสื่อกลางที่ให้ความรู้ ความคิด และความเพลิดเพลินแก่คนทุกเพศ ทุกวัย

8. เป็นบันทึกทางสังคมที่ให้คุณประโยชน์แก่คนรุ่นปัจจุบันและอนาคต

9. เป็นงานอาชีพที่สำคัญอย่างหนึ่งในปัจจุบัน

จากความสำคัญและประโยชน์ของการเขียนที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การเขียนเป็นสิ่งที่ใช้แสดงออกถึงความรู้ ความคิด และความรู้สึกของคน รวมทั้งใช้เป็นสิ่งบันทึกเรื่องราวที่สำคัญทั้งในอดีต ปัจจุบัน และอนาคต

1.3 การจัดการเรียนรู้โดยใช้หลัก สุ จิ ปุ ลิ

ทินรัตน์ กาญจนกุญชร (2550: 5-6) ได้อธิบายกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

1. ชื่นนำหรือทบทวนความรู้ ประกอบไปด้วยกิจกรรม ดังต่อไปนี้
 - 1.1 กระตุ้นและสร้างความสนใจของผู้เรียน
 - 1.2 ตั้งประเด็นคำถามเกี่ยวกับหัวข้อที่จะเรียนรู้
 - 1.3 ผู้เรียนทบทวนบทเรียนโดยการจับคู่สนทนาหรือออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน
2. ขั้นสอน ครูดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยอาศัยวิธีการสอนและเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อตอบคำถามที่ตั้งไว้ในขั้นนำ และเน้นการฝึกทักษะการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” ดังนี้
 - สุ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้รับข้อมูลหรือความรู้ที่ครูเตรียมไว้จากการสนทนา การบรรยาย การอภิปราย ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน หรือระหว่างครูกับนักเรียนด้วยความเข้าใจจนสามารถที่จะสรุปเนื้อหา จับประเด็นสำคัญ และรู้สาระสำคัญได้อย่างครบถ้วน
 - จิ จัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการคิด โดยอาจให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา คิดวิเคราะห์ คิดสิ่งใหม่ๆ ที่ได้จากการจัดกิจกรรมที่ครูจัดขึ้น และสามารถจะเชื่อมโยงข้อมูล/เหตุผลต่างๆ เพื่อค้นพบแนวทางต่างๆ ในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันออกไป

- ปุ จัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการคิดให้นักเรียนใช้คำถาม โดยอาจจะเป็นการถามจากครูสู่นักเรียน จากนักเรียนสู่ครู จากนักเรียนสู่นักเรียน หรือจากตัวนักเรียนเอง เพื่อให้ได้ข้อมูลต่างๆ เพื่อที่จะนำไปใช้ในการสรุปเนื้อหาความคิดรวบยอด หรือแนวทางที่จะใช้ในการแก้ปัญหา

- ลิ จัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนมีการบันทึกและถ่ายทอดข้อมูล อาจเป็นการบันทึกข้อมูลที่ได้จากการสนทนา การบรรยาย การอภิปราย หรือจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียน โดยอาจสรุปเป็นแนวความคิดรวบยอด เป็นผังมโนทัศน์ หรือการใช้ตัวแทนต่างๆ เพื่อความเข้าใจของตนเองได้ และถ่ายทอดให้คนอื่นเข้าใจได้

3. ขั้นสรุปผู้เรียนและครูผู้สอนร่วมกันสรุปประเด็นที่ได้เรียนโดยใช้ผังมโนทัศน์ เพื่อให้ได้คำตอบของคำถามที่ตั้งไว้ในขั้นนำ และแสดงความคิดเห็นต่อเรื่องที่เรียน และให้ผู้เรียนฝึกการนำเสนอด้วยภาษาของตนเอง

4. ขั้นนำไปประยุกต์ใช้ ผู้เรียนนำหลักการที่ได้จากการสรุปไปประยุกต์ใช้โดยทำแบบฝึกทักษะ

พัทยา รัตน์เลิศ และดวงจันทร์ เดียววิไล (2551: 123) ได้อธิบายกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักหัวใจนักปราชญ์ มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 นำเข้าสู่บทเรียนด้วยการสนทนา ครูอุปภาพประกอบและให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ด้วยตนเอง เป็นการประยุกต์ใช้หัวใจนักปราชญ์ขั้นสุดตะ ซึ่งเป็นความรู้ที่เกิดจากการฟัง อ่าน และขั้นจินตนะเป็นความรู้ที่เกิดจากการคิดในการจับใจความหรือข้อความสำคัญ

ขั้นที่ 2 เป็นขั้นที่ให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็น อธิบายอภิปรายเกี่ยวกับสาระที่ศึกษาเพื่อวิเคราะห์องค์ความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นจากการมีส่วนร่วมในการวิพากษ์วิจารณ์แสดงความรู้สึกลึกคิดเป็นการประยุกต์ใช้หัวใจนักปราชญ์ขั้นจินตนะและปจจา

ขั้นที่ 3 ให้นักเรียนถามในประเด็นที่สงสัย ไม่เข้าใจ ไม่ชัดเจน หรือต้องการคำอธิบายเพิ่มเติม ครูผู้สอนเป็นผู้ตอบคำถาม ประเด็นที่นักเรียนสงสัย เป็นการประยุกต์ใช้หัวใจนักปราชญ์ขั้นปุ หรือปจจา

ขั้นที่ 4 นักเรียนบันทึกสรุปสาระการเรียนรู้เป็นรายบุคคล เป็นการประยุกต์ ใช้หัวใจนักปราชญ์ขั้นลิขิต แผนภาพความคิด และนำผลงานส่งครูผู้สอนตรวจ

ขั้นที่ 5 ทดสอบความรู้ความเข้าใจ จากการศึกษาระดับความรู้ด้วยข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เจตน์สฤษฎ์ อินทร์จันทร์ (2554: 23) ได้อธิบายกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “ สุ จิ ปุ ลิ ” มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 นำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนพร้อมที่จะรับความรู้จากครู โดยครูใช้กิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การสนทนา ชักถาม หรือใช้วัสดุที่กระตุ้นให้ผู้เรียนมีสมาธิในการฟังพร้อมที่จะเรียนรู้

ขั้นที่ 2 ขั้นสุ : สุตวา คือ การฟัง นักเรียนเป็นผู้ฟัง ครูเป็นผู้สอน ครูอาจจะใช้กิจกรรมการเรียนรู้การสอน โดยการบรรยาย ศึกษาไปความรู้ ยกตัวอย่าง สาธิต ปฏิบัติให้นักเรียนดู ครูให้นักเรียนดูของจริง เป็นขั้นให้ความรู้

ขั้นที่ 3 ขั้นจิ : จินตนา คือ การคิด เป็นขั้นที่ฝึกให้นักเรียนรู้จักคิด โดยให้นักเรียนฝึกคิดเป็นรายบุคคล และฝึกคิดเป็นรายกลุ่ม เพื่อส่งเสริมการทำงานร่วมกัน การยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น ส่งเสริมระบอบประชาธิปไตย และสร้างนิสัยในการปฏิบัติ

ขั้นที่ 4 ขั้นปุ : ปุจฉา คือ การซักถาม เป็นขั้นซักถามปัญหา เพื่อสร้างองค์ความรู้ร่วมกัน โดยผู้เรียนเอง หรือร่วมกับครูผู้สอน ครูอาจจะตั้งคำถาม ถามเพื่อประเมินผลความรู้และความเข้าใจในเรื่องที่สอนก็ได้ (ขั้นสร้างองค์ความรู้ร่วมกัน)

ขั้นที่ 5 ขั้นลิ : ลิขิต คือ การเขียนและการบันทึก เป็นการสร้างนิสัยในการจดบันทึกและสำคัญที่สุด สามารถนำความรู้ที่เกิดขึ้นไปประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวัน รวมทั้งการทำแบบฝึกหัด การทำการบ้าน การทำรายงาน

จากวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักสุจิตปุลิที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า หลัก สุ จิ ปุ ลิ นั้นสามารถนำไปใช้ในจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการจัดการเรียนรู้โดยที่เป็นขั้นการสอน สุ จิ ปุ ลิ หรือแทรกหลักสุจิตปุลิเข้าไปในขั้นตอนการสอนต่างๆ

1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลัก สุ จิ ปุ ลิ

ทินรัตน์ กาญจนกฤษ (2550: 112) ทำการศึกษาผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ผลการวิจัย พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” เรื่องแคลคูลัสเบื้องต้น มีประสิทธิภาพ 80.88/85.42 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พรทิพย์ ปานชา(2553:107)ศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อการเรียนภาษาไทย เรื่องบทร้อยกรองชวนคิด โดยใช้วิธีสอนแบบ สุ จิ ปุ ลิ และวิธีการสอนตามหลักพุทธ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์เรื่องบทร้อยกรองชวนคิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบ สุ จิ ปุ ลิ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์เรื่องบทร้อยกรองชวนคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนตามหลักพุทธ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องบทร้อยกรองชวนคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนตามหลักพุทธสูงกว่าวิธีการสอนแบบ สุ จิ ปุ ลิ

เจตน์สฤทธิ อินทร์จันทร์ (2554: 105) ศึกษาผลการเรียนแบบอีเลิร์นนิ่งด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ สุธิ ญู ลี ที่มีต่อความสามารถในการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาชั้นโท ผลการวิจัย พบว่า ผลการเรียนรู้แบบอีเลิร์นนิ่ง โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ สุธิ ญู ลี วิชาธรรมวิภาค สำหรับสามเณร นักเรียนมัธยมศึกษาชั้นโท พบว่าหลังเรียนมีคะแนนร้อยละ 78.59 (S.D. 0.41) ซึ่งผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 70 และความสามารถทางด้านการฟัง การคิด การถาม การเขียน ด้วยการเรียนแบบอีเลิร์นนิ่งที่มีต่อความสามารถทางการเรียนวิชาธรรมวิภาคสำหรับสามเณรนักเรียนมัธยมศึกษาชั้นโท พบว่า ความสามารถทางด้านการฟัง การคิด การถาม การเขียน มีคะแนน 70.09 จากทั้งหมด 100 คะแนน หรือ ร้อยละ 70.09 นักเรียนมีคะแนนทั้ง 4 ด้านอยู่ในระดับดี เมื่อจำแนกออกเป็นแต่ละด้านจะเห็นได้ว่าความสามารถทางด้านการฟัง การคิด การถาม การเขียน ด้วยการเรียนแบบอีเลิร์นนิ่ง วิชาธรรมวิภาค โดยด้านการฟัง คะแนนที่ได้ 18.85 (S.D. 1.61) ด้านการคิด คะแนนที่ได้ 15.48 (S.D. 1.99) ด้านการถาม คะแนนที่ได้ 16.91 (S.D. 2.20) ด้านการเขียน คะแนนที่ได้ 18.85 (S.D. 1.96)

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า มีผู้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่แตกต่างกันไป สรุปได้ดังนี้

ภพ เลหาไพบุลย์ (2534: 120) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ว่า หมายถึง การสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหากระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่างๆ ด้วยตนเอง ให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา

กลุ่มวิจัยพัฒนาการเรียนรู้ (2536: 7) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า หมายถึง การสอนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้ หรือแนวทางแก้ไขปัญหาก็ถูกต้องด้วยตนเอง โดยครูตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เอง และสามารถนำการแก้ปัญหานั้นมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

กฤษณ์ เพ็ชรทวีพรเดช และคณะ (2550: 36) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า หมายถึง วิธีการสอนที่ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาก็ถูกต้องด้วยตนเอง โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความคิด หาวิธีการแก้ปัญหา และสามารถนำการแก้ปัญหานั้นมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ และทำให้เกิดวงจรการเรียนรู้ใหม่

วิภา ประชากุลและประสาธน์ เนื่องเฉลิม (2553: 228) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยผู้สอนมีบทบาทในการตั้งคำถาม

เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง แล้วสรุปออกมาเป็นหลักการ หรือวิธีการในการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ความรู้อย่างด้วยตนเอง และได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเอง ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชาต่างๆ

2.2 กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สมบัติ กาญจนารักษ์พงษ์ (2545: 18) กล่าวว่า วิธีการสอนแบบนี้เน้นให้ครูใช้คำถาม เพื่อช่วยให้นักเรียนใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แสวงหาความรู้ได้ดีขึ้น มีลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. การนำเข้าสู่บทเรียน (engagement) ขั้นนี้มีลักษณะเป็นการแนะนำบทเรียน กิจกรรมประกอบด้วย การซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการเรียน การสอนและเป้าหมายที่ต้องการ

2. การสำรวจ (exploration) ขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวความคิดที่มีอยู่แล้ว มาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เข้าเป็นหมวดหมู่ ถ้าเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการทดลอง การสำรวจ การสืบค้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางการปฏิบัติ จะดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยครูทำหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำหรือผู้เริ่มต้นในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้

3. การอธิบาย (explanation) ในขั้นตอนนี้กิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้จะมีการนำความรู้ที่รวบรวมมาแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อหรือแนวความคิดที่กำลังศึกษาอยู่ กิจกรรมอาจประกอบไปด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่านและนำข้อมูลมาอภิปราย

4. การลงข้อสรุป (elaboration) ในขั้นตอนนี้จะเน้นให้นักเรียนได้นำความรู้หรือข้อมูลจากขั้นที่ผ่านมาแล้วมาใช้ กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายภายในกลุ่มของตนเองเพื่อลงข้อสรุป เกิดเป็นแนวความคิดหลักขึ้น นักเรียนจะปรับแนวความคิดหลักของตนเองในกรณีที่ไม่สอดคล้องหรือคลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง

5. การประเมินผล (evaluation) เป็นขั้นตอนสุดท้ายจากการเรียนรู้โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบแนวความคิดหลักที่ตนเองได้เรียนรู้มาแล้ว โดยการประเมินผลด้วยตนเองถึงแนวความคิดที่ได้สรุปไว้แล้วในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อยเพียงใด รวมทั้งมีการยอมรับมากน้อยเพียงใด ข้อสรุปที่ได้จะนำไปเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อไป ทั้งนี้จะรวมทั้งการประเมินผลของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย

วีณา ประชากุล และประสาธ เมืองเฉลิม (2553: 228) ได้กล่าวว่า นักการศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) ได้แบ่งขั้นตอนของการเรียนรู้ออกเป็น 5 ขั้น คือ

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (engagement) ขั้นนี้มีลักษณะเป็นการแนะนำบทเรียนกิจกรรมจะประกอบด้วยการซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการเรียนการสอนและเป้าหมายที่ต้องการ

2. ขั้นสำรวจ (exploration) ขั้นนี้กระตุ้นให้ผู้เรียนได้เกิดการปรับขยายความคิดโดยที่ผู้เรียนได้รับคำแนะนำ คำชี้แจง และวัสดุอุปกรณ์อย่างเพียงพอที่มีปฏิสัมพันธ์กับแนวคิด ผู้สอนไม่ควรบอกผู้เรียนว่าจะต้องเรียนอะไรและต้องไม่อธิบายแนวคิดให้แนวทางและคำแนะนำ เพื่อให้การสำรวจดำเนินต่อไปได้ ผู้เรียนรับผิดชอบต่อการสำรวจวัสดุ และการเก็บรวบรวมและ/หรือการบันทึกข้อมูลของตนเอง

3. ขั้นอธิบาย (explanation) ขั้นนี้มุ่งหาสิ่งอำนวยความสะดวกทางจิตใจให้แก่ผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนวางแนวคิดเกี่ยวกับบทเรียนที่จะได้รับการสร้างขึ้นด้วยความร่วมมือกันระหว่างทั้งผู้เรียนและผู้สอนในการเลือกและจัดทำสภาพแวดล้อมของชั้นเรียน ช่วยให้เกิดการปรับขยายโครงสร้างความคิด ผู้สอนแนะนำผู้เรียนจนตั้งคำอธิบายของตนเองเกี่ยวกับแนวคิด ซึ่งจะนำผู้เรียนไปสู่ระยะต่อไปโดยอัตโนมัติ

4. ขั้นขยายความรู้ (expansion) ขั้นนี้มุ่งกระตุ้นความร่วมมือของกลุ่มผู้เรียนได้จัดระเบียบประสบการณ์ทางความคิดจากการค้นพบ แล้วทำการเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ ในสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้ว แนวคิดที่สร้างขึ้นต้องเชื่อมโยงกับความคิดอื่นหรือประสบการณ์อื่นที่สัมพันธ์กัน เพื่อช่วยผู้เรียนให้ประยุกต์ใช้สิ่งที่ได้เรียนรู้โดยการขยายตัวอย่างหรือโดยการจัดประสบการณ์เชิงการสำรวจเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาส่วนบุคคลของผู้เรียน

5. ขั้นประเมินผล (evaluation) ขั้นนี้เป็นการทดสอบมาตรฐานการเรียนรู้ การเรียนรู้ มักจะเกิดขึ้นในสัดส่วนการเพิ่มขึ้นที่น้อยกว่าการยกระดับทางความคิดที่มีการหยั่งรู้จริงที่เป็นไปได้ ดังนั้น การประเมินผลควรต่อเนื่อง ซึ่งไม่ใช่การสิ้นสุดของบทหรือวิธีการของหน่วยการเรียนรู้ การวัดหลายชนิดมีความจำเป็นต่อการจัดการประเมินโดยรวมในการเรียนรู้ของผู้เรียน และเพื่อกระตุ้นการสร้างแนวคิดทางจิตใจและทักษะกระบวนการประเมินผลรวมถึงในแต่ละระยะของวัฏจักรการเรียนรู้ ไม่ใช่เพียงจัดทำเฉพาะตอนสุดท้าย

กฤษณี เพ็ชรทวีพรเดช และคณะ (2550: 37-38) ได้กล่าวถึงนักศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) ได้นำวิธีการเรียนการสอนโดยการสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ และได้เสนอขั้นตอนในการจัดกิจกรรมไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการแนะนำบทเรียน กระตุ้นให้เกิดความสนใจโดยการซักถาม ทบทวนความรู้เดิม การสำรวจ หรือการทดลอง เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจใฝ่เรียนรู้

2. ขั้นการสำรวจและค้นคว้า (Exploration) ผู้เรียนได้ใช้ข้อมูลที่ได้มาอภิปรายร่วมกัน ผู้สอนกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ใหม่ จากการอภิปรายร่วมกันจนผู้เรียนเกิดปัญหา และออกแบบการศึกษาด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์จนได้ข้อมูลที่ต้องการ

3. ขั้นการอภิปรายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการนำข้อมูลที่รวบรวมได้มานำเสนอ อภิปรายร่วมกัน เพื่อการสรุปผลของการสำรวจค้นหา

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการอธิบายเพิ่มเพื่อให้เกิดการเรียนรู้เพิ่มเติม ตลอดจนการมองเห็นประโยชน์ การนำไปใช้ ผู้เรียนอาจทำได้โดยการสืบค้นเพิ่มเติมและนำมาเสนอ อภิปรายอีกครั้งและผู้สอนเป็นผู้ให้ความรู้เพิ่มเติม

5. ขั้นการประเมิน (Evaluation) เป็นการตรวจสอบแนวความคิดที่ได้สรุปไว้แล้ว โดยการ อภิปรายการยกตัวอย่างการนำหลักการที่เรียนรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน เป็นการประเมินการเรียนรู้ ของผู้เรียนว่ามีสิ่งใดที่ควรจะต้องปรับเปลี่ยน เพื่อจะนำความรู้ไปประยุกต์ในเรื่องอื่นต่อไปและทำให้เกิด วงจรการเรียนรู้ใหม่

ชูศิลป์ อัทธูและคณะ (2550: 56-57) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ว่าแต่ละขั้นตอนมีสาระสำคัญ ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ เป็นการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่กระตุ้น ยั่วเย้า ให้ผู้เรียนรู้สึก สงสัยใคร่รู้ อยากรู้ อยากเห็น ทำให้เกิดปัญหาหรือประเด็นที่จะศึกษา ซึ่งผู้เรียนจะต้องสำรวจ ตรวจสอบต่อไปด้วยตัวของนักเรียนเอง

2. ขั้นสำรวจและค้นหา ให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ร่วมกันเป็นกลุ่มในการสร้างองค์ความรู้ ใหม่ โดยการวางแผนกำหนดการสำรวจตรวจสอบและลงมือปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบปัญหาหรือ ประเด็นที่ผู้เรียนสนใจใคร่รู้ ครูมีหน้าที่ส่งเสริม กระตุ้น ให้คำปรึกษาชี้แนะช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนสามารถสำรวจตรวจสอบได้ด้วยดี

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ร่วมกันทั้งชั้นเรียน โดยนำเสนอ องค์ความรู้ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบพร้อมทั้งวิเคราะห์ อธิบาย และเปิดโอกาสให้มีการอภิปราย ชักถามแลกเปลี่ยนเรียนรู้ หรือโต้แย้งในองค์ความรู้ใหม่ที่ได้อย่างสร้างสรรค์ มีการอ้างอิงหลักฐาน ทัศนคติ หลักการ กฎเกณฑ์หรือองค์ความรู้เดิม แล้วสรุปอย่างสมเหตุสมผล

4. ขั้นขยายความรู้ ให้ผู้เรียนได้เพิ่มเติมหรือเติมเต็มองค์ความรู้ใหม่ให้กว้างขวางสมบูรณ์ กระจ่างและลึกซึ้งยิ่งขึ้น โดยการอธิบายพร้อมยกตัวอย่าง อภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้และเชื่อมโยง ความรู้เดิมสู่องค์ความรู้ใหม่อย่างเป็นระบบ ละเอียดสมบูรณ์ นำไปประยุกต์ใช้กัน เรื่องอื่นๆ หรือใน ชีวิตประจำวัน หรือผู้เรียนอาจมีปัญหาสงสัย ใคร่รู้นำไปสู่การศึกษาค้นคว้าทดลอง หรือสำรวจตรวจสอบ ใหม่ตามที่สนใจ

5. ขั้นประเมินผล ให้ผู้เรียนได้ประเมินกระบวนการและผลการสำรวจตรวจสอบหรือองค์ ความรู้ใหม่ของตนและของเพื่อนร่วมชั้นเรียนโดยการวิเคราะห์ วิจาร์ณ อภิปราย ชักถามแลกเปลี่ยน องค์ความรู้ซึ่งกันและกันในเชิงเปรียบเทียบประเมินจุดดีหรือจุดด้อย ปรับปรุง หรือทบทวนใหม่ และ ให้ครูได้ประเมินกระบวนการสร้างองค์ความรู้ใหม่ของผู้เรียน เน้นการประเมินตามสภาพจริงใน ระหว่างการจัดการเรียนรู้ เพื่อปรับปรุงพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน

จากกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีขั้นตอน 5 ขั้นตอน ได้แก่ **1) ขั้นสร้างความสนใจ** เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนซึ่งอาจเกิดความสนใจ ความสงสัย จากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้น **2) ขั้นสำรวจและค้นหา** เป็นการตรวจสอบ การทดลอง การปฏิบัติ การสืบค้นความรู้ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างพอเพียง **3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป** เป็นขั้นตอนที่ได้ผลจากการทำกิจกรรม ซึ่งจะสามารถสร้างความรู้ และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ **4) ขยายความรู้** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม และ **5) ขั้นประเมินผล** เป็นการประเมินการเรียนรู้ ว่าผู้เรียนมีความรู้ะไรบ้าง ได้รับความรู้มากน้อยเพียงใดและนำไปประยุกต์ความรู้สู่เรื่องอื่นๆ

2.3 ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542: 156) ได้กล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ ไว้ดังนี้

1. นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ตนเองจึงมีความอยากเรียนรู้ตลอดเวลา

2. นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดและฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัด ระบบความคิด และวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถาวรโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือ ทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่อีกด้วย

3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

4. นักเรียนสามารถเรียนรู้มนมติ และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น

5. นักเรียนจะเป็นผู้ที่มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2544: 110) ได้สรุปข้อดีของวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1. นักเรียนจะสืบเสาะหาความรู้โดยธรรมชาติเมื่อเขาเกิดความสงสัยมุงหวังโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นหลักการและเหตุผล

2. นักเรียนสามารถตระหนักและเรียนรู้ยุทธศาสตร์การคิดของเขาในการเรียนรู้มากขึ้น

3. ยุทธศาสตร์การคิดใหม่ๆ สามารถสอนให้นักเรียนได้โดยตรงและเพิ่มยุทธศาสตร์การคิดที่มีอยู่เดิมได้

4. ความร่วมมือในการสืบเสาะให้เกิดความคิดเพิ่มขึ้น และช่วยให้การเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติความรู้ที่ไม่แน่นอนตายตัว และเรียนรู้ที่จะพอใจกับความรู้ที่ได้อากหลักการทางวิทยาศาสตร์

5. เคารพสิทธิส่วนบุคคลและแนวคิดที่แตกต่างจากตนเอง ตามความเชื่อของซัคแมน (Suchman) ที่ว่าแต่ละคนมีแรงกระตุ้นตามธรรมชาติที่จะสืบเสาะหาความรู้ จึงสร้างขึ้นโดยอาศัยการทำทาสติปัญญาในทุกๆ ด้าน นักเรียนจะพบสถานการณ์ที่น่าสงสัยและทำการสืบเสาะหาคำตอบอะไรก็ตามที่สลับซับซ้อนคาดไม่ถึงหรือไม่เคยรู้มาก่อน จะเป็นวัตถุดิบที่ทำให้เกิดความขัดแย้ง เพราะว่าเป็นเป้าหมายสูงสุด คือ ให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งปัญหาที่จะเผชิญควรอยู่ในระดับที่เด็กสามารถค้นหาคำตอบได้จากกิจกรรมที่นักเรียนได้ปฏิบัติร่วมกัน ทำให้เข้าใจหลักการเนื้อหา สามารถนำไปประยุกต์ใช้จนเกิดทักษะ และผู้เรียนสามารถประเมินความรู้ของเขา ทักษะความสามารถทำให้สามารถพัฒนาบทเรียนได้อย่างเต็มรูปแบบอย่างมีประสิทธิภาพ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545: 78) ได้สรุปวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1. เป็นการพัฒนาศักยภาพด้านสติปัญญา คือฉลาดขึ้น เป็นนักริเริ่มสร้างสรรค์และนักจัดระเบียบ

2. เป็นการค้นพบด้วยตนเอง ทำให้เกิดแรงจูงใจภายในมากกว่าการเรียนรู้แบบท่องจำ

3. ฝึกให้นักเรียนหาวิธีค้นหาความรู้ ปัญหาด้วยตนเอง

4. ช่วยให้จดจำความรู้ได้นานและสามารถถ่ายทอดความรู้ได้

5. นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอน จะทำให้บรรยากาศการเรียนมีชีวิตชีวา

6. ช่วยพัฒนาอัตมโนทัศน์แก่ผู้เรียน

7. พัฒนาให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์

8. ช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นว่าจะทำการสิ่งใดๆ จะสำเร็จด้วยตนเองสามารถคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค

9. นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

10. นักเรียนได้ประสบการณ์ตรงฝึกทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์

11. สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

12. เพื่อฝึกให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีค้นคว้าหาความรู้อย่างเป็นกระบวนการ โดยเริ่มตั้งแต่การพิจารณาหาประเด็นปัญหา การวิเคราะห์สภาพปัญหา การสำรวจข้อมูล การตั้งสมมติฐานและการสรุปอย่างมีเหตุผล

13. เพื่อฝึกให้ผู้เรียนได้เรียนรู้กระบวนการทำงานกลุ่ม การเป็นผู้นำและผู้ตามยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นตามหลักประชาธิปไตย

14. เพื่อฝึกให้ผู้เรียนกล้าคิด กล้าแสดงออก กล้าตัดสินใจ มีความรับผิดชอบ และมีความมุ่งมั่นในการทำงานให้สำเร็จ

15. เพื่อปลูกฝังให้ผู้เรียนมีนิสัยรักการศึกษาค้นคว้า ใฝ่รู้ ใฝ่เรียน

ลัดดาวัลย์ กัณหาสุวรรณ (2546: 9) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ จะสามารถพัฒนานักเรียน ดังนี้

1. นักเรียนจะมีส่วนร่วมและเป็นผู้ริเริ่ม

2. นักเรียนจะพัฒนากระบวนการแก้ปัญหา การตัดสินใจ

3. นักเรียนจะพัฒนาทักษะในการศึกษาค้นคว้าและวิจัยสามารถใช้ทักษะนี้ในการดำรงชีวิตได้

4. นักเรียนจะมีโอกาสทำงานร่วมกับเพื่อนในการแก้ปัญหาและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

ความรู้และประสบการณ์กับเพื่อน

วิภา ประชากุล และประสาธต์ เนื่องเฉลิม (2554: 137-138) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ ไว้ดังนี้

1. การสืบเสาะหาความรู้เป็นส่วนหนึ่งของการสอนวิทยาศาสตร์ที่ช่วยพัฒนาทั้งด้านอารมณ์ สังคม สติปัญญา และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. ผู้เรียนได้รับการพัฒนาคุณลักษณะอย่างนักวิทยาศาสตร์ค้นคว้าหาความรู้โดยเกิดจากความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

3. ผู้เรียนได้ใช้ทักษะที่จำเป็นในการสร้างความรู้ใหม่ๆ ด้วยตนเอง

4. ผู้เรียนได้เรียนรู้การสื่อสารอย่างเป็นวิทยาศาสตร์และสามารถสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. ผู้เรียนได้รับโอกาสในการพัฒนาทักษะที่จำเป็นตามความเข้าใจและความรู้สึกของตนจนทำให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์และมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

6. การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นเทคนิคการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้การหาความสัมพันธ์ของคำถามที่มาจากประสบการณ์ส่วนบุคคล

7. การเรียนการสอนแบบนี้ช่วยส่งเสริมศักยภาพการทำงานของสมอง

8. ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่แท้จริงในสิ่งที่เรียนไม่ใช่แค่การท่องจำอย่างเดียว

9. ความรู้ได้จากการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมเข้ากับประสบการณ์ใหม่จนเกิดเป็นความเข้าใจที่คงทน

10. ผู้เรียนคือผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองซึ่งขึ้นกับความสามารถและความพร้อมทางการเรียนของแต่ละคน

11. ผู้เรียนเรียนจากการลงมือปฏิบัติอย่างนักวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวา

12. ผู้เรียนจะเกิดการรู้คิด (Metacognition) จากกระบวนการทำงานร่วมกัน

13. ผู้เรียนได้ใช้เครื่องมือในการเรียนรู้อย่างหลากหลาย

14. ผู้เรียนได้รับการส่งเสริมความเป็นประชาธิปไตย

15. การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2555: 332) ได้สรุปข้อดีของวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1. นักเรียนมีโอกาสดำเนินความคิดอย่างเต็มที่ได้อีกค้นคว้าด้วยตนเอง จึงมีความอยากเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา

2. นักเรียนมีโอกาสดำเนินความคิดและฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถาวรโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือ ทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่อีกด้วย

3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

4. นักเรียนสามารถเรียนรู้โมโนมิติ และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น

5. นักเรียนจะเป็นผู้มีเจตคติที่ดีต่อการสอนวิทยาศาสตร์

จากข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จะช่วยให้ผู้เรียนได้ลงมือสืบค้นและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง รวมทั้งผู้เรียนยังเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ และทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

2.4 ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542: 157) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1. ใช้เวลาในการสอนมากในการสอนแต่ละครั้ง
2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่ทำให้น่าสงสัยแปลกใจ จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายและถ้าครูไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ในการสอนวิธีนี้ มุ่งควบคุมพฤติกรรมของนักเรียนมากเกินไป จะทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง
3. นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ และเนื้อหาวิชาค่อนข้างยาก นักเรียนอาจจะไม่สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้
4. นักเรียนบางคนที่ยังไม่เป็นผู้ใหญ่พอ ทำให้ขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหาและนักเรียนที่ต้องการแรงกระตุ้นเพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมากๆ อาจจะพอสอดคำถามได้แต่นักเรียนจะไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนด้วยวิธีนี้เท่าที่ควร
5. ถ้าใช้การสอนแบบนี้อยู่เสมออาจทำให้ความสนใจของนักเรียนในการศึกษาค้นคว้าลดลง

ประสาธ เมืองเฉลิม (2558: 138-139) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1. ผู้สอนต้องใช้ระยะเวลาเตรียมการสอนนานมากกว่าการสอนปกติ
2. การเรียนแบบนี้ต้องใช้เวลามากขึ้น อาจส่งผลกระทบต่อเวลาเรียนของวิชาอื่น
3. ผู้เรียนได้ทำงานเพิ่มมากขึ้น อาจทำให้คุณภาพการทำงานลดลง
4. การเรียนการสอนมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น เมื่อมีกิจกรรมออกไปศึกษานอกห้องเรียนหรือมีการทดลอง
5. เมื่อพบกับสถานการณ์และปัญหาที่ผู้สอนกำหนดให้ ผู้เรียนอาจเกิดความวิตกกังวล
6. ถ้าสถานการณ์ที่ผู้สอนสร้างขึ้นไม่ทำให้น่าสงสัยหรือน่าสนใจ อาจส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายในบทเรียนการเรียน
7. การสอนแบบนี้อาจไม่เหมาะสมกับห้องเรียนขนาดใหญ่ เพราะต้องใช้เวลาอุปกรณ์และทรัพยากรอื่นๆ จำนวนมาก

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ (2545: 78) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1. ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง บางครั้งอาจได้เนื้อเรื่องไม่ครบตามที่กำหนดไว้
2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างไม่ชวนสงสัย ไม่ชวนติดตาม จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายไม่อยากเรียน
3. นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ หรือไม่มีการกระตุ้นมากพอจะไม่สามารถเรียนด้วยวิธีสอนแบบนี้ได้

4. เป็นการลงทุนสูง ซึ่งอาจได้ผลไม่คุ้มค่ากับการลงทุน
5. ถ้านักเรียนไม่รู้จักรับหลักการการทำงานกลุ่มที่ถูกต้อง อาจทำให้นักเรียนบางคนหลีกเลี่ยงงาน ซึ่งจะทำให้ไม่เกิดการเรียนรู้
6. ครูต้องใช้เวลาวางแผนมาก ถ้าครูมีภาระมากอาจเกิดปัญหาด้านอารมณ์ ซึ่งมีผลต่อบรรยากาศในห้องเรียน
7. ข้อจำกัดเรื่องเนื้อหาและสติปัญญา อาจทำให้นักเรียนไม่สามารถศึกษาด้วยวิธีสอนแบบนี้

จากข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีข้อเสีย คือ การจัดการเรียนรู้ในแต่ละครั้งต้องใช้เวลา และหากสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่มีความน่าสนใจจะทำให้ผู้เรียนมีความเบื่อหน่ายในการเรียน รวมทั้งนักเรียนบางคนอาจไม่สามารถศึกษาหาความรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเองได้

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยในประเทศ

ศรีชาติ เพ็งอินทร์ (2552: 48) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งผลการวิจัย พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นภาพร เกตทอง (2554: 102-103) ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนแบบแก้ปัญหากับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุพัสยา ปาหา (2554: 82) ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นิตินา รุจิเรชาสุวรรณ (2554: 77) ทำการศึกษาประสิทธิผลของการใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล ที่พัฒนาขึ้นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุลด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

ยิลิสต์ (Yelis. 2005: 48-50) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องเรื่องกรดเบส เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวัฏจักรการเรียนรู้ 5E และการสอนเคมีแบบดั้งเดิม ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ดีกว่าแบบดั้งเดิม และช่วยพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนเรื่องกรดเบส

ออสเล็มและคาร์คิริโรกลู (Ozlem; & Cakiroglu. 2012: 401-402) ศึกษาผลของความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระบบการไหลเวียนโลหิตของมนุษย์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้และการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิม โดยมีการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน มีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าแบบดั้งเดิม

อาร์สลาน (Arslan. 2014: 163) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องการแบ่งเซลล์ ผลการวิจัยพบว่า การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเรื่องการแบ่งเซลล์ได้ดีกว่าการเรียนการสอนแบบเดิม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนไม่แตกต่างจากการเรียนการสอนแบบเดิม แต่นักเรียนสามารถวาดภาพที่แสดงถึงความเข้าใจในเรื่องการแบ่งเซลล์ได้ดีกว่าการเรียนแบบเดิม และนักเรียนชอบการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน เนื่องจากมีความสนุกสนานมากกว่าการเรียนการสอนแบบเดิม และพวกเขาจะเลือกเรียนด้วยการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนถ้าพวกเขามีโอกาสที่จะเลือก

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554: 9) ได้อธิบายการสร้างแบบจำลอง คือ การนำเสนอข้อมูล แนวคิด ความคิดรวบยอด เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจในรูปของแบบจำลองแบบต่างๆ เช่น กราฟ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว วัสดุ สิ่งของ สิ่งประดิษฐ์ หุ่น เป็นต้น

โกเมส นาแจ้ง (2555: 1835) ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสร้างภาพวาด แผนการทดลอง ตาราง แผนภูมิแท่ง กราฟ สมการ หรือเขียนข้อความที่แสดงความรู้ ความคิด และความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งใช้ในการตั้งสมมติฐาน อธิบาย หรือทำนายปรากฏการณ์ทางกายภาพ

ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557: 41) แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง สิ่งที่ นักวิทยาศาสตร์ สร้างขึ้นมาเพื่อเป็นตัวแทนของแนวคิด เหตุการณ์ กระบวนการ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ ที่มีความถูกต้องและสมบูรณ์จนได้รับการยอมรับจาก ประชาคมวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน

อารยา ควัฒน์กุล (2558: 47) ได้อธิบายความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสร้างภาพวาด แผนการทดลอง ตาราง แผนภูมิแท่ง กราฟ สมการ หรือเขียนข้อความ ที่แสดงความรู้ ความคิด และความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งใช้ในการตั้งสมมติฐาน อธิบาย หรือทำนาย ปรากฏการณ์ทางกายภาพ

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำเสนอความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยผ่าน กระบวนการต่างๆ เช่น รูปภาพ สถานการณ์จำลองต่างๆ

3.2 ประเภทของแบบจำลอง

แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ถูกแบ่งออกเป็น 5 แบบ ตามแนวคิดของ Dolin (โกเมส นาแจ้ง. 2555: 1835; อ้างอิงจาก Guttersrud; 2007. Doctoral dissertation) ดังนี้

1. แบบจำลองที่แสดงด้วยภาพวาด (Pictorial Representation) คือ แบบที่แสดงความรู้ ความเข้าใจในลักษณะของภาพวาด สัญลักษณ์แผนผัง หรือรูป
2. แบบจำลองที่นำเสนอการทดลอง (Experimental Representation) คือ แบบที่แสดง ความรู้ความเข้าใจในขั้นตอนการทดลองด้วยการวาดภาพ วัสดุอุปกรณ์พร้อมทั้งสัญลักษณ์และ ข้อความ
3. แบบจำลองที่แสดงด้วยกราฟิก (Graphical Representation) คือ แบบที่แสดงความรู้ ความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในลักษณะของตาราง แผนภูมิแท่ง และกราฟฟังก์ชันทาง คณิตศาสตร์
4. แบบจำลองที่แสดงด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Representation) คือ แบบที่แสดงความรู้ความเข้าใจในลักษณะของสมการ ซึ่งประกอบด้วย ตัวแปรและค่าคงที่ทาง คณิตศาสตร์
5. แบบจำลองที่แสดงด้วยข้อความมโนทัศน์ (Conceptual Representation) คือ แบบที่ แสดงความรู้ความเข้าใจในลักษณะการเขียนบรรยายหรือพูดโดยสรุปเป็นมโนทัศน์จากผลการสำรวจ ตรวจสอบหรือข้อมูลจากการทดลอง

แฮริสัน และเทรกัส (Harrison; & Treagust. 2000: 1014-1017) แบ่งประเภทแบบจำลอง ดังนี้

1. แบบจำลองที่เพิ่มหรือลดขนาด เช่น แบบจำลองลูกโลก
2. แบบจำลองสื่อการสอน เช่น แบบจำลอง ball and stick ที่แสดงอะตอมและพันธะ
3. แบบจำลองสัญลักษณ์ เช่น สัญลักษณ์ของธาตุ สมการเคมี
4. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เช่น กฎต่างๆ

5. แบบจำลองทางทฤษฎี เช่น คำอธิบายทฤษฎีจลน์ของแก๊ส
6. แผนที่ แผนภาพ ตาราง เช่น ตารางธาตุ แผนภาพวงจรไฟฟ้า แผนภาพห่วงโซ่อาหาร
7. แบบจำลองกระบวนการ-แนวคิด เช่น แบบจำลองที่นำเสนอกระบวนการ redox
8. สถานการณ์จำลอง เช่น เหตุการณ์จำลองปฏิกิริยานิวเคลียร์ ภาพเคลื่อนไหวแสดงปฏิกิริยาเคมี
9. Mental models เช่น มโนคติของผู้เรียน ภาพประทับที่อยู่ในความคิดของแต่ละบุคคล
10. แบบจำลองที่สับสนคลาดเคลื่อน เช่น แนวคิดทางเลือก (alternative concept) แนวคิดที่คลาดเคลื่อน (misconceptions)

3.3 กระบวนการสร้างแบบจำลอง

แองเจลา และจอร์จ (Angela; & George. 2006: 8-10) ได้อธิบายกระบวนการสร้างแบบจำลองไว้ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ปัญหา
2. คติวิธีการสร้างแบบจำลอง ในขั้นตอนนี้ประกอบไปด้วย
 - การรวบรวมข้อมูล
 - การสร้างความสัมพันธ์ของสมมติฐานและข้อมูลที่มีอยู่
 - กำหนดชุดของตัวแปร
 - สร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับแบบจำลองย่อยๆ
 - กำหนดความเหมาะสมของหน้าที่การทำงาน
3. การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับแบบจำลอง
4. การใช้แบบจำลองในการอธิบายและแปลความหมาย
5. การนำเสนอแบบจำลอง ซึ่งประกอบไปด้วย
 - วิเคราะห์ปัญหา
 - การออกแบบแบบจำลอง
 - การอธิบายลักษณะของแบบจำลอง
 - การสรุปผล
6. การเก็บรักษาแบบจำลอง

ชวาสและคณะ (Schwarz; et al. 2009: 3) ได้อธิบายกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ขั้นที่ 1 นักเรียนสร้างแบบจำลองที่สอดคล้องกันระหว่างความรู้เดิมกับทฤษฎีเพื่ออธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ

ขั้นที่ 2 นักเรียนใช้แบบจำลองเพื่อแสดงให้เห็นอธิบายและทำนายปรากฏการณ์

ขั้นที่ 3 นักเรียนเปรียบเทียบและประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองที่แตกต่างกันอย่างถูกต้องในการอธิบายและบรรยายรูปแบบของปรากฏการณ์ต่างๆ

ขั้นที่ 4 นักเรียนแก้ไขปรับปรุงและเพิ่มเติมเพื่ออธิบายและทำนายปรากฏการณ์
ฮันเตอร์ (Hunter, 2006: 9) ได้อธิบายขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. จุดเริ่มต้นของการใช้ความคิด
2. การค้นพบ การนำความรู้เดิม มาทำการวิเคราะห์เพื่อนำมาใช้ในงาน
3. การออกแบบแบบจำลอง
4. รวบรวมข้อมูลจากประสบการณ์และการสังเกต
5. วิเคราะห์ ประมวลผลการตีความและการให้คำจำกัดความของข้อมูลหรือเนื้อหา
6. การประดิษฐ์แบบจำลองจากการวิเคราะห์ ประมวลผล และการตีความจากข้อมูล โดยแบบจำลองจะต้องมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับข้อมูลที่มี

7. การตรวจสอบและการปรับแต่งรูปแบบหรือสมมติฐานโดยใช้ข้อมูลจากการทดลองและเปรียบเทียบกับข้อมูลที่คาดการณ์ไว้โดยใช้แบบจำลอง

8. การหาข้อมูลเอกสารเพิ่มเติมเพื่อการเชื่อมโยงไปยังข้อมูลต่างๆ
- เวย์น (Wayne, 2003: 5-6) ได้อธิบายขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง ดังนี้

1. การกำหนดปัญหา
2. สังเกตศึกษาลักษณะการทำงานต่างๆ
3. การกำหนดปัญหาของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้น
4. การใช้แบบจำลองในการทำนายสถานการณ์ต่างๆ
5. เลือกรูปแบบลักษณะที่เหมาะสม
6. นำเสนอและสรุปผลการเรียนรู้ต่างๆ
7. ประเมินผลและการแนะนำชี้แนะเพิ่มเติม

จากกระบวนการสร้างแบบจำลองที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า กระบวนการสร้างแบบจำลองจะประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ เริ่มตั้งแต่การวางแผนหรือการวิเคราะห์ปัญหาของสถานการณ์ต่างๆ การวางแผนออกแบบแบบจำลองจากการรวบรวมข้อมูลต่างๆ รวมทั้งการลงมือสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น และต้องสามารถเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองที่สร้างขึ้นได้อีกด้วย

3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อารยา ควัฒน์กุล (2558: 78) ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล ด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557: 158-159) ทำการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดที่นักวิทยาศาสตร์ ยอมรับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับประเภท จุดประสงค์ และการออกแบบและการสร้างแบบจำลอง นักเรียนเข้าใจว่าแบบจำลองสร้างขึ้นมาเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ แต่ไม่สามารถทำนายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ นอกจากนั้นยังพบว่า นักเรียนบางส่วนนำเอาประสบการณ์ในชีวิตประจำวันมาอธิบายประเภทของแบบจำลองว่า จะต้องเป็นวัตถุหรือสิ่งของเท่านั้นไม่ใช่ตัวอักษร จากผลการวิจัยขอเสนอแนะว่าครูวิทยาศาสตร์ควรจัดกิจกรรมการ เรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองที่หลากหลายเพื่อให้ นักเรียนร่วมกันอภิปรายจุดเด่นและข้อจำกัดของแบบจำลองแต่ละชนิด ซึ่งจะทำให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองและนำไปสู่ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่อไป

โกเมศ นาแจ้ง (2555: 1830-1844) ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ MCIS ที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์เรื่องกฎการเคลื่อนที่และแบบของการเคลื่อนที่ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัย พบว่า ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มทดลองจัดอยู่ในระดับพอใช้ นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่อง กฎการเคลื่อนที่และแบบของการเคลื่อนที่ หลังเรียนเฉลี่ยร้อยละ 70.45 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ ร้อยละ 70

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์

4.1 ความหมายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2540: 28) ได้สรุปให้แนวคิดไว้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบวัดความรู้เชิงวิชาการ มักใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เน้นการวัดความรู้ความสามารถจากการเรียนรู้ในอดีต หรือในสภาพปัจจุบันของแต่ละบุคคล

บุญชม ศรีสะอาด (2540: 26-27) ได้อธิบายความหมายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ว่าเป็นแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ในวิชาต่างๆ ในโรงเรียนหรือสถาบันการศึกษา แบบทดสอบที่จะสร้างหรือพัฒนา อาจมุ่งใช้กับประชากรเป้าหมายที่อยู่ในระดับการศึกษา ระดับชั้น วิชา และสถานที่ต่างๆ กัน

สมบูรณ์ ดันยะ (2545: 139) ได้อธิบายความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ว่าหมายถึงแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและสมรรถภาพด้านต่างๆ ที่นักเรียนแต่ละคนได้เรียนรู้มาแล้ว เป็นการวัดเพื่อให้ทราบว่านักเรียนเรียนรู้อะไรในอดีตมากน้อยเพียงใด และสามารถนำความรู้มาใช้ได้เพียงใด

สมพร เชื้อพันธ์ (2547: 59) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบหรือชุดของข้อสอบที่ใช้วัดความสำเร็จหรือความสามารถในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่เป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูผู้สอนว่าผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้เพียงใด

พิชิต ฤทธิ์จัญญ (2545: 96) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่า บรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

สิริพร ทิพย์คง (2545: 193) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ชุดคำถามที่มุ่งวัดพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนว่ามีความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพด้านสมรรถภาพต่างๆ ในเรื่องที่เรียนรู้ไปแล้วมากน้อยเพียงใด

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบวัดความรู้ความสามารถของผู้เรียนหลังการเรียนรู้ในเรื่องนั้นๆ แล้ว ว่าผู้เรียนได้รับความรู้และประสบการณ์มากน้อยเพียงใด

4.2 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2536: 146-147) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบ่งได้เป็น 2 พวก คือ

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งจะเป็นข้อคำถามที่ถามเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียน ว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหน บกพร่องที่ตรงไหนจะได้สอนซ่อมเสริม หรือวัดดูความพร้อมที่จะขึ้นบทเรียนใหม่ ตามที่ครูปรารถนา

2. แบบทดสอบมาตรฐาน แบบทดสอบประเภทนี้สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชา หรือจากครูที่สอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้งจนกระทั่งมีคุณภาพดีพอจึงสร้างเกณฑ์ปกติ (Norm) ของแบบทดสอบนั้น สามารถใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใดๆ ก็ได้ จะใช้วัดอัตราความมั่งคั่งของเด็กแต่ละวัยในแต่ละกลุ่มแต่ละภาคก็ได้ จะใช้สำหรับให้ครูวินิจฉัยผลสัมฤทธิ์ระหว่างวิชาต่างๆ ในเด็กแต่ละคนก็ได้ ข้อสอบมาตรฐานนอกจากจะมีคุณภาพแบบทดสอบสูงแล้ว ยังมีมาตรฐานในด้านวิธีดำเนินการสอบ คือไม่ว่าโรงเรียนใด หรือส่วนราชการใดจะนำไปใช้ต้องดำเนินการสอบเป็นแบบเดียวกัน แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบบอกถึงวิธีการสอบว่าทำอย่างไร และยังมีมาตรฐานในด้านการแปลคะแนนด้วย

พิชิต ฤทธิ์จัญญ (2544: 98) ได้จำแนกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้กันโดยทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน (paper and pencil test) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

- แบบทดสอบอัตนัย (subjective or essay test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้แล้วให้ผู้ตอบเขียนโดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติได้อย่างเต็มที่

- แบบทดสอบปรนัย หรือแบบให้ตอบสั้นๆ (objective test or short answer) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้เขียนตอบสั้นๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ (restricted response type) ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิดได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่วๆ ไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพ มีมาตรฐาน กล่าวคือมีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ วิธีการให้คะแนนและการแปลความหมายของคะแนน

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556: 167-170) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ออกเป็นประเภทต่างๆ ได้หลายลักษณะขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก ดังนี้

1. จำแนกตามผู้สร้าง

1) แบบสอบมาตรฐาน (standardized Tests) เป็นแบบสอบที่สร้างขึ้นด้วยกระบวนการมาตรฐานโดยสำนักทดสอบ หรือบริษัทสร้างแบบสอบซึ่งมักออกแบบให้ครอบคลุมเนื้อหาสาระอย่างกว้างๆ ที่สอนในหลักสูตรต่างๆ เพื่อให้สามารถใช้ได้กับสถาบันการศึกษาทั่วๆ ไป โดยทั่วไปมีรูปแบบที่เป็นมาตรฐานสำหรับการให้บริการ การดำเนินการสอบ การตรวจให้คะแนน การแปลผลเปรียบเทียบกับบรรทัดฐานระดับชาติ การรายงานผล และการรายงานคุณภาพของแบบสอบ

2) แบบสอบที่ผู้สอนสร้าง (Teacher-made Tests) เป็นแบบสอบที่ผู้สอนเป็นคนสร้างขึ้นมาใช้เอง จึงมักเป็นแบบสอบที่ครอบคลุมเนื้อหาเฉพาะตามหลักสูตรของสถาบันใดสถาบันหนึ่ง การตรวจให้คะแนนและการแปลผลจึงมักทำการเปรียบเทียบผลเฉพาะกลุ่มที่สอบด้วยกัน หรือเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ผู้สอนกำหนดไว้เฉพาะ

2. จำแนกตามเนื้อหาวิชา

แบบสอบผลสัมฤทธิ์สามารถใช้กับวิชาต่างๆ ได้ จึงอาจจำแนกแบบสอบตามชื่อเนื้อหาวิชา เช่น แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ ประวัติศาสตร์ แคลคูลัส สถิติศาสตร์ วิจัยทางสังคมศาสตร์ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

3. จำแนกตามการใช้

1) แบบสอบความพร้อม (Readiness Test) เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้วิชา/บทเรียน/หน่วยการเรียนรู้ เพื่อพิจารณาว่าผู้เรียนมีพื้นฐานเพียงพอหรือไม่ จะได้ทบทวนหรือปูพื้นฐานที่จำเป็นก่อนเริ่มเรียนวิชา/บทเรียน/หน่วยการเรียนรู้

2) แบบสอบวินิจฉัย (Diagnosis Test) เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดจุดเด่นจุดด้อยของทักษะการเรียนรู้สำคัญ อันเป็นปัญหาของผู้เรียน แบบสอบมุ่งตรวจสอบกลไก องค์ประกอบย่อยๆ ที่ครอบคลุมกระบวนการสำคัญของทักษะที่เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้ เพื่อระบุว่าผู้เรียนมีปัญหาของการเรียนรู้ตรงจุดไหน อันจะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขและสอนซ่อมเสริม

3) แบบทดสอบสมรรถภาพ (Proficiency Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดว่าผู้สอบมีสมรรถนะถึงระดับที่เหมาะสมหรือยัง เพื่อใช้เป็นเครื่องบ่งชี้ถึงระดับความสามารถสำหรับการคัดเลือกให้สิทธิบางประการ เช่น การสอบใบขับขี่รถยนต์ การสอบความสามารถทางภาษา การสอบความสามารถทางคอมพิวเตอร์เบื้องต้น เป็นต้น

4) แบบสอบเชิงสำรวจ (Survey Test) เป็นแบบสอบที่ใช้สำรวจวัดระดับความรู้เชิงสรุปทั่วไป ของนักเรียนหรือนิสิตนักศึกษาในสาขาวิชาเฉพาะ แบบสอบจึงควรครอบคลุมเนื้อหาทั่วไปถึงได้จากมวลเนื้อหาอย่างกว้างขวาง เพื่อทดสอบผลการเรียนรู้ทั่วไป เช่น แบบสอบปลายภาคเรียน เป็นต้น

4. จำแนกตามการแปลผล

1) แบบสอบอิงกลุ่ม (Norm-Referenced Tests) เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความรู้ ความสามารถของผู้สอบ ข้อสอบอิงกลุ่มจึงถูกสร้างและเลือกมาใช้เพื่อทำหน้าที่จำแนกระดับความสามารถของผู้สอบที่แตกต่างกัน คะแนนสอบที่ได้จึงนำไปใช้แปลความหมายโดยการเปรียบเทียบความรู้ ความสามารถระหว่างกลุ่มผู้สอบด้วยกันเอง

2) แบบสอบอิงเกณฑ์ (Criterion- Referenced Tests) เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดระดับการเรียนรู้ของผู้เรียนว่ามีความรู้ ความสามารถอะไรบ้าง ข้อสอบอิงเกณฑ์ถูกสร้างให้ครอบคลุมความรู้หรือทักษะสำคัญของการเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดขึ้น คะแนนสอบที่ได้จึงแปลผลโดยการเปรียบเทียบกับเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้

5. จำแนกตามรูปแบบการตอบ

1) แบบสอบประเภทเสนอคำตอบ (Supply Type)

1.1 แบบสอบความเรียง (Essay Test)

- แบบสอบความเรียงไม่จำกัดคำตอบ
- แบบสอบความเรียงจำกัดคำตอบ

1.2 แบบสอบแบบตอบสั้น (Short Answer)

1.3 แบบสอบแบบเติมคำ (Completion)

2) แบบสอบประเภทเลือกคำตอบ (Selection Type)

2.1 แบบสอบแบบถูก-ผิด (True-False)

2.2 แบบสอบแบบจับคู่ (Matching)

2.3 แบบสอบแบบหลายตัวเลือก (Multiple-Choice)

สมบุรณ์ ดันยะ (2545: 139-140) ได้จำแนกแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้าง (Teacher-made test)

เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง เพื่อใช้วัดผลการเรียนการสอนหรือวัดความสำเร็จในการเรียนของนักเรียน

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test)

เป็นแบบทดสอบที่ผ่านการวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบเพื่อให้มีคุณภาพดีทั้งฉบับ เป็นมาตรฐานในการใช้ สามารถนำผลการสอบไปเทียบกับเกณฑ์โดยส่วนรวมได้ มีประโยชน์ในด้านการเปรียบเทียบผลการเรียนของนักเรียนแต่ละกลุ่มแต่ละแห่ง

จากประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลักๆ ได้แก่ แบบทดสอบมาตรฐาน และแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง

4.3 แนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2529: 57-58) ได้อธิบายแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ดังนี้

1. เขียนข้อสอบโดยยึดเนื้อหาตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรของแต่ละวิชาเป็นหลัก
2. เขียนข้อสอบโดยยึดจุดประสงค์ของการสอนที่กำหนดไว้ในหลักสูตร โดยใช้จุดประสงค์เป็นตัวชี้้นำในการกำหนดสิ่งที่จะถามและลักษณะของคำถาม
3. เขียนข้อสอบโดยยึดพฤติกรรมที่วิเคราะห์ได้จากเนื้อหาเป็นหลัก กล่าวคือ กล่าวคือ ถือว่าพฤติกรรมที่วิเคราะห์ได้จากเนื้อหาของรายวิชาหนึ่งๆ เป็นประชากรพฤติกรรม (Domain) ข้อสอบที่จะออกเป็นเพียงกลุ่มตัวอย่างของประชากรพฤติกรรม ในการเขียนข้อสอบนี้จึงต้องที่การสุ่มกลุ่มตัวอย่างพฤติกรรมจากประชากรพฤติกรรม ทำให้จำแนกแนวการเขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ได้เป็น 3 แนวใหญ่ๆ คือ

- 1) แบบไม่มีแบบแผน (Informal methods)
- 2) แบบอิงจุดประสงค์ (Objective based methods)
- 3) แบบอิงพฤติกรรม (Domain based methods)

พิชิต ฤทธิ์บุญ (2544: 102) ได้อธิบายหลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่มีคุณภาพจะต้องอาศัยหลักการสร้างที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งกรอนลันด์ (Gronlund. 1993: 8-11) ได้ให้หลักการสร้างไว้ดังนี้

1. ต้องนิยามพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่ต้องการจะวัดให้ชัดเจน โดยกำหนดกำหนดในรูปของจุดประสงค์ของบทเรียนหรือรายวิชาด้วยคำที่เฉพาะเจาะจง สามารถวัดและสังเกตได้
2. ควรสร้างแบบทดสอบวัดให้ครอบคลุมผลการเรียนรู้ที่ได้กำหนดไว้ ทั้งหมด ทั้งในระดับความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้และระดับที่ซับซ้อนมากขึ้น
3. แบบทดสอบที่สร้างขึ้นควรจะวัดพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่เป็นตัวแทนของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยจะต้องกำหนดตัวชี้วัด และขอบเขตของผลการเรียนรู้ที่จะวัดแล้วจึงเขียนข้อสอบตามตัวชี้วัดจากขอบเขตที่กำหนดไว้
4. แบบทดสอบที่สร้างขึ้น ควรประกอบด้วยข้อสอบชนิดต่างๆ ที่เหมาะสมและสอดคล้องกับการวัดพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ให้มากที่สุด

5. ควรสร้างแบบทดสอบโดยคำนึงถึงแผนหรือวัตถุประสงค์ของการนำผลการทดสอบไปใช้ประโยชน์ จะได้เขียนข้อสอบให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และทันใช้ตามแผนที่กำหนดไว้ เช่น การใช้แบบทดสอบก่อนการเรียนการสอน (pretest) สำหรับตรวจสอบพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนเพื่อการสอนซ่อมเสริม การใช้แบบทดสอบระหว่างการเรียนการสอนเพื่อการปรับปรุงการเรียนการสอน (formative test) และ การใช้แบบทดสอบหลังการเรียนการสอนเพื่อตัดสินผลการเรียน (summative test)

6. แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจะต้องทำให้การตรวจให้คะแนนไม่มีความคลาดเคลื่อน จากการวัด (measurement errors) ซึ่งไม่ว่าจะนำแบบทดสอบไปทดสอบกับผู้เรียนในเวลาที่แตกต่างกัน จะต้องได้ผลการวัดเหมือนเดิม

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556: 173-190) ได้อธิบายขั้นตอนการสร้างและพัฒนาแบบสอบผลสัมฤทธิ์ ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบ
 - วิเคราะห์จุดมุ่งหมาย
 - วิเคราะห์เนื้อเรื่อง
 - วิเคราะห์กิจกรรม/ประสบการณ์
2. ออกแบบการสร้างแบบสอบ
 - วางแผนการทดสอบ
 - กำหนดรูปแบบของแบบสอบ
 - สร้างแผนผังการทดสอบ
 - สร้างผังข้อสอบ
3. เขียนข้อสอบ
 - กำหนดแบบแผนข้อสอบ
 - ร่างข้อสอบ
 - ทบทวนร่างข้อสอบ
 - บรรณาธิการข้อสอบ
4. ทดลองใช้ข้อสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ
 - วิเคราะห์ข้อสอบ
 - การคัดเลือกข้อสอบรวมเป็นแบบสอบ
 - การวิเคราะห์แบบสอบ
5. นำแบบสอบไปใช้
 - คำสั่ง
 - กำหนดเวลาสอบ
 - เงื่อนไขการสอบ
 - การตรวจให้คะแนน

- การนำผลไปใช้
- 6. วิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบ
 - วิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของคะแนนสอบ
 - การวิเคราะห์แบบสอบ

7. ปรับปรุงแบบสอบ

บุญชม ศรีสะอาด (2540: 29) ได้อธิบายการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ว่าประกอบไปด้วยขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ
2. ศึกษาทฤษฎี วิธีการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบและวิธีเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบ
3. วิเคราะห์เนื้อหาและจุดมุ่งหมายของหลักสูตร
4. เขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
5. ให้ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาพิจารณาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมว่าสอดคล้องกับเนื้อหาของบทเรียนหรือไม่
6. เขียนข้อสอบวัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
7. ให้ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชาและด้านวัดผลพิจารณาว่าแต่ละข้อวัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่ เลือกข้อที่เหมาะสม
8. ทดสอบสอบครั้งที่ 1
9. วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อและปรับปรุง
10. ทดสอบครั้งที่ 2
11. วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อและปรับปรุง
12. ทดสอบครั้งที่ 3
13. วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อจุดตัดความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรง
14. จัดทำคู่มือการใช้แบบทดสอบและจัดพิมพ์แบบทดสอบเป็นรูปเล่ม

จากแนวทางการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ประกอบด้วย การกำหนดวัตถุประสงค์ของการสร้างแบบทดสอบ การวิเคราะห์เนื้อหา การวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม การดำเนินการออกข้อสอบ และการหาคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำแบบทดสอบไปใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi-experimental Method) ซึ่งผู้วิจัยทำการศึกษาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลักสูตร จี ปุ ลิ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบแผนการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนวัดนวลนรดิศ จำนวน 5 ห้องเรียน โดยมีห้องที่ละความสามารถของนักเรียน ทั้งหมด 3 ห้องเรียน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้แก่นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดนวลนรดิศ ที่ศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 2 ห้องเรียน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยวิธีการสุ่มจากห้องเรียน 3 ห้องเรียน มา 2 ห้องเรียน โดยมีห้องเป็นหน่วยในการสุ่ม จากนั้นทำการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยให้ 1 ห้องเป็นกลุ่มทดลอง และ 1 ห้องเป็นกลุ่มควบคุม

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาชีววิทยาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ

เนื้อหาประกอบไปด้วยหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1) โครงสร้างของคลอโรพลาสต์และสารสีในปฏิกิริยาแสง	จำนวน 3 คาบเรียน
2) ปฏิกิริยาแสง (Light Reaction)	จำนวน 3 คาบเรียน
3) การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2 fixation)	จำนวน 3 คาบเรียน
4) โฟโตเรสไพเรชัน (photorespiration)	จำนวน 3 คาบเรียน
5) กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C_4	จำนวน 3 คาบเรียน
6) กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช CAM	จำนวน 3 คาบเรียน
7) ปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง	จำนวน 3 คาบเรียน
รวม	จำนวน 21 คาบเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เป็นแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ ซึ่งประกอบไปด้วย

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement) ในขั้นตอนนี้จะเน้นกิจกรรมการฟังหรือการอ่าน (ส)

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration) ในขั้นตอนนี้จะเน้นกิจกรรมการคิด (จ)

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ในขั้นตอนนี้จะเน้นกิจกรรมการคิดและการใช้คำถาม (จ , ป)

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration) ในขั้นตอนนี้จะเน้นกิจกรรมการใช้คำถาม (ป)

ขั้นที่ 5 ประเมิน (Evaluation) ในขั้นตอนนี้จะผู้เรียนจะเน้นการเขียน (ล)

2. แบบแผนการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง(Quasi-experimental Method) โดยใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Control Group Pretest-Posttest Design ซึ่งมีรูปแบบการวิจัย ดังนี้

ตาราง 1 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	การทดลอง	สอบหลัง
(R) E	T_{1E}	X	T_{2E}
(R) C	T_{1C}	$\sim X$	T_{2C}

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

(R) E	แทน	กลุ่มทดลองซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ
(R) C	แทน	กลุ่มควบคุม ซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน
T _{1E}	แทน	การสอบก่อนการทดลองของกลุ่มทดลอง
T _{1C}	แทน	การสอบก่อนการทดลองของกลุ่มควบคุม
T _{2E}	แทน	การสอบหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง
T _{2C}	แทน	การสอบหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม
X	แทน	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ
~X	แทน	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

3. การสร้างเครื่องมือการวิจัย (การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ ประกอบด้วย

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาเรียนรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ

3.2 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3 แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาเรียนรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ

เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ศึกษาผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม วิเคราะห์ขอบเขตของเนื้อหา และหน่วยการเรียนรู้วิชาชีววิทยาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ และวิธีเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

4. วิเคราะห์เนื้อหา สาระการเรียนรู้เพื่อนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีขั้นตอนการจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ

5. ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาเรียนรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 7 แผนการเรียนรู้ แผนละ 3 คาบเรียน คาบเรียนละ 55 นาที โดยแบ่งเป็นทดสอบก่อนเรียน 1 คาบเรียน ดำเนินการสอน 21 คาบเรียน และทดสอบหลังเรียน 1 คาบเรียนรวมทั้งสิ้น 23 คาบเรียน ซึ่งการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการกระตุ้นให้เกิดความสนใจใคร่รู้นำไปสู่ประเด็นที่จะศึกษาค้นคว้าให้ชัดเจนยิ่งขึ้นโดยในขั้นตอนนี้จะเน้นกิจกรรมการฟังหรือการอ่าน (สุ)

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นการทำความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษา โดยวิธีการศึกษาอาจเป็นการตรวจสอบ การทดลอง การปฏิบัติ การสืบค้นความรู้ และร่วมกันอภิปรายถึงประเด็นหรือคำถามต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างพอเพียงในการที่จะใช้ในขั้นต่อไป โดยในขั้นตอนนี้จะเน้นกิจกรรมการคิด (จิ)

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการนำข้อมูลที่ได้อภิปรายวิเคราะห์ ผลสรุปผล โดยใช้คำถามต่างๆ และคิดออกแบบแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อสรุปความรู้ความเข้าใจ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะเน้นกิจกรรมการคิดและการใช้คำถาม (จิ , ปุ)

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration) โดยในขั้นตอนนี้จะเน้นกิจกรรมการใช้คำถาม (ปุ) ที่เกิดจากความสงสัยของผู้เรียนในประเด็นต่างๆ ที่เกิดจากการนำความรู้ที่มีไปเชื่อมโยงกับข้อมูลที่ได้รับการมาจากการทำกิจกรรม

ขั้นที่ 5 ประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ว่าผู้เรียนมีความรู้ อะไรบ้าง ได้รับความรู้มากน้อยเพียงใด โดยขั้นตอนนี้จะผู้เรียนจะเน้นการเขียนโดยให้นักเรียนสรุปความรู้ในรูปแบบต่างๆ เช่น ผังมโนทัศน์ (ลิ) และมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้แบบจำลองที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างขึ้น

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบพิจารณาและแก้ไขปรับปรุง

7. หลังจากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทและเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างเนื้อหา และให้ข้อคิดเห็นโดยมีค่าความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00

8. ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3.2 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดและการประเมินผล วิธีการสร้างแบบทดสอบและการเขียนข้อสอบสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยแบ่งพฤติกรรมการวัด 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการสังเคราะห์ และด้านการประเมินค่าสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบตามระดับพฤติกรรมการวัด

4. สร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ (Multiple choices) 4 ตัวเลือกรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยสร้างตามตารางวิเคราะห์เนื้อหาซึ่งจะวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย 3 ด้าน คือ การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมินค่า จำนวน 30 ข้อ โดยสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 2 ชุด แบ่งเป็นชุดที่ 1 และชุดที่ 2

5. นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ และเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจพิจารณาความถูกต้องของเนื้อหาและการใช้ภาษา รวมทั้งความตรงเชิงเนื้อหา (Validity) โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับเนื้อหาที่จะทดสอบ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์จำนวน 5 ท่าน พิจารณาให้ความเห็นและให้คะแนน ดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้น เป็นตัวแทนในการทดสอบเนื้อหานั้นๆ
- 0 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้น เป็นตัวแทนในการทดสอบเนื้อหานั้นๆ หรือไม่
- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้น ไม่เป็นตัวแทนในการทดสอบเนื้อหานั้นๆ แล้วนำ

คะแนนที่ได้มาแทนค่าในสูตร

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

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบนั้นกับมโนคติที่จะทดสอบ

R คือ ผลรวมของคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

นำผลการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณแต่ละข้อ เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ (IOC) คัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องได้มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 โดยค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของข้อสอบทั้ง 2 ชุด พบว่า

ชุดที่ 1 มีค่า IOC ระหว่าง 0.60-1.00 ใช้ได้ 29 ข้อ ใช้ไม่ได้ 1 ข้อ

ชุดที่ 2 มีค่า IOC ระหว่าง 0.60-1.00 ใช้ได้ 29 ข้อ ใช้ไม่ได้ 1 ข้อ

6. นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 2 ชุด ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดนวลนรดิศ ที่เคยเรียนเรื่องนี้มาแล้ว เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นรายข้อ โดยการหาค่าความยากง่าย (Difficulty : P) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination : r) และปรับปรุงข้อคำถามให้ได้จำนวนตามกรอบที่กำหนดจำนวน 30 ข้อโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปพบว่า

ชุดที่ 1 มีค่าความยากง่าย (P) ระหว่าง 0.21-0.67 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง (r) 0.38-0.78

ชุดที่ 2 มีค่าความยากง่าย (P) ระหว่าง 0.36-0.61 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง (r) 0.40-0.78

7. นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยการหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน พบว่า

ชุดที่ 1 มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.77

ชุดที่ 2 มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.81

8. คัดเลือกข้อสอบที่ตรงตามจุดประสงค์และมีคุณภาพจากทั้ง 2 ชุด คัดเลือกไว้ 30 ข้อ เพื่อนำมาเป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ในการวิจัย ซึ่งมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.21-0.67 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.24-0.78 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.79

9. ปรับปรุงแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สมบูรณ์

3.3 แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาประสิทธิภาพของแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
2. ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ จากหนังสือและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์การสร้างแบบจำลอง

3. ดำเนินการสร้างแบบประเมินทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบิค (Scoring Rubric) โดยเลือกใช้รูบิคแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic scoring rubric) โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ด้านการวางแผนด้านการลงมือปฏิบัติ ด้านการนำไปใช้และด้านการปรับปรุงโดยสร้างขึ้นจากกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของชาวสและคณะ (Schwarz; et al. 2009: 3) ฮันเตอร์ (Hunter. 2006: 9) และอารยา ควัฒน์กุล (2558: 78) ซึ่งผู้วิจัยแบ่งการประเมินในด้านต่างๆ ดังนี้

3.1 ด้านการวางแผน หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการวางแผน การออกแบบแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระเบียบ มีขั้นตอน และมีความเป็นไปได้ในการสร้างแบบจำลอง

3.2 ด้านการลงมือปฏิบัติ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ตามลำดับขั้นตอนที่วางแผนไว้ และมีการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม

3.3 ด้านการนำไปใช้หมายถึงความสามารถของผู้เรียนในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้สามารถอธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์ และทำให้มีความเข้าใจในหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ง่ายและชัดเจนมากขึ้น

3.4 ด้านการปรับปรุงหมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการบอกจุดอ่อนของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้างขึ้นและสามารถเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขได้

4. นำแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลอง ที่สร้างเสร็จแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาตรวจสอบ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

5. นำแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลอง ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่านเพื่อตรวจสอบความสอดคล้อง ซึ่งค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.80-1.00

6. ปรับปรุงแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ให้สมบูรณ์

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) 2 ห้องเรียนโดยมีห้องเป็นหน่วยในการสุ่มและสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) 1 ห้องเรียนเป็นห้องที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนและอีก 1 ห้องเรียนเป็นห้องที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2. ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ใช้เวลา 1 คาบเรียน

3. ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง ใช้ระยะเวลาทดลอง 3 คาบต่อสัปดาห์ คาบละ 55 นาที รวม 21 คาบเรียน เป็นเวลา 7 สัปดาห์

4. ผู้วิจัยประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยประเมินจากแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้างขึ้น จำนวน 7 ชิ้นของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

5. เมื่อสิ้นสุดตามกำหนด ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ใช้เวลา 1 คาบเรียน

6. นำผลคะแนนจากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

5. การจัดทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. ก่อนการทดลอง

1.1 ให้นักเรียนทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน (Pre-test) และนำกระดาษคำตอบของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง มาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิด หรือไม่ตอบ ให้ 0 คะแนนเพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และนำมาวิเคราะห์ด้วย t-test for independent ซึ่งพบว่า การทดสอบก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน

2. ระหว่างการทดลอง

2.1 วิเคราะห์ข้อมูลจากการประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลอง ทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 7 ชิ้น มาตรวจให้คะแนนโดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบิค (Scoring Rubric) ซึ่งใช้รูบิคแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic scoring rubric) 4 ระดับ ได้แก่ ดีมาก (4คะแนน), ดี (3 คะแนน), พอใช้ (2 คะแนน) และต้องปรับปรุง (1 คะแนน) โดยมีรายละเอียดเกณฑ์การประเมินดังปรากฏในภาคผนวกหน้า 115

2.2 นำคะแนนของนักเรียนทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และหาคะแนนพัฒนาการความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของแบบจำลอง ด้วยสูตรคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ของศิริชัย กาญจนวาสี (2556: 278) โดยให้คะแนนของชั้นที่ 1 แทน X และให้คะแนนชั้นที่ 7 แทน Y

$$GS (\%) = \frac{(Y-X)}{F-X} \times 100$$

ภาพประกอบ 3 หลักการคำนวณคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์

เมื่อ GS (%)	=	คะแนนร้อยละของพัฒนาการของผู้เรียน (คิดเป็นร้อยละ)
X	=	คะแนนวัดครั้งแรก
Y	=	คะแนนวัดครั้งหลัง
F	=	คะแนนเต็ม

3. หลังการทดลอง

3.1 ให้นักเรียนทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน (Post-test) และนำกระดาษคำตอบของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง มาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิด หรือไม่ตอบ ให้ 0 คะแนนเพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูล โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และนำมาวิเคราะห์ข้อมูลของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วย t-test for independent ต่อไป

6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 สถิติพื้นฐาน ได้แก่

6.1.1 การหาค่าเฉลี่ย (Mean)

6.1.2 การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

6.2 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

6.2.1 การหาค่าความเที่ยงตรง โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

6.2.2 หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)

6.2.3 หาค่าความยากง่าย (Difficulty)

6.2.4 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้ KR20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน

6.3 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

6.3.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก สุ จี ปุ ลิ ด้วยการทดสอบค่า t-test (t-test for dependent)

6.3.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก สุ จี ปุ ลิ และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ด้วยการทดสอบค่า t-test (t-test for independent)

6.3.3 เปรียบเทียบคะแนนพัฒนาการความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับหลัก สุ จี ปุ ลิ และการจัดการเรียนรู้แบบปกติด้วยสูตรคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ของ ศิริชัย กาญจนวาสี (2556: 278)



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

N	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
k	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
S.D.	แทน	ค่าเฉลี่ยมาตรฐาน
t	แทน	ค่าวิกฤติที่ใช้ในการพิจารณาการแจกแจงของค่า t
*	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล และแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

3. ผลการเปรียบเทียบคะแนนพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ

ตาราง 2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ

ระดับพฤติกรรมการวัด	กลุ่มทดลอง	N	k	$\bar{X}$	S.D.	t
การวิเคราะห์	ก่อนเรียน	32	22	6.81	1.51	18.83*
	หลังเรียน	32	22	14.69	2.31	
การสังเคราะห์	ก่อนเรียน	32	6	2.28	1.11	14.33*
	หลังเรียน	32	6	4.97	0.70	
การประเมินค่า	ก่อนเรียน	32	2	0.78	0.75	3.43*
	หลังเรียน	32	2	1.38	0.71	
รวม	ก่อนเรียน	32	30	9.91	2.15	24.87*
	หลังเรียน	32	30	21.34	2.51	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ เฉลี่ยเท่ากับ 9.91 คะแนน และ 2.15 ตามลำดับ และหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ มีค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 21.34 คะแนน และ 2.51 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตาราง 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	N	k	$\bar{X}$	S.D.	t
กลุ่มทดลอง	32	30	9.91	2.15	1.98
กลุ่มควบคุม	32	30	8.88	2.01	

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ เท่ากับ 9.91 คะแนน และ 2.15 ตามลำดับ และก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8.88 คะแนน และ 2.01 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ และนักเรียนที่เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยการทดสอบ t-test for independent พบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน จากนั้นจึงนำคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มมาวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐานโดยทดสอบ t-test independent ดังปรากฏในตาราง 4

ตาราง 4 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ระดับพฤติกรรมการวัด	กลุ่มตัวอย่าง	N	k	$\bar{X}$	S.D.	t
การวิเคราะห์	ทดลอง	32	22	14.69	2.31	4.69*
	ควบคุม	32	22	12.06	2.17	
การสังเคราะห์	ทดลอง	32	6	4.97	0.70	2.77*
	ควบคุม	32	6	4.41	0.91	
การประเมินค่า	ทดลอง	32	2	1.75	0.71	2.55*
	ควบคุม	32	2	1.38	0.44	
รวม	ทดลอง	32	30	21.34	2.51	8.46*
	ควบคุม	32	30	18.13	2.67	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 4 พบว่าคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.34 คะแนนและ 2.51 ตามลำดับ และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 18.13 คะแนน และ 2.67 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

3. ผลการเปรียบเทียบคะแนนพัฒนาการความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตาราง 5 เปรียบเทียบคะแนนพัฒนาการความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

หัวข้อ	กลุ่มทดลอง					กลุ่มควบคุม				
	N	k	$\bar{X}$	S.D.	GS	N	k	$\bar{X}$	S.D.	GS
โครงสร้างคลอโรพลาสต์และสารสี	32	16	12.88	1.18	7.99	32	16	11.63	1.01	5.72
ปฏิกิริยาแสง (Light Reaction)	32	16	12.75	0.98		32	16	11.50	1.13	
การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂ fixation)	32	16	13.75	0.84		32	16	12.13	1.07	
โฟโตเรสไพเรชัน (Photorespiration)	32	16	14.00	1.02		32	16	11.63	0.87	
กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของ CO ₂ ในพืช C ₄	32	16	13.88	0.61		32	16	11.88	0.79	
กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของ CO ₂ ในพืช CAM	32	16	13.13	1.07		32	16	12.00	0.72	
ปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง	32	16	13.13	0.94		32	16	11.88	1.02	
รวม	32	16	13.36	0.61		32	16	11.80	0.32	

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 5 พบว่า คะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ เท่ากับ 13.36 คะแนน และ 0.61 ตามลำดับ และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 11.80 คะแนน และ 0.32 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนพัฒนาการความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ และนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีคะแนนพัฒนาการความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 7.99 และ 5.72 ตามลำดับ ซึ่งพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนพัฒนาการความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3



บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi-experimental Method) ซึ่งผู้วิจัยทำการศึกษาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลักสุ จิ ปุ ลิ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับ หลัก สุ จิ ปุ ลิ
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก สุ จิ ปุ ลิ กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
3. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนพัฒนาการความสามารถในการสร้างแบบจำลองเรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก สุ จิ ปุ ลิ และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลักสุ จิ ปุ ลิ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่เรียนโดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลักสุ จิ ปุ ลิ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ
3. นักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลักสุ จิ ปุ ลิ มีคะแนนพัฒนาการความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนวัดนวลนรดิศ จำนวน 5 ห้องเรียน โดยมีห้องที่ละความสามารถทั้งหมด 3 ห้องเรียน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดนวลนรดิศ ที่ศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 2 ห้องเรียน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยวิธีการสุ่มจากห้องเรียน 3 ห้อง มา 2 ห้อง โดยมีห้องเป็นหน่วยในการสุ่ม และสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้อง และ 1 ห้อง เป็นกลุ่มควบคุม

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) 2 ห้องเรียน โดยมีห้องเป็นหน่วยในการสุ่ม และสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) 1 ห้องเรียนเป็นห้องที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนและอีก 1 ห้อง เป็นห้องที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
2. ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ใช้เวลา 1 คาบ
3. ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง ใช้ระยะเวลาทดลอง 3 คาบต่อสัปดาห์ คาบละ 55 นาที รวม 21 คาบ เป็นเวลา 7 สัปดาห์
4. ผู้วิจัยประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยประเมินจากแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้างขึ้น จำนวน 7 ชิ้นของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
5. เมื่อสิ้นสุดตามกำหนด ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ใช้เวลา 1 คาบเรียน
6. นำผลคะแนนจากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ มีคะแนนพัฒนาการความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ

อภิปรายผล

จากการศึกษาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ อภิปรายผลการศึกษาดังนี้

1. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ

จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

ประการที่หนึ่ง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกการลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเอง ได้ร่วมกันทำกิจกรรมกลุ่ม ได้นำความรู้ที่ได้จากกิจกรรมการเรียนรู้มาออกแบบสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่ออธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์ให้เข้าใจได้ง่ายและชัดเจนมากขึ้น และนักเรียนจะได้ร่วมกันอภิปราย เพื่อให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน รวมทั้งการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในกลุ่มจากการทำกิจกรรมต่างๆ ร่วมกันดังที่ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545: 78) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการพัฒนาศักยภาพด้านสติปัญญา ช่วยฝึกให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีค้นคว้าหาความรู้อย่างเป็นกระบวนการ และนักเรียนได้ประสบการณ์ตรง ได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการสืบเสาะหาความรู้ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการสอนวิทยาศาสตร์ที่ช่วยพัฒนาทั้งด้านอารมณ์ สังคม สติปัญญา และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเมื่อนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนเหล่านี้ และนักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้ก็จะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น

ประการที่สอง ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก สุ จิ ปุ ลิ ซึ่งประกอบไปด้วย ความรู้ที่เกิดจากการฟัง (สุตะ) ความรู้ที่เกิดจากการคิด (จินตนะ) ความรู้ที่เกิดจากการถาม (ปัญญา) และความรู้ที่เกิดจากการจดบันทึก (ลิขิต) โดยมีแนวคิดว่า การเรียนรู้ในองค์ความรู้ที่มีอยู่และการสร้างองค์ความรู้ใหม่เกิดจากการได้ยินได้ฟัง การสืบค้นข้อมูลนำไปสู่การคิดซึ่งเป็นกระบวนการทางสมองที่ซับซ้อนก่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ ขณะเดียวกันเมื่อสงสัยไม่เข้าใจก็สอบถามให้เกิดกระบวนการคิดซ้ำเพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องเหมาะสม จนเกิดความรู้หรือสามารถนำไปสู่องค์ความรู้ใหม่ได้แล้วจึงบันทึกไว้เพื่อทบทวนหรือเป็นแนวทางในการศึกษาต่อไป (พิทยา รัตน์เลิศลบ. 2550: 120) ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถทั้งในการฟัง การคิด การถามและการเขียน โดยในการวัดและประเมินผลทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์นั้น ใช้เพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้ของผู้เรียนของผู้เรียนตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ทำให้ผู้สอนทราบว่าผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ ความสามารถถึงระดับมาตรฐานที่ผู้สอนกำหนดไว้หรือยัง หรือมีความรู้ความสามารถระดับใด หรือมีความรู้ความสามารถดีเพียงใด เมื่อเปรียบเทียบกับเพื่อนๆ ที่เรียนด้วยกัน (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2556: 165) โดยในการวิจัยครั้งนี้ใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ที่เน้นการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมินค่า เพื่อให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลัก สุ จิ ปุ ลิ ที่ได้ฝึกให้ผู้เรียนได้ฝึกการฟัง การคิด การถามและการเขียน ซึ่งก็สอดคล้องกับงานวิจัยของทินรัตน์ กาญจนกฤษ (2550: 112) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก สุ จิ ปุ ลิ กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก สุ จิ ปุ ลิ กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก สุ จิ ปุ ลิ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก สุ จิ ปุ ลิ นั้น มีส่วนช่วยส่งเสริมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เนื่องจาก สุ จิ ปุ ลิ เป็นหนทางที่จะนำไปสู่การเป็นผู้มีความรู้ มีทักษะในการคิด ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีลักษณะ คือ 1) ฟังเป็น มีความสุขกับการฟัง และรับรู้สาระจากการฟังได้อย่างมีประสิทธิภาพ 2) คิดเป็น มีความสุขกับการคิด และสามารถใช้การคิดเพื่อกลั่นกรอง สรุปสาระที่รับรู้มาใช้เป็นประโยชน์ แก่ตนเองได้ 3) ถามเป็น ตอบเป็น มีความสุขกับการถามตอบ เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้และสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องให้แก่ตนเองได้ 4) เขียนเป็น จดบันทึกเป็น มีความสุขกับการจดบันทึก และสามารถใช้การจดบันทึกเพื่อ

เก็บรวบรวมข้อมูลข่าวสาร และความคิดที่เป็นประโยชน์แก่ตนเอง (ชาญชัย อินทรประวัติ. 2554: 6) ซึ่งจากการวิเคราะห์คะแนนก่อนเรียนของนักเรียนทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า คะแนนก่อนเรียนของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อนักเรียนในกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ ที่ได้เน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาในด้านการฟัง การคิด การถาม และการเขียนนั้น จึงส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่ทั้งนี้ก็อาจจะมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน เป็นการพัฒนาให้โอกาสแก่ผู้เรียนได้ฝึกคิด ฝึกสังเกต ฝึกถามตอบ ฝึกการสื่อสาร ฝึกเชื่อมโยงบูรณาการ ฝึกบันทึก ฝึกนำเสนอ ฝึกวิเคราะห์วิจารณ์ ฝึกสร้างองค์ความรู้ โดยมีครูเป็นผู้นำกับควบคุมและดำเนินการให้คำปรึกษาชี้แนะ ช่วยเหลือให้กำลังใจ เป็นผู้กระตุ้นส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดและเรียนรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ซึ่งกันและกัน และสามารถพัฒนาผู้เรียนให้กล้าคิด กล้าทำ กล้าซักถาม กล้าโต้แย้ง กล้าแสดงออก รู้จักคิดวิเคราะห์ มีความคิดหลากหลาย มีจิตวิทยาศาสตร์ ทำให้บรรยากาศการเรียนรู้ เป็นบรรยากาศการเรียนรู้อย่างอิสระและสร้างสรรค์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2550: 56-57) ซึ่งเมื่อเพิ่มหลัก ส จี ปุ ลิ ลงไปยิ่งช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพัทธนา รัตนเลิศ (2550: 128) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามหลักหัวใจนักปราชญ์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการสอนเพิ่มขึ้นจากก่อนสอนมากกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 และผลการวิจัยของ พรทิพย์ ปานชา (2553: 107) พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์เรื่องบทร้อยกรองชวนคิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบ ส จี ปุ ลิ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. การศึกษาคะแนนพัฒนาการความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

จากการเปรียบเทียบคะแนนพัฒนาการความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับ หลัก ส จี ปุ ลิ มีคะแนนพัฒนาการความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

ประการที่หนึ่ง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการช่วยให้ครูได้พัฒนาความสามารถของนักเรียน ซึ่งการสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มของความสามารถที่ซับซ้อน ขณะที่นักเรียนตั้งใจอยู่กับการสังเกต สำรวจตรวจสอบ นักเรียนยังจะได้พัฒนาความสามารถในการตอบคำถาม ได้สำรวจตรวจสอบแง่มุมต่างๆ ในโลกธรรมชาติรอบตัวนักเรียน แล้วใช้ผลการสังเกตสำรวจ ตรวจสอบอย่างหลากหลาย สร้างคำอธิบายที่มีเหตุผลตอบคำถามที่สงสัย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2552: 9) และจากองค์ประกอบสำคัญของการสืบเสาะหา

ความรู้ 5 ขั้นตอนซึ่งประกอบไปด้วย 1) ผู้เรียนตั้งใจจดจ่อกับการถามคำถามวิทยาศาสตร์ 2) ผู้เรียนให้ความสำคัญกับประจักษ์พยานที่สอดคล้องกับคำถาม 3) ผู้เรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยาน 4) ผู้เรียนเชื่อมโยงคำอธิบายกับความรู้วิทยาศาสตร์และความรู้อื่นๆ 5) ผู้เรียนสื่อสารนำเสนอคำอธิบายของตนเอง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2552: 11-12) โดยจากองค์ประกอบสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้เหล่านี้จะช่วยส่งเสริมการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากผู้เรียนจะต้องฝึกกระบวนการใช้คำถามจากสถานการณ์หรือปัญหาที่ครูผู้สอนกระตุ้นให้แก่ผู้เรียน จากนั้นผู้เรียนจะต้องทดลองหรือเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ เพื่อมาสร้างคำอธิบายจากข้อมูลที่มี โดยการนำมาวิเคราะห์และใช้เป็นหลักฐานในการสร้างคำอธิบายการเริ่มออกแบบแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และลงมือสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เมื่อสร้างแบบจำลองแล้ว นักเรียนได้จะนำเสนอผลงานและร่วมกันประเมินชิ้นงานของกลุ่มอื่นๆ

ประการที่สอง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลิ นั้น เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้การฟัง การคิด การถาม และการเขียน โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลัก ส จี ปุ ลิ เป็นการสอนที่เริ่มต้นด้วยการให้นักเรียนทำกิจกรรมสำรวจ ตรวจสอบ สืบค้นข้อมูลหรือฟังการบรรยาย เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนคิดหรือส่งเสริมให้นักเรียนถามคำถามหรือข้อสงสัย นำมาสู่การอภิปรายหาคำตอบของคำถามและลงข้อสรุปเป็นองค์ความรู้ โดยนักเรียนจะเป็นผู้บันทึกข้อสรุปลงในสมุดการสนทนาตามรูปแบบนี้จะส่งเสริมให้นักเรียน คิด ถาม คำถาม และจดบันทึกข้อสรุปเป็นใจความสำคัญหรือองค์ความรู้ที่ได้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ. 2544: 38) และหากสังเกตจากคะแนนพัฒนาการความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มนั้นจะมีความแตกต่างกันไม่มากและจะสังเกตได้ว่าคะแนนพัฒนาการไม่มากนัก ซึ่งอาจเกิดจากแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นแต่ละชั้นมีลักษณะที่แตกต่างกัน จึงอาจทำให้เราไม่เห็นถึงพัฒนาการและส่งผลให้คะแนนพัฒนาการไม่มากเท่าที่ควร รวมทั้งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ก็เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยผู้สอนมีบทบาทในการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง แล้วสรุปออกมาเป็นหลักการ หรือวิธีการในการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ (วิณา ประชากุล; และประสาธ เนืองเฉลิม. 2553: 228) และวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เพิ่มหลักสจิปุลิ เข้าไปนั้นจะช่วยทำให้ผู้เรียนได้ถูกฝึกฝนในการฟัง การคิด การถาม และการเขียนมากขึ้น จึงทำให้นักเรียนในกลุ่มทดลองมีคะแนนพัฒนาการความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อารยา ควัฒน์กุล (2558: 51) ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล ด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

และงานวิจัยของโกเมศนาแจ้ง (2555: 1830) ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองจัดอยู่ในระดับพอใช้และนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยในครั้งนี้ มีข้อเสนอแนะ ดังต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรมีการจัดสรรเวลาให้เหมาะสมเพื่อให้ นักเรียนได้แสดงความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากยิ่งขึ้น

1.2 สามารถนำหลัก ส จี ปุ ลิ ไปใช้เป็นแนวทางในการวัดและประเมินการอ่าน คิด วิเคราะห์ได้

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาหลัก ส จี ปุ ลิ กับตัวแปรอื่นๆ เช่น ความสามารถในการคิด วิเคราะห์ หรือการวิเคราะห์หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน รวมทั้งการวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาอื่นๆ หรือในระดับชั้นอื่นๆ

2.2 ควรทำการศึกษาเกี่ยวกับการอ่าน คิด วิเคราะห์ในทางวิทยาศาสตร์



บรรณานุกรม

- กัลยา ตันติผลาชีวะ. (2551). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับเด็กปฐมวัย. กรุงเทพฯ: เบรน-เบส บุ๊คส์.
- กองวิจัยทางการศึกษา. (2542). ศักยภาพของเด็กไทย. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- กฤษณ์ เพ็ชรทวีพรเดช; และคณะ. (2550). สอดยอดวิธีสอนวิทยาศาสตร์นำไปสู่การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- กลุ่มวิจัยพัฒนาการเรียนรู้. (2536). นวัตกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ: ชุรูสภา ลาดพร้าว.
- กิตติชัย สุทธาสโนบล. (2557, ธันวาคม). เทคนิคการใช้คำถาม. สารานุกรมศึกษาศาสตร์. 49: 95-106.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). กิจกรรมส่งเสริมการอ่าน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ชุรูสภา ลาดพร้าว.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2546). การคิดเชิงวิเคราะห์. กรุงเทพฯ: ชัคเชสมิเดีย.
- กรมวิชาการ. (2542). หนังสือกับการส่งเสริมการอ่าน. กรุงเทพฯ: ชุรูสภาลาดพร้าว.
- โกเมศนาแจ้ง. (2555). ผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ MCIS ที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์เรื่อง กฎการเคลื่อนที่และแบบของการเคลื่อนที่ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา. 7(1) : 1830-1844.
- คณาจารย์มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย. (2551). ภาษากับการสื่อสาร. กรุงเทพฯ: มหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย.
- ฉันท ชาติทอง. (2554). สอนคิด การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิด. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เพชรเกษมการพิมพ์.
- จินดา งามสุทธิ. (2549). การพูด. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- เจตน์สุภะ อินทร์จันทร์. (2554). ผลการเรียนรู้แบบอีเลิร์นนิ่ง ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสุจริต ที่มีต่อความสามารถในการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาชั้นโท. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร. ถ่ายเอกสาร.
- ฉวีวรรณ คูหาภินันท์. (2542). การอ่านและการส่งเสริมการอ่าน (Reading and Reading Promotion). กรุงเทพฯ: ศิลปบรรณาคาร.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2555). 80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตปอเรนซ์.

- ชาญชัย อินทรประวัตติ. (2554, มกราคม-เมษายน). หุ่นส่วนในการเรียนการสอน : ตอนที่ 2 การพัฒนาเครื่องมืออาชีพตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิอุดมศึกษา. วารสารศึกษาทั่วไป มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 4(1): 1-6.
- ชาติ แจ่มนุช. (2545). สอนอย่างไรให้คิดเป็น. กรุงเทพฯ: เลียงเชียง.
- ชนาธิป พรกุล. (2557). การสอนกระบวนการคิด ทักษะและการนำไปใช้. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2557). เทคนิคการใช้คำถาม เพื่อพัฒนาการคิด. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: วีพริ้นท์.
- ชูศิลป์ อัฐชู และคณะ. (2550). การจัดกระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน เพื่อพัฒนากระบวนการคิดระดับสูง. วารสารสำนักงานส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 35(147): 56-57.
- ทินรัตน์ กาญจนกฤษ. (2550). การศึกษาผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนเตรียมทหาร. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นภาพร เกตทอง. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการเรียนด้วยการนำตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นิวัฒน์ หน่วงเกษม. (2556). “สุ จิ ปุ ลิ” หัวใจนักปราชญ์. สืบค้นเมื่อ 10 กรกฎาคม 2559, จาก นิติมา รุจิเรชาสุวรรณ. (2554). ประสิทธิผลของการใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารชีวโมเลกุลที่พัฒนาขึ้นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (เคมี). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2540). การวิจัยทางการวัดและประเมินผล. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ประสาธน์ เนืองเฉลิม. (2558). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: แอดทีฟพริ้นท์.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2551). การพัฒนาการคิด. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เทคนิคพริ้นติ้ง.
- พัทยา รัตน์เลิศลบ; และดวงจันทร์ เตียววิไล. (2551). ผลของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามหลักหัวใจนักปราชญ์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระสังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วารสารการวิจัยทางการศึกษา. 7(1):117-133.

- พรทิพย์ ปานชา. (2553). การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อการเรียนภาษาไทย เรื่องบทร้อยกรองชวนคิด โดยใช้วิธีสอนแบบ สุ จิ ปุ ลิ และวิธีการสอนตามหลักพหุสต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ คม. (หลักสูตรและการสอน). ลพบุรี: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี. ถ่ายเอกสาร.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2529). การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2545). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้: ปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียน. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ : ครุศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- (2553). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิทยา ลิ้มมณี. (2540). เอกสารคำสอนการเขียนสร้างสรรค์. มหาสารคาม: ภาควิชาภาษาไทยคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ สถาบันราชภัฏมหาสารคาม.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2545). พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- (2550). ประมวลบทความ ปรับวิธีเรียน เปลี่ยนวิธีสอนวิทยาศาสตร์สู่ห้องเรียนแห่งการคิด. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2545). วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- เพ็ญศรี จันทรดวง. (2544, ตุลาคม-ธันวาคม). สอนการฟังอย่างไร นะให้คิด. สารภาษาไทย. 1(2): 49-62.
- พ่อน เปรมพันธุ์. (2542). ศาสตร์แห่งการใช้ภาษาไทย. กาญจนบุรี: คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ สถาบันราชภัฏกาญจนบุรี.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์(ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- พรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์. (2557, มกราคม-เมษายน). แบบจำลองทางความคิด เรื่อง โครงสร้างอะตอมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์. 29(1): 141-160.
- มนัส บุญประกอบ. (2542, กันยายน). แผนผังมโนทัศน์กับการเสริมสร้างสุจิตุลิ. บัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 3(3): 46-55.
- มณีรัตน์ สุกโชติรัตน์. (2548). อ่านเป็น: เรียนเก่ง-สอนเก่ง. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คพับลิชเคชั่น.
- ยุดา รักไทย; และปานจิตต์ โกญจนววรรณ. (2542). คนฉลาดฟัง (Effective Listening). พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เอ็กสเปอร์เน็ท.

- ยุดา รักไทย; และเบญจมาศ อ่ำพันธุ์. (2542). **คนฉลาดฟัง**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เอ็กซ์เปอร์เน็ท.
- (2544). **คนฉลาดเขียน**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: เอ็กซ์เปอร์เน็ท.
- เยาวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี. (2553). **การวัดผลและการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์**. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัชนี้ ภาเข็ม. (2543). **การพัฒนาแผนการสอนเขียนวิชาภาษาไทย ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แผนภูมิประสมการณ**. รายงานการศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม. (ประถมศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- รวีวงศ์ ศรีทองรุ่ง. (2542). **การพูดเพื่อการประชาสัมพันธ์**. พิมพ์ครั้งที่ 2. เพชรบุรี: สถาบันราชภัฏเพชรบุรี.
- ลักขณา ศรีวัฒน์. (2549). **การคิด**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ลัดดาวัลย์ กันทรสุวรรณ. (2546, พฤศจิกายน-ธันวาคม). “ลูกโซ่ของการเรียนรู้กระบวนการอินโดวี”. **การศึกษาวิจัย คณิตและเทคโนโลยี**. 32: 7-13.
- ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. (2536). **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วิจิตร อวาทกุล. (2545). **เพื่อการพูด การฟัง และการประชุมที่ดี**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- วรรณ โสมประยูร. (2542). **การสอนอ่านภาษาไทยระดับประถมศึกษา**. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- (2553). **เทคนิคการสอนภาษาไทย**. กรุงเทพฯ: ดอกหญ้าวิชาการ.
- วรลี ศรีทธา. (2552). **การพูดเพื่อประสิทธิผล**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- วีณา ประชากุล; และประสาธน์ เนิ่งเฉลิม. (2553). **รูปแบบการเรียนการสอน**. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). **ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศรีชาติ เพ็งอินทร์. (2552). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน**. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ศศิธร วงศ์ชาลี. (2542). การศึกษาความเข้าใจการอ่านความสามารถในการเขียนภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบมุ่งประสบการณ์ทางภาษา กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- สมพร เชื้อพันธ์. (2547). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองกับการจัดการเรียนการสอนตามปกติ. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน). พระนครศรีอยุธยา : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา. ถ่ายเอกสาร
- สมบัติ กาญจนารักพงศ์. (2545). เทคนิคการสอนให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิด. กรุงเทพฯ: ชารอักษร.
- สมบูรณ์ ดันยะ. (2545). การประเมินทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- สายัณห์ ผาน้อย. (2549, มิถุนายน). การสอนกระบวนการคิดโดยการตั้งคำถาม. วารสารวงการครู. 3(30): 108-110.
- สนิท ตั้งทวี. (2545). การใช้ภาษาเชิงปฏิบัติ. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- สุวัฒน์ วิวัฒนานนท์. (2552). ทักษะการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ซีซี นอลลิติจึลิ่งส์.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). ครบเครื่องเรื่องการคิด. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2544, มกราคม). วัฏจักรการเรียนรู้. สารานุกรมศึกษาศาสตร์. 22(1): 103-111.
- สุพัชยา ปาหา. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- โสภณ สาทรสัมฤทธิ์ผล. (2552). ภาษาไทย 1. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ทริปเพิ้ล เอ็ดดูเคชั่น.
- เสาวลักษณ์ นภาลย์. (2548, มกราคม-มีนาคม). ทักษะการใช้คำถามกับการเพิ่มประสิทธิภาพการสอน. พัฒนาเทคนิคศึกษา. 17(53): 41-44.
- สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. (2543). 108 คำครูกระตุ้นให้หนูคิด. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา.

- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2546). การประเมินการอ่าน คิด วิเคราะห์และเขียนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- (2548). การประเมินการอ่านคิดวิเคราะห์และเขียนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- สำนักงานส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). คู่มือการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค.
- (2552). กระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาตามมาตรฐานหลักสูตร. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค.
- สำลี รักสุทธี; และคณะ. (2544). เทคนิควิธีการจัดการเรียนการสอนและเขียนแผนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: พัฒนาศึกษา.
- สำลี รักสุทธี. (2553). สอนอย่างไรให้เด็กอ่านออก อ่านได้ อ่านคล่อง อ่านเป็น เขียนได้ เขียนคล่องและเขียนเป็น. กรุงเทพฯ: พัฒนาศึกษา.
- สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. (2530). รักการอ่าน. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- (2558). รวมปาฐกถาพระราชทานนิพนธ์สมเด็จพระเทพรัตนสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- อัมมาร สยามวาลา. (2552). เด็กไทยเรียนหนัก คะแนนต่ำ. สืบค้นเมื่อ 14 สิงหาคม 2559, จาก <http://www.qlf.or.th/Home/Contents/247>
- อารยาควัฒน์กุล. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล ด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์). ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. ถ่ายเอกสาร.
- อุษณีย์โพธิสุข; และคณะ. (2544). คู่มือการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านทักษะความคิดระดับสูง. กรุงเทพฯ: รัตนพรชัย.
- โอทส์ แก้วจำปา. (2556). เทคนิคการเขียน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- อรพรรณ พรสีมา. (2543). การคิด. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาทักษะการคิด.
- Angela, Shiflet B.; & George, Shiflet W. (2006). **Introduction to Computational Science**. Retrieved August 5, 2015, from http://www.personal.psu.edu/lnl/papers/CSCI_2012.pdf
- Allan, Harrison G.; & David, Treagust F. (2000). A typology of school science models. **International Journal of Science Education**. 22: 1011–1026.

- Bloom, B.S. (1956). **Taxonomy of Education Objective**. New Year: David McKay.
- Grosslight, L., C. Unge; & and E. Jay. (1991). Understanding models and their use in science: Conceptions of middle and high school students and experts. **Journal of Research in Science Teaching**. 28(9): 799-822.
- Arslan, OzgeHarika. (2014,June). **The effects of 5E learning cycle instruction on 10TH Grade students understarnding of cell division and reproduction concepts**. Retrieved August 10, 2015, from <http://docplayer.biz.tr/20023245-The-effect-of-5e-learning-cycle-instruction-on-10th-grade-students-understanding-of-cell-division-and-reproduction-concepts.html>.
- Hunter,Jane. (2006). **Scientific Models – A User-oriented Approach to the Integration of Scientific Data and Digital Libraries**. Retrieved August 5, 2015,from <http://espace.library.uq.edu.au/view/UQ:7942/VALA2006.pdf>.
- Kilavuz, Yeliz. (2005, December). **The effects of 5E learning cycle model based on constructivist theory on tenth grade students understarnding of acid-base concepts**.Retrieved August 10, 2015, from <https://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12608670/index.pdf>.
- Sadi,Ozlem; & Jale,Cakiroglu. (2012). Relation of cognitive variable with student's human circulatory system achievement in tradiyional and learning cycle classroom. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**. 46: 399 – 403. Retrieved August 15, 2015,from <http://earsiv.kmu.edu.tr/bitstream/handle/11492/733>.
- Schwarz, Christina; et al. (2009, June). Models: Defining a learning progression for scientific Modeling.**the Learning Progressions in Science**. Retrieved August 5, 2015, from <http://education.msu.edu/projects/leaps/proceedings/Schwarz.pdf>.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ความสอดคล้องของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- การประเมินความสอดคล้อง (IOC) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ชุดที่ 1)
- การประเมินความสอดคล้อง (IOC) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ชุดที่ 2)
- การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 1
- การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 2
- การประเมินความสอดคล้อง (IOC) แผนการจัดการเรียนรู้

การประเมินความสอดคล้อง (IOC) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน(ชุดที่ 1)

ตาราง 6 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ชุดที่ 1)

ข้อที่	ดัชนีความสอดคล้อง					รวม	IOC	หมายเหตุ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	-1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
3	+1	+1	-1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6	-1	+1	-1	+1	+1	1	0.20	ใช้ไม่ได้
7	+1	+1	-1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
8	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
9	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
10	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
11	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
12	+1	+1	-1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
13	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 6 (ต่อ)

ข้อที่	ดัชนีความสอดคล้อง					รวม	IOC	หมายเหตุ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
16	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
21	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
23	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
24	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
27	+1	-1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
29	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
30	0	+1	0	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้

การประเมินความสอดคล้อง (IOC) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน(ชุดที่ 2)

ตาราง 7 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ชุดที่ 2)

ข้อที่	ดัชนีความสอดคล้อง					รวม	IOC	หมายเหตุ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
2	+1	+1	-1	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
3	+1	+1	-1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
4	+1	+1	-1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6	-1	+1	-1	+1	+1	3	0.20	ใช้ไม่ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
9	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
10	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
13	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้

ตาราง 7 (ต่อ)

ข้อที่	ดัชนีความสอดคล้อง					รวม	IOC	หมายเหตุ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
16	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
17	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
21	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
28	+1	+1	-1	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
29	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
30	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชุดที่ 1

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (p)	ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (p)
1	0.58	0.10	16	0.33	0.57
2	0.36	0.10	17	0.45	0.59
3	0.21	0.40	18	0.42	0.68
4	0.58	0.60	19	0.45	0.14
5	0.39	0.60	20	0.30	0.44
6	0.21	0.13	21	0.21	0.22
7	0.42	0.48	22	0.24	0.56
8	0.42	0.48	23	0.33	0.36
9	0.48	0.38	24	0.30	0.16
10	0.67	0.49	25	0.45	0.78
11	0.52	0.27	26	0.45	0.47
12	0.36	0.03	27	0.39	0.47
13	0.18	0.23	28	0.39	0.47
14	0.18	0.44	29	0.39	0.57
15	0.33	0.57	30	0.42	0.46

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเท่ากับ 0.77

ตาราง 9 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p)ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชุดที่ 2

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (p)	ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (p)
1	0.45	0.55	16	0.30	0.35
2	0.30	0.18	17	0.36	0.37
3	0.52	0.55	18	0.21	0.24
4	0.36	0.40	19	0.55	0.62
5	0.42	0.58	20	0.48	0.69
6	0.27	0.23	21	0.45	0.69
7	0.55	0.57	22	0.61	0.41
8	0.48	0.66	23	0.42	0.69
9	0.42	0.23	24	0.36	0.78
10	0.24	0.16	25	0.61	0.23
11	0.52	0.40	26	0.48	0.19
12	0.12	0.25	27	0.42	0.62
13	0.45	0.14	28	0.39	0.60
14	0.45	0.48	29	0.21	0.24
15	0.42	0.14	30	0.52	0.71

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.81

การประเมินความสอดคล้อง (IOC) แบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 10 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) แบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

ด้าน	คะแนน	ดัชนีความสอดคล้อง					รวม	IOC	หมายเหตุ
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
การวางแผน	4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	3	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
	2	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
	1	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
การลงมือปฏิบัติ	4	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
	3	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
	2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
การปรับปรุง	4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	3	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.60	ใช้ได้
	2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	1	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
การนำไปใช้	4	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
	3	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
	2	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
	1	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้

การประเมินความสอดคล้อง (IOC) แผนการจัดการเรียนรู้

ตาราง 11 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC)แผนการจัดการเรียนรู้

แผนที่	ดัชนีความสอดคล้อง					รวม	IOC	หมายเหตุ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ตัวอย่างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์
- แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
- ตัวอย่างแผนการจัดการจัดการเรียนรู้

ตัวอย่างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

จากภาพใช้ตอบคำถามต่อไปนี้



1) ถ้าเจาะเยื่อไทลาคอยด์ จะทำให้สารภายในไหลออกมา
ปนกับสโตรมา(Stroma) จะมีผลโดยตรงกับกระบวนการ
ใด

1. การสร้าง ATP
2. กระบวนการแยกน้ำ
3. การดูดพลังงานจากแสงอาทิตย์
4. การไหลของอิเล็กตรอนจากระบบแสง II ไปยัง

ระบบแสง I

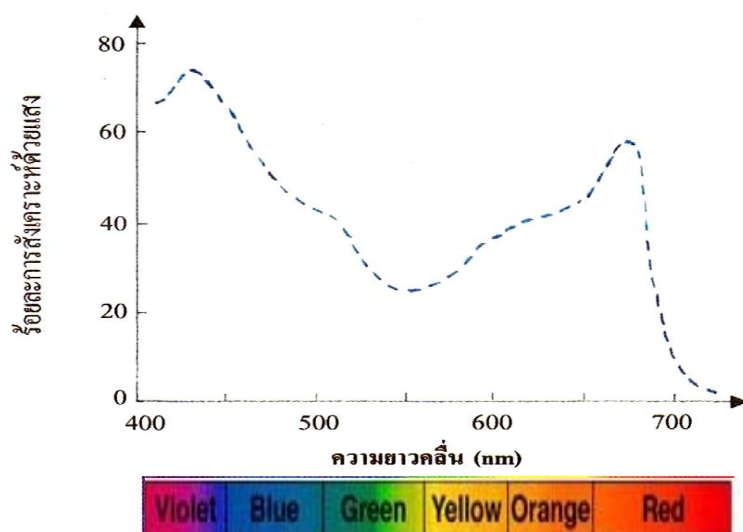
2) ในพืชพวกโกสนที่มีใบสีเหลืองหรือสีแดง สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

1. ไม่ได้ เพราะไม่มีคลอโรฟิลล์
2. ไม่ได้ เพราะมีแต่แคโรทีนอยด์
3. ได้ เพราะแม้จะมีสีเหลืองก็มีคลอโรฟิลล์อยู่
4. ได้ เพราะมีสีเหลืองของแคโรทีนอยด์ ซึ่งสามารถดูดพลังงานแสงได้

3) แสงสีแดงและแสงสีน้ำเงิน ก่อให้เกิดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงมากกว่าแสงสีอื่นๆ เนื่องจากสาเหตุใด

1. แสงสีแดงและแสงสีน้ำเงินส่งมายังโลกมากกว่าแสงสีอื่นๆ
2. แคโรทีนอยด์ไม่สามารถดูดกลืนแสงสีแดงและสีน้ำเงิน
3. คลอโรฟิลล์ดูดกลืนแสงสีแดงและสีน้ำเงินได้มากกว่าสีอื่น
4. พลังงานจากแสงสีแดงและสีน้ำเงิน สามารถกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ ATP synthase

จากกราฟใช้ตอบคำถามต่อไปนี้



4) จากกราฟข้อใดกล่าวถูกต้อง

1. คลอโรฟิลล์ดูดแสงสีเขียวได้มากกว่าแสงสีแดง
2. แสงทุกสีใช้ได้ดีเท่าๆ กันในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
3. พืชใช้แสงทุกสีที่ตามองเห็นได้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
4. แสงสีเขียวจะทำให้กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมีประสิทธิภาพสูงสุด

5) ใบกระท่อมสีเขียวสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้โดยใช้รงควัตถุใด(วิเคราะห์)

- | | | |
|---------------|----------------|-----------------|
| ก. คลอโรฟิลล์ | ข. แคโรทีนอยด์ | ค. แอนโทไซยานิน |
| 1. ก , ข | 2. ข , ค | |
| 3. ก , ค | 4. ก , ข , ค | |

6) จากการทดลองฉายแสงที่ช่วงความยาวคลื่นตั้งแต่ 400-700 นาโนเมตรให้แก่สาหร่ายสีเขียวชนิดหนึ่ง พบว่าถ้าฉายแสงที่มีความยาวคลื่นเกิน 680 นาโนเมตร อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง (วัดจากออกซิเจนที่ปล่อยออกมา) เป็นเพราะเหตุใด

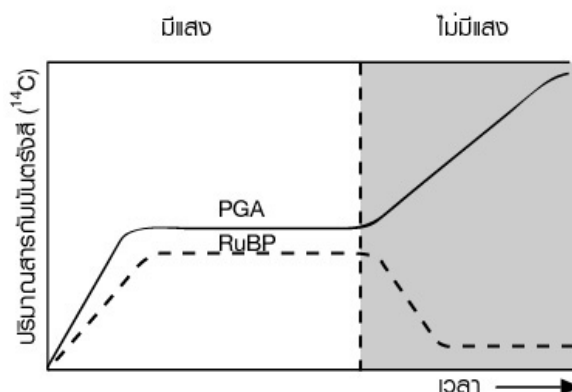
1. ปฏิกริยาเกิดขึ้นในรงควัตถุระบบแสง I เท่านั้น
2. ปฏิกริยาเกิดขึ้นในรงควัตถุระบบแสง II เท่านั้น
3. เกิดการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร
4. คลอโรฟิลล์ดูดพลังงานแสงที่มีช่วงความยาวคลื่นเกิน 650 นาโนเมตรไม่ได้

7) จากการผ่าตัดดูโครงสร้างภายในของใบ ท่านคิดว่าชุดปฏิกิริยาแสง (Light reaction) ของการสังเคราะห์ด้วยแสง น่าจะเกิดในเนื้อเยื่อส่วนใดของใบพืชมากที่สุด และมีเหตุผลใดสนับสนุน

1. เนื้อเยื่อพาลิเสด เพราะเซลล์มีคลอโรพลาสต์อยู่หนาแน่นมาก
2. เนื้อเยื่อพาลิเสด เพราะมีการเรียงตัวของเซลล์อยู่ชิดกันอย่างหนาแน่น
3. เนื้อเยื่อสไปนจ์ เพราะเซลล์มีขนาดใหญ่ และมีจำนวนคลอโรพลาสต์ต่อเซลล์สูงมาก
4. เนื้อเยื่อสไปนจ์ เพราะมีช่องอากาศในเนื้อเยื่อมาก ทำให้สะดวกต่อการแลกเปลี่ยนแก๊ส

CO₂ และ O₂

ศึกษาการทดลองข้างล่าง แล้วตอบคำถามต่อไปนี้



8) กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณ ^{14}C ใน RuBP และ PGA เมื่อมีแสง และไม่มีแสง ขณะที่มีการบอนด์ออกไซด์ตลอดเวลา การที่ PGA เพิ่มขึ้น และ RuBP ลดลง เมื่อไม่มีแสง เพราะเหตุใด

- ก. เมื่อไม่มีแสง CO_2 รวมตัวกับ PGA ได้ดีขึ้น
- ข. เมื่อไม่มีแสง จึงไม่มีสารที่จะนำมาใช้ในการสังเคราะห์ RuBP
- ค. RuBP รวมตัวกับ CO_2 เปลี่ยนเป็น 2 PGA ตลอดเวลาแม้ไม่มีแสง

- | | |
|---------|---------|
| 1. ก | 2. ก, ข |
| 3. ข, ค | 4. ก, ค |

9) เพราะเหตุใดปริมาณกลูโคสในระยะไม่มี CO_2 จึงลดลง

- ก. ไม่มีการสร้างกลูโคส เนื่องจากขาด CO_2
- ข. ไม่มีการสร้างกลูโคส เนื่องจากไม่มีการตรึง CO_2
- ค. กลูโคสถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจและถูกปล่อยออก
- ง. กลูโคสถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจและถูกเปลี่ยนเป็นแป้ง

- | | |
|------------|------------|
| 1. ก และ ข | 2. ก และ ค |
| 3. ข และ ค | 4. ข และ ง |

ศึกษาสมการ ดังต่อไปนี้แล้วตอบคำถามต่อไปนี้



10) นักเรียนสามารถทดสอบว่า พืชเกิดกระบวนการดังกล่าวได้จากเหตุการณ์ใดต่อไปนี้

- 1. การทดสอบแป้งในใบ
- 2. การวัดปริมาณน้ำตาลที่เพิ่มขึ้น
- 3. การวัดปริมาณแก๊สออกซิเจนที่เพิ่มขึ้น
- 4. การวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใช้ไป

11) ข้อใดเป็นหลักฐานที่ดีที่สุด ที่แสดงว่าสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง เกิดกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

- | | |
|---------------------|-----------------|
| 1. การมีโปรตีน | 2. การมีสีเขียว |
| 3. การปล่อยออกซิเจน | 4. การมีปากใบ |

12) โดยทั่วไปปฏิกิริยาวัฏจักรคัลวินไม่ต้องการแสงสว่างโดยตรง แต่ไม่สามารถเกิดขึ้นได้ในตอนกลางคืนเนื่องจากสาเหตุใด

- ก. ขาดสารบางชนิดที่ผลิตได้มาจากปฏิกิริยาที่ต้องการแสงสว่าง
- ข. พืชไม่มีการดูดและลำเลียงน้ำตอนกลางคืน
- ค. ความเข้มข้นของ CO_2 มีน้อยมากในตอนกลางคืน
- ง. เอนไซม์บางชนิดไม่สามารถทำงานได้เมื่อขาดแสงมากกระตุ้น

- | | | | |
|------|------|------------|------------|
| 1. ก | 2. ข | 3. ก และ ค | 4. ข และ ง |
|------|------|------------|------------|

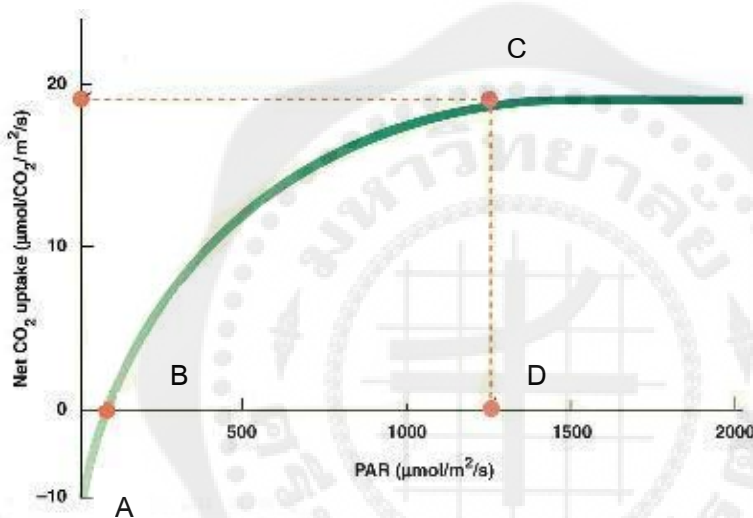
13) กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงแตกต่างจากโฟโตเรสไพเรชันมากที่สุดตามข้อใด

1. ต้องมีเอนไซม์รูบิสโก
2. ได้ผลผลิตตัวแรกคือ PGA
3. เกิดปฏิกิริยาได้ดีแม้ปากใบจะปิด
4. อัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์

14) ข้อใดไม่ใช่ปัจจัยที่ทำให้มีอัตราโฟโตเรสไพเรชันสูง

- | | |
|---------------------|----------------------|
| 1. แสงแดดจ้า | 2. อุณหภูมิสูง |
| 3. ปริมาณ O_2 สูง | 4. ปริมาณ CO_2 สูง |

จากภาพ ใช้ตอบคำถามข้อ 15-16



15) light

compensation point ของพืชชนิดนี้ คือตำแหน่งใด

- | | | | |
|------|------|------|------|
| 1. A | 2. B | 3. C | 4. D |
|------|------|------|------|

16) เพราะเหตุใดอัตราการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ที่จุด A จึงมีค่าเป็นลบ

1. เพราะเกิดการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในเวลา 04.00 - 06.00 น.
2. เพราะเกิดการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในเวลา 08.00 - 10.00 น.
3. เพราะเกิดการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในเวลา 10.00 - 12.00 น.
4. เพราะเกิดการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในเวลา 12.00 - 14.00 น.

17) พืชตระกูลข้าวในข้อใดมีประสิทธิภาพการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงที่สุด

- | | | | |
|-------------|---------------|------------|------------|
| ก. ข้าวฟ่าง | ข. ข้าวสาลี | | |
| ค. ข้าวเจ้า | ง. ข้าวบาเลย์ | | |
| 1. ก | 2. ข | 3. ก และ ค | 4. ข และ ง |

.....

แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มที่	เกณฑ์การประเมิน				รวม
	การวางแผน (4 คะแนน)	การลงมือ ปฏิบัติ (4 คะแนน)	การปรับปรุง (4 คะแนน)	การนำไปใช้ (4 คะแนน)	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

เกณฑ์การให้คะแนน

- 13-16 คะแนน หมายถึง ดีมาก
 10-12 คะแนน หมายถึง พอใช้
 5-9 คะแนน หมายถึง ดี
 1-4 คะแนน หมายถึง ต้องปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	4 คะแนน (ดีมาก)	3 คะแนน (ดี)	2 คะแนน (พอใช้)	1คะแนน (ต้องปรับปรุง)
1.การวางแผน	การวางแผนมีขั้นตอนที่ละเอียดและชัดเจน มีความเป็นระเบียบ และการวางแผนมีความเป็นไปได้ในการนำไปสร้างแบบจำลองได้จริง	การวางแผนมีขั้นตอนที่ละเอียดและชัดเจน แต่ไม่มีความเป็นระเบียบ และการวางแผนมีความเป็นไปได้ในการนำไปสร้างแบบจำลองได้จริง	การวางแผนมีขั้นตอนที่ไม่ละเอียดไม่มีความเป็นระเบียบ แต่การวางแผนมีความเป็นไปได้ในการนำไปสร้างแบบจำลองได้จริง	การวางแผนมีขั้นตอนที่ไม่ละเอียดและชัดเจน ไม่มีความเป็นระเบียบ และการวางแผนไม่มีความเป็นไปได้ในการนำไปสร้างแบบจำลองได้จริง
2.การลงมือปฏิบัติ	สร้างแบบจำลองตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ อย่างเหมาะสมมีการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์อย่างเหมาะสม รูปแบบชิ้นงานมีความน่าสนใจ	สร้างแบบจำลองตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ อย่างเหมาะสมมีการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์อย่างเหมาะสม แต่รูปแบบชิ้นงานไม่มีความน่าสนใจ	สร้างแบบจำลองตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ อย่างเหมาะสมเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ไม่เหมาะสม และรูปแบบชิ้นงานไม่มีความน่าสนใจ	ไม่มีการสร้างแบบจำลองตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ไม่เหมาะสม และรูปแบบชิ้นงานไม่มีความน่าสนใจ
3. การปรับปรุง	นักเรียนสามารถบอกจุดอ่อนของแบบจำลองที่สร้างขึ้น และเสนอแนะทางการปรับปรุงแก้ไขได้	นักเรียนสามารถบอกจุดอ่อนของแบบจำลองที่สร้างขึ้น และสามารถเสนอแนะทางการปรับปรุงได้บางส่วน	นักเรียนสามารถบอกจุดอ่อนของแบบจำลองที่สร้างขึ้นได้ แต่ไม่สามารถบอกแนวทางการปรับปรุงแก้ไขได้	นักเรียนไม่สามารถบอกจุดอ่อนของแบบจำลองที่สร้างขึ้นและไม่สามารถบอกแนวทางการปรับปรุงได้
4.การนำไปใช้	แบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถใช้อธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ทำให้มีความเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ง่ายขึ้น และสามารถสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน	แบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถใช้อธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง และทำให้มีความเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ง่ายขึ้น แต่สื่อความหมายได้ไม่ชัดเจนเท่าที่ควร	แบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถใช้อธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ได้ทำให้มีความเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ง่ายขึ้น และไม่สามารถสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน	แบบจำลองที่สร้างขึ้นไม่สามารถใช้อธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ และไม่ได้ทำให้มีความเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ง่ายขึ้น และไม่สามารถสื่อความหมายได้

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับหลัก สู่ จี ปู ลี

โรงเรียนวัดนวลนรดิศ

วิชา ชีววิทยา 3 (ว 32243)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

เรื่อง ปฏิกริยาแสง

ผู้สอน นางสาวพัชรกร ยิ่งยงยุทธ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เวลา 21 ชั่วโมง

เวลา 3 ชั่วโมง

1. สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

2. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

3. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และอภิปรายเพื่อศึกษากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

4. สาระสำคัญ

ปฏิกริยาแสง เกิดขึ้นที่เยื่อหุ้มไทลาคอยด์ โดยเป็นกระบวนการที่เปลี่ยนพลังงานแสงไปเป็นพลังงานเคมีของ ATP และ NADPH และให้ O_2 ออกมาสู่บรรยากาศ โดยปฏิกริยาแสงประกอบด้วยปฏิกิริยาถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักรและแบบไม่เป็นวัฏจักร

5. จุดประสงค์การเรียนรู้

5.1 ด้านความรู้ (Knowledge)

- อธิบายและสรุปขั้นตอนของปฏิกริยาแสงได้

5.2 ด้านทักษะและกระบวนการ (Process)

- สร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ปฏิกริยาแสงได้

5.3 ด้านคุณลักษณะและเจตคติ (Attitude)

- มีความกระตือรือร้นและมีความรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมายได้

6. สมรรถนะ

1) ความสามารถในการสื่อสาร

2) ความสามารถในการคิด

7. กิจกรรมการเรียนรู้

7.1 ขั้นสร้างความสนใจ (ส)

7.1.1 ครูให้นักเรียนศึกษาข้อมูลการทดลองของอาร์โนน (แนบท้าย) จากนั้นครูใช้คำถาม ดังนี้

- พืชเปลี่ยนพลังงานแสงมาเป็นพลังงานในรูปของ ATP และ NADPH ได้อย่างไร

(ครูรอฟังคำตอบจากนักเรียน และยังไม่สรุปคำตอบ)

7.1.2 ครูเชื่อมโยงเข้าสู่เรื่อง ปฏิกริยาแสง พร้อมชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ดังนี้

- อธิบายและสรุปขั้นตอนของปฏิกริยาแสงได้
- สร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ปฏิกริยาแสงได้
- มีความกระตือรือร้นและมีความรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมายได้

7.2 ขั้นสำรวจและค้นหา(จ)

7.2.1นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้บัตรคำศัพท์กลุ่มละ 2 ชุด ดังนี้

ชุดที่ 1

- $2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{H}^+ + \text{O}_2$
- P680
- Plastoquinone
- Cytochrome complex
- Plastocyanin
- P700
- Ferridoxin
- NADP^+

ชุดที่ 2

- P700
- Plastocyanin
- Ferridoxin
- Cytochrome complex

7.2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาคำศัพท์ที่ได้รับและหาความสัมพันธ์ของคำศัพท์เหล่านี้จากใบความรู้ที่ 2 เพื่อนำไปสู่กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร และแบบเป็น วัฏจักร จากใบกิจกรรมที่ 2 ปฏิกริยาแสง

7.2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายการเกิดปฏิกริยาแสง ขั้นตอนการเกิด การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักรและแบบไม่เป็นวัฏจักร แล้วบันทึกกิจกรรมลงในใบกิจกรรมที่ 2 ปฏิกริยาแสง

7.3 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป(จิ , ปุ)

7.3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนและออกแบบการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่ออธิบายขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาแสง โดยวางแผนและออกแบบลงในกระดาษปฐพีที่ครูแจกให้ และร่วมกันลงมือสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

7.3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้คำถาม ดังนี้

1) ในการถ่ายทอติอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร นักเรียนสรุปได้หรือไม่ว่า สารใดเป็นตัวให้อิเล็กตรอน และสารใดเป็นตัวรับอิเล็กตรอนลำดับสุดท้าย

(แนวคำตอบ: นำเป็นตัวให้อิเล็กตรอนแก่ระบบแสง I และ NADP^+ เป็นตัวรับอิเล็กตรอนลำดับสุดท้าย)

2) พลังงานตั้งต้นที่ใช้ในการสังเคราะห์ ATP มาจากไหน

(แนวคำตอบ: มาจากแสง)

3) อิเล็กตรอนที่หลุดจากระบบแสง II จะเข้าสู่ระบบแสง I ได้ทันทีหรือไม่

(แนวคำตอบ: ไม่ได้ เพราะระดับพลังงานของอิเล็กตรอนที่หลุดจากระบบแสง II ยังสูงอยู่ต้องผ่านตัวรับอิเล็กตรอนเป็นลำดับ ทำให้ระดับพลังงานในอิเล็กตรอนลดลง จนกระทั่งสามารถเข้าสู่ระบบแสง I ได้)

4) ถ้าไม่มีตัวรับและถ่ายทอติอิเล็กตรอน ปฏิกิริยาแสงจะเกิดขึ้นได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

(แนวคำตอบ: ไม่ได้ เพราะถ้าไม่มีตัวรับและถ่ายทอติอิเล็กตรอน ก็จะไม่เกิดการแตกตัวของน้ำและไม่มีการสะสมโปรตอนในลูเมน ซึ่งทำให้ไม่เกิดการสังเคราะห์ ATP และ NADPH)

5) ขณะที่ถ่ายทอติอิเล็กตรอน ระดับพลังงานเปลี่ยนไปหรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ: ระดับพลังงานจะลดลง เนื่องจากระหว่างการถ่ายทอติระดับพลังงานจะลดลงเป็นลำดับ)

6) ในการถ่ายทอติอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักรเพื่อให้เกิด ATP นั้น จะต้องมีการรับอิเล็กตรอนตัวใดมารับอิเล็กตรอน

(แนวคำตอบ: จะต้องมีการรับอิเล็กตรอนที่มาจากน้ำ)

7.4 ชั้นขยายความรู้(ปุ)

7.4.1 หลังจากทีครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายคำถามต่างๆ จากกิจกรรมการเรียนรู้ ครูใช้คำถามกับนักเรียน ดังนี้

- นักเรียนมีข้อคำถามสงสัยเกี่ยวกับเรื่องนี้หรือไม่ อย่างไร

7.4.2 ครูอธิบายความรู้เพิ่มเติมเรื่องผลของสารกำจัดวัชพืชต่อการถ่ายทอติอิเล็กตรอนในปฏิกิริยาแสงให้นักเรียน ดังนี้

- วัชพืชทำให้ผลผลิตทางการเกษตรลดลง เนื่องจากพืชที่ปลูกถูกวัชพืชแย่งแสง น้ำ และปุ๋ยไปใช้ จึงมีการคิดค้นสารกำจัดวัชพืชขึ้นมาหลายชนิด ซึ่งกลไกที่ใช้ในการทำลายวัชพืชมีหลายกลไก เช่น การยับยั้งการถ่ายทอดอิเล็กตรอนในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งสารกำจัดวัชพืชที่ใช้กลไกนี้มีหลายชนิด เช่น ไดยูรอน เป็นสารกำจัดวัชพืชที่ยับยั้งการถ่ายทอดอิเล็กตรอนในระบบแสง II ดังนั้นจึงยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และพาราควอต เป็นสารกำจัดวัชพืชอีกชนิดหนึ่ง มีกลไกการทำงานโดยแย่งรับอิเล็กตรอนที่ระบบแสง I จะส่งต่อไปยัง NADP^+ แล้วรีดิวซ์ ออกซิเจนให้เป็น $\text{O}_2^{\cdot -}$ (superoxide) ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับสารหลายชนิดในคลอโรพลาสต์จึงมีผลยับยั้งการสังเคราะห์ด้วยแสง

7.5 ชั้นประเมินผล (ลิ)

7.5.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผลงานของตนเอง และให้เพื่อนๆ ในชั้นเรียนร่วมกันประเมินผลงานที่สร้างขึ้น เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทราบจุดเด่นจุดด้อยของแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้น

7.5.2 ครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยให้นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้เรื่องปฏิกิริยาแสง เป็นแผนผังความคิด

8. สื่อ/วัสดุ/อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

- บัตรคำศัพท์
- กระดาษบรูฟ
- กระดาษสี
- กระดาษแข็ง
- ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง ปฏิกิริยาแสง

9. ชิ้นงานหรือผลงาน/หลักฐานการเรียนรู้ของผู้เรียน

- ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ปฏิกิริยาแสง
- แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาแสง
- แผนผังความคิด เรื่อง ปฏิกิริยาแสง

10. การวัดและประเมินผล

สาระการเรียนรู้	ผู้วัด	เกณฑ์การประเมินผล	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด
ด้านความรู้ (Knowledge) - อธิบายและสรุปขั้นตอนของ ปฏิกริยาแสงได้	ผู้สอน	- นักเรียนต้องได้คะแนน ร้อยละ 70 ขึ้นไป	- การทำใบ กิจกรรมที่ 2	- ใบกิจกรรมที่ 2
ด้านทักษะและกระบวนการ (Process) - สร้างแบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์ปฏิกริยาแสงได้	ผู้สอน	- นักเรียนต้องได้คะแนน ร้อยละ 70 ขึ้นไป	- ประเมินการ สร้างแบบจำลอง ทางวิทยาศาสตร์	- แบบประเมิน ความสามารถใน การสร้างแบบจำลอง
ด้านคุณลักษณะและเจตคติ (Attitude) - มีความกระตือรือร้นและมี ความรับผิดชอบในงานที่ได้รับ มอบหมายได้	ผู้สอน	- นักเรียนต้องได้คะแนน ในระดับ ดี ขึ้นไป	- สังเกตการ ปฏิบัติพฤติกรรม	- แบบประเมิน พฤติกรรม

11. สรุปผลการจัดการเรียนรู้/บันทึกหลังสอน

11.1 ผลการสอน

ด้านความรู้

.....

.....

.....

.....

ด้านทักษะกระบวนการ

.....

.....

.....

.....

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

.....

.....

11.2 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

11.3 ข้อเสนอแนะ /แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(.....)

ตำแหน่ง

รายวิชาชีววิทยา 3	ใบกิจกรรมที่ 2	โรงเรียนวัดนวลนรดิศ
รหัสวิชา ว32243		ภาคเรียนที่ 2
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5		

เรื่อง ปฏิบัติการแสง

จงตอบคำถามที่ได้จากการร่วมกันอภิปราย

- 1) ในการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร นักเรียนสรุปได้หรือไม่ว่าสารใดเป็นตัวให้อิเล็กตรอน และสารใดเป็นตัวรับอิเล็กตรอนลำดับสุดท้าย
- 2) พลังงานตั้งต้นที่ใช้ในการสังเคราะห์ ATP มาจากไหน
- 3) อิเล็กตรอนที่หลุดจากระบบแสง II จะเข้าสู่ระบบแสง I ได้ทันทีหรือไม่
- 4) ถ้าไม่มีตัวรับและถ่ายทอดอิเล็กตรอน ปฏิบัติการแสงจะเกิดขึ้นได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
- 5) ขณะที่ถ่ายทอดอิเล็กตรอน ระดับพลังงานเปลี่ยนไปหรือไม่ อย่างไร
- 6) ในการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักรเพื่อให้เกิด ATP นั้น จะต้องมิตัวรับอิเล็กตรอนตัวใดมารับอิเล็กตรอน

ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง ปฏิกริยาแสง

ปฏิกริยาแสง (Right reaction)

สำหรับโมเลกุลของสารต่างๆ ที่ใช้ในปฏิกริยาที่ใช้แสงนั้นอยู่เฉพาะที่เยื่อหุ้มไทลาคอยด์เท่านั้น จึงทำให้โมเลกุลของสารเหล่านี้ต้องอยู่ติดๆ กัน ทำให้ตัวรับอิเล็กตรอนทำการรับอิเล็กตรอนที่หลุดออกมาจากคลอโรฟิลล์ในรงควัตถุระบบแสง I หรือคลอโรฟิลล์ในรงควัตถุระบบแสง II ได้อย่างสมบูรณ์ ระบบแสงทั้งสองนี้จึงทำปฏิกริยาไปพร้อมๆ กัน หรือภายในเวลาใกล้เคียงกัน คือ เมื่อคลอโรฟิลล์ในรงควัตถุระบบแสง I ได้รับพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่นที่พอเหมาะจะกระตุ้นให้อิเล็กตรอนในโมเลกุลของคลอโรฟิลล์มีพลังงานสูงขึ้นจนถึงระดับหนึ่ง ซึ่งอิเล็กตรอนจะหลุดออกไปและจะมีการถ่ายทอดอิเล็กตรอนเกิดขึ้นได้ 2 ลักษณะ คือ

1. การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร (non cyclic electron transfer)

พลังงานแสงที่สารสีรับไว้ถูกส่งผ่านไปยังศูนย์กลางปฏิกริยาของระบบแสงและทำให้โมเลกุลของคลอโรฟิลล์เอที่ระบบแสง I และระบบแสง II ถูกกระตุ้นจึงปล่อยอิเล็กตรอนให้กับโมเลกุลของสารที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอนต่อไป

คลอโรฟิลล์เอที่เป็นศูนย์กลางปฏิกริยาในระบบแสง II จะส่งอิเล็กตรอนผ่านตัวรับอิเล็กตรอนหลายชนิด รวมทั้งพลาสโทควิโนน (plastoquinone) และ ไซโทโครมคอมเพล็กซ์ (cytochrome complex) ไปยังระบบแสง I ทำให้อิเล็กตรอนในคลอโรฟิลล์เอที่เป็นศูนย์กลางปฏิกริยาในระบบแสง I ได้รับการกระตุ้นจึงถ่ายทอดไปยังตัวรับอิเล็กตรอนอีกหลายชนิดจนถึง เฟอริดอกซิน (ferridoxin ; Fd) ซึ่งจะส่งอิเล็กตรอนให้กับ NADP^+ กลายเป็น NADPH อิเล็กตรอนจะไม่ย้อนกลับไปที่ระบบแสง I อีก สำหรับศูนย์กลางปฏิกริยาของระบบแสง II เมื่อสูญเสีย อิเล็กตรอนไปมีผลทำให้สามารถดึงอิเล็กตรอนของน้ำออกมาแทนที่ซึ่งทำให้โมเลกุลของน้ำแยกสลายเป็นออกซิเจนและโปรตอน

โปรตอนที่เกิดจากการสลายตัวของน้ำจึงเกิดภายในลูเมน นอกจากนั้นขณะที่มีการส่งอิเล็กตรอนผ่านพลาสโทควิโนนและไซโทโครมคอมเพล็กซ์ จะมีการเคลื่อนย้ายโปรตอนจากสโตรมาเข้าสู่ลูเมน ทำให้เกิดความแตกต่างของระดับโปรตอนระหว่างสโตรมากับลูเมน โปรตอนในลูเมนซึ่งมีความเข้มข้นมากกว่าจะถูกส่งผ่านออกไปยังสโตรมาทำให้มีการสังเคราะห์ ATP ขึ้นในสโตรมา โดยมี ATP synthase ช่วยส่งเสริมการทำงาน

2. การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร

สารสีในระบบแสง I จะรับพลังงานแสงและถ่ายทอดพลังงานไปยังคลอโรฟิลล์เอที่เป็นศูนย์กลางปฏิกิริยาอิเล็กตรอนของศูนย์กลางปฏิกิริยาจะถ่ายทอดไปยังตัวรับอิเล็กตรอนต่างๆ จนถึงเฟอร์ริดอกซินแล้วจะถ่ายทอดอิเล็กตรอนไปยังไซโทโครมคอมเพล็กซ์ จากนั้นจะส่งผ่านตัวนำอิเล็กตรอนต่างๆ ให้อิเล็กตรอนกลับมายังคลอโรฟิลล์เอที่เป็นศูนย์กลางปฏิกิริยาของระบบแสง I อีกครั้งหนึ่งในการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนครั้งนี้จะทำให้โปรตอนเคลื่อนย้ายจากสโตรมาเข้าสู่ลูเมน เป็นผลให้เกิดความแตกต่างของความเข้มข้นของโปรตอนระหว่างลูเมนกับสโตรมาได้เช่นกัน และเมื่อมีการสะสมโปรตอนภายในลูเมนมากขึ้นเป็นแรงผลักดันให้มีการเคลื่อนย้ายโปรตอนออกสู่สโตรมาเกิดการสร้างแรงดัน ATP โดยไม่มี NADPH และออกซิเจนเกิดขึ้น

การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร (Cyclic electron transfer หรือ Cyclic Photophosphorylation) เริ่มจากโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ดูดพลังงานแสงไว้ แล้วเกิดการตื่นตัว Z excited chlorophyll) ยกอิเล็กตรอนในให้มีพลังงานสูงขึ้นแล้วหลุดออกไปจากรงควัตถุระบบแสง 1 (Photosystem I หรือ Photopigment I หรือ P700 ที่เรียกว่า P700 เพราะดูดพลังงานแสงได้ดีที่สุดที่ความยาวคลื่น 700 นาโนเมตร) โดยมีสารเคมีที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอน (electron acceptor) มารับอิเล็กตรอนไป สารที่มารับอิเล็กตรอนตัวแรก ซึ่งยังไม่ทราบแน่ชัดว่าเป็นสารใด สมมติว่าเป็นสาร Z เมื่อสาร Z รับอิเล็กตรอนมาแล้วก็จะส่งต่อไปให้สารประกอบที่เป็น electron acceptor ตัวอื่นๆ เช่น Ferredoxin ---> Cytochrome b ----> Cytochrome f ----> plastocyanin แล้วกลับมาสู่รงควัตถุระบบแสง 1 ใหม่อีก ขณะที่มีการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักรนี้ จะมีการปล่อยพลังงานออกมาเพื่อใช้สร้างสารประกอบ ATP (จาก ADP + Pi) 1 แห่ง

การทดลองของแดเนียลอาร์นอน
(Daniel Arnon)

แดเนียล อาร์นอน (Daniel Arnon)

ในปี พ.ศ. 2494 (ค.ศ. 1951) แดเนียล อาร์นอน (Daniel Arnon) และคณะแห่งมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย ที่เบิร์กลีย์ ได้ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการทดลองของ ฮิลล์ อาร์นอน คิดว่าถ้าให้สารบางอย่าง เช่น ADP หมู่ ฟอสเฟต (Pi) NADP^+ และ CO_2 ลงไปในคลอโรพลาสต์ ที่สกัดมาได้แล้วให้แสงจะมีปฏิกิริยาการสังเคราะห์ ด้วยแสงจนได้น้ำตาลเกิดขึ้น

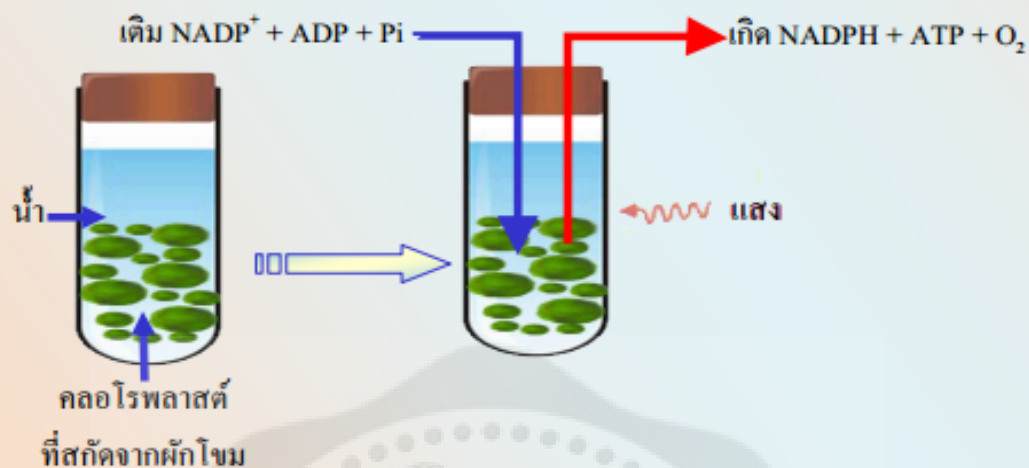


ภาพที่ 1-27 แดเนียล อาร์นอน
(Daniel Arnon)
(ที่มา : The National Academies Press,
Online, n.d.)

ต่อมา อาร์นอน ได้ทำการทดลองเพื่อติดตามขั้นตอนของการเกิดปฏิกิริยา โดยควบคุมปัจจัย บางอย่าง แล้วสังเกตผลการทดลองที่เกิดขึ้น ซึ่งการทดลองของอาร์นอน น่าจะแบ่งออกเป็นขั้นตอน ดังนี้ สิ่งที่อาร์นอนต้องเตรียมหรือสกัด มีดังนี้

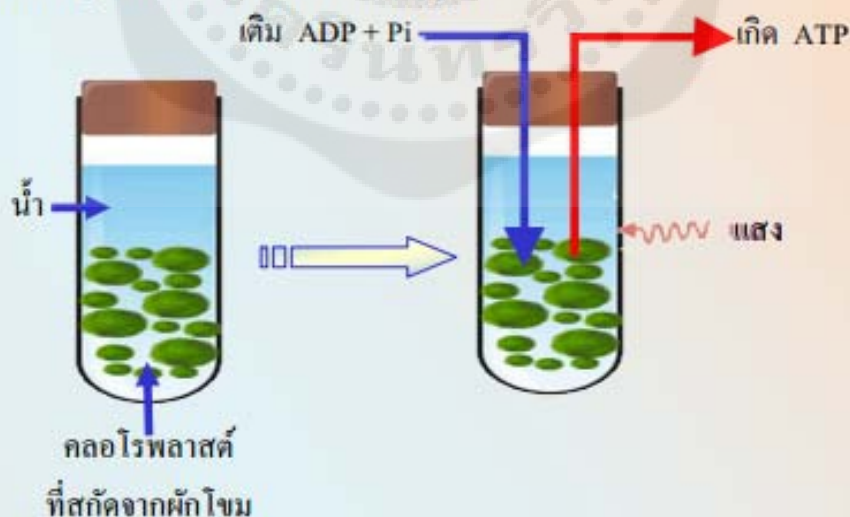
1. คลอโรพลาสต์ สกัดจากผักโขม
2. NADP^+ (Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate : Oxidize from)
3. NADPH (Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate : Reduced from)
4. $\text{ADP} + \text{Pi}$ (Adenosine DiPhosphate + Phosphate inorganic)
5. ATP (Adenosine TriPhosphate)
6. H_2O (น้ำ)
7. CO_2 (แก๊สคาร์บอนได้ออกไซด์)
8. หลอดทดลอง
9. โคมไฟ

การทดลองที่ 1 ใส่ น้ำ และคลอโรพลาสต์ลงในหลอดทดลอง เติม NADP^+ และ $\text{ADP} + \text{Pi}$ ลงในหลอดแล้วฉายแสง ปรากฏว่าเกิด NADPH ATP และ แก๊สออกซิเจน ดังรูป

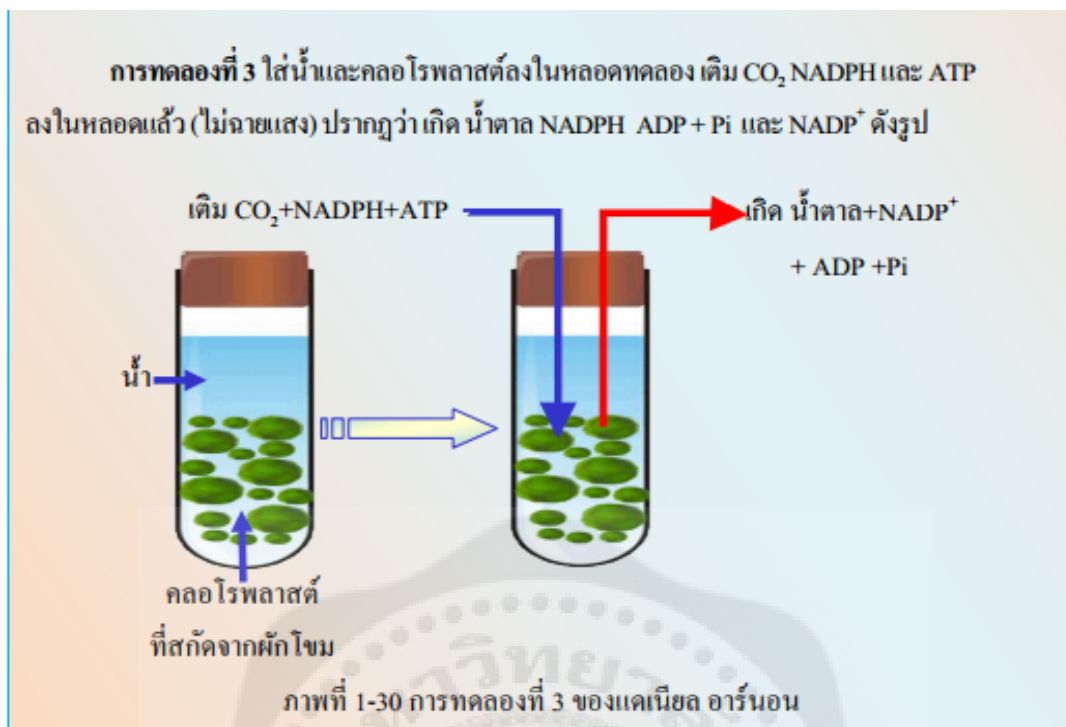


ภาพที่ 1-28 การทดลองที่ 1 ของแดเนียล อาร์โนน
(ที่มา : สร้างภาพขึ้นเอง)

การทดลองที่ 2 ใส่ น้ำ และคลอโรพลาสต์ลงในหลอดทดลอง เติม $\text{ADP} + \text{Pi}$ ลงในหลอดแล้วฉายแสง ปรากฏว่าเกิด ATP เพียงอย่างเดียว ดังรูป



ภาพที่ 1-29 การทดลองที่ 2 ของแดเนียล อาร์โนน
(ที่มา : สร้างภาพขึ้นเอง)



จากการทดลองที่ 1 ของแคเนล อาร์นอน ทำให้ทราบว่า ถ้ามีตัวรับอิเล็กตรอน (NADP^+) พืชสามารถใช้พลังงานจากแสงในการแยกน้ำได้แก๊สออกซิเจน ATP และ NADPH

จากการทดลองที่ 2 ถ้าไม่มีตัวรับอิเล็กตรอน พืชสามารถสังเคราะห์ ATP ได้ เรียกกระบวนการนี้ว่า โฟโตฟอสโฟริเลชัน (Photophosphorylation)

จากการทดลองที่ 3 โดยเติมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ATP และ NADPH ลงไปในสารละลายของคลอโรพลาสต์ที่สกัดออกมาจากเซลล์แต่ ไม่ให้แสงสว่าง ผลปรากฏว่าพืชสามารถสังเคราะห์น้ำตาลได้ โดยไม่ใช้แสง

จากการศึกษาของอาร์นอนทำให้นักวิทยาศาสตร์เกิดแนวคิดว่า ขั้นตอนของการสังเคราะห์ด้วยแสงอาจแยกออกเป็น 2 ขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ

ปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสง (Light reaction) เป็นกระบวนการที่จำเป็นต้องใช้แสงโดยตรง เพื่อให้โมเลกุลของน้ำถูกแยกสลาย ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ แก๊สออกซิเจน ATP และ $\text{NADPH} + \text{H}^+$

ปฏิกิริยาที่ไม่ใช้แสง (Dark reaction) เป็นกระบวนการที่ไม่จำเป็นต้องใช้แสงโดยตรง เป็นกระบวนการที่นำผลผลิตช่วงที่ใช้แสง คือ ออกซิเจน ATP และ $\text{NADPH} + \text{H}^+$ มาตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แล้วได้ผลผลิตเป็นน้ำตาล $\text{ADP} + \text{Pi}$ NADP^+ ซึ่ง $\text{ADP} + \text{Pi}$ NADP^+ พืชจะนำกลับไปใช้ในปฏิกิริยาใช้แสงต่อไป

แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

โรงเรียนวัดนวลนรดิศ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิชา ชีววิทยา 3 (ว 32243)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

เวลา 21 ชั่วโมง

เรื่อง ปฏิกริยาแสง

เวลา 3 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวพัชรกร ยิ่งยงยุทธ

1. สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

2. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

3. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ทดลองและอภิปราย เพื่อศึกษากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

4. สาระสำคัญ

ปฏิกริยาแสง เกิดขึ้นที่เยื่อหุ้มไทลาคอยด์ โดยเป็นกระบวนการที่เปลี่ยนพลังงานแสงไปเป็นพลังงานเคมีของ ATP และ NADPH และให้ O_2 ออกมาสู่บรรยากาศ โดยปฏิกริยาแสงประกอบด้วยปฏิกิริยาถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักรและแบบไม่เป็นวัฏจักร

5. จุดประสงค์การเรียนรู้

5.1 ด้านความรู้ (Knowledge)

- อธิบายและสรุปขั้นตอนของปฏิกริยาแสงได้

5.2 ด้านทักษะและกระบวนการ (Process)

- สร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ปฏิกริยาแสงได้

5.3 ด้านคุณลักษณะและเจตคติ (Attitude)

- มีความกระตือรือร้นและมีความรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมายได้

6. สมรรถนะ

1) ความสามารถในการสื่อสาร

2) ความสามารถในการคิด

7. กิจกรรมการเรียนรู้

7.1 ขั้นสร้างความสนใจ

7.1.1 ครูทบทวนความรู้จากการทดลองของอาร์โนนที่นักเรียนสรุปได้ว่า ปฏิกริยาแสงเป็นการเปลี่ยนรูปพลังงานแสงให้เป็นพลังงานเคมี จากนั้นครูใช้คำถาม ดังนี้

- พืชเปลี่ยนพลังงานแสงมาเป็นพลังงานในรูปของ ATP และ NADPH ได้อย่างไร

(ครูรอฟังคำตอบจากนักเรียน และยังไม่สรุปคำตอบ)

7.1.2 ครูเชื่อมโยงเข้าสู่เรื่อง ปฏิกริยาแสง พร้อมชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ดังนี้

- อธิบายและสรุปขั้นตอนของปฏิกริยาแสงได้
- สร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ปฏิกริยาแสงได้
- มีความกระตือรือร้นและมีความรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมายได้

7.2 ขั้นสำรวจและค้นหา

7.2.1 ครูนำเสนอภาพแบบจำลองการจัดเรียงตัวของระบบแสง I ระบบแสง II และโปรตีนบนเยื่อไทลาคอยด์เพื่อทำหน้าที่รับและถ่ายทอดอิเล็กตรอน จากนั้นครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร โดยใช้คำถาม ดังนี้

- เมื่อมีตัวรับอิเล็กตรอนแล้วจะทำให้เกิดกระบวนการสร้าง ATP และ NADPH อย่างไร

7.2.2 นักเรียนสืบค้นข้อมูลเรื่อง ปฏิกริยาแสง จากหนังสือเรียน หนังสืออ่านเพิ่มเติม
ใบความรู้ อินเทอร์เน็ตหรือแหล่งความรู้อื่นๆ

7.2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายการเกิดปฏิกริยาแสง ขั้นตอนการเกิด การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักรและแบบไม่เป็นวัฏจักร แล้วบันทึกกิจกรรมลงในใบกิจกรรมที่ 2 ปฏิกริยาแสง พร้อมทั้งแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน

7.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

7.3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนและออกแบบการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่ออธิบายขั้นตอนการเกิดปฏิกริยาแสง โดยวางแผนและออกแบบลงในกระดาษรูปที่ครูแจกให้ และร่วมกันลงมือสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

7.3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้คำถาม ดังนี้

1) ในการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร นักเรียนสรุปได้หรือไม่ว่า สารใดเป็นตัวให้อิเล็กตรอน และสารใดเป็นตัวรับอิเล็กตรอนลำดับสุดท้าย

(แนวคำตอบ: น้ำเป็นตัวให้อิเล็กตรอนแก่ระบบแสง I และ NADP^+ เป็นตัวรับอิเล็กตรอนลำดับสุดท้าย)

2) พลังงานตั้งต้นที่ใช้ในการสังเคราะห์ ATP มาจากไหน

(แนวคำตอบ: มาจากแสง)

3) อิเล็กตรอนที่หลุดจากระบบแสง II จะเข้าสู่ระบบแสง I ได้ทันทีหรือไม่

(แนวคำตอบ: ไม่ได้ เพราะระดับพลังงานของอิเล็กตรอนที่หลุดจากระบบแสง II ยังสูงอยู่ต้องผ่านตัวรับอิเล็กตรอนเป็นลำดับ ทำให้ระดับพลังงานในอิเล็กตรอนลดลงจนกระทั่งสามารถเข้าสู่ระบบแสง I ได้)

4) ถ้าไม่มีตัวรับและถ่ายทอดอิเล็กตรอน ปฏิกริยาแสงจะเกิดขึ้นได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

(แนวคำตอบ: ไม่ได้ เพราะถ้าไม่มีตัวรับและถ่ายทอดอิเล็กตรอน ก็จะไม่เกิดการแตกตัวของน้ำและไม่มีการสะสมโปรตอนในลูเมน ซึ่งทำให้ไม่เกิดการสังเคราะห์ ATP และ NADPH)

5) ขณะที่ถ่ายทอดอิเล็กตรอน ระดับพลังงานเปลี่ยนไปหรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ: ระดับพลังงานจะลดลง เนื่องจากระหว่างการถ่ายทอดระดับพลังงานจะลดลงเป็นลำดับ)

6) ในการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักรเพื่อให้เกิด ATP นั้น จะต้องมีการรับอิเล็กตรอนตัวใดมารับอิเล็กตรอน

(แนวคำตอบ: จะต้องมีไซโทโครมคอมเพล็กซ์มารับอิเล็กตรอนเท่านั้น)

7.4 ขั้วขยายความรู้

7.4.1 ครูอธิบายความรู้เพิ่มเติมเรื่องผลของสารกำจัดวัชพืชต่อการถ่ายทอดอิเล็กตรอนในปฏิกิริยาแสง ให้แก่นักเรียน ดังนี้

- วัชพืชทำให้ผลผลิตทางการเกษตรลดลง เนื่องจากพืชที่ปลูกถูกวัชพืชแย่งแสง น้ำ และปุ๋ยไปใช้ จึงมีการคิดค้นสารกำจัดวัชพืชขึ้นมาหลายชนิด ซึ่งกลไกที่ใช้ในการทำลายวัชพืชมีหลายกลไก เช่น การยับยั้งการถ่ายทอดอิเล็กตรอนในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งสารกำจัดวัชพืชที่ไกลไกนี้มีหลายชนิด เช่น ไดยูรอน เป็นสารกำจัดวัชพืชที่ยับยั้งการถ่ายทอดอิเล็กตรอนในระบบแสง II ดังนั้นจึงยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และพาราควอต เป็นสารกำจัดวัชพืชอีกชนิดหนึ่ง มีกลไกการทำงานโดยแย่งรับอิเล็กตรอนที่ระบบแสง I จะส่งต่อไปยัง NADP^+ แล้วรีดิวซ์ ออกซิเจนให้เป็น $\text{O}_2(\text{superoxide})$ ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับสารหลายชนิดในคลอโรพลาสต์จึงมีผลยับยั้งการสังเคราะห์ด้วยแสง

7.5 ชั้นประเมินผล

7.5.1 ครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยให้นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้เรื่องปฏิกิริยาแสง เป็นแผนผังความคิด

8. สื่อ/วัสดุ/อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

- ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง ปฏิกริยาแสง
- Powerpoint เรื่อง ปฏิกริยาแสง

9. ชิ้นงานหรือผลงาน/หลักฐานการเรียนรู้ของผู้เรียน

- แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกริยาแสง
- แผนผังความคิด เรื่อง ปฏิกริยาแสง

10. การวัดและประเมินผล

สาระการเรียนรู้	ผู้วัด	เกณฑ์การประเมินผล	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด
ด้านความรู้ (Knowledge) - อธิบายและสรุปขั้นตอนของปฏิกริยาแสงได้	ผู้สอน	- นักเรียนต้องได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป	- การทำใบกิจกรรมที่ 2	- ใบกิจกรรมที่ 2
ด้านทักษะและกระบวนการ (Process) - สร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ปฏิกริยาแสงได้	ผู้สอน	- นักเรียนต้องได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป	- ประเมินการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์	- แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลอง
ด้านคุณลักษณะและเจตคติ (Attitude) - มีความกระตือรือร้นและมีความรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมายได้	ผู้สอน	- นักเรียนต้องได้คะแนนในระดับ ดี ขึ้นไป	- สังเกตการปฏิบัติพฤติกรรม	- แบบประเมินพฤติกรรม

11. สรุปผลการจัดการเรียนรู้/บันทึกหลังสอน

11.1 ผลการสอน

ด้านความรู้

.....

.....

.....

.....

ด้านทักษะกระบวนการ

.....

.....

.....

.....

.....

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

.....

.....

11.2 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

11.3 ข้อเสนอแนะ /แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ
 (.....)
 ตำแหน่ง

ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง ปฏิกริยาแสง

ปฏิกริยาแสง (Right reaction)

สำหรับโมเลกุลของสารต่าง ๆ ที่ใช้ในปฏิกริยาที่ใช้แสงนั้นอยู่เฉพาะที่เยื่อหุ้มไทลาคอยด์เท่านั้น จึงทำให้โมเลกุลของสารเหล่านี้ต้องอยู่ติด ๆ กัน ทำให้ตัวรับอิเล็กตรอนทำการรับอิเล็กตรอนที่หลุดออกมาจากคลอโรฟิลล์ในรงควัตถุระบบแสง I หรือคลอโรฟิลล์ในรงควัตถุระบบแสง II ได้อย่างสมบูรณ์ ระบบแสงทั้งสองนี้จึงทำปฏิกริยาไปพร้อม ๆ กัน หรือภายในเวลาใกล้เคียงกัน คือ เมื่อคลอโรฟิลล์ในรงควัตถุระบบแสง I ได้รับพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่นที่พอเหมาะจะกระตุ้นให้อิเล็กตรอนในโมเลกุลของคลอโรฟิลล์มีพลังงานสูงขึ้นจนถึงระดับหนึ่ง ซึ่งอิเล็กตรอนจะหลุดออกไปและจะมีการถ่ายทอดอิเล็กตรอนเกิดขึ้นได้ 2 ลักษณะ คือ

2. การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร (non cyclic electron transfer)

พลังงานแสงที่สารสีรับไว้ถูกส่งผ่านไปยังศูนย์กลางปฏิกริยาของระบบแสงและทำให้โมเลกุลของคลอโรฟิลล์เอที่ระบบแสง I และระบบแสง II ถูกกระตุ้นจึงปล่อยอิเล็กตรอนให้กับโมเลกุลของสารที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอนต่อไป

คลอโรฟิลล์เอที่เป็นศูนย์กลางปฏิกริยาในระบบแสง II จะส่งอิเล็กตรอนผ่านตัวรับอิเล็กตรอนหลายชนิด รวมทั้งพลาสโทควิโนน (plastoquinone) และ ไซโทโครมคอมเพล็กซ์ (cytochrome complex) ไปยังระบบแสง I ทำให้อิเล็กตรอนในคลอโรฟิลล์เอที่เป็นศูนย์กลางปฏิกริยาในระบบแสง I ได้รับการกระตุ้นจึงถ่ายทอดไปยังตัวรับอิเล็กตรอนอีกหลายชนิดจนถึง เฟอริดอกซิน (ferridoxin ; Fd) ซึ่งจะส่งอิเล็กตรอนให้กับ NADP^+ กลายเป็น NADPH อิเล็กตรอนจะไม่ย้อนกลับไปที่ระบบแสง I อีก สำหรับศูนย์กลางปฏิกริยาของระบบแสง II เมื่อสูญเสีย อิเล็กตรอนไปมีผลทำให้สามารถดึงอิเล็กตรอนของน้ำออกมาแทนที่ซึ่งทำให้โมเลกุลของน้ำแยกสลายเป็นออกซิเจนและโปรตอน

โปรตอนที่เกิดจากการสลายตัวของน้ำจึงเกิดภายในลูเมน นอกจากนี้ขณะที่มีการส่งอิเล็กตรอนผ่านพลาสโทควิโนนและไซโทโครมคอมเพล็กซ์ จะมีการเคลื่อนย้ายโปรตอนจากสโตรมาเข้าสู่ลูเมนทำให้เกิดความแตกต่างของระดับโปรตอนระหว่างสโตรมากับลูเมน โปรตอนในลูเมนซึ่งมีความเข้มข้นมากกว่าจะถูกส่งผ่านออกไปยังสโตรมาทำให้มีการสังเคราะห์ ATP ขึ้นในสโตรมา โดยมี ATP synthase ช่วยส่งเสริมการทำงาน

2.การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร

สารสีในระบบแสง I จะรับพลังงานแสงและถ่ายทอดพลังงานไปยังคลอโรฟิลล์เอที่เป็นศูนย์กลางปฏิกิริยาอิเล็กตรอนของศูนย์กลางปฏิกิริยาจะถ่ายทอดไปยังตัวรับอิเล็กตรอนต่างๆ จนถึงเฟอร์ริดอกซินแล้วจะถ่ายทอดอิเล็กตรอนไปยังไซโทโครมคอมเพล็กซ์ จากนั้นจะส่งผ่านตัวนำอิเล็กตรอนต่างๆ ให้อิเล็กตรอนกลับมายังคลอโรฟิลล์เอที่เป็นศูนย์กลางปฏิกิริยาของระบบแสง I อีกครั้งหนึ่งในการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนครั้งนี้จะทำให้โปรตอนเคลื่อนย้ายจากสโตรมาเข้าสู่ลูเมน เป็นผลให้เกิดความแตกต่างของความเข้มข้นของโปรตอนระหว่างลูเมนกับสโตรมาได้เช่นกัน และเมื่อมีการสะสมโปรตอนภายในลูเมนมากขึ้นเป็นแรงผลักดันให้มีการเคลื่อนย้ายโปรตอนออกสู่สโตรมาเกิดการสร้าง ATP โดยไม่มี NADPH และออกซิเจนเกิดขึ้น

การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร (Cyclic electron transfer หรือ Cyclic Photophosphorylation) เริ่มจากโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ดูดพลังงานแสงไว้ แล้วเกิดการตื่นตัว Z (excited chlorophyll) ยกอิเล็กตรอนในให้มีพลังงานสูงขึ้นแล้วหลุดออกไปจากรงควัตถุระบบแสง 1 (Photosystem I หรือ Photopigment I หรือ P700 ที่เรียกว่า P700 เพราะดูดพลังงานแสงได้ดีที่สุดที่มีความยาวคลื่น 700 นาโนเมตร) โดยมีสารเคมีที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอน (electron acceptor) มารับอิเล็กตรอนไป สารที่มารับอิเล็กตรอนตัวแรก ซึ่งยังไม่ทราบแน่ชัดว่าเป็นสารใด สมมติว่าเป็นสาร Z เมื่อสาร Z รับอิเล็กตรอนมาแล้วก็จะส่งต่อไปให้สารประกอบที่เป็น electron acceptor ตัวอื่นๆ เช่น Ferredoxin ----> Cytochrome b ----> Cytochrome f ----> plastocyanin แล้วกลับมาสู่รงควัตถุระบบแสง 1 ใหม่อีก ขณะที่มีการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักรนี้ จะมีการปล่อยพลังงานออกมาเพื่อใช้สร้างสารประกอบ ATP (จาก ADP + Pi) 1 แห่ง

ภาคผนวก ง

- ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้
- ตัวอย่างผลงานนักเรียน

ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้



ภาพกิจกรรมการสืบค้นความรู้ในการเรียนรู้



ภาพกิจกรรมการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

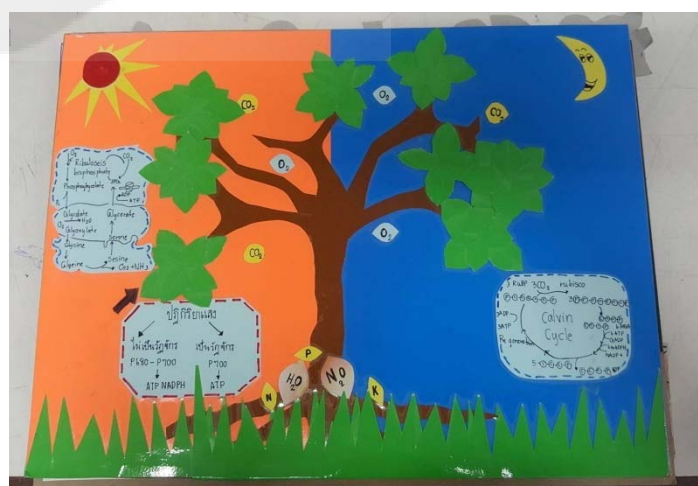


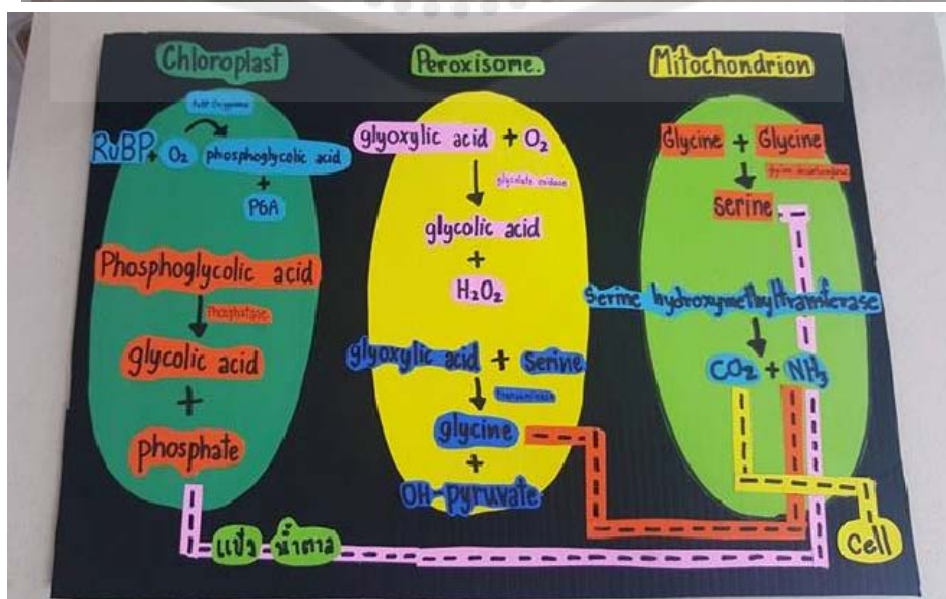
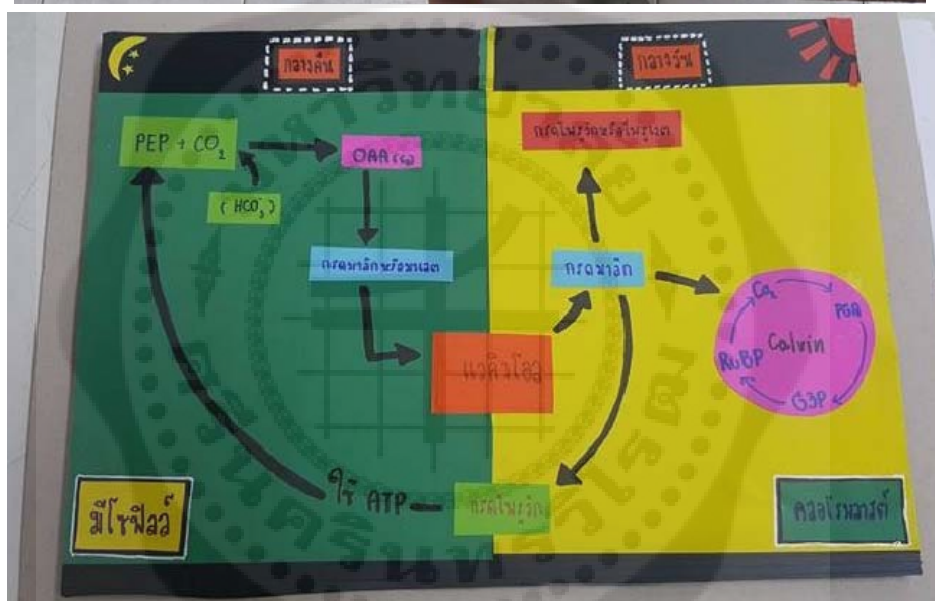
ภาพกิจกรรมการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์



ภาพการนำเสนอแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน

ตัวอย่างผลงานนักเรียน





ประวัติย่อผู้วิจัย



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวพัชรกร ยิ่งยงยุทธ
วันเดือนปีเกิด	15 กุมภาพันธ์ 2533
สถานที่เกิด	จ.สุรินทร์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	64/2 แอนนาเพลส2 ซอยลาดพร้าว 126 แขวงพลับพลา เขตวังทองหลาง กทม.10310
ตำแหน่งหน้าที่การทำงานในปัจจุบัน	ครูคศ.1 โรงเรียนวัดนวลนรดิศ เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร10160
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนวัดนวลนรดิศ เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร10160
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2545	ประถมศึกษา จาก โรงเรียนอนุบาลสุรินทร์ จ.สุรินทร์
พ.ศ.2550	มัธยมศึกษา จาก โรงเรียนสิรินธร จ.สุรินทร์
พ.ศ.2555	ศึกษาศาสตรบัณฑิต (ศษ.บ.) วิชาเอก วิทยาศาสตร์ศึกษา (เอกเดี่ยวชีววิทยา) จาก มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น
พ.ศ.2560	การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิทยาการทางการศึกษาและจัดการเรียนรู้ แขนงวิชาวิทยาศาสตร์ จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กรุงเทพมหานคร