



ผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ
ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยา

EFFECTS OF USING INQUIRY-BASED LEARNING
WITH LATERAL THINKING TECHNIQUES TOWARD

บุศญา แก้วแพทย์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2563

ผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ
ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยา



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

EFFECTS OF USING INQUIRY-BASED LEARNING
WITH LATERAL THINKING TECHNIQUES TOWARD
SCIENTIFIC CREATIVITY AND LEARNING ACHIEVEMENT
OF ELEVENTH GRADE STUDENTS IN BIOLOGY



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of MASTER OF EDUCATION
(Science Education)

Science Education Center, Srinakharinwirot University

2020

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ
ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยา

ของ

นุศญา แก้วแพทย์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินันท์ พฤษทรัพย์ประมุข)

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.พินิจ ขำวงษ์)

ชื่อเรื่อง	ผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยา
ผู้วิจัย	นุศญา แก้วแพทย์
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2563
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินันท์ พงษ์ประมุข

งานวิจัยในครั้งนี้มีความมุ่งหมายดังนี้ 1. เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนสายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยา 2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยา และ 3. เพื่อหาแนวทางในเลือกใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบในการการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยกลุ่มที่ศึกษาคือนักเรียนสายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2563 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 57 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ด้วยค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีของกลุ่มที่ศึกษาที่ไม่เป็นอิสระกัน ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์สรุปอุปนัย ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมาก 4. แนวทางในเลือกใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ การส่งเสริมความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์และความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ สามารถใช้เทคนิคความคิดหลักปัจจัยชี้ขาด และเทคนิคการชะลอการตัดสินใจในชั้นอธิบาย และใช้เทคนิคการสร้างทางเลือกและเทคนิคการกระตุ้นสุม ในชั้นขยายความรู้ และการส่งเสริมความริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ใช้เทคนิคการทำทาย เทคนิคพลิกกลับ และเทคนิคอุปมาอุปไมย ในการส่งเสริมชั้นขยายความรู้ และใช้เทคนิคการออกแบบ ในชั้นนำความรู้ไปใช้

คำสำคัญ : ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์, การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ, ชีววิทยา

Title	EFFECTS OF USING INQUIRY-BASED LEARNING WITH LATERAL THINKING TECHNIQUES TOWARD SCIENTIFIC CREATIVITY AND LEARNING ACHIEVEMENT OF ELEVENTH GRADE STUDENTS IN BIOLOGY
Author	BUSSAYA KAEWPAED
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2020
Thesis Advisor	Chaninan Pruekpramool , Ed.D.

The objectives of this research were as follows: (1) to study the scientific creativity and learning achievement of Grade 11 students who learned using inquiry-based learning with lateral thinking techniques; (2) to study student satisfaction after using inquiry-based learning with lateral thinking techniques; (3) to propose guidelines for the select of proper lateral thinking techniques in the inquiry-based learning. The participants in this study consisted of 57 Grade 11 students who studied in the second semester of the 2020 academic year in a school in Bangkok using purposive selection. The research instruments consisted of lesson plans, a scientific creativity test, a learning achievement test and a learning process questionnaire on student satisfaction. The data were analyzed quantitatively using percentage, mean, standard deviation and a t-test for dependent samples. The qualitative data was analyzed using analytic induction. The results showed revealed following: (1) the scientific creativity mean score of the students after learning ($M = 14.59$, $S.D. = 1.75$) was higher than before learning ($M = 9.91$, $S.D. = 1.44$) with a .01 level of a statistical significance ($t = -12.911$, $p = .000$); (2) the learning achievement mean score of the students after learning ($M = 21.91$, $S.D. = 3.15$) was higher than before learning ($M = 11.65$, $S.D. = 3.17$) with a .01 level of a statistical significance ($t = -20.882$, $p = .000$); (3) the students were satisfied with inquiry-based learning with lateral thinking techniques at a high level; and (4) guidelines for selecting the lateral thinking techniques in the inquiry-based learning revealed that in order to promote scientific fluency and flexibility, it can be use for the dominant ideas, crucial factors and suspended judgment techniques in the explanation phase and the generation of alternative or random stimulation techniques in the elaboration phase. For promoting scientific originality, the following can be use: the challenging assumptions, the reversal method and the analogies technique in the elaboration phase and the design technique in the extension phase.

Keyword : Scientific creativity, Inquiry-based learning with lateral thinking techniques, Biology

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีด้วยความเมตตาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินันท์ พฤษทรัพย์มูล อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ สละเวลาในการให้ความช่วยเหลือในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความกรุณา อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำปริญญานิพนธ์ ตลอดมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จารุวรรณ พลอยดวงรัตน์ อาจารย์ ดร. คำสอน สีเพ็ง อาจารย์นภาพร สีนสวัสดิ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ศศิเทพ ปิติพรเทพิน และอาจารย์ ดร. พินิจ ขำวงษ์ ที่กรุณาเป็นกรรมการสอบปากเปล่าและให้คำแนะนำเพิ่มเติมที่ทำให้ปริญญานิพนธ์มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณะผู้บริหาร ครู และผู้ปกครองโรงเรียนนนทรีวิทยา ที่ให้ความอนุเคราะห์ และให้การสนับสนุนเป็นอย่างดีในการทำวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณนักเรียนโรงเรียนนนทรีวิทยา ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ เพื่อนร่วมรุ่น คณะอาจารย์ เจ้าหน้าที่ ของสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่คอยให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณครอบครัว ที่คอยให้ความช่วยเหลือ สนับสนุน และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา ทำให้ผู้วิจัยสามารถก้าวผ่านทุกอุปสรรคจนประสบความสำเร็จด้วยความภาคภูมิใจ

บุศญา แก้วแพทย์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูปภาพ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
คำถามการวิจัย.....	7
ความมุ่งหมายของงานวิจัย.....	7
ความสำคัญของงานวิจัย	7
ขอบเขตของการวิจัย	8
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	9
กรอบแนวคิดในการวิจัย	12
สมมติฐานในการวิจัย.....	13
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	14
1. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.....	15
1.1 ที่มาของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.....	15
1.2 ความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.....	18
1.3 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.....	21
1.4 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.....	22

1.5 การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	25
1.6 บทบาทของนักเรียนและครูในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์.....	40
1.7 แนวทางการวัดและประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	42
2. การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาชีววิทยา	50
2.1 แนวคิดหลักชีววิทยาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551	50
2.2 แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชา ชีววิทยา	51
3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	53
3.1 ความหมายและความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	53
3.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.....	53
3.3 คุณลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	55
3.4 ประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	56
3.5 ขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.....	58
3.6 บทบาทของนักเรียนและครูในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้.....	61
4. การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการคิดนอกกรอบ	63
4.1 ความหมายของการคิดนอกกรอบและเทคนิคการคิดนอกกรอบ	63
4.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ	64
4.3 การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการคิดนอกกรอบ	65
5. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ	68
6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	71
6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	71
6.2 พฤติกรรมที่แสดงออกถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	71
6.3 แนวทางการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	74

7. ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้.....	76
7.1 ความหมายความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้	76
7.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ	76
7.3 การวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้.....	78
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย	80
1. การกำหนดกลุ่มที่ศึกษา	80
2. การศึกษาสภาพปัญหา	80
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	81
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล	94
5. การจัดกระทำข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่เกี่ยวข้อง	95
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย.....	101
ตอนที่ 1 ผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบที่มี ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	101
ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ร่วมกับกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ	103
ตอนที่ 3 แนวทางในเลือกใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ร่วมกับกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ	105
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายและข้อเสนอแนะ.....	117
สมมติฐานในการวิจัย.....	117
วิธีการดำเนินการวิจัย.....	118
สรุปผลการวิจัย.....	120
อภิปรายผล	122
ข้อเสนอแนะ	127
บรรณานุกรม	129

ภาคผนวก.....	142
ภาคผนวก ก	143
ภาคผนวก ข	151
ภาคผนวก ค	165
ประวัติผู้เขียน.....	189



สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ข้อดีและข้อจำกัดของแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.....	36
ตาราง 2 ข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของชูและเอเดย์.....	44
ตาราง 3 ข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของอักทามิสและคณะ.....	46
ตาราง 4 เกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากคุณลักษณะของชิ้นงาน ...	49
ตาราง 5 บทบาทหน้าที่ของนักเรียนและครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน.....	61
ตาราง 6 ความแตกต่างระหว่างการคิดในกรอบและนอกกรอบ	64
ตาราง 7 แผนการจัดการเรียนรู้ภายในหน่วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ	84
ตาราง 8 วิเคราะห์ข้อสอบของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา	89
ตาราง 9 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	95
ตาราง 10 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ	102
ตาราง 11 ผลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ.....	103
ตาราง 12 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ.....	104
ตาราง 13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้	152
ตาราง 14 ค่าความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้ของแผนการจัดการเรียนรู้.....	154

ตาราง 15 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) ค่าดัชนีอำนาจจำแนกและค่าดัชนีความ ยากของแบบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	160
ตาราง 16 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) ของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	161
ตาราง 17 ค่าดัชนีความเหมาะสมของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	162
ตาราง 18 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ	162
ตาราง 19 ค่าความเหมาะสมของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ	163



สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	12
ภาพประกอบ 2 แผนภูมิแสดงผลคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ	102
ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างสิ่งประดิษฐ์ที่นักเรียนรหัส 32 ออกแบบเครื่องกรองอากาศที่มีแนวคิดมาจากปอด ในกิจกรรมนักออกแบบ	112
ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างสิ่งประดิษฐ์ที่นักเรียนรหัส 36 ออกแบบเครื่องวัดอัตราการหายใจของหนู ในกิจกรรมนักออกแบบ.....	113
ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างสิ่งประดิษฐ์ที่นักเรียนรหัส 14 ออกแบบหัวใจเทียมฟอกเลือด ในกิจกรรมนักออกแบบ.....	114
ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างสิ่งประดิษฐ์ที่นักเรียนรหัส 8 ออกแบบตู้นิรภัย	115

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การสร้างเทคโนโลยีและนวัตกรรมต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์เป็นพื้นฐานในการคิดแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน ประชากรในศตวรรษที่ 21 พึงเป็นผู้ที่ปรับเปลี่ยนตนเองให้รับมือกับสถานการณ์ต่าง ๆ โดยสามารถคิดสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ ขึ้นมา อย่างรวดเร็ว แปลกใหม่ หลากหลาย และก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมอย่างกว้างขวาง (Kind & Kind, 2007, p. 1; Madden et al., 2013, p. 541; Partnership for 21st Century Skills, 2016; เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2554, น. 2) ความคิดสร้างสรรค์เป็น 1 ใน 8 ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ปรากฏอยู่ในด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม โดยความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญ ประชากรที่มีความคิดสร้างสรรค์สามารถสร้างความเติบโตทางเศรษฐกิจและพัฒนาสังคมที่ยั่งยืนได้ (Bobirca & Draghici, 2011, pp. 1447, 1151-1452) ประเทศใดที่สามารถดึงศักยภาพเชิงสร้างสรรค์ของประชากรออกมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้จะยิ่งมีโอกาสพัฒนาและเจริญก้าวหน้าได้มากขึ้น (อารี พันธุ์ณี, 2543, น. 5) ซึ่งนานาประเทศต่างมุ่งเน้นศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้แก่พลเมืองในประเทศของตนเอง ดังจะเห็นได้จากงานวิจัยของลิ้ม (Lim, 2015, p. 56) ที่ได้ทำการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ในระบบการศึกษาของสิงคโปร์และมาเลเซีย พบว่า การออกแบบการศึกษาของทั้งสองประเทศมุ่งเน้นฝึกฝนให้ประชากรสามารถสร้างผลผลิตที่สร้างสรรค์นำไปสู่อุตสาหกรรมสร้างสรรค์ ความคิดสร้างสรรค์จึงมีบทบาทในการพัฒนาบุคคล การศึกษา องค์กร ประเทศ และโลกของเรา (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2554, น. 2)

สำหรับประเทศไทยนั้น ได้มีการกำหนดยุทธศาสตร์ในการพัฒนาอุตสาหกรรมไทย โดยใช้โมเดลประเทศไทย 4.0 ต้องมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างเศรษฐกิจจากเดิมที่ขับเคลื่อนด้วยการพัฒนาประสิทธิภาพในการผลิตภาคอุตสาหกรรม ไปสู่เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2559, น. 3-4) ซึ่งต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดความคิดสร้างสรรค์เป็นหนึ่งในสมรรถนะสำคัญด้านการคิด (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2551, น. 6) ต่อมาได้มีการปรับปรุงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพิ่มเติมในปี 2560 โดยยังคงหลักการและโครงสร้างเดิม แต่ปรับปรุงความทันสมัยของเนื้อหา คำนึงถึงทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ ในส่วนของตัวชี้วัดของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้มีการปรับปรุงจัดกลุ่มความรู้ใหม่และนำทักษะกระบวนการไปบูรณาการกับ

ตัวชี้วัด เน้นให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา และมีทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งมีความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมเป็นทักษะหนึ่ง เพื่อเตรียมพร้อมให้นักเรียนสามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 1-2)

ความคิดสร้างสรรค์ถูกเชื่อมโยงเข้ากับศาสตร์หรือองค์ความรู้ในหลาย ๆ ด้าน รวมถึงด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งถือเป็นศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจธรรมชาติ เรียกว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific creativity) (Tang, 1986, p. 167) อันหมายถึง ความสามารถในการคิดและการกระทำโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้หลายแนวทาง เพื่อให้ได้ผลผลิตที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับผู้อื่น และมีคุณค่า (Hu & Adey, 2002, p. 393; Moravesik, 1981, p. 222; ปรียาภรณ์ ทองมาก, 2537, น. 44; สุชาติ อักษรกริช, 2551, น. 33) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญในการสร้างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ การคิดค้นการทดลอง การป้องกันภัยธรรมชาติ การวิจัยทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มของโครงการ (Moravesik, 1981, p.221) ความคิดสร้างสรรค์วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญในการช่วยให้นักเรียนตอบสนองความต้องการที่คาดเดาไม่ได้ในอนาคต (Kind & Kind, 2007, p. 1) นักวิทยาศาสตร์ที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ค้นพบสิ่งใหม่ หรือเทคนิคใหม่ ๆ ได้ (Feist, 2011, p. 298) สอดคล้องกับเมดเดนและคณะ (Madden et al., 2013, p. 541) ที่ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสร้างนักเรียนให้เป็นนักวิทยาศาสตร์ที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่งเนื่องจากนักเรียนในยุคปัจจุบันจำเป็นต้องเผชิญกับปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ นำไปสู่การพัฒนาพลเมืองให้สามารถพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ซับซ้อนมากขึ้น

จากการศึกษา พบว่า มีนักการศึกษาและนักวิจัยหลายท่านทำการศึกษาเกี่ยวกับตัวแปรความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังเช่น งานวิจัยของ Liang (2002, pp. 127-128) ได้ทำการสำรวจความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในประเทศไต้หวัน ผลการวิจัยพบว่าระดับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในตัวอย่างจะมีการเปลี่ยนแปลงระหว่างระดับต่ำและระดับกลาง เช่นเดียวกับงานวิจัยของเซอแรนและคณะ (Ceran, Güngören, & Boyacıoğlu, 2014, p. 52) ใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของฮูและเอเดย์ (Hu & Adey, 2002, p. 393) วัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนใน

โรงเรียนมัธยมศึกษาสองแห่งในประเทศตุรกี พบว่านักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง โดยมีคะแนนความคิดคล่องมากกว่าความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม นอกจากนี้เจิง (Cheng, 2004, p. 1) ได้ดำเนินการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เพื่อกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในประเทศฮ่องกงโดยการวัดจากคำถามปลายเปิด พบว่าสามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ เช่นเดียวกับเชอแลง (Chelang, 2014, p. 43) ได้ใช้แบบฝึกการสืบเสาะหาความรู้ในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาเกี่ยวกับรายวิชาชีววิทยา พบว่าสามารถส่งเสริมให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้น ถึงแม้จะมีนักการศึกษาและนักวิจัยหลายท่านทำการศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเป็นทักษะที่มีความสำคัญต่อผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 อย่างไรก็ตาม ผลการวิจัยยังคงสะท้อนถึงระดับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนยังคงมีความจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาเพิ่มขึ้น

วิชาชีววิทยาเป็นวิชาแขนงหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและใกล้ตัวของนักเรียนนำไปสู่พัฒนาการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ดี (ภาณินี เทพหนู, 2546, น. 6) จากการที่ผู้วิจัยเป็นครูสอนวิชาชีววิทยาเพิ่มเติมของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดกรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยได้นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้เรียนวิชาชีววิทยาเพิ่มเติมด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้นตอน แล้ว จำนวน 74 คน พบว่านักเรียนกลุ่มนี้มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 มีเพียงองค์ประกอบด้านความคิดละเอียดลออทางวิทยาศาสตร์เท่านั้นที่สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนเรียนผ่านมาอาจไม่ได้ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างเต็มศักยภาพ ดังนั้นครูจึงควรหาแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

นอกจากนี้ ปัจจุบันประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีปัญหาเกี่ยวกับการจัดการศึกษาในเรื่องของคุณภาพการศึกษา นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีแนวโน้มต่ำลง การจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนเฉพาะในตำราเรียนเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอต่อการนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2558, น. 149) การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิด

สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สามารถช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้นด้วย (Kamonjo, Okere, & Wachanga, 2015, น. 86) จากการศึกษาพบว่า มีแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลายแนวทาง ทั้งการใช้หน่วยการเรียนรู้ การใช้หรือพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิธีการจัดการเรียนรู้ การใช้แนวคิด การใช้ชุดกิจกรรม และการใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้พิจารณาเลือกวิธีการจัดการเรียนรู้จากข้อดี ข้อจำกัด และบริบทของปัญหาโดยเลือกศึกษาในกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิชาชีววิทยา 4 (ว30254) เรื่อง ระบบหายใจ ระบบหมุนเวียนเลือด และระบบน้ำเหลือง ซึ่งเป็นเนื้อหาที่นักเรียนได้มีความรู้พื้นฐานมาแล้วจากการเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น อีกทั้งยังเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและเป็นเรื่องใกล้ตัวของนักเรียนจึงเหมาะสมในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน ทั้งนี้ จากการศึกษาพบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในการเรียนและแสดงความคิดเห็นที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้คิดอย่างเป็นอิสระ กล้าแสดงความคิดเห็นในการทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (บุญรัตน์ จันทร, 2558, น. 1-8) โดยมีงานวิจัยที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เช่น บุญรัตน์ จันทร (2558, น. 125-126) ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการสอดแทรกกิจกรรมฝึกคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาฟิสิกส์ โดยแต่ละขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้จะสอดแทรกกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ในองค์ประกอบ ด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มในขั้นใดขั้นหนึ่งตลอด 6 แผนการจัดการเรียนรู้ เช่น ขั้นกระตุ้นความสนใจ จะให้นักเรียนกำหนดปัญหาอย่างว่อกวៃ แตกต่าง และหลากหลาย ขั้นสำรวจ นักเรียนคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบการสำรวจตรวจสอบ ขั้นอธิบาย นักเรียนอธิบายในประเด็นที่แตกต่าง ขั้นขยายความรู้ นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับสถานการณ์ต่าง ๆ ในปริมาณมาก และแตกต่าง ขั้นประเมินผล นักเรียนสร้างชิ้นงานให้แปลกใหม่โดยใช้แนวคิดที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ เป็นต้น ซึ่งพบว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในองค์ประกอบด้านความคิดริเริ่มและความคิดคล่องในระดับดีมากเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในระหว่างการจัดการเรียนรู้ อย่างไรก็ตาม การใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนยังมีข้อจำกัดในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จึงต้องแทรกกิจกรรมฝึกความคิด

สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เข้าไปเพิ่มเติม ส่วนเพ็ญลภา บุญวงศ์ (2557, น. 132) ที่พัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหา ความรู้แบบ 7 ขั้นตอนร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบโดยนำเทคนิคการคิดนอกกรอบไปแทรกใน ขั้นตอนของรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 2 ขั้นตอน คือ ในขั้นขยายความรู้แทรกเทคนิคความคิดหลัก ปัจจัยชี้ขาดในขั้นอธิบาย เทคนิคการทำนายสมมติฐาน เทคนิคการพลิกกลับ เทคนิคชะลอการ ตัดสินใจ เทคนิคอุปมาอุปไมย เทคนิคการกระตุ้นส้อม และเทคนิคการสร้างทางเลือก ส่วนในขั้น นำความรู้ไปใช้แทรกเทคนิคการออกแบบและนวัตกรรม ผลการวิจัยพบว่าสามารถส่งเสริม ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มทดลองสูง กว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เช่นเดียวกันในการใช้รูปแบบสืบเสาะหา ความรู้แบบ 7 ขั้นตอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีการเพิ่มเทคนิคหรือ กิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์โดยเฉพาะ

งานวิจัยนี้โดยผู้วิจัยเลือกใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้นตอน เพื่อกระตุ้นความ สนใจของนักเรียน สร้างการเรียนรู้ที่มีความหมาย และนำความรู้ไปใช้ในการประยุกต์ความรู้ จากสิ่งที่นักเรียนเรียนรู้มาให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน อีกทั้งรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอนยังมีขั้นตอนการตรวจสอบความรู้เดิมที่ชัดเจน ซึ่งความรู้เดิมมี ความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะด้านความคิดคล่องมี ความสัมพันธ์มากที่สุด นอกจากนี้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน ยังประกอบด้วย ขั้นนำ ความรู้ไปใช้ เป็นขั้นที่ครูผู้สอนจะส่งเสริมให้ นักเรียนนำความคิดรวบยอดที่ได้เรียนมาไป ประยุกต์ใช้ ทำให้เกิดการสร้างสิ่งใหม่ ๆ และสามารถต่อยอดทางความคิดโดยนำความรู้ที่ได้ใน ห้องเรียนไปประยุกต์ใช้กับความรู้นอกห้องเรียน (Ahmar, Ramlawaty, Masri, & Ahmar, 2017, p. 1) อย่างไรก็ตาม รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ยังขาดไม่เพียงพอต่อการ ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากต้องมีการสอดแทรกกิจกรรมหรือเทคนิคที่ ส่งเสริมคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาพบว่า เทคนิคการคิดนอกกรอบเป็นเทคนิคที่มุ่งเน้นให้นักเรียนพยายามเสนอ แนวคิดของตนเอง และวิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีการใหม่ ๆ (ภาณินี เทพหนู, 2546, น. 69) ซึ่ง สอดคล้องกับการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ อยู่บนพื้นฐานแนวคิดทฤษฎีการคิด นอกกรอบของเดอ โบโน ประกอบด้วย 16 เทคนิค (De Bono, 1982, p. 116) ผู้วิจัยได้

ทำการศึกษาและวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ในแต่ละเทคนิค พบว่า มี 8 เทคนิค ที่เป็นเทคนิคหลัก และเหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เทคนิคความคิดหลักปัจจัยชี้ขาด (Dominant ideas and crucial factors) เทคนิคการชะลอการตัดสินใจ (Suspended judgement) เทคนิคการทำทลายสมมติฐาน (Challenging assumptions) เทคนิคพลิกกลับ (The reversal method) เทคนิคอุปมาอุปไมย (Analogies) เทคนิคการสร้างทางเลือก (The generation of alternative) เทคนิคการกระตุ้นสุ่ม (Random stimulation) และเทคนิคการออกแบบ (Design) ทั้งนี้งานวิจัยที่ผ่านมา ยังไม่พบแนวทางในการเลือกใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบที่ชัดเจนในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ และจากข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอนทีกล่าวนำโดยผู้วิจัย ทำการแทรกเทคนิคการคิดนอกกรอบโดยพิจารณาจากความเหมาะสมของเทคนิคตามลำดับขั้นของกระบวนการทางปัญญาด้านพุทธิพิสัยของบลูมที่ปรับปรุงโดยแอนเดอสันและครัทวอล แบ่งเป็น 6 ขั้น คือ จำ เข้าใจ ประยุกต์ใช้ วิเคราะห์ ประเมินค่า และคิดสร้างสรรค์ (Anderson & Krathwohl, 2001, pp. 66-69) ดังนั้น เทคนิคที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์ ได้แก่ เทคนิคความคิดหลักปัจจัยชี้ขาด เทคนิคการชะลอการตัดสินใจ ส่งเสริมความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น มาแทรกในชั้นอธิบาย เทคนิคที่เกี่ยวกับการนำความรู้ไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์กว้างขวางขึ้น ได้แก่ เทคนิคการทำทลายสมมติฐาน เทคนิคพลิกกลับ เทคนิคอุปมาอุปไมย เทคนิคการสร้างทางเลือก เทคนิคการกระตุ้นสุ่ม มาแทรกในชั้นขยายความรู้ เทคนิคที่เป็นการเสนอแนวคิดใหม่ ได้แก่ เทคนิคการออกแบบ จึงควรนำไปอยู่ในขั้นนำความรู้ไปใช้ เนื่องจากนักเรียนได้ผ่านการจำ เข้าใจ ประยุกต์ใช้ วิเคราะห์ ประเมินค่า มาแล้ว ส่งเสริมความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยผู้วิจัยจัดทำเป็นหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต เพื่อเป็นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จัดเนื้อหาให้เป็นสัดส่วน กำหนดเวลาชัดเจน จึงสะดวกต่อการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ตอบโจทย์กับนิยามความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งความสามารถในการคิดและการกระทำโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และในการแก้ปัญหาได้หลายแนวทาง เพื่อได้ผลผลิตที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับผู้อื่น โดยผลการวิจัยจะเป็นประโยชน์แก่ครูหรือผู้เกี่ยวข้องเพื่อนำไปต่อยอดและประยุกต์ใช้ในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ให้กับนักเรียน เพื่อสร้างบุคลากรที่สามารถเผชิญกับปัญหาซับซ้อนที่คาดเดาไม่ได้ในอนาคต นำไปสู่การเป็นพลเมืองมีคุณภาพสามารถสร้างผลผลิตที่สร้างสรรค์

พัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ซับซ้อนมากขึ้น และทราบถึงแนวทางในเลือกใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกับเทคนิคการคิดนอกกรอบที่ชัดเจน เพื่อเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ให้กับครูและผู้ที่สนใจนำไปใช้เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนต่อไป

คำถามการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยา ได้หรือไม่ อย่างไร
2. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกับเทคนิคการคิดนอกกรอบในระดับใด
3. แนวทางในเลือกใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกับเทคนิคการคิดนอกกรอบเป็นอย่างไร

ความมุ่งหมายของงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกับเทคนิคการคิดนอกกรอบที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยา
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยา ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ
3. เพื่อหาแนวทางในเลือกใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ

ความสำคัญของงานวิจัย

งานวิจัยนี้ทำให้ทราบผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกับเทคนิคการคิดนอกกรอบที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยา และทราบระดับความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ ทำให้ได้แนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการ

เรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และเป็นแนวทางสำคัญให้กับครู นักการศึกษา และผู้สนใจนำไปต่อยอดและประยุกต์ใช้ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้กับนักเรียน เพื่อสร้างบุคลากรที่สามารถเผชิญกับปัญหาซับซ้อนที่คาดเดาไม่ได้ในอนาคต นำไปสู่การเป็นพลเมืองมีคุณภาพสามารถสร้างผลผลิตที่สร้างสรรค์ พัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ซับซ้อนมากขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2563 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 3 ห้อง จำนวน 57 คน โดยการเลือกแบบเจาะจงเป็นนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ เนื่องจากเป็นงานวิจัยที่ต้องการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ที่จำเป็นต้องอาศัยองค์ความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาร่วมในกระบวนการคิด จึงเหมาะสมกับนักเรียนที่เรียนในแผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ
2. ตัวแปรตาม คือ
 - 2.1 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
 - 2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.3 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้
 - 2.4 แนวทางในเลือกใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนสืบค้นหาความรู้ด้วยตนเอง โดยนักเรียนมีส่วนร่วมในคำถามเชิงวิทยาศาสตร์ ให้ความสำคัญกับหลักฐานในการตอบคำถาม สร้างคำอธิบายจากหลักฐาน เชื่อมโยงคำอธิบายกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และนักเรียนสื่อสารและอธิบายเหตุผล ร่วมกับการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และสอดแทรกเทคนิคการคิดนอกกรอบ ที่ใช้ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการใหม่ ๆ ที่แตกต่างไปจากวิธีการแก้ปัญหาเดิม ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน และใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบของเดอ โบโน มาสอดแทรกในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยมีขั้นตอนและเทคนิคดังนี้

1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation phase) เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความรู้เดิม โดยครูใช้คำถามที่เป็นการทดสอบความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนที่นักเรียนพึงมีมาก่อน นักเรียนสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมี ทำให้ครูได้ทราบว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างไร ครูควรเพิ่มเติมความรู้ส่วนใดให้นักเรียน และครูยังสามารถวางแผน การจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน

2) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement phase) เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียน ซึ่งอาจเกิดจากความสนใจของนักเรียน หรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจเกี่ยวกับประเด็นหรือปัญหาของระบบร่างกาย หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่นักเรียนได้เรียนรู้ ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม เกิดความอยากรู้อยากเห็น และกำหนดประเด็นที่จะศึกษาให้แก่ นักเรียน โดยนักเรียนศึกษาประเด็นจากสื่อต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต วารสาร งานวิจัย เป็นต้น เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในขั้นตอนต่อไป

3) ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration phase) เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจประเด็นหรือคำถามที่สนใจแล้ว ในขั้นนี้นักเรียนต้องวางแผนการปฏิบัติการ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ทำได้หลายวิธี ได้แก่ สืบค้นข้อมูล หรือ ทำกิจกรรมทดลอง เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างพอเพียง

4) ขั้นอธิบาย (Explanation phase) นักเรียนจะนำข้อมูลจากขั้นสำรวจค้นหามาทำการวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ บรรยายสรุป ตาราง หรือ กราฟ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปและอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจนเพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป ขั้นนี้นักเรียนจะได้อธิบาย

อย่างสร้างสรรค์ โดยแทรกเทคนิคความคิดหลักปัจจัยชี้ขาด (Dominant ideas and crucial factors) เป็นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนรวบรวมคำตอบทั้งหมด และพิจารณาเขียนความคิดหลักครุมีบทบาทในการดูคำตอบที่แตกต่างจากนักเรียนคนอื่น และให้นักเรียนอธิบายเพิ่มเติมว่าทำไมถึงตอบคำถามอย่างนั้น ซึ่งส่งเสริมความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และแทรกเทคนิคการชะลอการตัดสินใจ (Suspended judgment) เป็นกิจกรรมให้นักเรียนสร้างแนวคิดที่แปลกใหม่ โดยนักเรียนแต่ละคนหาวิธีแก้ปัญหทางชีววิทยา แล้วเสนอคำตอบของปัญหาที่กำหนดให้ จากนั้นนำคำตอบของนักเรียนแต่ละคนมาคิดพิจารณาแล้วเลือกคำตอบที่ดีที่สุดอย่างสมเหตุสมผล

5) ขยายความรู้ (Elaboration phase) เป็นการนำความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์ที่เกิดขึ้นใหม่ ทำให้เกิดความรู้ในวงกว้างขึ้น ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ขยายแนวกรอบความคิดของตนเองและต่อเติมให้สอดคล้องกับความรู้เดิม ส่งเสริมให้นักเรียนตั้งประเด็นเพื่ออธิบายและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น โดยใช้เทคนิคต่อไปนี้เทคนิคใดเทคนิคหนึ่ง โดยเลือกเทคนิคที่เหมาะสมกับเนื้อหาที่จะสอน ได้แก่

เทคนิคการทำทลายสมมติฐาน (Challenging assumptions) ใช้ในกรณีที่ต้องการเปลี่ยนแปลงความคิดโดยหลีกเลี่ยงรูปแบบเดิม ให้มีความหลากหลายมากขึ้น เป็นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนหาคำตอบเกี่ยวกับปัญหาทางชีววิทยา แล้วนำคำตอบเหล่านั้นมาตั้งเป็นคำถามต่อไปเรื่อย ๆ จนได้คำตอบที่หลากหลาย เป็นการส่งเสริมความริเริ่มทางวิทยาศาสตร์

เทคนิคพลิกกลับ (The reversal method) ใช้ในกรณีที่ต้องการเปลี่ยนแปลงจากภายในรูปแบบเอง ช่วยให้ผู้สามารถจัดข้อมูลที่มีอยู่ได้อย่างหลากหลายมากขึ้น เป็นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนกระทำย้อนกลับจากเดิมที่เคยเป็นมา เช่น กิจกรรมเรื่องการวัดอัตราการหายใจ ให้นักเรียนคิดกลับในการเปลี่ยนกลับขั้นตอนการวัดอัตราการหายใจของสัตว์ ทำให้ได้ทางเลือกในมุมมองใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม เป็นการส่งเสริมความริเริ่มทางวิทยาศาสตร์

เทคนิคอุปมาอุปไมย (Analogies) ใช้ในกรณีที่สร้างเหตุการณ์เพื่อขัดขวางความต่อเนื่องของรูปแบบเดิม บางครั้งการนำสิ่งที่ไม่น่าจะนำมาเปรียบเทียบกันนำมาซึ่งความคิดสร้างสรรค์ใหม่ เป็นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนใช้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นไปเปรียบเทียบกับบางสิ่งบางอย่าง เช่น กิจกรรมเรื่องโครงสร้างและการลำเลียงสารในระบบหมุนเวียนเลือด ให้นักเรียนเปรียบเทียบวงจรการไหลเวียนเลือด เปรียบเสมือนสิ่งของอะไรได้บ้าง ทำให้เกิดการคิดเชื่อมโยงเกิดขึ้น ส่งเสริมความริเริ่มทางวิทยาศาสตร์

เทคนิคการสร้างทางเลือก (The generation of alternative) ใช้ในกรณีที่ต้องการเปลี่ยนแปลงความคิดโดยหลีกเลี่ยงรูปแบบเดิม ให้มีความหลากหลายมากขึ้น เป็นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนคิดหาคำตอบที่หลากหลายให้มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ ไม่ยึดติดกับคำตอบที่เป็นไปได้มากที่สุด ส่งเสริมความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์

เทคนิคการกระตุ้นสุม (Random stimulation) ใช้ในกรณีที่สร้างเหตุการณ์เพื่อขัดขวางความต่อเนื่องของรูปแบบเดิม โดยเชื่อมโยงคำที่สุมได้กับสิ่งที่กำลังคิดอยู่ เป็นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนใช้คำที่สุมหรือคัดเลือกรายการจากเรื่องที่เรียน แล้วมาเล่าเขียนบรรยายความสัมพันธ์โดยการคิดจินตนาการที่เป็นไปได้หรือสอดคล้องกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนใช้ข้อมูลทุกอย่างที่มีผสมผสานกับข้อมูลต่าง ๆ ทั้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง เป็นการส่งเสริมได้ทั้งความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์

6) ขั้นประเมินผล (Evaluation phase) ขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้การประเมินนักเรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย ได้แก่ การใช้คำถาม การใช้แบบทดสอบ และการสังเกตพฤติกรรมตามคุณลักษณะอันพึงประสงค์ นอกจากนี้ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบซึ่งกันและกัน

7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension phase) เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถนำสิ่งที่ได้เรียนมาไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นสิ่งประดิษฐ์ได้ ครูจะต้องมีการกระตุ้นและจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่และเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ในขั้นนี้นักเรียนจะได้ออกแบบสิ่งประดิษฐ์ และสร้างสรรค์ ซึ่งส่งเสริมความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ โดยแทรกเทคนิคการออกแบบ (Design) เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนออกแบบ ปรับปรุงสิ่งที่มียู่ หรือประดิษฐ์สิ่งของใหม่ ๆ ที่ไม่ซ้ำกัน

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดของนักเรียนโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้หลายแนวทาง เพื่อได้ผลผลิตที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับผู้อื่น และมีคุณค่า แบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1) ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการคิดหาคำตอบที่สอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างรวดเร็วและมีปริมาณมากในเวลาจำกัด

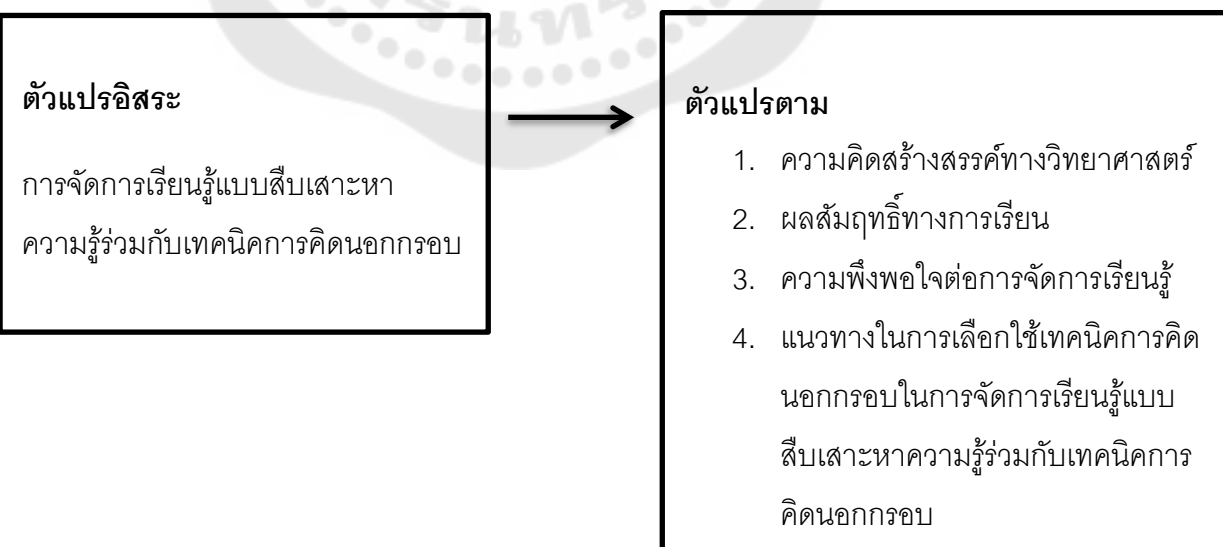
2) ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการคิดหาคำตอบที่สอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้หลายประเภทและหลายทิศทาง

3) ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการคิดสิ่งใหม่และแตกต่างไปจากคนอื่น โดยเกิดจากการนำเอาหลักการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาคิดดัดแปลงและประยุกต์ให้เกิดสิ่งใหม่ขึ้น

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัยของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบหายใจ ระบบหมุนเวียนเลือด และระบบน้ำเหลือง ซึ่งวัดได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย ประเภทเลือกตอบ 5 ตัวเลือกวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 4 ด้าน คือ จำ เข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์ ตามแนวคิดของของบลูมที่ปรับปรุงโดยแอนเดอร์สันและครัทวอล จำนวน 30 ข้อ ทั้งก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ

4. ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้สึกหรือทัศนคติที่ออกมาจากจิตใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ แบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ด้านการจัดการเรียนรู้ ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล วัดได้จากแบบสอบถาม เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ประกอบด้วย ระดับความพึงใจ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ด้านละ 5 ข้อรวม 20 ข้อ

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.51) ขึ้นไป



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยา ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและนำเสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

- 1.1 ที่มาของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
- 1.2 ความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
- 1.3 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
- 1.4 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
- 1.5 การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
- 1.6 บทบาทของนักเรียนและครูในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
- 1.7 แนวทางการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2. การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาชีววิทยา

- 2.1 แนวคิดหลักชีววิทยาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
- 2.2 แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาชีววิทยา

3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

- 3.1 ความหมายและความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
- 3.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
- 3.3 คุณลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
- 3.4 ประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
- 3.5 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
- 3.6 บทบาทของนักเรียนและครูในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

4. การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการคิดนอกกรอบ
 - 4.1 ความหมายของการคิดนอกกรอบและเทคนิคการคิดนอกกรอบ
 - 4.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ
 - 4.3 การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการคิดนอกกรอบ
5. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ
6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 6.2 พฤติกรรมที่แสดงออกถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 6.3 การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
7. ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้
 - 7.1 ความหมายความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้
 - 7.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้
 - 7.3 การวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

1. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1.1 ที่มาของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

จากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ พบว่า มีนักการศึกษาและองค์กรทางการศึกษาได้เริ่มต้นศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ ในปี ค.ศ.1950 โดยสมาคมจิตวิทยาอเมริกัน (American psychological association) ซึ่งมีกิลฟอร์ด (J. P. Guilford) ทำหน้าที่เป็นประธานสมาคมในสมัยนั้น โดยกิลฟอร์ดได้ทำการศึกษาและอธิบายโครงสร้างของความคิดสร้างสรรค์ด้วยแบบจำลองโครงสร้างทางสติปัญญา (The structure of intellect model) ประกอบด้วย 3 มิติ คือ 1. มิติด้านเนื้อหา (Content) 2. มิติด้านวิธีการคิด (Operation) และ 3. มิติด้านผลของการคิด (Product) ที่มีความเกี่ยวข้องกับการผลิตสิ่งแปลกใหม่ นำไปสู่การแก้ปัญหาต่าง ๆ มากมาย (Guilford, 1956, pp. 267-269)

หลังจากนั้นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์จึงแพร่หลายมากขึ้น โดย ในปี ค.ศ.1965 วอลแลช และโคแกน (Wallach & Kogan, 1965, p. 34) ได้ศึกษาวิจัยและแบ่งขั้นตอนของกระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ไว้ 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นเตรียม (Preparation) ขั้นความคิดครุ่น (Incubation) ขั้นความคิดกระจ่าง (Illumination) ขั้นทดสอบความคิดและพิสูจน์ให้เห็นจริง (Verification) ในระยะเวลาใกล้เคียงกัน ปี ค.ศ.1972 วิลเลียมส์ (Williams,

1972, p. 2) ได้นำเสนอวิธีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิด “Williams Cube CAI Model” ซึ่งประกอบด้วย 3 มิติ ได้แก่ มิติด้านเนื้อหา (Content) มิติด้านพฤติกรรมการสอนของครู (Teacher behavior) และมิติด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน (Pupil behavior) เพื่อนำไปใช้ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทั้งด้านความรู้ ความคิด และเจตคติ ซึ่งในปีเดียวกัน ทอร์เรนซ์ (E. P. Torrance, 1972, p. 114) ได้ทำการศึกษาและพัฒนาแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ขึ้น เพื่อใช้วัดความสามารถในการคิดนอกกรอบ (Divergent thinking) ซึ่งหมายถึง ความคิดหลายทิศทางในการแก้ปัญหา นำไปสู่ผลผลิตหรือคำตอบได้หลายอย่าง โดยทอร์เรนซ์เป็นผู้นำแนวคิดและองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ดมาใช้ในการศึกษาวิจัยในชั้นเรียน ศึกษาถึงกิจกรรมและสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ รวมถึงการวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นอนุบาลและประถมศึกษา โดยแยกความคิดสร้างสรรค์ออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความคิดคล่อง (Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) และความคิดริเริ่ม (Originality) จนนำไปสู่การพัฒนาระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (The creative problem solving process) แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การพบความจริง (Fact finding) ขั้นที่ 2 การค้นพบปัญหา (Problem finding) ขั้นที่ 3 การค้นพบแนวคิด (Idea finding) ขั้นที่ 4 การค้นพบคำตอบ (Solution finding) และขั้นที่ 5 ยอมรับผลจากการค้นพบ (Acceptance finding) นอกจากนี้ ในปี ค.ศ. 1982 เดอบอน (De Bono, 1982, p. 53) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และอธิบายความคิดสร้างสรรค์ ว่าเป็นความสามารถของที่คิดนอกกรอบจากความคิดเดิม ซึ่งการคิดนอกกรอบ (Lateral thinking) เป็นการคิดที่แตกต่างออกไปจากแนวคิดเดิม ทำให้เกิดแนวคิดที่แปลกใหม่เป็นทางเลือกที่ใช้แก้ปัญหาหลาย ๆ ทาง รวมถึงการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ขึ้นมาด้วย

ต่อมา ได้มีผู้ที่ศึกษาโดยเชื่อมโยงความคิดสร้างสรรค์เข้ากับศาสตร์หรือองค์ความรู้ในหลาย ๆ ด้าน รวมถึงด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งถือเป็นศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจธรรมชาติ เรียกว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific creativity) (Tang, 1986, p. 167) ได้มีนักวิจัยทำการศึกษาเพื่อวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่ ฮูและเอเดย์ (Hu & Adey, 2002, pp. 393-395) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา มี 3 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม เป็นแบบวัดประเภทเขียนตอบ มีทั้งหมด 7 ข้อ ภายในเวลา 60 นาที โดยแต่ละข้อวัดองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ที่แตกต่างกัน ได้แก่ ข้อ 1 – 4 วัดได้ทั้ง 3 องค์ประกอบ ข้อ 5 – 7 วัดความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม และข้อที่ 7 วัดความสามารถในการ

ออกแบบผลิตภัณฑ์ทางวิทยาศาสตร์เชิงสร้างสรรค์ใช้เวลา 60 นาที และได้อธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นการบูรณาการระหว่างความคิดสร้างสรรค์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นมีผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของฮูและเอเดย์ (Aktamis, Permez, Can, & Ergin, 2005, pp. 3-5) โดยปรับปรุงข้อคำถามมีความเหมาะสมมากขึ้น โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนให้มีความคล้ายคลึงกัน และจำนวนข้อคำถามเหลือ 6 ข้อ ภายในเวลา 40 นาที นอกจากนี้ อายาส และแซก (Ayas & Sak, 2013, pp. 316-329) ได้พัฒนาแบบวัดศักยภาพการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งการวัดออกเป็น 3 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสร้างสมมติฐาน การทดสอบสมมติฐาน และการประเมินหลักฐาน ในแต่ละกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบ่งการวัดองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็น 2 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่อง และความคิดยืดหยุ่น โดยมีลักษณะข้อคำถามเป็นแบบปลายเปิด ต่อมาจึงได้มีการศึกษาเพื่อวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในนักเรียน โดยงานวิจัยของเหลียง (Liang, 2002, pp. 127-128) ได้ทำการสำรวจความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในประเทศไต้หวัน ผลการวิจัยพบว่าระดับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในตัวอย่างมักจะมีการเปลี่ยนแปลงระหว่างระดับต่ำและระดับกลาง เช่นเดียวกับงานวิจัยของเชอแรนและคณะ (Ceran et al., 2014, p. 52) ใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของฮูและเอเดย์ วัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษาสองแห่งในประเทศตุรกี พบว่านักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง โดยมีคะแนนความคิดคล่องมากกว่าความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม

นอกจากนี้ในการศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้มีนักวิจัยทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ เทคนิคการเรียนรู้ วิธีการจัดการเรียนรู้ต่าง ๆ มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ฟอร์ด (Ford, 1976, p. 6598) ได้ศึกษาโดยทำการฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำกว่าปกติโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกต่าง ๆ ตามแนวคิดของวิลเลียมส์ ทำวิจัยกับนักเรียนเกรด 10 (ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4) จำนวน 30 ห้อง แบ่งเป็น กลุ่มทดลอง 18 ห้อง และกลุ่มควบคุม 12 ห้อง โดยจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สัปดาห์ละ 2 กิจกรรม เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ผลวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนงานวิจัย อื่น ๆ ได้แก่ เจิง (Cheng, 2004, p. 43) ได้ดำเนินการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนา

กิจกรรมการเรียนรู้เพื่อกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย
โดยการวัดจากคำถามปลายเปิด พบว่าสามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน
วิทยาศาสตร์ได้ เช่นเดียวกับ เชอแลง (Chelang, 2014, p. 43) ได้ใช้แบบฝึกการสืบเสาะหาความรู้
ในนักเรียนมัธยมศึกษาในรายวิชาชีววิทยา พบว่าสามารถส่งเสริมให้ความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้น สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ในประเทศไทยนั้น มีผู้ได้ทำ การศึกษา โดยใช้รูปแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ที่
หลากหลายในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลายงานวิจัย ได้แก่
การใช้วิธีการสอนคิดนอกกรอบ (คนารักษ์ ชาติจันทิก, 2548, น. 50-51) ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
สร้างสรรค์ (บุศรา จิตวรรณ, 2551, น. 152-153) เกมวิทยาศาสตร์ (กุลธิดา พลเยี่ยม, 2552, น.
55) โครงการวิทยาศาสตร์ (บัวซ้อน ต่อมะ, 2554, น. 77) และ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด
วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (บุญลอย มุลน้อย, 2560, น. 287)
ล้วนแต่ให้ผลการวิจัยไปในทางเดียวกันคือ นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่า
ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามระดับที่กำหนด

ดังนั้น จากที่มาของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้ศึกษาข้างต้น จะ
เห็นได้ว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีที่มาจากความคิดสร้างสรรค์ มีการเชื่อมโยงกับ
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับความคิด
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีทั้งในรูปแบบที่เป็นการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์และนำมาใช้วัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตลอดจนเป็นการใช้รูปแบบการ
จัดการเรียนรู้ เทคนิคการเรียนรู้ วิธีการจัดการเรียนรู้ต่าง ๆ มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ในวิชา
วิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

1.2 ความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นหนึ่งในทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 โดยเครือข่าย
องค์กรความร่วมมือเพื่อทักษะแห่งการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21st Century
Skills, 2016) หรือ P21 ได้กำหนดทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ที่ทุกคนจะต้องเรียนรู้
ตลอดชีวิต ต่อมาประเทศไทยโดยสภาการศึกษา (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2551, น.
6) ได้กำหนดทักษะสำคัญจำเป็นในโลกศตวรรษที่ 21 ไว้ในแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 –
2579 ประกอบด้วยทักษะที่เรียกตามคำย่อว่า 3Rs + 8Cs โดยเพิ่มตัว C ตัวที่ 8 คือ Compassion
(ความมีเมตตา กรุณา วินัย คุณธรรม จริยธรรม) ทั้งนี้เนื่องมาจากปัญหาด้านคุณธรรม จริยธรรม

และการมีวินัย ความซื่อสัตย์สุจริต และการมีจิตสาธารณะ จึงเป็นสาเหตุให้มีการเพิ่มด้านคุณธรรมจริยธรรมเข้าไปเป็นหนึ่งในทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ซึ่งแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579 (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560, น. 15-16) ได้วางเป้าหมายด้านนักเรียนโดยมุ่งพัฒนานักเรียนทุกคนให้มีคุณลักษณะและทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and innovation) ถือเป็นหนึ่งในทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ประเทศไทยได้วางเป้าหมายไว้ในยุคที่เทคโนโลยีและนวัตกรรมมีบทบาทในการพัฒนาประเทศ การสร้างเทคโนโลยีและนวัตกรรมจะต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์เป็นพื้นฐานในการคิดแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน บุคคลในศตวรรษที่ 21 จึงควรเป็นผู้ที่สามารถปรับเปลี่ยนตนเองให้รับมือกับสถานการณ์ต่าง ๆ สามารถคิดสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ ขึ้นมา อย่างรวดเร็ว แปลกใหม่ และรอบด้าน ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมอย่างกว้างขวาง (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2554, น. 2)

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เป็นเป้าหมายหนึ่งในการพัฒนาความสามารถในการคิดของนักเรียนซึ่งจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้ระบุสมรรถนะสำคัญของนักเรียน ในด้านความสามารถในการคิดประกอบด้วย ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2551, น. 6) ต่อมาได้มีการปรับปรุงมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพิ่มเติมในปี 2560 ปรับปรุงความทันสมัยของเนื้อหา คำนึงถึงทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ ในส่วนของปรับปรุงมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้จัดกลุ่มความรู้ใหม่และนำทักษะกระบวนการไปบูรณาการกับตัวชี้วัด เน้นให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา และมีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 เพื่อเตรียมพร้อมให้นักเรียนสามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 1-2)

ความคิดสร้างสรรค์จึงถูกเน้นในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญในการคิดแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน คิดที่จะสร้างสิ่งต่าง ๆ ขึ้นมา อย่างรวดเร็ว แปลกใหม่ ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมอย่างกว้างขวาง และรอบด้าน (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2554, น. 4) ความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะที่จำเป็นในเตรียมพร้อมให้นักเรียนสามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 1-2) สอดคล้องกับอารีพนธ์มณี (2543, น. 5) ที่กล่าวว่าประเทศใดก็ตามที่แสวงหาและดึงดูดศักยภาพเชิงสร้างสรรค์ของ

ประชากรออกมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากเท่าใดก็ยังมีโอกาสพัฒนาและเจริญก้าวหน้าได้มากเท่านั้น สอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และเศรษฐกิจ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างตัวชี้วัดของความคิดสร้างสรรค์ที่มีบทบาทในการขับเคลื่อนการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมสำหรับ 27 ประเทศในสหภาพยุโรป ผลการวิจัยพบว่าความสามารถเชิงสร้างสรรค์มีแนวโน้มที่จะกลายเป็นกุญแจสำคัญในการแข่งขันระดับโลก ดังนั้นผลการสำรวจยืนยันว่าพรสวรรค์และความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญอยู่ในระดับที่สูงกว่าปัจจัยการผลิตแบบดั้งเดิม เช่น แรงงานหรือทุน โดยประชากรที่มีความคิดสร้างสรรค์สามารถสร้างความเติบโตทางเศรษฐกิจและการพัฒนาสังคมที่ยั่งยืนได้ (Bobirca & Draghici, 2011, pp. 1447, 1451-1452)

สำหรับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น มีความสำคัญในการสร้างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ การคิดค้นการทดลอง การป้องกันภัยธรรมชาติ การวิจัยทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มของโครงการ (Moravesik, 1981, p. 221) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญในการช่วยให้นักเรียนตอบสนองความต้องการที่คาดเดาไม่ได้ในอนาคต (Kind & Kind, 2007, p. 1) นักวิทยาศาสตร์ที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ค้นพบสิ่งใหม่ หรือเทคนิคใหม่ ๆ ได้ (Feist, 2011, p. 298) สอดคล้องกับแมดเดนและคณะ (Madden et al., 2013, p. 541) ที่ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสร้างนักเรียนให้เป็นนักวิทยาศาสตร์ที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากนักเรียนในยุคปัจจุบันจำเป็นต้องเผชิญกับปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้น จึงมีความจำเป็นต้องมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ นำไปสู่การพัฒนาพลเมืองให้สามารถพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ซับซ้อนมากขึ้น

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญใน 2 ประเด็น ได้แก่ 1. ช่วยนักเรียนให้พร้อมเผชิญปัญหาที่ซับซ้อนและแก้ไขปัญหานั้นอย่างสร้างสรรค์โดยใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาผนวกกับความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งหากนักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จะนำไปสู่การคิดค้นการทดลอง การวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ การค้นพบสิ่งใหม่ หรือเทคนิคใหม่ ๆ นำไปสู่เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ซับซ้อนมากขึ้น 2. ช่วยสร้างความเติบโตทางเศรษฐกิจและการพัฒนาสังคมที่ยั่งยืน เห็นได้จากประชากรของประเทศที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงสามารถพัฒนาด้านเทคโนโลยีขั้นสูงและมีการลงทุนอย่างต่อเนื่อง

1.3 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาความหมายความคิดสร้างสรรค์จากงานวิจัยและงานเขียนของนักวิจัยและนักการศึกษาหลาย ๆ ท่าน มีความสอดคล้องกัน สามารถสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) คือ ความสามารถทางสมองของบุคคลที่สังเกต รับรู้ เข้าใจและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ จนสร้างผลิตผลหรือสิ่งประดิษฐ์ หรือวิธีการคิด ทฤษฎี หลักการ ที่แปลกใหม่ได้สำเร็จ (Fromm, 1963, p. 5; Mednick, 1962, p. 6; Torrance, 1962, p. 42; Wallach & Kogan, 1965, p. 34; ดิลก ดิลกานนท์, 2534, น.40; พรธณี เกษกมล, 2534, น. 75; อารี รังสินันท์, 2526, น. 5) นอกจากนี้กิลฟอร์ดได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์เพิ่มเติมว่าเป็นลักษณะความคิดออกแนก (Divergent Thinking) คือ ความคิดหลายทิศทางหลายแง่ หลายมุม คิดได้กว้างไกล (Guilford, 1956, p. 61; อารี รังสินันท์, 2526, น. 5)

จากการให้นิยามของความคิดสร้างสรรค์จากผู้เชี่ยวชาญหลายท่าน ผู้วิจัยสรุปความหมายของ ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถของบุคคลที่สังเกต รับรู้ เข้าใจเชื่อมโยงความสัมพันธ์ คิดได้หลายทิศทางหลายแง่มุม และคิดได้กว้างไกล จนสามารถสร้างสิ่งแปลกใหม่ ผลิตผล หรือ สิ่งประดิษฐ์ หรือนวัตกรรม ตลอดจนวิธีการคิด องค์ความรู้และทฤษฎีใหม่ ๆ ได้สำเร็จ

ในส่วนของความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น (Scientific creativity) จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง พบว่ามีผู้เชี่ยวชาญและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ คือ คุณลักษณะที่หลอมรวมแนวคิดและมโนทัศน์ใหม่ ๆ ผนวกเข้ากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Hu & Adey, 2002, p. 393; Moravesik, 1981, p. 222) เป็นการคิดและการกระทำของบุคคลโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ (Moravesik, 1981, p. 222; Plitz & Sund, 1970, p. 4) เพื่อได้สิ่งที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับผู้อื่น (ปรียาภรณ์ ทองมาก, 2537, น. 44; สุชาดา อักษรกริช, 2551, น. 33) อีกทั้งมีคุณค่า (ณัฐธินา เตมสินวาณิช, 2550, น. 34; สมจิต สวธนไพบุลย์, 2537, น. 7-11) และเป็นความสามารถของบุคคลที่คิดได้หลายแนวทาง (ประจิต นามโคตร, 2530, น. 6)

สำหรับความแตกต่างระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เฟิสต์ (Feist, 2011, p. 298) กล่าวว่า คนทั่วไปมักมองว่าความคิดสร้างสรรค์มีความเกี่ยวข้องกับศิลปะเท่านั้น เช่น บทกวี นวนิยาย การถ่ายภาพ การแต่งเพลง แต่ความจริงแล้วความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวข้องกับทุก ๆ เรื่องในชีวิต เช่น การทำอาหาร การผลิตสิ่งต่าง ๆ รวมไปถึง

วิทยาศาสตร์ด้วย คือ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ การค้นพบสิ่งใหม่ที่มีความสำคัญทางวิทยาศาสตร์ ทำให้เกิดนักวิทยาศาสตร์ที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้พลิตซ์และซันด์ (Plitz & Sund, 1970, p. 4) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการสอนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนและได้สรุปถึงความแตกต่างระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความคิดและการกระทำในการเรียนรู้การแก้ปัญหาของบุคคลที่แปลกใหม่ ส่วนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์คือความคิดและการกระทำในการเรียนรู้การแก้ปัญหาของบุคคล โดยต้องใช้หลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เน้นความคิดริเริ่มในการพัฒนาผลผลิตใหม่ ๆ และมีคุณค่า สอดคล้องกับสมสุข ธีระไพจิตร (2537, น. 139) ได้เสนอเพิ่มเติมว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อให้เกิดการพัฒนาทางด้านสติปัญญา การแก้ปัญหาค้นหาความรู้ใหม่ อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากผู้เชี่ยวชาญและนักการศึกษาหลายท่าน สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการคิดโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้หลายแนวทาง เพื่อได้ผลผลิตที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับผู้อื่น และมีคุณค่า โดยความคิดสร้างสรรค์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความหมายใกล้เคียงกันในเรื่องกระบวนการคิดและการกระทำเพื่อได้ผลผลิตที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับผู้อื่น และมีคุณค่า แต่ความคิดสร้างสรรค์จะให้ความหมายรวม ๆ ไม่ได้เฉพาะเจาะจงกับศาสตร์ใด ส่วนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จะจำเพาะกับวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา เน้นความคิดริเริ่มในการพัฒนาผลผลิตหรือความรู้ใหม่ ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ

1.4 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้จำแนกองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้ 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการคิดคำตอบได้อย่างรวดเร็วมีปริมาณมากและไม่ซ้ำเพื่อตอบสนองต่อคำถาม ไม่ว่าจะเป็นความคิดทางภาษา หรือ ทำทาง เช่น ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ดนตรี และศิลปะ เป็นต้น หรืออาจจะกล่าวได้ อีกอย่างหนึ่งว่า เป็นความคิดคล่องทางด้านการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ (Guilford, 1956, pp. 145-146; Torrance, 1972, pp. 91-92)

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภท หลายทิศทาง และสามารถแปลงความรู้ หรือประสบการณ์ ให้เกิดประโยชน์ได้หลาย ๆ ด้าน (Guilford, 1956, pp. 145-146; Torrance, 1972, pp. 93)

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถในการคิดแปลกใหม่ ที่แตกต่างไปจากความคิดของบุคคลอื่น อาจเกิดจากการนำเอาความรู้เดิมมาคิดดัดแปลงและประยุกต์ใช้ทำให้เกิดสิ่งใหม่ขึ้น (Guilford, 1956, pp. 148; Torrance, 1972, pp. 93)

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความสามารถในการอธิบายรายละเอียด คิดเป็นขั้นตอน จนให้เห็นภาพได้ชัดเจน ซึ่งความคิดละเอียดลออจัดเป็นรายละเอียดที่นำมาตกแต่ง หรือขยายความคิดเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์มากขึ้น (Guilford, 1956, pp. 150-151)

จากองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์มีความเชื่อมโยงกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยนำองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ได้แก่ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม มาเพิ่มหลักการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้าไป จนได้องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จะเห็นได้จากผลงานวิจัยของผู้วิจัยหลายท่าน (Dippo & Kudrowitz, 2015, pp. 2-3; Hu & Adey, 2002, pp. 390-391; กนกวรรณ เหลืองทอง, 2549, น. 5-6; กิติภูมิ เลิศกิตติกุลโยธิน, 2550, น. 6-7; มัสยา แสนสม, 2552, น. 5-6) ได้แบ่งองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ โดยแบ่งเป็น 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดให้ได้คำตอบจำนวนมากที่สุดในเวลาจำกัด (Dippo & Kudrowitz, 2015, p. 2; Hu & Adey, 2002, p. 390; กนกวรรณ เหลืองทอง, 2549, น. 6; กิติภูมิ เลิศกิตติกุลโยธิน, 2550, น. 6; มัสยา แสนสม, 2552, น. 6)

2. ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่จะคิดหาคำตอบในทางวิทยาศาสตร์ได้หลายแนวทาง มาปรับสภาพความคิดโดยการนำความคิดคล่องแล้วทางวิทยาศาสตร์ มาจัดเป็นหมวดหมู่ โดยใช้หลักเกณฑ์ได้หลากหลายมากที่สุด (Dippo & Kudrowitz, 2015, p. 2; Hu & Adey, 2002, p. 391; กนกวรรณ เหลืองทอง, 2549, น. 6-7; กิติภูมิ เลิศกิตติกุลโยธิน, 2550, น. 6; มัสยา แสนสม, 2552, น. 6)

3. ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์คิดตอบสนองต่อเหตุการณ์หรือปัญหาโดยเป็นความคิดแปลกใหม่แตกต่างไปจากความคิดของคนส่วนใหญ่ (Dippo & Kudrowitz, 2015, p. 3; Hu & Adey, 2002, p. 391; กนกวรรณ เหลืองทอง, 2549, น. 6; กิติภูมิ เลิศกิตติกุลโยธิน, 2550, น. 6-7; มัสยา แสนสม, 2552, น. 6)

สำหรับความคิดละเอียดลออนั้น ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์นั้น อาจส่งผลกระทบต่อความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ได้ เนื่องจากในสถานการณ์ที่ระยะเวลาจำกัดการอธิบายรายละเอียดหรือการวาดภาพอาจจะทำให้ไม่เกิดแนวคิดใหม่ ๆ ที่หลากหลาย (Dippo & Kudrowitz, 2015, p. 1) จึงไม่นิยมนำมาใช้เป็นองค์ประกอบหลักในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

อย่างไรก็ตาม โอเคเร (Okere, 1986, p. 4-5) ได้จัดจำแนกองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ต่างจากองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ที่กล่าวมาข้างต้น โดยแบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบ คือ

1. ความรู้สึกไวต่อปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (Sensitivity to scientific problems) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการบอกแหล่งที่มาของความคลาดเคลื่อนและควบคุมตัวแปรในการทดลองได้

2. ความยืดหยุ่นในการให้เหตุผล (Flexibility in reasoning) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่กำหนดประเภทของคำตอบหรือแนวทางแก้ปัญหาได้หลากหลาย

3. การรับรู้ความสัมพันธ์ระหว่างการสังเกตทั่วไปและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Recognition of relationships between general observation and scientific concepts) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่สามารถรู้จักความสัมพันธ์ระหว่างการสังเกตทั่วไปและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และเรียกประสบการณ์ก่อนหน้ากลับมาได้เมื่อเผชิญกับสถานการณ์ใหม่

4. การวางแผนของการสำรวจตรวจสอบ (Planning of scientific investigation) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการคิดค้นและอธิบายการทดลองเพื่อทดสอบตามที่กำหนดสมมติฐานไว้

จากการที่ผู้วิจัยศึกษาความหมายและองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ โดยมีที่มาจากองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ดและทอแรนซ์เป็นหลัก แล้วเพิ่มเติมใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้าไป โดยทุกองค์ประกอบสามารถ

สะท้อนถึงความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สะท้อนให้เห็นการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความแปลกใหม่และคิดได้หลายแนวทางในการแก้ปัญหา ส่วน องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของโอเคเร มีข้อดีในการผนวก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในทั้ง 4 องค์ประกอบ อาจมีข้อจำกัดในองค์ประกอบ การวางแผนของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ยังไม่สะท้อนถึงความหมายความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างครอบคลุม ขาดเรื่องความคิดแปลกใหม่ และการวางแผนส่วน ใหญ่ขึ้นอยู่กับบุคลิกภาพแรงจูงใจและสิ่งแวดล้อม (Chelang, 2014, p. 50) ซึ่งค่อนข้างเป็น นามธรรมไม่สะท้อนเชิงพฤติกรรมที่ชัดเจน อีกทั้งองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของโอเคเรยังไม่ได้แพร่หลายเป็นวงกว้างมากนัก และในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงเลือกที่จะศึกษาองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ตามแนวคิดของทอแรนซ์ คือ ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์

1.5 การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาวิจัยที่ผ่านมา พบว่าการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์สามารถแบ่งออกได้เป็น 6 แนวทาง คือ

1. การใช้หน่วยการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ คือ สารการเรียนรู้ย่อยของรายวิชา ประกอบด้วย ชื่อหน่วย จุดมุ่งหมายการเรียนรู้ เนื้อหาสาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ ระยะเวลา และการประเมินผล การเรียนรู้ และอาจรวมถึงทรัพยากรบุคคล สื่อและวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ (นพเก้า ณ พัทลุง, 2548, น. 15-17; เบญจมาศ อยู่เป็นแก้ว, 2547, น. 14) ตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้หน่วยการเรียนรู้เพื่อส่งเสริม ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้แก่ งานวิจัยของบุญรัตน์ จันทร (2558, น. 1-8) ได้จัดทำ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สมดุลกล โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้นตอน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีและดีมากเพิ่มขึ้น โดยข้อดีของ การใช้หน่วยการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ คือ เป็นการพัฒนา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง จัดเนื้อหาให้เป็นสัดส่วน กำหนดเวลาชัดเจน จึงสะดวกต่อการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ (บุญรัตน์ จันทร, 2558, น. 1-8) สอดคล้องกับ ควรพนธ์ ธาตุทอง (2550, น. 57) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของหน่วยการเรียนรู้ไว้ 3 ประการคือ เพื่อ ความสะดวกเหมาะสมกับเวลา และเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบกับมาตรฐานที่กำหนดไว้ ส่วน

ข้อจำกัดของการใช้หน่วยการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ คือ การนำหน่วยการเรียนรู้ไปใช้กับเนื้อหาอื่น ๆ ต้องดูความเหมาะสมกับสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ และระดับชั้นเรียน (สุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์, 2559, น. 88) สอดคล้องกับบุญรัตน์ จันทร (2558, น. 6-8) ที่ได้อภิปรายว่า การเลือกหน่วยการเรียนรู้นั้นต้องคำนึงถึงเหมาะสมของเนื้อหาต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ การใช้หน่วยการเรียนรู้ควรมีการจัดการเรียนรู้อื่น ๆ เช่น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น มาช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วย นอกจากนี้ปาริสา ผ่องพันธุ์งาม (2550, น. 51-52) ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน พบว่าหลังเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบเรียงลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ ความคิดคล่อง ($\bar{X} = 23.87$) ความคิดยืดหยุ่น ($\bar{X} = 14.83$) และความคิดริเริ่ม ($\bar{X} = 12.93$) จากการศึกษาพบข้อจำกัดว่าในการศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้นตอนยังมีความไม่ชัดเจนในการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้เกิดผลเด่นชัด ส่วนเพ็ญธนา บุญวงษ์ (2557, น. 132) ที่พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่มีข้อจำกัดคือนักเรียนต้องใช้เวลาในการทำความเข้าใจกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้จนคุ้นชินจึงจะสามารถปรับในการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองได้

2. การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาพบว่า ในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้มีงานวิจัยพัฒนา เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และศึกษาถึงผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ ได้แก่ งานวิจัยของศิริรักษ์ บุญประเสริฐ บัญญัติ ชำนาญกิจ และนวลศรี ชำนาญกิจ (2559, น. 51-64) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้โครงงานเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างอุตสาหกรรมโดยรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมี 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) สร้างความสนใจ (ส1) 2) สร้างความคิด (ส2) 3) สืบหาความจริง (ส3) 4) สรุปความรู้ (ส4) และ 5) สร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อเผยแพร่ (ส5) ปรากฏว่านักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่ได้พัฒนาขึ้นมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งข้อดีของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โครงงานคือเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สนับสนุนให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเองตามความต้องการของนักเรียนและได้ลงมือปฏิบัติจริงอย่างเป็นขั้นตอนที่ชัดเจน ส่วนข้อจำกัด คือ การจัดนักเรียนเป็นกลุ่มในการทำโครงงาน พบปัญหาในกลุ่มที่มีเด็กอ่อนและเด็กที่ขาดความรับผิดชอบ ส่งผลให้การทำงานเป็นไปอย่างล่าช้า และขาดทักษะการทำงานกลุ่ม นักเรียนที่เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นนักเรียนในกลุ่มที่เป็นเด็กเก่งอยู่แล้ว แต่ยังไม่สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มเด็กอ่อนได้ รูปแบบการจัดการเรียนรู้อื่น ๆ เช่น งานวิจัยของนัฐยา ทองจันทร์ และพงษ์ศักดิ์ แบนแก้ว (2559, น. 1-13) ที่ได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบระดมสมอง 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) ชี้นำเข้าสู่บทเรียน 2) ชี้นำระดมสมอง 3) ชี้นำอภิปราย 4) ชี้นำลำดับความคิด และ 5) ชี้นำวางแผน เพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ หลังจากใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้จำนวน 7 แผนการเรียนรู้รวมระยะเวลา 15 คาบ พบว่านักเรียนมีค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดลออ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งข้อดีของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบระดมสมอง คือ เปิดโอกาสให้นักเรียนคิดได้หลายแง่มุม คิดได้กว้างไกล ส่วนข้อจำกัดของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบระดมสมอง คือ อาจใช้เวลามาก ผู้ที่ไม่คุ้นเคยกับรูปแบบจัดการเรียนรู้แบบระดมสมองจะไม่ค่อยเสนอแนวคิด หรือความคิดที่แปลกใหม่ ในระยะแรก (อารี แสงขำ, 2550, น. 57) และงานวิจัยของบัวซอน ตำมะ (2554, น. 6-7, 82) ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) ชี้นำสร้างความสนใจ (Engagement) 2) ชี้นำสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) ชี้นำอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4) ชี้นำขยายความรู้ (Elaboration) และ 5) ชี้นำประเมิน (Evaluation) จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับกับงานวิจัยของบุญรัตน์ จันทร (2558, น. 91-95) ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนเช่นเดียวกัน พบว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในองค์ประกอบด้านความคิดริเริ่มและความคิดคล่องในระดับดีมากเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในการจัดกิจกรรมการถามคำถาม การแก้ปัญหา และสร้างผลงาน ทำให้นักเรียนได้รับการกระตุ้นให้แสดงความคิดอย่างอิสระ กล้าคิดกล้าทำ จึงนำไปสู่พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ข้อดีของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้คือ นักเรียนได้รับการกระตุ้นให้แสดงความคิดเห็นที่หลากหลายอย่างต่อเนื่อง มีการเปิดโอกาสให้คิดอย่างเป็นอิสระ กล้าแสดงความคิดเห็นในการทำกิจกรรมต่าง ๆ อีกทั้งการยอมรับแนวคิดของนักเรียน มีส่วนทำให้นักเรียนมีความกล้าคิดกล้าทำจนนำไปสู่ความคิดที่แปลกใหม่ ข้อจำกัดของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้คือ การใช้คำถามในการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ นั้นควรเป็นคำถามที่เชื่อมโยงระหว่าง ความรู้ที่ได้จากการสืบเสาะกับประสบการณ์เดิมของนักเรียนหรือเป็นคำถามที่ไม่มีคำตอบที่ตายตัวมากเกินไปหรือเป็นคำถามที่ยั่วให้นักเรียนอยากตอบ สภาพการเรียนรู้ ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ เท่าเทียมกันทุกคนและเน้นให้เกิดการรับฟังความคิดเห็นของเพื่อน ยอมรับแนวคิดที่แตกต่าง

3. การใช้วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ในการศึกษางานวิจัยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์พบว่าวิธีการจัดการเรียนรู้ 2 วิธี คือ

3.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนศึกษาหัวข้อที่สนใจ ศึกษาค้นคว้าทางแก้ปัญหา วางแผน ลงมือปฏิบัติ เก็บข้อมูล อภิปราย สรุปผล และแลกเปลี่ยนความรู้ (Hartman, 1995, p. 47; Katz & Chard, 1994, p. 15; ทิศนา ขัมมณี, 2559, น. 138) โดยสุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2552, น. 84) ได้เสนอเพิ่มเติมว่า ในการทำโครงงานต้องอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อยู่ภายใต้คำแนะนำและความช่วยเหลือของครูที่ปรึกษาหรือผู้เชี่ยวชาญ การจัดการเรียนรู้โดยวิธีการจัดการเรียนรู้ใช้โครงงานช่วยพัฒนาสติปัญญา การศึกษาในวิชาต่าง ๆ ทักษะทางสังคม และการทำงานร่วมกับผู้อื่น (Katz & Chard, 1994, p. 137) ตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์ในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ งานวิจัยของกิติ ภูมิ เลิศกิตติกุลโยธิน (2550, น. 92) ที่ได้ทำการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของสุนัสดา สำราญ (2552, น. 85) ที่ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถส่งเสริมความคิด

สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งด้านความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเช่นเดียวกับงานวิจัยของบัวซอน ต่อมะ (2554, น. 77) ที่ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ชั่วโมง ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ทั้งนี้บัวซอน ต่อมะ (2554, น. 80) ได้อธิบายข้อดีของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์ว่าช่วยให้นักเรียนได้ฝึกคิดค้นหรือริเริ่มสิ่งที่แปลกใหม่ เปิดโอกาสให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาตามที่ได้วางแผนปฏิบัติการไว้ เป็นการสร้างความความสนใจ กระตุ้นให้เกิดการคิดอย่างมีเหตุผล เกิดความอยากรู้อยากทดลอง กระตือรือร้นที่จะแสวงหาคำตอบโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการคิดไตร่ตรองพิจารณาอย่างรอบคอบและมีเหตุผล โดยในการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์ต้องเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมกับการทำโครงงาน และสร้างบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนมีอิสระในการคิดและการลงมือปฏิบัติ ส่วนข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับตัวนักเรียน คือ การไม่สนใจ ไม่ถนัด และไม่มีเวลาของนักเรียน และปัจจัยอื่น ๆ ได้แก่ การขาดการสนับสนุนจากผู้ปกครอง และเวลาที่อาจารย์ที่ปรึกษาให้คำแนะนำน้อยไม่ทั่วถึง (พิทักษ์ เชียงนอก, 2540, บทคัดย่อ) ซึ่งอาจส่งผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

3.2 การจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์

เกม เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งซึ่งมีกิจกรรมที่มีกติกาบังคับและกติกานั้นใช้วิธีประเมินความสำเร็จในการเล่น โดยครูสร้างสถานการณ์สมมติขึ้นให้นักเรียนได้เล่นเกมด้วยตนเอง ภายในข้อตกลงหรือกติกาที่กำหนดให้ ซึ่งนักเรียนต้องตัดสินใจอย่างใดอย่างหนึ่งอันจะมีผลออกมาในรูปของการแพ้ – ชนะ เกมจึงเป็นกิจกรรมที่ช่วยสร้างความสนใจและสร้างความสนุกสนาน การเล่นเกมเป็นวิธีการหนึ่งที่ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ ช่วยพัฒนาทักษะต่าง ๆ รวมทั้งการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กอีกด้วย (ทิสนา แหมมณี, 2559, น. 20; เยาวพา เดชะคุปต์, 2542, น. 53; ลัดดาวัลย์ กัณหาสุวรรณ, 2535, น. 21) ตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้เกมวิทยาศาสตร์ในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่ งานวิจัยของกุลธิดา พลเยี่ยม (2552, น. 55) ได้ทำวิจัยเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดย

ข้อดีของการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ คือ สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ได้ เห็นได้จากการแก้ปัญหาในขณะเล่นเกม ซึ่งนักเรียนต้องอาศัยกระบวนการคิดและนำความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในขณะเล่นเกม เป็นฐานในการตัดสินใจเพื่อตอบสนองต่อปัญหาดังกล่าว นักเรียนต้องใช้สมาธิและจินตนาการในการคิดแก้ปัญหา ส่วนข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ คือ เกมที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ต้องส่งผลให้นักเรียนได้รับความรู้ความเข้าใจหรือทบทวน เนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ในเกมนั้น สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และนำมาใช้ประกอบการตัดสินใจขณะเล่นเกมที่นำมาจัดการเรียนรู้ต้องเหมาะสมกับวัย พัฒนาการ และความสนใจของนักเรียนจึงจะเกิดประสิทธิภาพสูงสุด ควรสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดสร้างสรรค์ของตนเอง ออกมาอย่างอิสระทั้งในด้านความรู้ ความคิด และการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ดีต่อผู้อื่นด้วย (กุลธิดา พลเยี่ยม, 2552, น. 57-58)

4. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ในการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์พบว่า มีแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ 2 แนวคิด คือ

4.1 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ หรือ สะเต็มศึกษา (STEM Education)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา คือ การจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของความรู้ของสาขาวิชาดังกล่าว เน้นการลงมือปฏิบัติ การออกแบบ การทำงานเป็นทีม การอภิปราย นำเสนอ และปรับปรุงผ่านกระบวนการทางวิศวกรรม (Barrett, Moran, & Woods, 2014, p. 16; Bybee, 2010, p. 32; จำรัส อินทลาภาพร, 2558, น. 62-74; พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556, น. 49-59; สติยา ลังการพินธุ์, 2556, น. 1-4; สิริินภา กิจเกื้อกูล, 2558, น. 201-207) ตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เช่น จากงานวิจัยของศรายุทธ ชาญนคร ประทุม อัฐฐ และศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2557, pp. 1871-1877) ที่ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยเพิ่มขึ้น จาก 66.97 เป็น 111.5 คะแนน โดยเพิ่มขึ้นทั้ง 3

องค์ประกอบคือความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม สอดคล้องกับงานวิจัยของ บุญลอย มูลน้อย (2560, น. 287) ที่ได้ทำการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาให้กับนักเรียน ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยการจัดการเรียนรู้ ตามแนวสะเต็มศึกษา มีข้อดีคือมีการกำหนดสถานการณ์ที่เป็นประเด็นปัญหาให้นักเรียนวิเคราะห์ ปัญหา เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนมองเห็นปัญหาและออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งเป็น จุดเริ่มต้นของการค้นหาวิธีการแก้ไขปัญหาย่างสร้างสรรค์ ส่วนข้อจำกัด คือ ใช้เวลาในการทำ กิจกรรมมาก ในการนำเสนอและอภิปรายร่วมกัน (ศรายุทธ ชาญนคร, ประทุม อัดชู, และศศิเทพ ปิติพรเทพิน., 2557, น. 1876-1877)

4.2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของวิลเลียมส์

วิลเลียมส์ (Williams, 1972, pp. 155-160) ได้เสนอวิธีการพัฒนาความคิด สร้างสรรค์ในแนวคิดที่เรียกว่า Williams Cube CAI Model ประกอบด้วย 3 มิติ ดังนี้

1. มิติด้านเนื้อหา (Content) หมายถึง การสอนเพื่อเสริมสร้างความคิด สร้างสรรค์โดยยังคงยึดหลักสูตรและจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับหลักสูตร โดยความคิด สร้างสรรค์สามารถสอดแทรกได้ทุกเนื้อหา

2. มิติด้านพฤติกรรมการสอนของครู (Teacher behavior) หมายถึง ครู สามารถสอนเนื้อหาวิชาที่ได้กำหนดไว้ในหลักสูตรและใช้เทคนิควิธีการสอนและกิจกรรม 18 ลักษณะกิจกรรม

3. มิติด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน (Pupil behavior) หมายถึง การสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้มีความสำคัญทั้งทางด้านสติปัญญาและจิตใจของ นักเรียน แบ่งพฤติกรรมเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

ลักษณะที่ 1 ด้านความรู้ ความเข้าใจ หรือสติปัญญา (Cognitive behavior) เป็นพฤติกรรมทางด้านกลไกและการทำงานของสมอง แบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ

1.1 ความคิดคล่อง (Fluent thinking) หมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบที่ชัดเจนตรงประเด็นให้ได้จำนวนมากที่สุด เน้นปริมาณความคิด

1.2 ค ว า ม คิ ด ยื ด ห ยู่ น (Flexible thinking) หมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบที่ชัดเจนตรงประเด็นให้ได้หลากหลายประเภทมากที่สุด เน้น ปริมาณของจำพวกหรือประเภท

1.3 ความคิดริเริ่ม (Original thinking) หมายถึง ความสามารถในการคิดแปลกใหม่ไม่ซ้ำกับความคิดของผู้อื่น

1.4 ความคิดละเอียดลออ (Elaborative thinking) หมายถึง ความสามารถในการคิดในรายละเอียด ส่วนประกอบ คิดเป็นขั้นตอน และสามารถอธิบายให้เห็นภาพ

ลักษณะที่ 2 ด้านความรู้สึกหรือจิตใจ (Affective behavior) เป็นพฤติกรรมด้านความรู้สึก เจตคติ ค่านิยม แบ่งเป็น 4 ด้าน ดังนี้

2.1 ความอยากรู้อยากเห็น หมายถึง ความต้องการของนักเรียนที่จะตอบสนองต่อการเรียนรู้ด้วยความสงสัย แล้วแสดงออกด้วยการศึกษา ค้นคว้า การทดลอง และซักถาม ครูจึงควรส่งเสริมและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการทดลองหรือสำรวจ

2.2 ความพร้อมที่จะเสี่ยง หมายถึง การตอบสนองต่อความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนด้วยความกล้าหาญ กล้าคาดคะเน และพอใจที่จะทดลองขีดความสามารถของตนเอง โดยไม่กลัวที่จะพลาดพลั้งหรือประสบความล้มเหลว

2.3 ความพอใจที่จะทำสิ่งที่สลับซับซ้อน หมายถึง ความต้องการของนักเรียนที่จะทำในสิ่งที่สลับซับซ้อนให้สำเร็จ โดยไม่ท้อถอย มีความพยายาม และกล้าที่จะทำงานที่ไม่มีโครงสร้างที่แน่ชัด โดยหาทางออกด้วยวิธีการของตนเอง จนทำให้เกิดผลสำเร็จ

2.4 ความคิดจินตนาการ หมายถึง การตอบสนองความต้องการของนักเรียนที่จะสร้างภาพพจน์จากสิ่งที่ไม่เคยเห็นมาก่อน ที่จะนำไปสู่การคิดค้น ประดิษฐ์สิ่งแปลกๆ ใหม่ๆ

ตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์แนวคิดของวิลเลียมส์ เช่น งานวิจัยของ ฟอร์ด (Ford, 1976, p. 1) ที่ได้ทำการฝึกความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำกว่าปกติโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกต่าง ๆ ตามแนวคิดของวิลเลียมส์ ทำการวิจัยกับนักเรียนเกรด 10 (มัธยมศึกษาปีที่ 4) จำนวน 30 ห้อง แบ่งเป็น กลุ่มทดลอง 18 ห้อง และกลุ่มควบคุม 12 ห้อง โดยจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สัปดาห์ละ 2 กิจกรรม เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ผลวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้คะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มควบคุม และงานวิจัยของสุชาดา อักษรกริช (2551, น. 36) ที่ศึกษาการฝึกคิดตามแนวคิดของวิลเลียมส์ที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 2 ในกลุ่มนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์น้อย จำนวน 30 คน จากนั้นสุ่มอย่างง่าย แบ่งครึ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 15 คน กลุ่มทดลองจะได้รับการฝึกคิดตามแนวความคิดของวิลเลียมส์ ส่วนกลุ่มควบคุมไม่ได้รับการฝึกคิดตามแนวความคิดของวิลเลียมส์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกคิดตามแนวความคิดของวิลเลียมส์ มีคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นมากกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกคิดตามแนวความคิดของวิลเลียมส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ข้อดีของการจัดการเรียนรู้ตามแนวความคิดของ วิลเลียมส์ คือ เป็นการฝึกโดยยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง มีเทคนิคในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ถึง 18 เทคนิค ให้เลือกใช้ เป็นวิธีการเรียนรู้ที่แปลกใหม่ ทำให้บรรยากาศในการเรียนรู้เต็มไปด้วยการกระตุ้นหรือแรงบันดาลใจ ไม่น่าเบื่อหน่าย (สุชาดา อักษรกริช, 2551, น. 38) ส่วนข้อจำกัด คือ เนื้อหาที่นำไปใช้ในการฝึกตามแนวความคิดของวิลเลียมส์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ต้องเหมาะสมกับระดับอายุ ความรู้ ความสามารถของนักเรียน และระยะเวลาในการฝึก (สุชาดา อักษรกริช, 2551, น. 39)

5. การใช้ชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ชุดกิจกรรม (Learning package) คือ ชุดจัดประสบการณ์ที่เตรียมไว้เพื่อให้ นักเรียนบรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ (Houston et al., 1972, p. 10) ชุดกิจกรรมเป็นโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ที่จัดทุกอย่างไว้โดยเฉพาะ ไม่ว่าจะเป็นจุดมุ่งหมาย วัสดุอุปกรณ์ เนื้อหา และแบบทดสอบ (Good, 1973, p. 306) ชุดกิจกรรมเป็นรูปแบบการสื่อสารระหว่างครูและนักเรียน ประกอบด้วย คำแนะนำ เนื้อหา ที่จะสื่อความหมายให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมตามจุดประสงค์การเรียนรู้ (Kapfer & Kapfer, 1972, p. 3) ตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวกับการใช้ชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เช่น งานวิจัยของบุศรา จิตวรรณ (2551, น. 152-153) ที่ได้พัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์สร้างสรรค์ตามแนวความคิดของวิลเลียมส์ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (ฉันทนา กองทองกาย, 2553, น. 75-76) ที่ได้ใช้ชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามแนวความคิดของวิลเลียมส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นทั้ง 4 ด้าน

ข้อดีของการใช้ชุดกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้ คือ นักเรียนสามารถนำชุดกิจกรรมไปเรียน เวลาและสถานที่ใดก็ได้ (Harrisberher, 1973, pp. 201-205; กานดา ชาสวัสดิ์,

2550, น. 69-70) ช่วยเปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกทักษะการแสวงหาความรู้ พิจารณาข้อมูล ฝึกความรับผิดชอบ และการตัดสินใจ ชุดกิจกรรมยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน เนื่องจากสื่อผสมที่ได้จัดไว้ในระบบ ช่วยดึงดูดความสนใจของนักเรียน (กาญจนา เกียรติประวัติ, 2524, น. 61-62; กานดา ชาสวัสดิ์, 2550, น. 69-70) โดยมีกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้มีการพัฒนาความสามารถทางด้านการอ่าน การเขียน และส่งเสริมในด้านการใช้ความคิดรูปแบบของกิจกรรมสามารถให้นักเรียนเรียนรู้ได้อย่างอิสระส่งเสริม ให้เรียนรู้จากประสบการณ์จริงฝึกให้มีการลงมือปฏิบัติ เก็บรวบรวมข้อมูล นักเรียนได้มีโอกาสลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง และกิจกรรมที่จัดขึ้นในชุดกิจกรรมนั้นได้ เชื้อต่อการพัฒนาด้านความคิดด้วย (กานดา ชาสวัสดิ์, 2550, น. 69-70) นอกจากนี้ ชุดกิจกรรมสามารถตอบสนองของความแตกต่าง ระหว่างบุคคล ช่วยรักษามาตรฐานของการเรียนรู้ ประหยัดทั้งเงินและเวลา (ธีระศักดิ์ แสงสัมฤทธิ์, 2531, น. 25) ส่วนข้อจำกัด คือในการใช้ชุดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จะต้องเสริมแนวคิดหรือเทคนิคในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม การที่นักเรียนอาจไม่เข้าใจในการเรียนรู้ด้วยวิธีการนี้จึงควรแนะนำวิธีการใช้ชุดกิจกรรมแก่นักเรียนให้เข้าใจเสียก่อนที่จะเริ่มเรียน และในการจัดกิจกรรมให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม เพื่อให้เกิดการช่วยเหลือซึ่งกันและกันและเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจค้นคว้าหาความรู้ได้มากขึ้นตามศักยภาพการเรียนรู้ของนักเรียน (มัสยา แสนสม, 2552, น. 56)

6. การใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จากการศึกษางานวิจัยพบว่ามี การใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ คือ การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการคิดนอกกรอบ

การคิดนอกกรอบ หมายถึง ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาด้วยแนวทางหรือวิธีการใหม่ ๆ ที่แตกต่างไปจากวิธีการแก้ปัญหาเดิม (De Bono, 1982, p. 8; Hoenby, Cowie, & Lewis, 2000, p. 225; วิจารย์ พานิช, 2524, น. 258) เดอโบโน (De Bono, 1982, pp. 53-54) ได้เสนอเทคนิคการคิดนอกกรอบไว้ 16 เทคนิค ได้แก่ ความคิดหลักซับซ้อน ขะลอการตัดสินใจ ทำทาสสมมติฐาน พลิกกลับ อุปมาอุปไมย การสร้างทางเลือก การกระตุ้นสัมผัส การบรรยาย การแยกส่วน การแบ่งขั้ว การระดมสมอง คำใหม่ PO การถูกปิดกั้นด้วยความเปิดเผย การเลือกจุดรับรู้ แรกและพื้นที่ความสนใจ การออกแบบ และนวัตกรรม

ตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการคิดนอกกรอบเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เช่น (คณารักษ์ โชติจันทร์, 2548, น. 50-51) ได้ทำงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนคิดนอกกรอบในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาความคิด

สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่าหลังการใช้การสอนคิดนอกกรอบ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ นักเรียนที่ได้รับการสอนคิดนอกกรอบมีคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปในทิศทางเดียวกับ ภาณินี เทพหนู (2546, น. 69-70) ที่ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยกิจกรรม พัฒนาการคิดนอกกรอบ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ ของสิ่งมีชีวิต และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ที่เรียนด้วยกิจกรรมพัฒนาการ คิดนอกกรอบกับนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมตามคู่มือครู เป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปานกลางค่อนข้างอ่อน ใช้เวลาสอนกลุ่มละ 21 คาบ คาบละ 50 นาที พบว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วย ชุดกิจกรรมพัฒนาการคิดนอกกรอบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมตามคู่มือครู ข้อดีของการใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบ คือ มุ่งเน้นให้นักเรียนพยายามเสนอแนวคิดของตนเอง และวิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีการใหม่ ๆ ส่วนข้อจำกัดของการใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบ คือ ต้องใช้เวลาให้นักเรียนปรับเปลี่ยนวิธีการ เรียนรู้ ครูต้องคอยชี้แนะให้กำลังใจ เพื่อให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในตนเอง และกล้าแสดงความคิด เห็นของตนเองออกมา (ภาณินี เทพหนู, 2546, น. 69-70)

จากการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ พบว่ามีทั้งการใช้หน่วยการเรียนรู้ การใช้หรือพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิธีการ จัดการเรียนรู้ การใช้แนวคิด การใช้ชุดกิจกรรม และ การใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้ มาใช้ในการ พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยจึงสรุปข้อดีและข้อจำกัดของแนว ทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามตาราง 1 เพื่อตัดสินใจ เลือกแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับ รายวิชาชีววิทยา 4 (ว30254) เป็นรายวิชาเพิ่มเติมของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์- คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มี 1.5 หน่วยกิต 60 ชั่วโมงต่อภาคเรียน (โรงเรียนนนทรีวิทยา, 2561)

ตาราง 1 ข้อดีและข้อจำกัดของแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริม ความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์		ข้อดี	ข้อจำกัด
1. การใช้ หน่วยการเรียนรู้	หน่วยการเรียนรู้	เป็นการพัฒนาความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ อย่างต่อเนื่อง จัดเนื้อหาให้เป็น สัดส่วน กำหนดเวลาชัดเจน จึง สะดวกต่อการนำไปใช้ในการ จัดการเรียนรู้	การเลือกหน่วยการเรียนรู้ที่มี ระยะเวลาและเนื้อหาที่เหมาะสมต่อ การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ แต่การใช้หน่วยการ เรียนรู้ควรมีการจัดการเรียนรู้อื่น ๆ เช่น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น มาช่วย พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ด้วย
2. รูปแบบ การจัดการ เรียนรู้	2.1 การ พัฒนา รูปแบบการ จัดการเรียนรู้ โครงงาน	เป็นรูปแบบการจัดการรู้ที่ สนับสนุนให้นักเรียนค้นพบ ความรู้ด้วยตนเองตามความ ต้องการของนักเรียนและได้ลง มือปฏิบัติจริงอย่างเป็นขั้นตอน ที่ชัดเจน	การจัดนักเรียนเป็นกลุ่มในการทำ โครงงาน ในกลุ่มที่มีเด็กไม่เก่งและขาด ความรับผิดชอบการทำงานจะเป็นไป อย่างล่าช้า บางกลุ่มนำเสนอโดยการ พูดคนเดียว ทำให้สมาชิกคนอื่นขาด ทักษะในการนำเสนอนักเรียนที่เกิด ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นนักเรียนบางคนที่เป็นเด็กเก่งอยู่ แล้ว จึงยังไม่ตอบสนองต่อความ แตกต่างระหว่างบุคคล

ตาราง 1 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริม ความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์		ข้อดี	ข้อจำกัด
2. รูปแบบ การจัดการ เรียนรู้	2.2 การใช้ รูปแบบการ จัดการเรียนรู้ แบบสืบ เสาะหา ความรู้	นักเรียนได้รับการกระตุ้นให้แสดง ความคิดเห็นที่หลากหลายอย่าง ต่อเนื่อง มีการเปิดโอกาสให้คิด อย่างเป็นอิสระ กล้าแสดงความคิด เห็นในการทำกิจกรรมต่าง ๆ มี การยอมรับแนวคิดของนักเรียน จึง ทำให้นักเรียนมีความกล้าคิดกล้า ทำจนนำไปสู่ความคิดที่แปลกใหม่ ๆ เพื่อสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง โดย ใช้ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	การใช้คำถามในการกระตุ้นให้นักเรียน เกิดความคิดสร้างสรรค์ นั้นควรเป็น คำถามที่เชื่อมโยงระหว่าง ความรู้ที่ได้ จากการสืบเสาะกับประสบการณ์เดิม ของนักเรียนหรือเป็นคำถามที่ไม่มี คำตอบที่ตายตัวมากเกินไปหรือเป็น คำถามที่ยั่วยุให้นักเรียนอยากตอบ สภาพการเรียนรู้ ควรเปิดโอกาสให้ นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้
3. วิธี การ จัด ก าร เรียนรู	3 .1 ก าร จัดการเรียนรู้ โดย ใช้ โครงงาน วิทยาศาสตร์	ช่วยให้นักเรียนคิดค้นหรือเริ่มสิ่งที่ แปลกใหม่ เปิดโอกาสให้นักเรียนคิด แก้ปัญหาตามที่ได้วางแผน ปฏิบัติการไว้ เป็นการสร้างความ ความสนใจ กระตุ้นให้เกิดการคิด อย่างมีเหตุผล เกิดความอยากรู้ อยากทดลอง กระตุ้นหรือวันที่จะ แสวงหาคำตอบโดยวิธีการทาง วิทยาศาสตร์ และกระบวนการคิด ไตร่ตรองพิจารณาอย่างรอบคอบ และมีเหตุผล	การไม่สนใจ ไม่ถนัด และไม่มีเวลาของ นักเรียน การขาดการสนับสนุนจาก ผู้ปกครอง และเวลาที่อาจารย์ที่ปรึกษา ให้คำแนะนำน้อย ไม่ทั่วถึง ทั้งต้อง เลือกเนื้อหาที่เหมาะสมกับการทำ โครงงาน และสร้างบรรยากาศในการ จัดการเรียนรู้ให้นักเรียนมีอิสระในการ คิดและการลงมือปฏิบัติ

ตาราง 1 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริม ความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์	ข้อดี	ข้อจำกัด
3. วิธีการ จัดการเรียนรู้	3.2 การ จัดการเรียนรู้ ด้วย เกม วิทยาศาสตร์ สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เราจะ เห็นได้ จากการแก้ปัญหาในขณะที่เล่นเกม ซึ่งนักเรียนต้องอาศัยกระบวนการ คิดและนำความรู้และทักษะการ บวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้น ในขณะที่เล่นเกม	เกมที่น่าสนใจในการจัดการเรียนรู้ต้อง ส่งผลให้นักเรียนได้รับความรู้ความ เข้าใจหรือทบทวน เนื้อหาสาระ วิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ในเกมนั้น สามารถ พัฒนาทักษะกระบวนการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และนำมาใช้ประกอบการ ตัดสินใจขณะเล่น เกมที่น่าสนใจจัดการ เรียนรู้ต้องเหมาะสมกับวัย พัฒนาการ และความสนใจของนักเรียน
4. การใช้ แนวคิด	4.1 การ จัดการเรียนรู้ ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศาสตร์ และ คณิตศาสตร์ มีการกำหนดสถานการณ์ที่เป็น ประเด็นปัญหาให้นักเรียนวิเคราะห์ ปัญหา เป็นการเปิดโอกาสให้ นักเรียนมองเห็นปัญหาและ ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งเป็น จุดเริ่มต้นของการค้นหาวิธีการแก้ไข ปัญหา	ใช้เวลาในการทำกิจกรรมมาก ในการ นำเสนอและอภิปรายร่วมกัน
	4.2 การจัด การเรียนรู้ ตามแนวคิด ของ วิลเลียมส์ เป็นวิธีการเรียนรู้ที่แปลกใหม่ ทำให้ บรรยากาศในการเรียนรู้เต็มไปด้วย การกระตือรือร้น ตื่นเต้น ไม่น่าเบื่อ หน่าย	เนื้อหาที่น่าสนใจในการฝึกตามแนวคิด ของวิลเลียมส์เพื่อพัฒนาความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียน จะต้องเหมาะสมกับระดับ อายุ ความรู้ ความสามารถของ นักเรียน และระยะเวลาในการฝึก

ตาราง 1 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริม ความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์		ข้อดี	ข้อจำกัด
4. การใช้ แนวคิด	4.2 การจัด การเรียนรู้ ตามแนวคิด ของ วิลเลียมส์	เป็นวิธีการเรียนรู้ที่แปลกใหม่ ทำให้ บรรยากาศในการเรียนรู้เต็มไปด้วย การกระตือรือร้น ตื่นเต้น ไม่น่าเบื่อ หน่าย	เนื้อหาที่นำไปใช้ในการฝึกตามแนวคิด ของวิลเลียมส์เพื่อพัฒนาความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียน จะต้องเหมาะสมกับระดับ อายุ ความรู้ ความสามารถของ นักเรียน และระยะเวลาในการฝึก
5. การใช้สื่อ การจัดการ เรียนรู้	การใช้ชุด กิจกรรม	เป็นสิ่งที่ช่วยถ่ายทอดให้เกิดการ เรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ นักเรียน สามารถทดสอบตัวเองก่อนเรียน เป็นสื่อการสอนที่มีการจัดลำดับ ขั้นตอนไว้อย่างชัดเจน นักเรียนได้มี โอกาสลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง และกิจกรรมที่จัดขึ้นใน ชุดกิจกรรม เชื้อต่อการพัฒนาด้าน ความคิดสร้างสรรค์ด้วย	ควรแนะนำวิธีการใช้ชุดกิจกรรมแก่ นักเรียนให้เข้าใจเสียก่อนที่จะเริ่มเรียน และในการจัดกิจกรรมให้นักเรียนแต่ ละกลุ่ม เพื่อให้เกิดการช่วยเหลือซึ่งกัน กันและเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิด ความสนใจค้นคว้าหาความรู้ได้มากขึ้น ตามศักยภาพแห่งการเรียนรู้
7. การใช้ เทคนิคการ จัดการ เรียนรู้	เทคนิคการ จัดการเรียนรู้ จิตนอกกรอบ	มุ่งเน้นให้นักเรียนพยายามเสนอ แนวคิดของตนเอง และวิธีการ แก้ปัญหาด้วยวิธีการใหม่ ๆ	ต้องใช้เวลาให้นักเรียนปรับเปลี่ยน วิธีการเรียนรู้ ครูจะต้องคอยชี้แนะให้ กำลังใจ เพื่อให้นักเรียนเกิดความ เชื่อมั่นในตนเอง และกล้าแสดงความคิด เห็นของตนเองออกมา

จากตาราง 1 ข้อดี และข้อจำกัด การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์
รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบระดมสมอง และการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์
เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์มีข้อจำกัดในด้านเวลาและเนื้อหายังไม่เหมาะสมกับ
การทำโครงงานเพราะต้องใช้เวลาในการทำโครงงานอาจจะทำให้สอนเนื้อหาได้ไม่ครบถ้วน

การจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ยังไม่เหมาะสมกับวัย พัฒนาการ และความสนใจของนักเรียน เพราะการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์เหมาะสมกับนักเรียนระดับประถมและมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งไม่ตรงกับกลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยนี้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของวิลเลียมส์มีข้อจำกัดเรื่องความเหมาะสมของเนื้อหารายวิชา เพราะแต่ละเทคนิคของวิลเลียมส์มีความเหมาะสมกับเนื้อหาบางวิชา เช่น ศิลปะ ภาษา เป็นต้น ผู้วิจัยจึงเลือกสร้างหน่วยการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคคิดนอกกรอบ ซึ่งตอบโจทย์กับนิยามความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งความสามารถในการคิดและการกระทำโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และในการแก้ปัญหาได้หลายแนวทาง เพื่อได้ผลผลิตที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับผู้อื่น จากเทคนิคคิดนอกกรอบ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยา 4

1.6 บทบาทของนักเรียนและครูในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ บทบาทที่เหมาะสมของทั้งนักเรียนและครู มีรายละเอียด ดังนี้

1.6.1 บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (Wasnton, 1968, p. 220; สมจิต สวธนไพบุลย์, 2537, น. 27) สรุปได้ดังนี้

1. ได้ซักถามในระหว่างและหลังการจัดการเรียนรู้
2. ได้อ่านในสิ่งทีนอกเหนือจากบทเรียน และอาจจะไม่ได้คำตอบที่สมบูรณ์
3. ได้เสนอความคิดหรือกระบวนการ เพื่อเปิดโอกาสให้พบสิ่งที่แปลกใหม่
4. ยอมรับว่าการลองผิดลองถูกเป็นวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับได้อย่างหนึ่ง
5. ได้มีอิสระในการคิดสร้างสรรค์ผลงาน
6. ให้คุณค่าของความสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เท่าเทียมกับ

ความสามารถในการจำเนื้อหาวิทยาศาสตร์

1.6.2 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552, น. 119; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2552, น. 29; สมจิต สวธนไพบุลย์, 2537, น. 30-34) สรุปได้ดังนี้

1. ต้องชวนหาความรู้อื่นๆ เทคนิคการสอนใหม่ ๆ อยู่เสมอ เพื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนได้คิดในสิ่งที่แปลกใหม่ได้โดยอิสระ ส่งเสริมให้นักเรียนกล้าตอบคำถาม เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นได้เต็มที่ แสดงเหตุผล

2. ส่งเสริมให้นักเรียนถาม ให้ความสนใจในคำถาม และกระตุ้นให้นักเรียนหาคำตอบให้มากที่สุด

3. กระตุ้นหรือรับต่อคำถามแปลก ๆ ของนักเรียน โดยการตอบอย่างมีชีวิตชีวา หรือชี้แนะให้หาคำตอบจากแหล่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง

4. กระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ครูคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับลักษณะของนักเรียน

5. ให้คุณค่ากับความคิดของนักเรียน และเสริมแรงทางบวกแก่นักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เช่น การยกย่องชมเชย การให้รางวัล เป็นต้น

6. ส่งเสริมให้นักเรียนใช้วิจารณญาณของตนเอง และยกย่องชมเชย เมื่อนักเรียนมีจินตนาการแปลกกว่าผู้อื่น

7. ใช้คำถามปลายเปิดเพื่อกระตุ้นยั่วและเร้าความรู้สึกให้ชวนคิดให้ลึกซึ้ง สนับสนุนการตอบหรือแนวคิดที่แตกต่างจากแนวความคิดของคนทั่วไป

8. ครูควรมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีความรอบรู้ และนำเทคนิคการจัดการเรียนรู้ใหม่ ๆ มาทดลอง สามารถให้คำแนะนำและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ได้

9. ใจกว้างที่จะยอมรับความคิดเห็นของนักเรียนอย่างเต็มที่ ส่งเสริมการพัฒนาความคิด กล้าแสดงความคิด และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

10. มีความเข้าใจว่าการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์จะต้องใช้เวลา

จากการศึกษาสรุปได้ว่า นักเรียนและครูมีบทบาทที่สำคัญต่อการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนมีบทบาทในการตั้งคำถามในสิ่งที่สงสัย อ่านสิ่งที่ไม่มีในหนังสือเรียน เสนอความคิดที่แปลกใหม่ ลองผิดลองถูก มีอิสระในการคิดสร้างสรรค์ผลงาน และให้คุณค่าของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ส่วนครูมีบทบาทในการหาเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่แปลกใหม่มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนถาม และกระตุ้นให้นักเรียนหาคำตอบให้มากที่สุด สนใจคำถามแปลก ๆ ของนักเรียน กระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ให้คุณค่ากับความคิดของนักเรียน และเสริมแรงทางบวกแก่นักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ยกย่องชมเชย เมื่อนักเรียนมีจินตนาการแปลกกว่าผู้อื่น ใช้

คำถามปลายเปิดเพื่อกระตุ้นยั่วและเร้าความรู้สึกให้ชวนคิดให้ลึกซึ้ง สนับสนุนการตอบหรือแนวคิดที่แตกต่างจากแนวความคิดของคนทั่วไป ครูควรมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีความรอบรู้ ใจกว้างที่จะยอมรับความคิดเห็นของนักเรียน และเข้าใจว่าการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ต้องใช้เวลา

1.7 แนวทางการวัดและประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่ามีแนวทางการวัดและประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 3 แนวทาง ได้แก่

1. การสังเกต หมายถึง การเฝ้ามองพฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกเชิงสร้างสรรค์ เช่น การวัดความคิดจินตนาการของเด็กจากพฤติกรรมการเล่น และการทำกิจกรรม โดยสังเกตพฤติกรรมการเลียนแบบ การทดลอง การแสดงละคร การใช้คำอธิบาย การบรรยายให้เกิดภาพพจน์ชัดเจน การเล่านิทาน การแต่งเรื่องใหม่ การเล่นและคิดเกมใหม่ ๆ ตลอดจนพฤติกรรมที่แสดงความรู้สึกซาบซึ้งต่อความสวยงาม เป็นต้น หรือใช้การสังเกตพฤติกรรมการเล่นเกมบ้าน การตั้งชื่อแปลก ๆ ลักษณะการเป็นผู้นำ การสร้างหรือต่อไม้บล็อกของเด็ก เป็นต้น (อารี พันธุ์ณี, 2543, น. 185) โดยงานวิจัยที่ใช้การสังเกตในการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เช่น

ฉันทนา กองทองกาย (2553, น. 66, 74) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้นำแนวคิดของวิลเลียมส์ (Williams, 1972, pp. 155-160) ที่ได้เสนอมิติด้านพฤติกรรมของนักเรียนในด้านความรู้สึกหรือจิตใจ (Affective behavior) เป็นพฤติกรรมด้านความรู้สึก เจตคติ ค่านิยม แบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็น ความพร้อมที่จะเสี่ยง ความพอใจที่จะทำสิ่งที่สลับซับซ้อน และความคิดจินตนาการ และพฤติกรรมของเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์ของอารี พันธุ์ณี 2 พฤติกรรม คือ 1. กล้าคิด กล้าทำ และกล้าแสดงออก 2. มีความสุขสนุกสนานร่าเริงในการร่วมกิจกรรม จากนั้นนำมาสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยระบบเครื่องหมาย ✓ ในการบันทึกพฤติกรรมที่แสดงออกของนักเรียน กำหนดพฤติกรรมที่แสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 พฤติกรรม คือ 1.ความอยากรู้อยากเห็น 2.ความพอใจในสิ่งที่ซับซ้อน 3.ความเต็มใจที่จะเสี่ยง 4.ความคิดจินตนาการ 5.กล้าคิด กล้าทำ และกล้าแสดงออก 6.มีความสุขสนุกสนานร่าเริงในการร่วมกิจกรรม ครูสังเกตพฤติกรรมและทำเครื่องหมาย ✓ ตามจำนวนครั้งที่เกิดพฤติกรรมนั้น แล้วสรุปเป็นความถี่และแปลผลเป็นร้อยละ

ข้อดีของการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การสังเกต คือ แบบสังเกตสามารถเป็นเครื่องมือที่ใช้ติดตามศึกษาพฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกมาได้ทุกด้าน เป็นเครื่องมือที่ใช้ได้สะดวก ใช้ได้ทุกเวลา และใช้ได้ทุกสถานที่ ใช้สังเกตพฤติกรรมของบุคคล ทุกเพศ ทุกวัย โดยไม่ขึ้นอยู่กับระดับการศึกษา (อารี พันธุ์ณี, 2543, น. 185)

ข้อจำกัดของการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การสังเกต คือ การสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ควรสังเกตให้ครอบคลุม โดยอาจจะ กำหนดเวลาในการสังเกต เช่น สังเกตทุก ๆ 5 นาที เพื่อตรวจสอบพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างทั่วถึง (ฉันทนา กองทองกาย, 2553, น. 66, 74) ถ้าผู้สังเกตขาดความพร้อม และทักษะในการสังเกต จะทำให้การบันทึกข้อมูลลงในแบบสังเกตเป็นข้อมูลที่ไม่มีความประโยชน์หรือมีความผิดพลาด ผู้สังเกตอาจมีความลำเอียงหรืออคติต่อผู้ถูกสังเกตบางคน ทำให้ได้ข้อมูลที่บันทึกลงใน แบบสังเกตบิดเบือนทำให้การแปลผลการสังเกตคลาดเคลื่อน ถ้าผู้ถูกสังเกตรู้ตัว จะเกิดการระวังตัวและปิดบังพฤติกรรมที่แท้จริง (อารี พันธุ์ณี, 2543, น. 185)

2. แบบวัด หมายถึง ชุดข้อคำถามที่เร้าให้เกิดการแสดงความคิดสร้างสรรค์ เป็นผลมาจากการวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ แบบวัดความคิดสร้างสรรค์มีทั้ง ใช้ภาษาเป็นสื่อ และที่ใช้ภาพเป็นสื่อ เพื่อเร้าให้เด็กแสดงออกเชิงสร้างสรรค์ มีการกำหนดเวลาที่ชัดเจน (อารี พันธุ์ณี, 2543, น. 186) ตัวอย่างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้แก่

ฮูและเอเดย์ (Hu & Adey, 2002, pp. 389-403) ได้สร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในประเทศอังกฤษ เพื่อใช้วัดใน 3 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม เป็นแบบวัดประเภทเขียนตอบ มีทั้งหมด 7 ข้อ ให้อเวลาในการทำ 60 นาที โดยแต่ละข้อวัดองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ที่แตกต่างกัน ได้แก่ ข้อ 1 – 4 วัดได้ทั้ง 3 องค์ประกอบ ข้อ 5 – 7 วัดความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม และข้อที่ 7 วัดความสามารถในการออกแบบผลิตภัณฑ์ทางวิทยาศาสตร์เชิงสร้างสรรค์ โดยมีข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนนดังตาราง 2

ตาราง 2 ข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของชูและเอเดีย์

ข้อคำถาม	เกณฑ์การให้คะแนน
1. จงเขียนประโยชน์ของแก้วที่มีต่อการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มาให้ได้มากที่สุด	คะแนนแต่ละข้อได้มาจากการรวมทั้ง 3 องค์ประกอบ คิดได้จากนี้
2. ถ้านักเรียนมีโอกาสได้ไปเที่ยวนอกโลกและไปที่ดาวดวงอื่น คำถามทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนอยากศึกษามีอะไรบ้าง จงเขียนให้มากที่สุด	1. ความคิดคล่องนับจำนวนคำตอบที่ไม่ซ้ำ และมีความเป็นไปได้ 2. ความคิดยืดหยุ่น นับจำนวนกลุ่มหรือแนวทางของคำตอบที่ไม่ซ้ำ และมีความเป็นไปได้
3. จงคิดวิธีที่ทำให้จักรยานธรรมดาคันหนึ่งมีความน่าสนใจ ใช้ประโยชน์ได้มากที่สุด และมีความสวยงามมากขึ้น จงเขียนให้มากที่สุด	3. ความคิดริเริ่ม คำนวณจากความถี่ของคำตอบออกมาเป็นร้อยละ
4. สมมติว่าไม่มีแรงดึงดูดของโลก นักเรียนคิดว่าโลกจะเป็นอย่างไร จงเขียนคำตอบให้มากที่สุด	3.1 ความถี่ของคำตอบที่ได้ มีค่าน้อยกว่าร้อยละ 5 ของคำตอบทั้งหมด คิดเป็น 2 คะแนน 3.2 ความถี่ของคำตอบที่ได้ มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 5 ถึง 10 ของคำตอบทั้งหมด คิดเป็น 1 คะแนน 3.3 ความถี่ของคำตอบที่ได้ มีค่ามากกว่าร้อยละ 10 ของคำตอบทั้งหมด คิดเป็น 0 คะแนน
5. จงหาวิธีแบ่งสี่เหลี่ยม 1 รูปออกเป็น 4 ส่วน เท่า ๆ กัน จงวาดรูปลงในกระดาษคำตอบให้ได้มากที่สุด	1. ความถี่ของคำตอบที่ได้ มีค่าน้อยกว่าร้อยละ 5 ของคำตอบทั้งหมด คิดเป็น 2 คะแนน 2. ความถี่ของคำตอบที่ได้ มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 5 ถึง 10 ของคำตอบทั้งหมด คิดเป็น 1 คะแนน 3. ความถี่ของคำตอบที่ได้ มีค่ามากกว่าร้อยละ 10 ของคำตอบทั้งหมด คิดเป็น 0 คะแนน

ตาราง 2 (ต่อ)

ข้อคำถาม	เกณฑ์การให้คะแนน
6. หากมีกระดาษขีดหน้า 2 แบบ นักเรียนจะทดสอบอย่างไรว่ากระดาษขีดหน้าแบบใดดีกว่า เขียนวิธีการให้มากที่สุด พร้อมระบุเครื่องมือและขั้นตอนการทดสอบ	1. ความคิดยืดหยุ่น มีคะแนนเต็ม 9 คะแนน จากคำตอบ 1 วิธีการถูกต้อง คิดจากคะแนนเครื่องมือ 3 คะแนน คะแนนหลักการ 3 คะแนน และคะแนนขั้นตอน 3 คะแนน 2. ความคิดริเริ่ม คำนวณจากความถี่ของคำตอบออกมาเป็นร้อยละ 2.1 ความถี่ของคำตอบที่ได้ มีค่าน้อยกว่าร้อยละ 5 ของคำตอบทั้งหมด คิดเป็น 4 คะแนน 3.2 ความถี่ของคำตอบที่ได้ มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 5 ถึง 10 ของคำตอบทั้งหมด คิดเป็น 2 คะแนน 3.3 ความถี่ของคำตอบที่ได้ มีค่ามากกว่าร้อยละ 10 ของคำตอบทั้งหมด คิดเป็น 0 คะแนน
7. จงออกแบบเครื่องบรรจุแอปเปิ้ล 1 เครื่อง โดยวาดรูปพร้อมระบุชื่อและหน้าที่ของแต่ละส่วนของเครื่อง	ให้นับจำนวนหน้าที่ของแต่ละส่วนของเครื่องที่ไม่ซ้ำกันและให้คะแนนหน้าที่ละ 3 คะแนน

ที่มา : Hu and Adey (2002). A scientific creativity test for secondary school students. International Journal of Science Education. 24: 389-403

ข้อดีแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของฮูและเอเดย์คือเป็นแบบวัดที่สามารถวัดครอบคลุมและตรงประเด็นทุกองค์ประกอบ และมีเกณฑ์การประเมินที่ชัดเจน ข้อจำกัด คือ ใช้เวลาในการทดสอบมาก

อักทามิสและคณะ (Aktamis et al., 2005, pp. 3-5) ปรับปรุงแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของฮูและเอเดย์ (Hu & Adey, 2002) ให้ข้อคำถามมีความเหมาะสมมากขึ้นสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา เกณฑ์การให้คะแนนให้มีความคล้ายคลึงกัน และลดจำนวนข้อคำถามเหลือ 6 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 40 นาที

ตาราง 3 ข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ อักทามิสและคณะ

ข้อคำถาม	เกณฑ์การให้คะแนน
1a จงเขียนประโยชน์ของการใช้ขวดน้ำพลาสติกใน ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้มากที่สุด (ตัวอย่างใน ปฏิบัติการ a)	คะแนนแต่ละข้อได้มาจากการรวมทั้ง 3 องค์ประกอบ คิดได้ดังนี้ 1. ความคิดคล่องนับจำนวนคำตอบที่ไม่ซ้ำ และมีความ เป็นไปได้
1b จงเขียนประโยชน์ของการใช้กระป๋องใน ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้มากที่สุด (ตัวอย่างใน ปฏิบัติการ b)	2. ความคิดยืดหยุ่น นับจำนวนกลุ่มหรือแนวทางของ คำตอบที่ไม่ซ้ำ และมีความเป็นไปได้
2. ถ้านักเรียนสามารถสร้างเครื่องย่นเวลาได้ นักเรียนจะย่นเวลาไปในช่วงใด และคำถามทาง วิทยาศาสตร์ที่นักเรียนอยากศึกษามีอะไรบ้าง จง เขียนให้มากที่สุด	3. ความคิดริเริ่ม คำนวณจากความถี่ของคำตอบ ออกมาเป็นร้อยละ 3.1 ความถี่ของคำตอบที่ได้ มีค่าน้อยกว่า ร้อยละ 5 ของคำตอบทั้งหมด คิดเป็น 2 คะแนน
3. จงคิดวิธีที่ทำให้กระป๋องนักเรียนธรรมดาใบหนึ่งมี ความน่าสนใจ ใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น และมีความ สวยงามมากขึ้น จงเขียนให้มากที่สุด พร้อมอธิบาย เหตุผลว่าเหตุใดจึงต้องใช้วิธีนั้นและวิธีนั้นมีความ เหมาะสมอย่างไร	3.2 ความถี่ของคำตอบที่ได้ มีค่าอยู่ระหว่าง ร้อยละ 5 ถึง 10 ของคำตอบทั้งหมด คิดเป็น 1 คะแนน
4a สมมติว่าไม่มีเวลากลางคืน มีเพียงเวลากลางวัน อย่างเดียว นักเรียนคิดว่าโลกจะเป็นอย่างไร จงเขียน คำตอบให้ได้มากที่สุด	3.3 ความถี่ของคำตอบที่ได้ มีค่ามากกว่า ร้อยละ 10 ของคำตอบทั้งหมด คิดเป็น 0 คะแนน
4b สมมติว่าโลกไม่หมุนรอบดวงอาทิตย์ นักเรียนคิด ว่า โลกจะเป็นอย่างไร จงเขียนคำตอบให้ได้มากที่สุด	
5. มีกระดาษชำระอยู่ 2 แบบ นักเรียนจะตรวจสอบ ได้อย่างไรบ้างว่ากระดาษชำระแบบใดดีกว่ากัน จง เขียนวิธีการให้มากที่สุด พร้อมระบุเครื่องมือ หลักการ และขั้นตอนการตรวจสอบ	ให้คะแนนจากการนับจำนวนตัวแปรต้นที่ไม่ซ้ำ ให้ คะแนนตัวแปรละ 1 คะแนน
6. จงออกแบบเครื่องบรรจุแอปเปิ้ล 1 เครื่อง โดยวาด รูปพร้อมระบุชื่อและหน้าที่ของแต่ละส่วนของเครื่อง	ให้นับจำนวนหน้าที่ของแต่ละส่วนของเครื่องที่ไม่ซ้ำ กันและให้คะแนนหน้าที่ละ 3 คะแนน

ที่มา : Aktamis et al (2005). Developing scientific creativity test. Fen Bulumu:

University of Dokuz Eylul. pp. 3-5

อายาส และแซก (Ayas & Sak, 2013, pp. 318-320) ได้พัฒนาแบบวัดศักยภาพการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบ่งการวัดออกเป็น 3 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้แก่ การสร้างสมมติฐาน การทดสอบสมมติฐาน และการประเมินหลักฐาน ในแต่ละกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบ่งการวัดองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็น 2 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่อง และความคิดยืดหยุ่น ข้อคำถามเป็นปลายเปิด ตัวอย่างคำถามที่เกี่ยวกับชีววิทยา คำถามเกี่ยวกับแมลงวัน โดยให้ภาพการทดลองเกี่ยวกับการทดลองแมลงวันของนักวิจัยท่านหนึ่ง และให้นักเรียนตั้งสมมติฐานให้ได้มากที่สุด ใช้วัดองค์ประกอบความคิดคล่อง และความคิดยืดหยุ่น คำถามเกี่ยวกับโซ่อาหาร โดยให้ภาพโซ่อาหารและกราฟการเปลี่ยนแปลงโซ่อาหาร และให้นักเรียนคิดสาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว อย่างไรก็ตามแบบวัดของอายาส และแซก ไม่ได้วัดความคิดริเริ่ม

ยูสตาและอัคนัท (Usta & Akkanat, 2015, pp. 1409-1413) ได้พัฒนาแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (Science Creativity Test: SCT) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยวัดองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ทั้งหมด 10 ข้อ ใช้เวลาข้อละ 4 นาที รวมเป็น 40 นาที เป็นคำถามปลายเปิด เกณฑ์การให้คะแนนความคิดคล่อง ให้คะแนนจากจำนวนคำตอบที่ถูกต้องและสอดคล้องกับคำถาม เกณฑ์การให้คะแนนความคิดยืดหยุ่น ให้คะแนนจากจำนวนของกลุ่มคำตอบที่ถูกต้องและสอดคล้องกับคำถาม เกณฑ์การให้คะแนนความคิดริเริ่ม ให้คะแนนจากจำนวนความถี่ของคำตอบที่ได้รับทั้งหมด หากคำตอบมีจำนวนน้อยกว่าร้อยละ 5 ของจำนวนความถี่ของคำตอบทั้งหมด ผู้ที่ตอบคำตอบนั้นจะได้ 2 คะแนน หากคำตอบมีจำนวนร้อยละ 5 ถึง 10 ของจำนวนความถี่ของคำตอบทั้งหมด ผู้ที่ตอบคำตอบนั้นจะได้ 1 คะแนน หากคำตอบมีจำนวนมากกว่าร้อยละ 10 ของจำนวนความถี่ของคำตอบทั้งหมด ผู้ที่ตอบคำตอบนั้นจะได้ 0 คะแนน ข้อดีคือ เป็นแบบวัดที่สามารถวัดครอบคลุมและตรงประเด็นทุกองค์ประกอบ ข้อจำกัดคือ เวลาในการทำแบบวัดต่อข้อค่อนข้างน้อยอาจจะทำให้นักเรียนตอบคำถามได้ไม่ทันเวลา

ข้อดีของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบนี้ คือ สามารถออกแบบให้วัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ครบทุกองค์ประกอบในคราวเดียว เกณฑ์ในการให้คะแนนชัดเจน ใช้ได้สะดวก และประหยัด เนื่องจากใช้สามารถใช้สอบนักเรียนได้จำนวนมากในเวลาเดียวกัน (อารี พันธุ์ณี, 2543, น. 185) ข้อจำกัดของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ คือ แบบวัดที่มีคุณภาพดี ต้องใช้เวลาในการพัฒนาและทดลองใช้ ต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ด้านการวัดผลมาเป็นพื้นฐานในการสร้างจึงจะช่วยให้มีคุณภาพที่เที่ยงตรงดียิ่งขึ้น

สร้างแบบทดสอบให้มีคุณภาพเป็นมาตรฐานตายตัวไม่ได้ เพราะคำถามหรือสถานการณ์ที่กำหนด เป็นเพียงตัวแทนของพฤติกรรมที่ครูผู้สอนขึ้นมา ซึ่งอาจจะเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงใหม่ได้เสมอไม่มี ที่สิ้นสุด (อารี พันธมณี, 2543, น. 185)

3. การประเมินชิ้นงาน

จากการศึกษาพบงานวิจัยที่มีการใช้แบบประเมินในการศึกษาความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เช่น พัฒนานุสรณ์ สถาพรวงศ์ (2533, น. 173-178) ได้ พัฒนาแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากชิ้นงาน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยได้กำหนดโครงสร้างหลัก 2 ด้าน ได้แก่ ด้านการคิดและด้านการแก้ปัญหา ด้านการคิด ประกอบด้วยโครงสร้างย่อย 2 ด้าน คือ นวภาพ กับการเพาะความคิด ส่วนด้านการแก้ปัญหา ประกอบด้วยโครงสร้างย่อย 6 ด้าน คือ ความเหมาะสม ความเพียงพอ ความสมเหตุสมผลตาม ศาสตร์ การใช้ประโยชน์ ความสมบูรณ์ และการสื่อความหมายให้คนอื่นสนใจ โดยให้ผู้ประเมินทำ เครื่องหมาย✓ลงในช่องมาตรฐานวัดจำแนกความหมาย (Semantic differential) ที่มีระยะห่างคำคู่ คุณศัพท์ที่ตรงกันข้าม 7 ช่อง เช่น มิติด้านการคิด โครงสร้างย่อยนวนภาพมี 3 คู่คุณศัพท์ คือ ความคิดใหม่กับความคิดเก่า ความคิดใหม่ที่คิดขึ้นเองกับความคิดเก่าที่คนอื่นใช้กันมานานแล้ว ดัดแปลงเป็นความคิดของตนเองกับลอกเลียนความคิดคนอื่น ข้อจำกัดคือ การประเมินในลักษณะ นี้ไม่มีเกณฑ์ที่ชัดเจน ในการประเมินอาจจะมีความรู้สึกของผู้ประเมินมาเกี่ยวข้องเนื่องจากใช้ มาตรฐานวัดจำแนกพฤติกรรมความคิด

หยางและคณะ (Yang, Lin, Hong, & Lin, 2016, pp. 16-23) ออกแบบใน ส่วนของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ประเภทเขียนตอบแล้ว ยังได้ออกแบบ ประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากคุณลักษณะของชิ้นงานของนักเรียนในระดับ ประถมศึกษา โดยใช้คำถามปลายเปิดที่มีสถานการณ์และอุปกรณ์ที่กำหนดให้ ตัวอย่างข้อคำถาม ดังนี้ “จงหาวิธีผูกเชือก 2 เส้นเข้าด้วยกัน โดยปลายเชือกเส้นหนึ่งติดอยู่บนเพดาน และเชือกทั้ง 2 เส้นอยู่ไกลเกินกว่าที่มือจะเอื้อมถึงได้ ครูได้เตรียมอุปกรณ์ ได้แก่ แก้ว ยางรัดของ ลูกบอลแก้ว เหล็กกั่ว และคีมคีบ เพื่อให้ในการแก้ปัญหาดังกล่าว” สำหรับเกณฑ์การประเมินรูบรีคส์ คะแนน เต็ม 4 คะแนน แสดงดังตาราง 4

ตาราง 4 เกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากคุณลักษณะของชิ้นงาน

ระดับคะแนน	เกณฑ์การประเมิน
4	แสดงวิธีการประยุกต์แนวคิด มากกว่า 3 คำตอบ และมีคำอธิบายชัดเจน
3	แสดงวิธีการประยุกต์แนวคิด 3 คำตอบ และมีคำอธิบายบางส่วนไม่ครบทุกวิธี แสดงวิธีการประยุกต์แนวคิด 2 คำตอบ และมีคำอธิบายที่น่าพอใจและเพียงพอ
2	แสดงวิธีการประยุกต์แนวคิด 2 คำตอบ และมีคำอธิบายบางส่วนที่ยอมรับได้ แสดงวิธีการประยุกต์แนวคิด 1 คำตอบ และมีคำอธิบายบางส่วนที่ยอมรับได้
1	แสดงวิธีการประยุกต์แนวคิด 1 คำตอบ และมีคำอธิบายบางส่วนที่ไม่สมบูรณ์
0	ไม่ตอบคำถาม หรือ ไม่มีคำตอบที่เป็นไปไม่ได้

ที่มา: Yang et al (2016) Exploring the assessment of and relationship between elementary student's scientific creativity and science Inquiry. Creativity Research Journal, 28 (1)

ข้อดีของการประเมินชิ้นงาน คือ สามารถประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ครอบคลุมไปถึงผลผลิต สามารถยืนยันว่านักเรียนสามารถนำความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไปสร้างชิ้นงานในชีวิตประจำวันได้ (พัฒนานุสรณ์ สถาพรวงศ์, 2533, น. 3) และมีเกณฑ์การประเมินที่ชัดเจน ส่วนข้อจำกัดของการประเมินชิ้นงาน คือ เหมาะสมกับประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีการจัดการเรียนรู้ที่มีการสร้างผลงานหรือสิ่งประดิษฐ์ เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน ควรมีเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้ในการตัดสินที่มีความเป็นปรนัย และมีคุณภาพที่ดี (พัฒนานุสรณ์ สถาพรวงศ์, 2533, น. 145-146)

จากการศึกษาแนวทางในการวัดประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า แนวทางในการวัดประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มี 3 วิธี คือ การสังเกตแบบวัด และการประเมินชิ้นงาน

จากการศึกษางานเอกสารและงานวิจัยพบว่ามีแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลายแนวทาง ทั้งการใช้หน่วยการเรียนรู้ การใช้หรือพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิธีการจัดการเรียนรู้ การใช้แนวคิด การใช้ชุดกิจกรรม และการใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้ มาใช้ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยจึงพิจารณาเลือกวิธีการจัดการเรียนรู้จากข้อดี และข้อจำกัด การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์ รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบระดมสมอง และการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์มีข้อจำกัดในด้านเวลาและเนื้อหายังไม่

เหมาะสมกับการทำโครงการและการออกแบบผลงาน การจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ยังไม่เหมาะสมกับเหมาะสมกับวัย พัฒนาการ และความสนใจของนักเรียน การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของวิลเลียมส์มีข้อจำกัดเรื่องความเหมาะสมของเทคนิคกับระดับความสามารถของนักเรียน ผู้วิจัยจึงเลือกสร้างหน่วยการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคคิดนอกกรอบ ซึ่งตอบโจทย์กับนิยามความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งความสามารถในการคิดและการกระทำโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และในการแก้ปัญหาได้หลายแนวทาง เพื่อได้ผลผลิตที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับผู้อื่น จากเทคนิคคิดนอกกรอบ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยา 4 ส่วนทางการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยจึงเลือกใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของฮูและเอเดย์ เนื่องจากวัดความความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 3 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม มีเกณฑ์ที่ชัดเจน และเหมาะสมกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ส่วนการประเมินชิ้นงานยังไม่เหมาะสมกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการคิดนอกกรอบที่ไม่ได้มีการผลิตชิ้นงานทุกครั้ง ส่วนใหญ่จะออกมาในรูปแบบกระบวนการคิด และเกณฑ์ในการประเมินค่อนข้างตีความได้ยากและไม่ครอบคลุมองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

2. การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาชีววิทยา

2.1 แนวคิดหลักชีววิทยาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กระทรวงศึกษาธิการ(2560, น. 4) สาระที่มีแนวคิดหลักชีววิทยา คือ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ และสาระชีววิทยา โดยในงานวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาเกี่ยวกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายวิชาชีววิทยา 4 (ว30254) ซึ่งเป็นวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมอยู่ในสาระชีววิทยา ข้อที่ 4. เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอโมนกับการรักษาดุลยภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ในงานวิจัยนี้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบหายใจ ระบบหมุนเวียนเลือด และระบบน้ำเหลือง เพราะเป็นเรื่องที่ใกล้ตัวและยังไม่พบ

งานวิจัยใดที่ใช้เนื้อหานี้ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน อีกทั้งเนื้อหานี้ยังเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและใกล้ตัวของนักเรียนย่อมนำไปสู่การคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ดี (ภาณีณี เทพหนู, 2546, น. 6) เนื่องจากเป็นเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงเหมาะที่จะใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาช่วยกระตุ้นให้แสดงความคิดเห็นที่หลากหลายอย่างต่อเนื่อง มีการเปิดโอกาสให้คิดอย่างเป็นอิสระ กล้าแสดงความคิดเห็นในการทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (บุญรัตน์ จันทร, 2558, น. 91-95) โดยหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนที่ผู้วิจัยทำการศึกษา (ฉบับปรับปรุงปีการศึกษา 2561) ได้จัดรายวิชาชีววิทยา 4 (ว30254) เป็นรายวิชาเพิ่มเติมของนักเรียนสายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มี 1.5 หน่วยกิต 60 ชั่วโมงต่อภาคเรียน

2.2 แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาชีววิทยา

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ จึงได้ทราบแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาชีววิทยา แบ่งเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

2.2.1 วิธีการจัดการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาชีววิทยา

2.2.1.1 สะเต็มศึกษา (STEAM Education) คือ การจัดกิจกรรมที่มีการบูรณาการ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ จากวิทยานิพนธ์ของสมรัก อินทวิมลศรี (2554, น. 7, 87) ได้จัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 24 คาบ ผ่านกระบวนการคิดสร้างสรรค์ 6 ขั้นตอน คือ 1. ขั้นระบุสถานการณ์ 2. ขั้นวิเคราะห์สถานการณ์ 3. ขั้นศึกษาค้นคว้า 4. ขั้นประยุกต์ 5. ขั้นนำเสนอ 6. ขั้นประเมินและปรับปรุง พบว่านักเรียนที่เรียนชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกัน

2.2.1.2 กิจกรรมพัฒนาการคิดนอกกรอบ คือ กิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดให้นักเรียนได้รับการพัฒนาความสามารถในด้านการคิดเพื่อสร้างแนวคิดใหม่ที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา โดยภาณีณี เทพหนู (2546, p. 69-70) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยกิจกรรมพัฒนาการคิดนอกกรอบ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และ

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมพัฒนาการคิดนอกกรอบกับนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมตามคู่มือครู โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำ ขั้นสอน และขั้นสรุป พบว่านักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาการคิดนอกกรอบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นมากกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมตามคู่มือครู

2.2.1.3 การสำรวจตรวจสอบภาคปฏิบัติ (Practical investigation) คือ การจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนเรียนรู้จากการสำรวจตรวจสอบภาคปฏิบัติ (Practical investigation laboratory approach) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่เรียนวิชาชีววิทยาจาก 4 โรงเรียน จำนวน 189 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้จากการทำสำรวจตรวจสอบภาคปฏิบัติ 97 คน และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้จากการทำปฏิบัติการแบบธรรมดา 92 คน พบว่านักเรียนที่เรียนรู้จากการทำปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบภาคปฏิบัติ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนเรียนรู้จากการทำปฏิบัติการแบบธรรมดา (Conventional laboratory approach) (Chelang, 2014, p. 43, 45, 50)

2.2.2 เนื้อหาและระดับชั้นของนักเรียน

จากการศึกษาพบว่าการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาชีววิทยาที่พบทำการศึกษาเกี่ยวกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ช่อรัก วงศ์สุวรรณ, 2563, น. 6; สมรัก อินทวิมลศรี, 2554, น. 6) และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ภาณินี เทพหนู, 2546, น. 69-70) ส่วนเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาชีววิทยา มีดังนี้ การสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต (ภาณินี เทพหนู, 2546, น. 69-70) ระบบย่อยอาหาร การสลายสารอาหารระดับเซลล์ การสืบพันธุ์ และการเจริญเติบโตของสัตว์ (สมรัก อินทวิมลศรี, 2554, น. 8) พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ (ช่อรัก วงศ์สุวรรณ, 2563, น. 6)

2.2.3 ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาชีววิทยา พบว่าใช้เวลาประมาณ 12 – 24 คาบ (คนารักษ์ โชติจันทิก, 2548, น. 40; ช่อรัก วงศ์สุวรรณ, 2563, น. 6; ภาณินี เทพหนู, 2546, น. 62; สมรัก อินทวิมลศรี, 2554, น. 73)

ในงานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกเนื้อหาชีววิทยา เรื่อง ระบบหายใจ ระบบหมุนเวียนเลือด และระบบน้ำเหลือง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิชาชีววิทยา 4 ซึ่งยังไม่ซ้ำกับเนื้อหาที่เคยนำไปใช้ในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มาก่อน ส่วนเทคนิคการคิดนอก

กรอบยังไม่มีงานวิจัยใดที่ศึกษาหาแนวทางในเลือกใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอนในการส่งเสริมความคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ระยะเวลา 15 คาบ คาบละ 50 นาที

3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จึงนำเสนอตามหัวข้อดังนี้

3.1 ความหมายและความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

จากการศึกษาและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถสรุปความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ได้ว่า หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่นักเรียนสืบค้นหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสังเกต การตั้งคำถาม ออกแบบ ค้นหาหาข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล สรุปผล ตลอดจนการเผยแพร่ผลการศึกษา โดยมีครูเป็นผู้แนะนำ และอำนวยความสะดวก (National Research Council, 2000, pp. 13-14; Wu & Hsich, 2006, p. 1289; พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2544, น. 56-57; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2552, น. 7)

3.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

3.2.1 ปรัชญาวิทยาศาสตร์ โดยปรัชญาวิทยาศาสตร์ดั้งเดิม วิทยาศาสตร์ หมายถึง ข้อเท็จจริงที่มีอยู่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ การค้นคว้าทดลองอย่างเป็นระบบ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ปรัชญาวิทยาศาสตร์แนวใหม่ วิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ที่เกิดจากการสร้างสรรค์ของแต่ละบุคคลที่มาจากความรู้หรือประสบการณ์เดิม และสิ่งแวดล้อมหรือบริบทของสังคมของแต่ละคน (Godin, 2007, pp. 1-2; Hoenby et al., 2000, p. 1051; Thurber & Collete, 1964, p. 2) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีความสอดคล้องกับปรัชญาวิทยาศาสตร์เนื่องจากเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงเหมาะสมในการนำไปจัดการเรียนรู้ในวิชาแขนงทางวิทยาศาสตร์

3.2.2 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) เกี่ยวกับการพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิด คือ การที่คนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด

และปฏิสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อมนี้มีผลทำให้ระดับสติปัญญาและความคิดพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลา กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทางสติปัญญาและความคิดมี 2 กระบวนการ คือ การปรับตัว (Adaptation) และการจัดระบบโครงสร้าง (Organization) การปรับตัวเป็นกระบวนการที่บุคคลหาหนทางที่จะปรับสภาพความไม่สมดุลทางความคิดให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบ ๆ ตัว และเมื่อบุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัว โครงสร้างทางสมองจะถูกจัดระบบให้มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม มีรูปแบบของความคิดเกิดขึ้น กระบวนการปรับตัวประกอบด้วยกระบวนการที่สำคัญ (พรหมณี ชูทัย เจนจิต, 2538, น. 129-133; ภาพ เลหาไพบูลย์, 2542, น. 68-69) 2 ประการคือ

1) กระบวนการดูดซึม (Assimilation) หมายถึง กระบวนการที่ซึมซับประสบการณ์ใหม่เข้าสู่ประสบการณ์เดิมที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกัน แล้วสมองก็รวบรวมปรับเหตุการณ์ใหม่ให้เข้ากับโครงสร้างของความคิดอันเกิดจากการเรียนรู้ที่มีอยู่เดิม

2) กระบวนการปรับขยายโครงสร้าง (Accommodation) เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องมาจากกระบวนการดูดซึม คือ ภายหลังจากที่ซึมซับของเหตุการณ์ใหม่เข้ามา และปรับเข้าสู่โครงสร้างเดิมแล้วถ้าปรากฏว่าประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับการซึมซับเข้ามาให้เข้ากับประสบการณ์เดิมได้ สมองก็จะสร้างโครงสร้างใหม่ขึ้นมาเพื่อปรับให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีความสอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์เนื่องจากการสืบเสาะหาความรู้นั้นย่อมอาศัยความรู้พื้นฐานที่มีอยู่เดิมทำให้เกิดกระบวนการดูดซึม จากนั้นสมองก็จะสร้างความรู้ใหม่ขึ้นมาเพื่อปรับให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ตามกระบวนการปรับขยายโครงสร้าง

3.2.3 ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เชื่อว่านักเรียนทุกคนล้วนมีความรู้เดิมมาแล้ว ก่อนที่ครูจะจัดการเรียนรู้ให้เน้นว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัว ของนักเรียนเอง และการเรียนรู้เรื่องใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม ดังนั้นความรู้เดิมของนักเรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้เป็นอย่างยิ่ง กระบวนการเรียนรู้ (Process of learning) ที่แท้จริงของนักเรียนไม่ได้เกิดจากการบรรยายของครู หรือนักเรียนเพียงแต่จดจำแนวคิดต่าง ๆ ที่มีผู้บอกให้เท่านั้น แต่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้นเสาะหา สืบจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ มาเผชิญหน้า ดังนั้นการที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่

หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry process) (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552, น. 82-83; สุรางค์ โค้วตระกูล, 2554, น. 210-212)

3.3 คุณลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

จากการศึกษาคุณลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Brunsell, 2010, (ออนไลน์); กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์, 2558, น. 2-3) ประกอบด้วย 5 ประการ ดังนี้

1. นักเรียนมีส่วนร่วมในคำถามเชิงวิทยาศาสตร์ เริ่มจากการสังเกต แล้วเกิดความสงสัย จนเกิดการตั้งคำถาม ครูเป็นผู้แนะนำให้ปรับคำถามเป็นคำถามที่สามารถตั้งสมมติฐานที่ทดสอบด้วยกระบวนการ ทดลองทางวิทยาศาสตร์ได้

2. นักเรียนให้ความสำคัญกับหลักฐานในการตอบคำถาม จากการสำรวจตรวจสอบหรือทำการทดลองของนักเรียนเพื่อหาคำตอบ นักเรียนต้องเก็บข้อมูลอย่างละเอียด ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์อย่างเหมาะสม ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูจึงควรฝึกทักษะการปฏิบัติการเบื้องต้นก่อนการใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

3. นักเรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน โดยนักเรียนนำข้อมูลดิบจากการทำการทดลองมาวิเคราะห์และใช้เป็นหลักฐานในการอธิบาย ให้เหตุผลในการคิดวิเคราะห์ด้วยวิธีการที่เหมาะสม และสอดคล้องกับคำถามที่ตั้งไว้

4. นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนสืบค้นเพิ่มเติมว่าคำอธิบายของตนเองสอดคล้องหรือแตกต่างจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น หลักการกฎ ทฤษฎี หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

5. นักเรียนสื่อสารและอธิบายเหตุผล นักเรียนสื่อสารองค์ความรู้ที่ได้มาต่อประชาคมโลก เปิดโอกาสให้ผู้อื่นได้วิพากษ์วิจารณ์ผลงาน แลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน และรับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่น

คุณลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วย 5 ประการ คือ นักเรียนมีส่วนร่วมในคำถามเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนให้ความสำคัญกับหลักฐานในการตอบคำถาม นักเรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และนักเรียนสื่อสารและอธิบายเหตุผล ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงต้องคำนึงถึงคุณลักษณะสำคัญทั้ง 5 ประการข้างต้นด้วย

3.4 ประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Carin & Sund, 1980, p. 19; Tofoya, Sunal, & Knecht, 1980, pp. 43-48; กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์, 2558, น.4-5) แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1) การสืบเสาะสำเร็จรูป (Structured inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา ในขณะที่นักเรียนกำหนดขั้นตอนในการทดลองและการจัดกระทำข้อมูล ตลอดจนการแปลความหมายและสรุปด้วยตนเอง เหมาะกับห้องเรียนขนาดใหญ่ หรือนักเรียนที่ยังมีประสบการณ์ในการสืบเสาะหาความรู้ในระดับเริ่มต้น ดังงานวิจัยของศิริพันธ์ เกียรติโสภณรักษา (2556, น. 626-637) ที่ได้ทำการศึกษาผลการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียร่วมกับการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะสำเร็จรูปกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ถือว่าเป็นกลุ่มผู้เรียนที่มีประสบการณ์ในการสืบเสาะหาความรู้ในระดับเริ่มต้น โดยในการจัดการเรียนรู้ ได้มีการกำหนดให้นักเรียนสำรวจและค้นหาเกี่ยวกับเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ศึกษาจากสื่อมัลติมีเดียที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียร่วมกับการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก โดยข้อดีของการสืบเสาะสำเร็จรูป คือ ใช้เวลาไม่มาก ครูสามารถควบคุมเวลาในชั้นเรียนได้ ข้อจำกัดของการสืบเสาะสำเร็จรูป คือ นักเรียนไม่ได้เป็นคนตั้งคำถามเอง ดังนั้นนักเรียนอาจจะไม่ได้สนใจในคำถามที่ครูตั้งไว้

2) การสืบเสาะแบบแนะนำ (Guided inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ครูให้คำปรึกษาหรือแนะนำวิธีการทดลองและการจัดกระทำข้อมูลนักเรียน นักเรียนเป็นผู้แปลความหมาย และสรุปด้วยตนเอง ดังงานวิจัยของกัลยา ภูทัตโต (2558, น. 59-63) ที่ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อมโนทัศน์ทางเคมีและความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยในการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบแนะนำเน้นกระบวนการ โดยให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริงในการค้นคว้าหาข้อมูล แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน แล้วนำข้อมูลมาสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง พร้อมกับได้รับการชี้แนะจากครูด้วยการใช้คำถาม แล้วนำมโนทัศน์อันแรกที่ได้มาใช้แก้ปัญหาใหม่ในบริบทที่ใกล้เคียงและบริบทที่แตกต่างออกไป ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีค่าเฉลี่ยมโนทัศน์ทางเคมีและความสามารถในการวิเคราะห์สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยข้อดีของการสืบเสาะแบบแนะนำ คือ

นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง พัฒนาระบวนการคิด กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการประเมินค่า นอกจากนี้นักเรียนที่เก่งสามารถช่วยนักเรียนที่อ่อนของทีมได้ และข้อจำกัดของการสืบเสาะแบบแนะนำ คือ ครูต้องมีการเตรียมพร้อมนักเรียนในการทำงานเป็นทีม โดยใช้วิธีคิดเดี่ยว คิดคู่ และอภิปรายเป็นกลุ่ม ตลอดจนกำหนดบทบาทและหน้าที่ของนักเรียนในกลุ่มให้ชัดเจน

3) การสืบเสาะแบบเปิดกว้าง (Open inquiry) หรือการค้นพบ (Discovery) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา วิธีการแก้ปัญหา การจัดกระทำข้อมูล ตลอดจนการแปลความหมายและ สรุปด้วยตนเอง เหมาะสำหรับนักเรียนในระดับปริญญาตรี โท หรือเอก ดังงานวิจัยเรื่องผลของกิจกรรมปฏิบัติการสืบเสาะแบบเปิดกว้างต่อมโนคติที่คลาดเคลื่อน (Misconception) ของนักศึกษาครูเกี่ยวกับสสาร (Akben, 2015, pp. 164-166) ที่ได้ทำการศึกษา มโนคติที่คลาดเคลื่อน โดยใช้การจัดการเรียนรู้กิจกรรมปฏิบัติการแบบสืบเสาะแบบเปิดกว้างกับ นักศึกษาครู โดยนักศึกษาครูดูปฏิบัติการระหว่างอะลูมิเนียมกับน้ำ จากนั้นให้ตั้งคำถาม 3 ข้อ ให้ เลือกคำถามเพียง 1 ข้อ มาตั้งสมมติฐาน แล้วออกแบบการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล ด้วยตนเอง แล้วนำผลการทดลองมาอภิปรายเพื่อนในห้องเรียน ผลการวิจัยพบว่านักศึกษาครูมี มโนคติที่คลาดเคลื่อนก่อนเรียนต่ำกว่าหลังเรียนอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้อดีของการสืบเสาะแบบ เปิดกว้าง คือ นักเรียนได้เป็นผู้ตั้งคำถามตั้งสมมติฐาน แล้วออกแบบการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลด้วยตนเอง จนครบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ข้อจำกัดของการสืบเสาะแบบเปิด กว้าง คือ ใช้เวลาค่อนข้างนาน เหมาะสมกับนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในเรื่องที่สอนมาระดับหนึ่ง

4) การสืบเสาะแบบร่วมมือ (Collaborative inquiry) เป็นการสืบเสาะหา ความรู้ที่นักเรียนและครูมีบทบาทร่วมกันในทุกขั้นตอน เหมาะสำหรับกลุ่มนักเรียนที่มี ประสบการณ์ในการสืบเสาะมากขึ้น ดังงานวิจัยเรื่อง การใช้เทมเพลตการโพสต์สำหรับการเพิ่ม การขยายความรู้ที่เกี่ยวกับการโต้แย้งของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้การสืบเสาะแบบร่วมมือที่ สนับสนุนด้วยคอมพิวเตอร์ (JONG, CHEN, TSE, LEE, & LEE, 2010, pp. 275,292) ที่ได้ ทำการศึกษาการขยายความรู้ที่เกี่ยวกับการโต้แย้งของนักเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะแบบร่วมมือกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในการจัดการเรียนรู้ได้เปิดโอกาสให้ นักเรียนมีส่วนร่วมผ่านแพลตฟอร์มซึ่งอำนวยความสะดวกในการอภิปรายตามประเด็นปัญหาของ นักเรียนในหลายผู้เล่นจำนวนมาก สภาพแวดล้อมการเล่นตามบทบาทในเกมออนไลน์ เพื่อบรรลุ เป้าหมายของเกี่ยวกับการสร้างความรู้เชิงโต้แย้งสามารถประสบความสำเร็จก็ต่อเมื่อนักเรียน สามารถทำข้อโต้แย้งที่ถกเถียงได้อย่างถูกต้องในกระบวนการอภิปราย ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมี ความสามารถการโต้แย้งมากขึ้น โดยข้อดีของการสืบเสาะแบบร่วมมือ คือ นักเรียนได้ร่วมมือกับ

เพื่อนและครูในการสืบเสาะหาความรู้ซึ่งสอดคล้องกับการทำงานจริงของนักวิทยาศาสตร์ที่ไม่ได้ทำงานคนเดียว ต้องทำงานร่วมกับนักวิทยาศาสตร์ผู้เชี่ยวชาญสาขาอื่น ๆ ข้อจำกัดของการสืบเสาะแบบร่วมมือ คือ อาจจะต้องมีเทคนิคต่าง ๆ มาเสริมเพื่อฝึกให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้อย่างร่วมมือ

จากการศึกษาประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ แบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ 1. การสืบเสาะสำเร็จรูป เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา ส่วนนักเรียนจะกำหนดขั้นตอนในการทดลองและการจัดกระทำข้อมูล ตลอดจนการแปลความหมายและสรุปด้วยตนเอง 2. การสืบเสาะแบบแนะนำ เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ครูแนะนำวิธีการทดลองและการจัดกระทำข้อมูลนักเรียน นักเรียนเป็นผู้แปลความหมาย และสรุปด้วยตนเอง 3. การสืบเสาะแบบเปิดกว้าง เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา วิธีการแก้ปัญหา การจัดกระทำข้อมูล ตลอดจนการแปลความหมายและ สรุปด้วยตนเอง 4. การสืบเสาะแบบร่วมมือ เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนและครูมีบทบาทร่วมกันในทุกขั้นตอน เหมาะสำหรับกลุ่มนักเรียนที่มีประสบการณ์ในการสืบเสาะมากขึ้น

3.5 ขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552, น. 7-9) อธิบายรูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 5 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่กระตุ้น ยั่วยุ ให้นักเรียนเกิดความสงสัย อยากรู้ อยากเห็น แล้วเกิดปัญหาหรือประเด็นที่จะศึกษา
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ให้นักเรียนมีประสบการณ์ร่วมกันเป็นกลุ่มในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยการวางแผนกำหนดการสำรวจตรวจสอบ และลงมือปฏิบัติ ในการสำรวจตรวจสอบปัญหาหรือประเด็นที่นักเรียนสนใจใคร่รู้ ครูมีหน้าที่ส่งเสริม กระตุ้น ให้คำปรึกษาชี้แนะ ช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกให้นักเรียนดำเนินการสำรวจตรวจสอบเป็นไปด้วยดี
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยนำเสนอองค์ความรู้ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ พร้อมทั้งวิเคราะห์ อธิบาย และเปิดโอกาสให้มีการอภิปรายซักถามแลกเปลี่ยนเรียนรู้ หรือโต้แย้งในองค์ความรู้ใหม่ที่ได้สร้างสรรค์ มีการอ้างอิงหลักฐาน ทฤษฎี หลักการ กฎเกณฑ์ หรือองค์ความรู้เดิม แล้งลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

4. **ชั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ให้นักเรียนได้เติมเต็มความรู้ใหม่ให้กว้างขวางสมบูรณ์ กระจำงและลึกซึ้งยิ่งขึ้น โดยการอธิบาย ยกตัวอย่าง อภิปรายซักถามแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่องค์ความรู้ใหม่อย่างเป็นระบบ ละเอียดสมบูรณ์ นำไปประยุกต์ใช้ในในชีวิตประจำวัน หรือนักเรียนอาจเกิดปัญหาสงสัย ใคร่รู้ นำไปสู่การศึกษาค้นคว้าต่อไป

5. **ชั้นประเมินผล (Evaluation)** เป็นการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ให้นักเรียนได้ประเมินกระบวนการสำรวจตรวจสอบและผลการสำรวจตรวจสอบ หรือองค์ความรู้ใหม่ของตนเองและของเพื่อนร่วมชั้นเรียน โดยการวิเคราะห์วิจารณ์ อภิปรายซักถามแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ซึ่งกันและกันในเชิงเปรียบเทียบประเมินจุดดีหรือจุดด้อย ปรับปรุง หรือทบทวนใหม่ และให้ครูได้ประเมินกระบวนการสร้างองค์ความรู้ใหม่ของนักเรียน เน้นการประเมินตามสภาพจริงในระหว่างการจัดการเรียนรู้ เพื่อปรับปรุงพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน

ต่อมา ไอเซนคราฟต์ (Eisenkraft, 2003, pp. 57-59) ได้ขยายรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะจาก 5 ชั้น เป็น 7 ชั้น โดยให้เหตุผลว่า การจัดการเรียนรู้ 5 ชั้น ไม่ได้ให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งส่งผลต่อการเรียนรู้ที่มีความหมายและการประยุกต์ใช้ความรู้จากสิ่งที่ได้เรียนรู้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน จึงได้เพิ่มขั้นตอนการจัดการเรียนรู้มา 2 ชั้น คือ ขั้นตรวจสอบความรู้เดิมและขั้นนำความรู้ไปใช้ รวมเป็น 7 ชั้น ดังนี้

1. **ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation phase)** ครูต้องทำหน้าที่การตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้เด็กได้แสดงความรู้เดิม คำถามอาจเป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพสังคมท้องถิ่น หรือประเด็นข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวัน และเด็กสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมี ทำให้ครูได้ทราบว่า เด็กแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างไร ครูควรเติมเต็มส่วนใดให้นักเรียน และครูยังสามารถวางแผน การจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน

2. **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement phase)** ขั้นนี้เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดความสนใจของนักเรียน หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่งเรียนรู้มาแล้ว ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม ยั่วเย้าให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และกำหนดประเด็นที่จะศึกษาแก่นักเรียน ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร อินเทอร์เน็ต เป็นต้น ซึ่งทำให้

นักเรียนเกิดความคิดขัดแย้งจากสิ่งที่นักเรียนเคยรู้มาก่อน ครูเป็นผู้ที่ทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนคิด โดยเสนอประเด็นที่สำคัญขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจ เป็นเรื่องที่ให้นักเรียนศึกษา เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในขั้นตอนต่อไป

3. ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration phase) เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาแล้ว จากนั้นนักเรียนวางแผนแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบ อาจทำได้หลายวิธี เช่น สืบค้นข้อมูล สำรวจ ทดลอง เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างพอเพียง

4. ขั้นอธิบาย (Explanation phase) เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมาแล้ว นักเรียนนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง รูปวาด ตาราง กราฟ ฯลฯ ซึ่งช่วยให้นักเรียนเห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปและอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจน เพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป

5. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration phase) ช่วงนี้เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องราวต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่ามีข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงเกี่ยวกับเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

6. ขั้นประเมินผล (Evaluation phase) ขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่า นักเรียนรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ขั้นนี้จะช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประมวลและปรับประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ได้ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ นอกจากนี้ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบซึ่งกันและกัน

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension phase) ครูจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ครูเป็นผู้ทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้

จากการศึกษาขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์พบว่า มี 2 รูปแบบที่ได้รับความนิยม คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น และรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น

3.6 บทบาทของนักเรียนและครูในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

จากการเลือกใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้⁷ ขั้นตอนโดยนักเรียนและครูมีบทบาทตามโครงการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยาของสหรัฐอเมริกา (Biological Science Curriculum Study: BSCS) ดังตาราง 5

ตาราง 5 บทบาทหน้าที่ของนักเรียนและครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้⁷ ขั้นตอน

ขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ⁷ ขั้นตอน	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation phase)	-ตั้งคำถามเพื่อตรวจสอบความรู้เดิม -กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความรู้เดิมออกมา	-ตอบคำถามตามความรู้เดิมของตนเอง -แสดงความคิดเห็นและอภิปรายร่วมกับเพื่อนนักเรียนและครู
2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement phase)	-จัดสถานการณ์ให้นักเรียนเกิดความสนใจ -กระตุ้นให้เกิดความอยากรู้อยากหาคำตอบ -ตั้งคำถามที่ยังไม่ชัดเจนมาอภิปรายร่วมกัน	-แสดงความคิดเห็นและนำเสนอความคิดอย่างมีส่วนร่วม -กระหายอยากรู้คำตอบ -นำเสนอและอธิบายประเด็นที่สนใจ
3. ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration phase)	-ส่งเสริมให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบอย่างมีส่วนร่วม โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ -ให้ข้อเสนอแนะและคำปรึกษาแก่นักเรียน -ส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรม และเจตคติทางวิทยาศาสตร์	-พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหา -คาดคะเนและตั้งสมมติฐาน -บันทึกการสังเกต วิเคราะห์ข้อมูล และลงข้อสรุปบนพื้นฐานของข้อมูลที่น่าเชื่อถือ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ -มีคุณธรรม จริยธรรม และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 5 (ต่อ)

ขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ขั้นตอน		
4. ขั้นอธิบาย (Explanation phase)	- ส่งเสริมให้นักเรียนคิดและแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ - ให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอด โดยให้หลักฐานที่เป็นเหตุเป็นผล	- อธิบายการแก้ปัญหาอย่างเป็นเหตุเป็นผล - รับฟังคำอธิบายของผู้เรียนอย่างสร้างสรรค์
5. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration phase)	- ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาประยุกต์ให้เกิดประโยชน์อย่างสร้างสรรค์ในสถานการณ์ใหม่ๆ ได้	- นำข้อมูลที่ได้จากการสืบเสาะความรู้ไปประยุกต์กับสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายคลึงกับสถานการณ์เดิมได้
6. ขั้นประเมินผล (Evaluation phase)	- ประเมินความรู้ ทักษะ และเจตคติของนักเรียน - สามารถประเมินได้ในทุกขั้นตอน	- แสดงความรู้ความเข้าใจของนักเรียนจากกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ - ประเมินตนเองว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง
7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension phase)	- กระตุ้นให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้ไปปรับใช้ - แนะนำในการนำความรู้เดิมไปสร้างความรู้ใหม่	- นำความรู้ไปปรับใช้อย่างเหมาะสม - ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระไปสู่การแก้ปัญหา

สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่นักเรียนสืบค้นหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสังเกต การตั้งคำถาม ออกแบบ ค้นคว้าหาข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล สรุปผล ตลอดจนการเผยแพร่ผลการศึกษา โดยมีครูโดยเป็นผู้แนะนำ และอำนวยความสะดวก ส่วนผู้วิจัยเลือกใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน สร้างการเรียนรู้ที่มีความหมาย และนำความรู้ไปใช้ในการประยุกต์ความรู้จากสิ่งที่นักเรียนเรียนรู้มาให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ส่วนเหตุผลที่ไม่ได้เลือกใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบ

เสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนยังไม่มีขั้นตอนตรวจสอบความรู้เดิมที่ชัดเจน โดยความรู้เดิมมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะความคิดคล่องมีความสัมพันธ์มากที่สุด (Ahmar et al., 2017, p. 1) และชั้นนำความรู้ไปใช้เป็นขั้นที่ครูผู้สอนส่งเสริมให้ นักเรียนนำความคิดรวบยอดที่ได้เรียนมาไปประยุกต์ใช้ ทำให้เกิดการสร้างสิ่งใหม่ ๆ และสามารถต่อยอดทาง ความคิดโดยนำความรู้ที่ได้ในห้องเรียน ไปประยุกต์ใช้กับความรู้นอกห้องเรียน และสามารถสร้างสรรค์ หรือนำเสนอสิ่งแปลกใหม่ที่ น่าสนใจมากขึ้นได้ ดังเช่นในสถานการณ์จริงในห้องเรียน ครูกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการนำเสนอที่แปลกใหม่และน่าสนใจ โดยนำความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียน มาแล้ว มาประยุกต์ ให้นักเรียนคิดว่าเราจะประยุกต์เรื่องที่เราเรียนมา ให้ใช้ในชีวิตรประจำวันได้อย่างไรบ้าง และให้นักเรียนนำความรู้ที่เรียนมา ออกแบบเป็นผลงานที่มีรูปแบบการนำเสนอที่หลากหลาย นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้อย่างสร้างสรรค์และหลากหลาย สอดคล้องกับงานวิจัยที่ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ อยู่ในเกณฑ์ดีขึ้นไป (นริศรา วรรณโกษิตย์ และพรทิพย์ ศิริภักทราชัย, 2559, น. 2175) และผู้วิจัยเลือกประเภทการสืบเสาะแบบแนะนำ (Guided inquiry) เนื่องจากนักเรียนชั้นระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสบการณ์ในการสืบเสาะความรู้ในระดับปานกลาง

4. การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการคิดนอกกรอบ

4.1 ความหมายของการคิดนอกกรอบและเทคนิคการคิดนอกกรอบ

การคิดนอกกรอบ (Lateral thinking) หมายถึง ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาด้วยแนวทางหรือวิธีการใหม่ ๆ ที่แตกต่างไปจากวิธีการแก้ปัญหาเดิม (De Bono, 1982, p. 8; Hoenby et al., 2000, p. 225; วิจารณ์ พานิช, 2524, น. 258)

เทคนิคการคิดนอกกรอบ (Lateral thinking techniques) หมายถึง กลวิธีในการในการสร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ได้หลายแนวทาง และแปลกใหม่แตกต่างจากวิธีการแก้ปัญหาเดิม (De Bono, 1982, p. 116)

การคิดนอกกรอบเป็นวิธีที่ ทำให้นักเรียนเกิดความคิดที่แปลกใหม่ โดยพิจารณาสิ่งต่าง ๆ ในมุมมองที่แตกต่างไปจากเดิม ทำให้คิดได้หลายแนวทาง นำไปสู่การแก้ปัญหาด้วยวิธีการ

ใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม โดยสามารถใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบในการสร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ได้หลายแนวทาง และแปลกใหม่แตกต่างจากวิธีการแก้ปัญหาเดิม

4.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ

เดอบอนโน (De Bono, 1982, p. 24) กล่าวว่า การคิดนอกกรอบมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับความคิดสร้างสรรค์ โดยความคิดสร้างสรรค์เป็นผลที่เกิดขึ้น ส่วนการคิดนอกกรอบเป็นกระบวนการ จำแนกความคิดออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1) การคิดในกรอบหรือการคิดแนวตั้ง (Vertical thinking) เป็นการคิดเพื่อการสรรหาสิ่งที่ถูกต้อง เป็นเหตุเป็นผล วิเคราะห์แยกแยะ หาข้อผิดพลาด เพื่อนำมาเลือกสรรวิธีที่ดีที่สุด และใช้ในการแก้ไขปัญหา เป็นการคิดเชิงตรรกะ และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์

2) การคิดนอกกรอบหรือการคิดแนวข้าง (Lateral thinking) เป็นการคิดที่หลีกเลี่ยงจากความซ้ำซาก หรือ ความคิดเดิม ๆ รวมถึงความเข้าใจที่มีอยู่เดิมเพื่อค้นหาสิ่งใหม่ ๆ โดยปกติแล้วความคิดที่มีอยู่จะสร้างขึ้นจากประสบการณ์เดิมและความเข้าใจที่เคยประสบมา การคิดแนวข้างจึงเป็นวิถีทางในการหลบหนีจากความคิดวิธี เดิมเพื่อค้นหาสิ่งที่ดีกว่า

เดอบอนโน (De Bono, 1982, p. 29) กล่าวถึงความแตกต่างระหว่างการคิดในกรอบและนอกกรอบดังตาราง 6

ตาราง 6 ความแตกต่างระหว่างการคิดในกรอบและนอกกรอบ

การคิดในกรอบ (Vertical thinking)	การคิดนอกกรอบ (Lateral thinking)
เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่มีความเป็นไปได้มากที่สุด และเมื่อพบวิธีนั้นแล้วก็ไม่ได้คิดหาวิธีได้อีก	คิดทางเลือกในการแก้ปัญหาไว้หลาย ๆ ทาง แม้ว่าจะพบแนวทางแก้ปัญหาที่ดีแล้ว
ทดลองเพื่อหาคำตอบ	ทดลองเพื่อปรับปรุงแนวคิดของตน
คิดเป็นลำดับต่อเนื่อง	คิดได้หลายทิศทาง โดยไม่ได้กำหนดเป้าหมายไว้ตายตัว
ดำเนินไปตามแนวทางที่น่าจะถูกต้องมากที่สุด	สามารถเปลี่ยนมุมมองได้เพราะหมวดยุติและประเภทมาไม่ใช่สิ่งที่ตายตัว

สรุปได้ว่า การคิดนอกกรอบเป็นวิธีที่ทำให้นักเรียนเกิดความคิดที่แปลกใหม่ โดยพิจารณาสิ่งต่าง ๆ ในมุมมองที่แตกต่างไปจากเดิม ทำให้คิดได้หลายแนวทาง

4.3 การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการคิดนอกกรอบ

เดอบอนโน (De Bono, 1982, p. 116) ได้เสนอเทคนิคการคิดนอกกรอบ เนื่องจากเห็นถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล เพื่อช่วยให้นักเรียนได้ใช้เทคนิคตามความถนัดของตนเอง มีทั้งหมด 16 เทคนิค ไว้ดังนี้

1. เทคนิคความคิดหลักปัจจัยชี้ขาด (Dominant ideas and crucial factors) คือ การสร้างแนวคิดที่แตกต่างออกไปจากแนวคิดที่ครอบงำ การเป็นอิสระจากแบบแผนที่ตายตัว หาองค์ประกอบที่สำคัญของปัญหา ปรับโครงสร้างแบบแผน หลุดพ้นจากข้อจำกัดนั้น ตัวอย่างกิจกรรมในงานวิจัยที่ใช้เทคนิคความคิดหลักปัจจัยชี้ขาด (เพ็ญลภา บุญวงศ์, 2557, น. 170) ได้แก่ กิจกรรมวินิจฉัยความคิดหลัก โดยครูให้นักเรียนอ่านบทความ หลังจากนั้นให้นักเรียนเขียนว่าอะไรคือความคิดหลักของเรื่อง ครูรวบรวมคำตอบของนักเรียน และเขียนรายการคำตอบที่แตกต่างกันออกมา แล้วให้นักเรียนเจ้าของคำตอบอธิบายว่าทำไมจึงตอบคำถามแบบนั้น

2. เทคนิคการชะลอการตัดสินใจ (Suspended judgement) คือ การไม่รีบด่วนตัดสินใจว่าแนวคิดนั้นไม่สมเหตุสมผล กลับมาคิดทบทวนว่ามีส่วนใดอะไรที่จะสามารถนำมาใช้ในการสร้างแนวคิดที่มีประโยชน์ต่อไปอย่างไร ตัวอย่างกิจกรรมในงานวิจัยที่ใช้เทคนิคการชะลอการตัดสินใจ (เพ็ญลภา บุญวงศ์, 2557, น. 172) ได้แก่ กิจกรรมเลื่อนการตัดสินใจ เป็นการฝึกให้นักเรียนอย่ารีบด่วนตัดสินใจว่าแนวคิดสมเหตุสมผลหรือไม่ แต่ควรให้เวลาตัดสินใจโดยกลับมาคิดทบทวนอีกครั้งว่าแนวคิดนี้มีส่วนใดอะไรที่จะนำไปสร้างแนวคิดใหม่ ครูอาจยกสถานการณ์มาให้ นักเรียนวิเคราะห์ พิจารณาสืบค้น ในมุมมองที่แตกต่างไปจากเดิม

3. เทคนิคการทำลายสมมติฐาน (Challenging assumptions) คือ การเปลี่ยนความเชื่อในการแก้ปัญหาเดิมด้วยวิธีการแก้ปัญหาแบบใหม่ ทำลายให้เกิดการตั้งสมมติฐานใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหา ตัวอย่างกิจกรรมในงานวิจัยที่ใช้เทคนิคการทำลายสมมติฐาน (เพ็ญลภา บุญวงศ์, 2557, น. 171) ได้แก่ กิจกรรมคำถามชวนสงสัย เป็นครูใช้คำถามว่า “ทำไม” ไปเรื่อย ๆ ต่อเนื่องจากเหตุการณ์ก่อนหน้า เพื่อให้นักเรียนพยายามพิจารณาสืบค้น ในมุมมองที่ต่างไปจากเดิม

4. เทคนิคพลิกกลับ (The reversal method) คือ การกระทำที่ย้อนกลับจากเดิมที่เคยเป็นมา ทำให้ได้ทางเลือกในมุมมองใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม ตัวอย่างกิจกรรมในงานวิจัยที่ใช้เทคนิคพลิกกลับ (เพ็ญลภา บุญวงศ์, 2557, น. 171) ได้แก่ กิจกรรมพลิกโฉม เป็นลักษณะ

กิจกรรมที่ให้นักเรียนพลิกกลับสถานการณ์หนึ่งในหลายแบบที่สุดเท่าที่จะทำได้ จากนั้นครูรวบรวมคำตอบ เขียนรายการคำตอบ และให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบที่มีคนตอบมากกับคำตอบที่ริเริ่มสร้างสรรค์

5. เทคนิคอุปมาอุปไมย (Analogies) คือ การใช้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นไปเปรียบเทียบกับบางสิ่งบางอย่าง ทำให้เกิดความเคลื่อนไหวของการคิดเชื่อมโยงเกิดขึ้น ตัวอย่างกิจกรรมในงานวิจัยที่ใช้เทคนิคอุปมาอุปไมย (เพ็ญธนา บุญวงษ์.2557:172) ได้แก่ กิจกรรมเปรียบเทียบพาเพลิน ที่ครูให้นักเรียนนำสถานการณ์หนึ่งไปเปรียบเทียบกับอีกสถานการณ์หนึ่ง เพื่อสามารถพิจารณาสิ่งต่าง ๆ ในมุมมองที่ต่างไปจากเดิมได้

6. เทคนิคการสร้างทางเลือก (The generation of alternative) คือ การพยายามสร้างทางเลือกให้มากที่สุดเท่าที่จะหาได้ กระตุ้นให้เกิดแบบแผนใหม่ที่ไม่ตายตัว ตัวอย่างกิจกรรมในงานวิจัยที่ใช้เทคนิคการสร้างทางเลือก (เพ็ญธนา บุญวงษ์.2557: 172-173) ได้แก่ กิจกรรมหลากหลายทางเลือก โดยครูอาจใช้ภาพที่คลุมเครือไม่ชัดเจน และให้นักเรียนแต่ละคนตีความ แล้วรวบรวมการตีความของนักเรียนแสดงให้เห็นมุมมองของนักเรียนที่แตกต่างกัน แต่ครูควรระวังไม่ตัดสินว่าการตีความอันไหนดีที่สุด

7. เทคนิคการกระตุ้นสุ่ม (Random stimulation) คือ การใช้ข้อมูลทุกอย่างที่มีผสมผสานกับข้อมูลต่าง ๆ ที่อาจจะไม่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การปรับโครงสร้างแบบแผนทางความคิดเดิมของเรา นำเข้าปัจจัยแบบสุ่มทำให้เกิดการสร้างมุมมองความคิดใหม่ ตัวอย่างกิจกรรมในงานวิจัยที่ใช้เทคนิคการกระตุ้นสุ่ม (เพ็ญธนา บุญวงษ์.2557: 172) ได้แก่ กิจกรรมกระตุ้นคิด ครูให้นักเรียนนำคำที่สุ่มมาเชื่อมโยงกับประเด็นปัญหาที่ตั้งขึ้น เพื่อสร้างมุมมองใหม่

8. เทคนิคการออกแบบ (Design) คือ การปรับปรุงสิ่งที่มีอยู่ หรือประดิษฐ์สิ่งของที่เป็นแบบใหม่ เพื่อนำไปใช้งานจริง ตัวอย่างกิจกรรมในงานวิจัยที่ใช้เทคนิคการออกแบบ (เพ็ญธนา บุญวงษ์.2557: 173) ได้แก่ กิจกรรมสรรค์สร้างนวัตกรรม นักเรียนได้ออกแบบสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ตามประเด็นที่ได้รับจากครู

9. เทคนิคนวัตกรรม (Innovation) คือ การสร้างสิ่งใหม่ ที่มีจุดประสงค์เพื่อปรับโครงสร้างแบบแผนเดิม ตัวอย่างกิจกรรมในงานวิจัยที่ใช้เทคนิค (เพ็ญธนา บุญวงษ์.2557: 173)

ได้แก่ กิจกรรมสรรค์สร้างนวัตกรรม นักเรียนได้ออกแบบสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ตามประเด็นที่ได้รับจากครู

10. เทคนิคการแยกส่วน (Fractionation) คือ การแยกทำลายแบบแผนที่ตายตัว เป็นการวิเคราะห์ส่วนย่อย ๆ ทำให้เห็นมุมมองใหม่ได้ง่ายขึ้น

11. เทคนิคแนวความคิด/การแบ่งส่วน/การแบ่งขั้ว (Concept/division/polarization) คือ การแบ่งออกเป็นหน่วยต่าง ๆ และรวมหน่วยย่อยเข้าด้วยกันในรูปแบบต่าง ๆ

12. เทคนิคคำใหม่ PO (The new word po) คือ เครื่องมือทางภาษาที่ทำให้เกิดความคิดนอกกรอบ ทำให้เราใช้ข้อมูลในแบบที่ต่างไปจากเดิม ตัวอย่างกิจกรรมในงานวิจัยที่ใช้เทคนิคคำใหม่ PO ได้แก่ กิจกรรมเป็นไปได้อย่างไร โดยให้นักเรียนสร้างความคิดในการแก้ปัญหาด้วยการมองเชิงบวก และแสดงความคิดเห็นที่เป็นไปไม่ได้จากปัญหา แล้วจึงหาเหตุผลมาหักล้างแนวความคิดที่เป็นไปไม่ได้ เพื่อหาทางเลือกหลาย ๆ ทางในการแก้ปัญหา (ภาณินี เทพหนู, 2546, น. 9)

13. เทคนิคการระดมสมอง (Brainstorming) คือ การกระตุ้นให้สมาชิกแต่ละคนไปกระตุ้นสมาชิกคนอื่น ๆ ให้แสดงความคิดเห็นต่าง ๆ ตามมา

14. เทคนิคการถูกปิดกั้นด้วยความเปิดเผย (Blocked by openness) คือ การแก้ปัญหามองถูกปิดกั้นด้วยความเปิดเผยเป็นสิ่งปกติในกระบวนการคิด เพราะเวลาคิดเราต้องคาดคะเนสมมติฐานโดยอาศัยประสบการณ์ในอดีต

15. เทคนิคการเลือกจุดรับรู้แรกและพื้นที่ความสนใจ (Choice of entry point and attention area) คือ จุดรับรู้แรกในการพิจารณาสถานการณ์หรือปัญหา สามารถทำให้ความเข้าใจที่มีต่อสถานการณ์หรือปัญหานั้นแตกต่างกันอย่างมากได้

16. เทคนิคการบรรยาย การแก้ปัญหา การออกแบบ (Description/problem solving/design) คือ การใช้ความรู้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยมีสถานการณ์ที่สนับสนุนเพื่อให้เกิดความคิดนอกกรอบ ทั้งการบรรยาย การแก้ปัญหา และการออกแบบ

เทคนิคการคิดนอกกรอบมีทั้งหมด 16 เทคนิค โดยผู้วิจัยเลือกใช้ทั้งหมด 8 เทคนิค ที่เป็นเทคนิคหลักและเหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์เนื่องจากมุ่งเน้นการหาความรู้ที่หลากหลายทิศทางและแปลกใหม่ ได้แก่ เทคนิคความคิดหลักปัจจัยชี้ขาด เทคนิคการชะลอการตัดสินใจ เทคนิคการทำทาสสมมติฐาน เทคนิคพลิกกลับ เทคนิคอุปมาอุปไมย เทคนิคการสร้างทางเลือก เทคนิคการ

กระตุ้นสมอง และเทคนิคการออกแบบ (Design) ส่วนเทคนิคอื่นเหมาะสมกับวิชาเกี่ยวกับภาษา เช่น เทคนิคคำใหม่ PO เป็นต้น (เพ็ญลภา บุญวงษ์, 2557, น. 42)

5. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ

ผู้วิจัยได้ลำดับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน และใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบของเดอ โบโน มาสอดแทรกในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 3 ขั้นตอน โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของเทคนิคตามลำดับขั้นของกระบวนการทางปัญญาด้านพุทธิพิสัยของบลูมที่ปรับปรุงโดยแอนเดอสันและครัทวอล แบ่งเป็น 6 ขั้น คือ จำ เข้าใจ ประยุกต์ใช้ วิเคราะห์ ประเมินค่า และคิดสร้างสรรค์ (Anderson & Krathwohl, 2001, pp. 66-69) และองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ โดยเมื่อพิจารณาเทคนิคการคิดนอกกรอบและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน ผู้วิจัยจึงจัดกลุ่มเทคนิคที่จะนำไปสอดแทรกในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ เทคนิคที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์ ได้แก่ เทคนิคความคิดหลักปัจจัยชี้ขาด เทคนิคการชะลอการตัดสินใจ ส่งเสริมความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น มาแทรกในขั้นอธิบาย เพราะในขั้นอธิบาย นักเรียนจะนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง รูปวาด ตาราง กราฟ ฯลฯ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปและอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจนเพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป เทคนิคที่เกี่ยวกับการนำความรู้ไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์กว้างขวางขึ้น ได้แก่ เทคนิคการทำทายสมมติฐาน เทคนิคพลิกกลับ เทคนิคอุปมาอุปไมย เทคนิคการสร้างทางเลือก เทคนิคการกระตุ้นสมอง มาแทรกในขั้นขยายความรู้ เพราะในขั้นขยายความรู้ เป็นการนำความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น เทคนิคที่เป็นการเสนอแนวคิดใหม่ ได้แก่ เทคนิคการออกแบบ จึงควรนำไปอยู่ในขั้นนำความรู้ไปใช้ เพราะนักเรียนได้ผ่านการจำ เข้าใจ ประยุกต์ใช้ วิเคราะห์ ประเมินค่า มาแล้ว ส่งเสริมความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ได้ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยมีขั้นตอนและเทคนิคดังนี้

1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation phase) เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความรู้เดิม โดยครูอาจใช้คำถามที่เป็นประเด็นปัญหา หรือประเด็นข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในการชีวิตประจำวัน และนักเรียนสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมี ทำให้ครูได้ทราบว่านักเรียนมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างไร ครูควรเติมเต็มส่วนใดให้นักเรียน และครูยังสามารถวางแผน การจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม

2) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement phase) เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียนหรือเรื่องที่ น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดจากความสนใจของนักเรียน หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่ น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิม ที่นักเรียนได้เรียนรู้ ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม เกิดความอยากรู้อยากเห็น และ กำหนดประเด็นที่จะศึกษาให้แก่ นักเรียน โดยนักเรียนศึกษาประเด็นจากสื่อต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร อินเทอร์เน็ต เป็นต้น เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในขั้นตอนต่อไป

3) ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration phase) เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจประเด็นหรือคำถามที่ สนใจจะศึกษาแล้ว ในขั้นนี้นักเรียนต้องวางแผนแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างพอเพียง ครู ทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหาและดำเนินการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูล ด้วยตนเอง

4) ขั้นอธิบาย (Explanation phase) นักเรียนนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง ภูมอด ตาราง กราฟ ฯลฯ ซึ่งช่วยให้นักเรียนเห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปและอภิปรายผลการทดลอง โดย อ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจนเพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป ขั้นนี้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยแทรกเทคนิคความคิดหลักปัจจัยชี้ขาด (Dominant ideas and crucial factors) เป็นการ จัด กิจกรรมให้นักเรียนรวบรวมคำตอบทั้งหมด และพิจารณาเขียนความคิดหลัก ครูมีบทบาทในการดู คำตอบที่แตกต่างจากนักเรียนคนอื่น และให้นักเรียนอธิบายเพิ่มเติมว่าทำไมถึงตอบคำถามอย่าง นั้น ซึ่งส่งเสริมความคิดยืดหยุ่น และแทรกเทคนิคการชะลอการตัดสินใจ (Suspended judgement) เป็นกิจกรรมให้นักเรียนสร้างแนวคิดที่แปลกใหม่ โดยนักเรียนแต่ละคนบรรยาย

ความรู้สึกจากปัญหาทางชีววิทยา แล้วเสนอคำตอบของปัญหาที่กำหนดให้ จากนั้นนำคำตอบของนักเรียนแต่ละคนมาคิดพิจารณาแล้วเลือกคำตอบที่ดีที่สุดอย่างสมเหตุสมผล

5) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration phase) เป็นการนำความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น โดยใช้เทคนิคใดเทคนิคหนึ่งต่อไปนี้ โดยเปลี่ยนเทคนิคไปเรื่อยเพื่อตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล ได้แก่

เทคนิคการทำลายสมมติฐาน (Challenging assumptions) เป็นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนหาคำตอบเกี่ยวกับปัญหาทางชีววิทยา แล้วนำคำตอบเหล่านั้นมาตั้งเป็นคำถามต่อไปเรื่อย ๆ จนย้อนกลับมาที่ประเด็นปัญหาที่กำหนดตั้งแต่ต้น

เทคนิคพลิกกลับ (The reversal method) เป็นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนกระทำย้อนกลับจากเดิมที่เคยเป็นมา เช่น กิจกรรมเรื่องการวัดอัตราการหายใจ ให้นักเรียนคิดกลับในการเปลี่ยนกลับขั้นตอนการวัดอัตราการหายใจของสัตว์ ทำให้ได้ทางเลือกในมุมมองใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม

เทคนิคอุปมาอุปไมย (Analogies) เป็นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนใช้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นไปเปรียบเทียบกับบางสิ่งบางอย่าง เช่น กิจกรรมเรื่องโครงสร้างและการลำเลียงสารในระบบหมุนเวียนเลือด ให้นักเรียนเปรียบเทียบวงจรไหลเวียนเลือด เปรียบเสมือนสิ่งของอะไรได้บ้าง ทำให้เกิดการคิดเชื่อมโยงเกิดขึ้น

เทคนิคการสร้างทางเลือก (The generation of alternative) เป็นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนคิดหาคำตอบที่หลากหลายให้มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ ไม่ยึดติดกับคำตอบที่เป็นไปได้มากที่สุด

เทคนิคการกระตุ้นสุ่ม (Random stimulation) เป็นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนใช้คำที่สุ่มหรือคัดเลือกมาจากเรื่องที่เรียน แล้วมาเล่าเขียนบรรยายความสัมพันธ์โดยการคิดจินตนาการที่เป็นไปได้หรือสอดคล้องกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนใช้ข้อมูลทุกอย่างที่มีผสมผสานกับข้อมูลต่าง ๆ ทั้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง

6) ขั้นประเมินผล (Evaluation phase) ขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้โดยใช้การประเมินนักเรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย ได้แก่ การใช้คำถาม การใช้แบบทดสอบ และการสังเกตพฤติกรรมตามคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ขั้นนี้จะช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มา

ประมวลและปรับประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ได้ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ นอกจากนี้ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบซึ่งกันและกัน

7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension phase) เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถนำสิ่งที่ได้เรียนมาไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ใหม่ได้ ครูมีการกระตุ้นและจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ในขั้นนี้นักเรียนได้ออกแบบสิ่งประดิษฐ์ และสร้างสรรค์ ซึ่งส่งเสริมความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์โดยแทรกเทคนิคการออกแบบ (Design) เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนออกแบบ ปรับปรุงสิ่งที่มียู่ หรือประดิษฐ์สิ่งของใหม่ๆ ที่ไม่ซ้ำกับสิ่งที่มีอยู่เพื่อนำไปใช้งานจริง

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Learning achievement) หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน โดยพิจารณาจากคะแนนการตอบแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะและสมรรถภาพของสมอง ในด้านต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้รับภายหลังที่ผู้เรียนได้เรียนจบบทเรียนตามที่กำหนด (Good, 1973, p. 7; นรวดี จ้อยรุ่ง, 2559, น. 8; ปวีณา วิชนี, เศษฐ์ ศิริสวัสดิ์, สพลณภัทร ศรีแสนยงค์, และถาวรณา, 2558, น. 456)

ดังนั้น สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในงานวิจัยครั้งนี้ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ทั้งทางด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะที่ได้รับหลังจากการจัดการเรียนรู้

6.2 พฤติกรรมที่แสดงออกถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พฤติกรรมที่แสดงออกถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีหลายแนวคิด ดังนี้

อนุกรมวิธานของบลูม (Bloom, 1956, pp.201-207) ประกอบด้วย พฤติกรรม 3 ด้าน ได้แก่

1) ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) คือ พฤติกรรมด้านสมองเป็นพฤติกรรมเกี่ยวกับสติปัญญา ความคิด ความสามารถในการคิดเรื่องราวต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งพฤติกรรมทาง พุทธิพิสัย 6 ระดับ ได้แก่

1.1 ความรู้ (Knowledge) เป็นความสามารถในการจดจำประสบการณ์ต่าง ๆ และสามารถระลึกเรื่องราวนั้น ๆ ออกมาได้ถูกต้องตามหลักการ

1.2 ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นความสามารถบ่งบอกใจความสำคัญของเรื่องราวโดยการแปลความหมาย ดีความได้ และสรุปใจความสำคัญได้

1.3 การนำความรู้ไปประยุกต์ (Application) เป็นความสามารถในการนำหลักการ กฎเกณฑ์และวิธีดำเนินการต่าง ๆ ของเรื่องที่ได้รู้มา นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้

1.4 การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวที่สมบูรณ์ให้กระจายออกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้

1.5 การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยที่ได้จากการวิเคราะห์เข้าเป็นเรื่องราวเดียวกันโดยปรับปรุงให้ดีขึ้น

1.6 การประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการวินิจฉัยหรือตัดสินกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดลงไป หรือ สรุปเกี่ยวกับคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ อย่างมีกฎเกณฑ์ที่เหมาะสม

2) ด้านจิตพิสัย (Affective domain) (พฤติกรรมด้านจิตใจ) คือ ค่านิยม ความรู้สึก ความซาบซึ้ง ทศนคติ ความเชื่อ ความสนใจ และคุณธรรม พฤติกรรมด้านนี้อาจไม่เกิดขึ้นทันที ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยจัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม และสอดแทรกสิ่งที่ดีงามอยู่ตลอดเวลา ทำให้พฤติกรรมของนักเรียนเปลี่ยนไปในแนวทางที่พึงประสงค์ได้

3) ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor domain) คือ พฤติกรรมที่แสดงความสามารถในการปฏิบัติงานได้อย่างคล่องแคล่วชำนาญ ซึ่งแสดงออกมาได้โดยตรงโดยมีเวลาและคุณภาพของงานเป็นตัวชี้ระดับของทักษะ

ต่อมาแอนเดอร์สัน (Lorin Anderson) จึงได้ร่วมมือกับครัทวอล (David R. Krathwohl) ซึ่งเป็นผู้ร่วมทำงานกับบลูม และร่วมเผยแพร่อนุกรมวิธานฉบับแรก เพื่อวางแผนการดำเนินงานในการปรับปรุงแก้ไขอนุกรมวิธานของวัตดูประสงค์ทางการศึกษาและคู่มือ ในช่วงปี ค.ศ.1995-2000 โดยได้เสนอจุดมุ่งหมายทางการศึกษาระดับใหม่ที่ปรับปรุงจากฉบับปี 1965 ซึ่งมีการปรับปรุงจุดมุ่งหมายทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยของบลูม ได้มีพิจารณาเป็น 2 มิติ คือ พิจารณาลักษณะของความรู้ และพิจารณาการเรียนรู้ทางปัญญา 6 ขั้นนั้น (Anderson &

Krathwohl, 2001, pp. 66-69) สิ่งที่แตกต่างกันไปจากรูปแบบเดิม คือ ชื่อของกระบวนการทางปัญญา ทั้ง 6 ขั้น เปลี่ยนจากการใช้คำนามเป็นคำกริยา เนื่องจากต้องการสะท้อนให้เห็นถึงการคิดและการคิดเป็นกระบวนการของการกระทำ คำนิยามของกระบวนการทางปัญญาในแต่ละลำดับขั้น ถูกแทนที่ด้วยคำกริยา และมีการปรับปรุงคำอธิบายในบางลำดับขั้นด้วย ในขั้นความรู้ได้ถูกเปลี่ยนชื่อใหม่ เนื่องจากความรู้คือผลลัพธ์หรือผลผลิตของการคิด ไม่ใช่รูปแบบของการคิด ดังนั้น คำว่า ความรู้ จึงแทนที่ด้วยคำว่า จำ กระบวนการทางปัญญาในขั้นความเข้าใจ และการสังเคราะห์ ได้ถูกนำเข้าไปรวมไว้ในขั้น เข้าใจและคิดสร้างสรรค์ตามลำดับ เพื่อให้สามารถสะท้อนธรรมชาติของการคิดที่นิยามไว้ในแต่ละลำดับขั้น ลำดับขั้นของกระบวนการทางปัญญาในจุดมุ่งหมายทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยของบลูมที่ปรับปรุงนั้น ได้นำเสนอการจัดแบ่งใหม่ออกเป็น 6 ขั้น ดังนี้

1) จำ (Remember) เป็นความสามารถของสมองในการระลึกได้ จำความรู้ สารสนเทศ แสดงรายการได้ ระบุ บอกชื่อได้ ซึ่งเป็นความจำระยะยาว

2) เข้าใจ (Understand) เป็นความสามารถของสมองในการแปล สร้าง ความหมาย ยกตัวอย่าง สรุป และอ้างอิงคำตอบด้วยตนเอง

3) ประยุกต์ใช้ (Apply) เป็นการใช้กระบวนการที่ได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการคิด ในสถานการณ์ใหม่ หรือสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน

4) วิเคราะห์ (Analyze) เป็นการแยกความรู้ออกเป็นส่วนๆ โดยสามารถให้ เหตุผลว่าความรู้ส่วนย่อยที่แยกแต่ละส่วนมีความเกี่ยวข้องกับโครงสร้างของความรู้ทั้งหมด อย่างไร

5) ประเมินค่า (Evaluate) เป็นความสามารถของสติปัญญาเกี่ยวกับการ ตรวจสอบ ควบคุม ทดสอบ เพื่อค้นหาความไม่สอดคล้องหรือความขัดแย้งในกระบวนการหรือ ผลผลิต และการวิพากษ์ต่าง ๆ เพื่อการตัดสินใจ

6) คิดสร้างสรรค์ (Create) คือ ความสามารถของสติปัญญาในการสร้างสิ่ง ใหม่ จากสิ่งที่เคยเรียนรู้ หรือพบเห็นในบริบทต่าง ๆ ที่สามารถสร้างสรรค์งาน วางแผนงาน และ ดำเนินงานตามกระบวนการจนได้รับความสำเร็จ

ดังนั้น พฤติกรรมที่แสดงออกถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย พฤติกรรม 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย โดยพฤติกรรมที่แสดงออก

ถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาในครั้งนี้จะวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยตามแนวคิดของบลูมที่ปรับปรุงโดยแอนเดอร์สันและครัทวอลใน 4 ระดับ 4 คือ จำ เข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์ ที่วิเคราะห์แล้วแล้วสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยา 4 ในการเรียนเรื่อง ระบบหายใจ ระบบหมุนเวียนเลือด และระบบน้ำเหลือง

6.3 แนวทางการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นการวัดความเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนที่เป็นผลมาจากการได้รับประสบการณ์จากการเรียนรู้หรือการสืบเสาะแสวงหาความรู้ โดยสามารถวัดและประเมินออกมาได้ เครื่องมือที่ใช้วัดทางด้านพุทธิพิสัย โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ สามารถใช้ได้ทั้งประเภทอัตนัยและปรนัย (โชติกา ภาชีผล, ณัฐภรณ์ หลาวทอง, และกมลวรรณ ตังธนากานนท์, 2558, น. 10-12; ประทุม อัดชู, 2547, น. 3) ข้อดีของแบบวัดแบบอัตนัย สามารถวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านสติปัญญาในระดับสูง อาทิ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมินค่า และความคิดสร้างสรรค์ได้เป็นอย่างดี ผู้สอบสามารถแสดงความรู้ความสามารถ และการใช้ภาษาในการตอบได้เป็นอย่างดี โอกาสการเดาคำตอบของผู้สอบมีน้อยมากหรืออาจไม่มีเลย ข้อจำกัดของแบบวัดแบบอัตนัยเนื่องจากในการสอบแต่ละครั้งจะใช้ข้อสอบ จำนวนน้อยข้อ ดังนั้นข้อสอบจึงขาดความครอบคลุมเนื้อหา (ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา) และมีความเชื่อมั่นต่ำ การตรวจให้คะแนนค่อนข้างยุ่งยาก และมีโอกาสจะเกิดความลำเอียงในการให้คะแนนเนื่องจากอคติทางความคิด (Halo effect)/ลายมือ/คำเฉลยที่ไม่เฉพาะเจาะจง ใช้เวลาในการตรวจให้คะแนนค่อนข้างนาน ดังนั้นจึงไม่เหมาะสมที่จะใช้ทดสอบกับผู้เรียนที่มีจำนวนมาก (Marshall & Lyde Wesley, 1971, pp. 24-27; พิชิต ฤทธิ์เจริญ, 2557, น. 106) ส่วนแบบวัดแบบปรนัยมีหลายรูปแบบ ได้แก่ แบบถูก-ผิด แบบเติมคำ แบบจับคู่ และแบบเลือกตอบ ข้อดีของแบบวัดแบบปรนัย สามารถวัดได้ครอบคลุมเนื้อหา มีความเป็นปรนัย ประหยัดเวลาในการตรวจให้คะแนนหรือใช้เครื่องจักรกลในการตรวจให้คะแนนสามารถนำมาวิเคราะห์แปลความหมายได้ดี ถ้ากำหนดตัวเลือกได้ดี สามารถใช้เป็นแบบทดสอบวินิจฉัย มีความยุติธรรม ส่งเสริมปรัชญาของการตัดสินใจให้กับผู้สอบจำนวนมาก สามารถทำข้อสอบได้ ข้อจำกัดของแบบวัดแบบปรนัย สร้างให้มีคุณภาพได้ยาก ผู้สร้างข้อสอบต้องมีทักษะการเขียนข้อสอบสูง ส่วนมากเป็นข้อสอบวัดความรู้ความจำมากกว่าความคิดระดับสูง ควบคุมความยากของข้อสอบ

แต่ละข้อไม่ได้ ไม่สามารถใช้วัดความคิดสร้างสรรค์ หรือทักษะการเขียนได้ คาดคะเนคำตอบได้
ง่าย (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2549, น. 128; ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, น.
108-109)

ส่วนเครื่องมือที่ใช้วัดทางด้านจิตพิสัย แบ่งออกเป็น 5 วิธีคือการรายงานตนเอง การ
สังเกตพฤติกรรม การสังเกตร่องรอยของพฤติกรรม การสัมภาษณ์ เทคนิคการจินตนาการ เครื่องมือ
ที่ใช้ ในการวัดพฤติกรรมด้านจิตพิสัย มีหลายประเภทได้แก่ แบบตรวจสอบรายการ มาตราส่วน
ประมาณค่าแบบวัด เชิงสถานการณ์ การสังเกต การสัมภาษณ์ ซึ่งแต่ละประเภทมีลักษณะ และ
ความเหมาะสมกับพฤติกรรม ที่วัดแตกต่างกัน และทุกประเภทต้องกำหนดคุณลักษณะที่วัด
ออกมาในรูปของพฤติกรรมที่เป็นรูปธรรมที่สามารถจะวัดได้ ทั้งแบบวัดเจตคติ แบบสอบถาม แบบ
วัดความพึงพอใจ เป็นต้น (ณัฐสุภรณ์ หลาวทอง, 2546, น. 199; สมนึก ภัททิยธนี, 2558, น. 39)
และเครื่องมือที่ใช้วัดทางด้านทักษะพิสัยด้านวิทยาศาสตร์เป็นการวัดทักษะทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียน โดยใช้วิธีสังเกตการปฏิบัติจริง (พิชิต ฤทธิ์จัญญ, 2557, น. 40; ส.วาสนา ประवालพฤษ์,
2544, น. 8; สมชาย วรภิเษมสกุล, 2559, น. 285)

สรุปว่า เครื่องมือที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ทางด้านพุทธิพิสัย โดย
ใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ โดยมีทั้งอัตนัยและปรนัย ส่วนเครื่องมือที่ใช้วัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนทางด้านจิตพิสัย แบ่งออกเป็น 5 วิธีคือการรายงานตนเอง การสังเกต
พฤติกรรม การสังเกตร่องรอยของพฤติกรรม การสัมภาษณ์ เทคนิคการจินตนาการ เครื่องมือที่ใช้
ในการวัดพฤติกรรมด้านจิตพิสัย มีหลายประเภทได้แก่ แบบตรวจสอบรายการ มาตราส่วน
ประมาณค่าแบบวัด เชิงสถานการณ์ การสังเกต การสัมภาษณ์

จากการศึกษาและทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความหมาย
ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในงานวิจัยครั้งนี้ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ทางด้านพุทธิ
พิสัยของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ในรายวิชา
ชีววิทยา เรื่อง ระบบหายใจ ระบบหมุนเวียนเลือด และระบบน้ำเหลือง ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบ
ปรนัย ประเภทเลือกตอบ 5 ตัวเลือกวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 4 ด้าน คือ จำ เข้าใจ
ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์ ตามแนวคิดของบลูมที่ปรับปรุงโดยแอนเดอร์สันและครัทวอล จำนวน

30 ข้อ ทั้งก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ

7. ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

7.1 ความหมายความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้สึกที่ดีของบุคคลที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ ที่เป็นไปตามที่คาดหวังโดยได้รับการสนใจทั้งในลักษณะที่เป็นรูปธรรมและนามธรรมในการดำเนินการจัดการเรียนรู้ เช่น บรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล เป็นต้น ประสพความสำเร็จตามความต้องการของนักเรียน (จันทิมา เมยประโคน, 2555, น. 7; จารุวรรณ เทวกุล, 2554, น. 6; สุดารัตน์ อะหลีแอ, 2558, น. 48; อัมพวา รักปิตา, 2549, น. 47)

สรุปว่าความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ความรู้สึกหรือทัศนคติที่ดีออกมาจากจิตใจของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ตามความมุ่งหมาย

7.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

ทฤษฎีเกี่ยวกับความต้องการที่ส่งผลต่อความพึงพอใจความที่สำคัญดังนี้

ทฤษฎีลำดับขั้นของความต้องการของมาสโลว์ (Maslow, 1970, pp. 69-80) (Needs-Hierarchy Theory) เป็นทฤษฎีหนึ่งที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางโดยตั้งอยู่บนสมมติฐานเกี่ยวกับพฤติกรรมของมนุษย์ดังนี้

1. ลักษณะความต้องการของมนุษย์ ได้แก่

1.1 ความต้องการของมนุษย์เป็นไปตามลำดับขั้นความสำคัญโดยเริ่มระดับความต้องการขั้นสูงสุด

1.2 มนุษย์มีความต้องการอยู่เสมอเมื่อความต้องการอย่างหนึ่งได้รับการตอบสนองแล้วก็มีความต้องการสิ่งใหม่เข้ามาแทนที่

1.3 เมื่อความต้องการในระดับหนึ่งได้รับการตอบสนองแล้วจะไม่ก่อให้เกิดพฤติกรรมต่อสิ่งนั้นแต่จะมีความต้องการในระดับสูงเข้ามาแทนและเป็นแรงจูงใจให้เกิดพฤติกรรมนั้น

1.4 ความต้องการที่เกิดขึ้นอาศัยซึ่งกันและกันมีลักษณะควบคู่คือเมื่อความต้องการอย่างหนึ่งยังไม่หมดสิ้นไปก็จะมีความต้องการอีกอย่างหนึ่งเกิดขึ้นมา

2. ลำดับชั้นความต้องการของมนุษย์มี 5 ระดับ ได้แก่

2.1 ความต้องการพื้นฐานทางด้านร่างกาย (Physiological needs) เป็นความต้องการปัจจัยพื้นฐานในการความอยู่รอดของชีวิต เช่น อาหาร น้ำ อากาศ เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค ที่อยู่อาศัย เป็นต้น

2.2 ความต้องการความมั่นคงปลอดภัย (Security needs) เป็นความรู้สึกที่ต้องการความมั่นคงปลอดภัยในปัจจุบัน และอนาคตซึ่งรวมถึงความก้าวหน้า และความอบอุ่นใจ

2.3 ความต้องการทางสังคม (Social or belonging needs) ได้แก่ ความต้องการที่จะได้รับการยอมรับในสังคม ความเป็นมิตรไมตรี และความรักจากผู้คน

2.4 ความต้องการที่จะได้รับการยกย่องหรือมีชื่อเสียง (Esteem needs) เป็นความต้องการระดับสูง ได้แก่ ความต้องการเป็นที่รู้จักในสังคม รวมถึงความสำเร็จ ความรู้ความสามารถ ความเป็นอิสรภาพ และเสรี และการเป็นที่ยอมรับนับถือของคนทั้งหลาย

2.5 ความต้องการที่จะได้รับความสำเร็จในชีวิต (Self-actualization needs) เป็นความต้องการระดับสูงของมนุษย์ ส่วนมากจะเป็นการอยากเป็น อยากจะได้ตามความต้องการของตัวเอง แต่ไม่สามารถแสวงหาได้ (Maslow, 1970, pp. 69-80)

ดังนั้นในการส่งเสริมให้เกิดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ต้องคำนึงถึงความต้องการทางด้านร่างกาย ความต้องการความมั่นคงปลอดภัย ความต้องการทางสังคม ความต้องการที่จะได้รับการยกย่องหรือมีชื่อเสียง และความต้องการที่จะได้รับความสำเร็จด้วย ความพึงพอใจในการเรียนและผลการเรียน มีความสัมพันธ์กันในทางบวก กิจกรรมที่นักเรียนได้ปฏิบัตินั้น ทำให้นักเรียนได้รับการตอบสนองความต้องการทางด้านร่างกายและจิตใจเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดความพึงพอใจ ครูผู้สอนต้องคำนึงถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ในการเสริมสร้างความพึงพอใจในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน

7.3 การวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

การวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้สามารถกระทำได้หลายวิธี (สาโรจน์ ไสยสมบัติ, 2534, น. 39) ได้แก่

1. การใช้แบบสอบถามเป็นวิธีที่นิยมใช้มากวิธีหนึ่งโดยผู้สอบถามออกแบบสอบถามเพื่อต้องการทราบความคิดเห็นซึ่งสามารถทำได้ในลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือกหรือตอบคำถามอิสระ คำถามดังกล่าวอาจถามความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ เช่น การรับบริการ การบริหาร และเงื่อนไขต่าง ๆ เป็นต้น ข้อดีของแบบสอบถาม คือ สร้างง่ายและใช้สะดวก ได้ประเด็นการพัฒนาคัดเจน ข้อจำกัดของแบบสอบถาม ไม่เหมาะสำหรับคนที่มีปัญหาการอ่าน-เขียน ข้อความพฤติกรรมไม่ชัดเจน จะทำให้สื่อความไม่ตรงกัน ผู้ประเมินต้องได้เห็นหรือคลุกคลีกับเป้าหมายผลจึงจะน่าเชื่อถือ และไม่ค่อยได้รับความร่วมมือจากกลุ่มเป้าหมาย เช่น ไม่อ่าน เป็นต้น ตัวอย่างแบบสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ในงานวิจัยของจารุวรรณ เทวกุล (2554, น. 40) ได้พัฒนาแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ 5 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาหลักสูตร ด้านการจัดการเรียนการสอน ด้านบุคลิกภาพของครู ด้านสภาพแวดล้อมในการเรียน ด้านการจัดการบริการในวิทยาลัย และการวัดผลและประเมินผล โดยใช้มาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับคือ ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด ส่วนจันทิมา เมยประโคน (2555, น. 79) ได้พัฒนาแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ 4 ด้าน คือ ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ ด้านบรรยากาศการเรียนการสอน ด้านการใช้สื่อการเรียนการสอน และด้านการวัดผลและประเมินผล โดยใช้มาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ เช่นเดียวกัน

2. การสัมภาษณ์เป็นวิธีวัดความพึงพอใจโดยตรงทางหนึ่งซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและและความชำนาญพิเศษของผู้สัมภาษณ์ที่จะจูงใจให้ผู้ตอบคำถามตามข้อเท็จจริง ข้อดีของการสัมภาษณ์ คือ สามารถปรับคำถามให้ชัดเจน ได้ข้อมูลละเอียดและสามารถสังเกตพฤติกรรมได้ด้วย และใช้ได้กับคนทุกระดับ ทุกเพศ ผู้ที่อ่านหนังสือไม่ออกเขียนไม่ได้ด้วย ข้อจำกัดของการสัมภาษณ์ คือ เสียเวลาและค่าใช้จ่ายมาก ความร่วมมือจะน้อยลง ถ้าผู้สัมภาษณ์ไม่มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีพอ ตัวอย่างแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ (พระมานพ ญาณธมโม, 2559, น. 10-11) โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก (In depth interview) ตอนที่ 1

ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ให้สัมภาษณ์ ตอนที่ 2 แนวทางการจัดการเรียนการสอนวิชาพระพุทธศาสนาของพระสอนศีลธรรมในอำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี มีสาระสำคัญ ดังนี้

1) โดยภาพรวมการจัดการเรียนการสอนวิชาพระพุทธศาสนาของพระสอนศีลธรรมในโรงเรียนมัธยมศึกษา อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี ควรมีรูปแบบอย่างไรจึงจะสร้างความพึงพอใจให้นักเรียนได้มากที่สุด

2) ปัญหาและอุปสรรคของการจัดการเรียนการสอนวิชาพระพุทธศาสนาของพระสอนศีลธรรมในโรงเรียนมัธยมศึกษา อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี มีอะไรบ้าง และมีแนวทางในการแก้ไขอย่างไร

3. การสังเกตเป็นวิธีการวัดความพึงพอใจโดยสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมาย ไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูดกิริยาท่าทาง วิธีนี้จะต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจัง และการสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน ข้อดีของการสังเกต คือ ได้ข้อมูลเชิงลึก และเป็นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลโดยตรง สามารถใช้ร่วมกับเครื่องมือชนิดอื่นได้ สามารถเก็บข้อมูลที่เป็นความลับได้ ข้อจำกัดของการสังเกต บางอย่างสังเกตได้ยากจนกว่าเหตุการณ์จะเกิดขึ้นสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย เนื่องจากต้องใช้วัสดุอุปกรณ์เป็นรายคน ใช้เวลามาก เนื่องจากไม่สามารถวัดผู้เรียนได้ หลาย ๆ คนพร้อมกัน ตัวอย่างการสังเกตความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ โดยสังเกตจากพฤติกรรมก่อนมารับบริการ ขณะรอรับบริการ และหลังจากรับบริการ

จากการศึกษาสรุปได้ว่า การวัดความพึงพอใจมี 3 วิธี คือ การใช้แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ และการสังเกต ในการวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดนิยามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้สึกหรือทัศนคติที่ออกมาจากจิตใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ โดยเลือกใช้แบบสอบถามเนื่องจากความเหมาะสมกับจำนวนนักเรียน สร้างง่าย ใช้สะดวก และได้ประเดิมการพัฒนาที่ชัดเจน ตามแนวคิดของ(จันทิมา เมยประโคน, 2555, น. 79) วัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ 4 ด้าน คือ ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ ด้านการใช้สื่อการเรียนรู้ และด้านการวัดผลและประเมินผล โดยใช้มาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ ประกอบด้วยระดับความพึงใจ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยา และเพื่อหาแนวทางในเลือกใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยแบบผสมวิธี (Mixed methods research) ซึ่งมีวิธีการดำเนินงานแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดกลุ่มที่ศึกษา

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาสภาพปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 การสร้างเครื่องมือวิจัย

ขั้นตอนที่ 4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนที่ 5 การจัดกระทำข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่เกี่ยวข้อง

1. การกำหนดกลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนสายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2563 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 3 ห้อง รวม 57 คน โดยการเลือกแบบเจาะจงเป็นนักเรียนสายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ เนื่องจากเป็นงานวิจัยที่ต้องการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ที่จำเป็นต้องอาศัยองค์ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาร่วมในกระบวนการคิด จึงเหมาะสมกับนักเรียนที่เรียนในแผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์

2. การศึกษาสภาพปัญหา

ในการศึกษาสภาพปัญหาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาและทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับความหมาย องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จนได้นิยามศัพท์เฉพาะของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แนวทางและวิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2. ทำการศึกษาเบื้องต้น (Preliminary study) เพื่อสำรวจสภาพปัญหาโดยผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ต่อมานำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านที่มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ศึกษา การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และการวัดและประเมินผลการศึกษา ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความสอดคล้องของข้อคำถามกับเกณฑ์โดยใช้การให้คะแนนความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Item-Objective Congruence Index: IOC) นำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ย เลือกเพียง 4 ข้อที่ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.60 ที่ผ่านเกณฑ์ นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนเรื่อง การรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิตมาแล้ว จำนวน 30 คน ใช้เวลา 40 นาที จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ได้เท่ากับ 0.9975 จากนั้นทำการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้เรียนวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม จำนวน 74 คน พบว่านักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบที่ต่ำกว่าร้อยละ 50 คือ ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละเฉลี่ย 38.18 ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละเฉลี่ย 34.12 ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละเฉลี่ย 32.77 ส่วนความคิดละเอียดลออทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบเดียวที่นักเรียนมีร้อยละเฉลี่ย 60.81 ซึ่งสูงกว่าร้อยละ 50 แสดงว่าการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมายังไม่สามารถพัฒนาให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านเกณฑ์ใน 3 องค์ประกอบข้างต้น จึงควรหาวิธีการ แนวทางการจัดการเรียนรู้ หรือเทคนิคในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนต่อไป

3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ ประกอบด้วย หน่วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ โดยมีการดำเนินการสร้างดังนี้

3.1 หน่วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ

1) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และเทคนิคการคิดนอกกรอบ จากหนังสือ ตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และสอดแทรกเทคนิคการคิดนอกกรอบในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยเลือกใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน สร้างการเรียนรู้ที่มีความหมาย และนำความรู้ไปใช้ในการประยุกต์ความรู้จากสิ่งที่นักเรียนเรียนรู้มาให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีขั้นตอนตรวจสอบความรู้เดิมที่ชัดเจน โดยความรู้เดิมมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะความคิดคล่องมีความสัมพันธ์มากที่สุด (Ahmar et al., 2017, p. 1) และขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นที่ครูผู้สอนส่งเสริมให้นักเรียนนำความคิดรวบยอดที่ได้เรียนไปประยุกต์ใช้ ทำให้เกิดการสร้างสิ่งใหม่ๆ และสามารถต่อยอดทางความคิดโดยนำความรู้ที่ได้ในห้องเรียน ไปประยุกต์ใช้กับความรู้นอกห้องเรียน และสามารถสร้างสรรค์ หรือนำเสนอสิ่งแปลกใหม่ที่น่าสนใจมากขึ้นได้ และใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบของเดอ โบโน ผู้วิจัยเลือกใช้ทั้งหมด 8 เทคนิค ที่เป็นเทคนิคหลัก และเหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์เนื่องจากมุ่งเน้นการหาความรู้ที่หลากหลายทิศทางและแปลกใหม่ ได้แก่ เทคนิคความคิดหลักปัจจัยชี้ขาด (Dominant ideas and crucial factors) เทคนิคการชะลอการตัดสินใจ (Suspended judgement) เทคนิคการทำทาสสมมติฐาน (Challenging assumptions) เทคนิคพลิกกลับ (The reversal method) เทคนิคอุปมาอุปไมย (Analogies) เทคนิคการสร้างทางเลือก (The generation of alternative) เทคนิคการกระตุ้นสุ่ม (Random stimulation) และเทคนิคการออกแบบ (Design) มาสอดแทรกในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 3 ขั้นตอน โดยเมื่อพิจารณาเทคนิคการคิดนอกกรอบและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน ผู้วิจัยทำการจัดกลุ่มเทคนิคที่จะนำไปสอดแทรกในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เทคนิคที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ ได้แก่ เทคนิคความคิดหลักปัจจัยชี้ขาด เทคนิคการชะลอการตัดสินใจ ส่งเสริมความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น มาแทรกในชั้นอธิบาย เพราะในชั้นอธิบาย นักเรียนจะนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง รูปวาด ตาราง กราฟ ฯลฯ ซึ่งจะช่วย

ให้นักเรียนเห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล แล้วสรุปและอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจนเพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป

กลุ่มที่ 2 เทคนิคที่เกี่ยวกับการนำความรู้ไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์กว้างขวางขึ้น ได้แก่ เทคนิคการทำทายสมมติฐาน เทคนิคพลิกกลับ เทคนิคอุปมาอุปไมย เทคนิคการสร้างทางเลือก เทคนิคการกระตุ้นส้อม มาแทรกในชั้นขยายความรู้ เพราะในชั้นขยายความรู้ เป็นการนำความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

กลุ่มที่ 3 เทคนิคที่เป็นการเสนอแนวคิดใหม่ ได้แก่ เทคนิคการออกแบบ จึงควรนำไปอยู่ในชั้นนำความรู้ไปใช้ เพราะนักเรียนได้ผ่านการจำ เข้าใจ ประยุกต์ใช้ วิเคราะห์ ประเมินค่า มาแล้ว ส่งเสริมความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ได้

2) ศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ในวิชาชีววิทยา 4 (ว30254)

3) วิเคราะห์คำอธิบาย สาระการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ มาสร้างจัดทำหน่วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ ประกอบด้วย 3 เรื่อง คือ ระบบหายใจ ระบบหมุนเวียนเลือด และระบบน้ำเหลือง จำนวน 5 แผน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 15 คาบ คาบละ 50 นาที โดยเลือกเนื้อหาดังกล่าวเพราะเป็นเรื่องที่ใกล้ตัวและยังไม่พบงานวิจัยใดที่ใช้เนื้อหานี้ในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน อีกทั้งยังเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและเป็นเรื่องใกล้ตัวของนักเรียนย่อมนำไปสู่การคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ดี (ภาณินี เทพหนู, 2546, น. 6) ตามตาราง 7

ตาราง 7 แผนการจัดการเรียนรู้ภายในหน่วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ

เรื่อง	แผนการจัดการเรียนรู้ที่	คาบ (คาบละ 50 นาที)
ระบบหายใจ	1. อวัยวะ โครงสร้างและกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊ส	3
	2. การวัดอัตราการหายใจ	3
ระบบหมุนเวียนเลือด	3. โครงสร้างและการลำเลียงสารในระบบหมุนเวียนเลือด	3
	4. หลอดเลือด ความดันเลือดเลือด	3
	5. การให้และรับเลือด	3
ระบบน้ำเหลือง	5. น้ำเหลือง หลอดน้ำเหลือง และต่อมน้ำเหลือง	
	รวม	15 คาบ

4) นำแผนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสมของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล แล้วนำมาแก้ไขตามคำแนะนำ โดยแก้ไขในประเด็น ดังนี้

- ความเหมาะสมของเนื้อหา ปรับปรุงให้เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์และผลการเรียนรู้
- กิจกรรมการเรียนรู้ ปรับปรุงขั้นตอนการทำกิจกรรมให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- สื่อการเรียนรู้ ปรับให้มีความหลากหลาย เช่น เพิ่มการใช้วิดีโอชุดการทดลอง เป็นต้น
- การวัดและประเมินผล ปรับให้มีวิธีการวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น เพิ่มการประเมินระหว่างเรียนโดยใช้ kahoot เป็นต้น

5) นำแผนจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบที่ได้แก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา และด้านวิทยาศาสตร์ (ชีววิทยา)

การประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลของหน่วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ มีเกณฑ์การประเมิน (สมนึก ภัททิยธนี, 2558, น. 220) ดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ไม่มีความสอดคล้องกัน

นำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ย หากได้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.60-1.00 (สมนึก ภัททิยธนี, 2558, น. 220) แสดงว่า หน่วยการเรียนรู้มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาตามเกณฑ์ และความเหมาะสม พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีดัชนีความสอดคล้อง 0.67-1.00 ผ่านเกณฑ์ และมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญดังภาคผนวก ข

6) ดำเนินการปรับปรุงหน่วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ มาปรับปรุงตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยแก้ไขในประเด็น ดังนี้

- เปลี่ยนจากคำว่าผลการเรียนรู้ที่คาดหวังเป็นผลการเรียนรู้
- กิจกรรมการเรียนรู้ ในขั้นตอนการนำไปใช้เพิ่มการนำเสนอ

สิ่งประดิษฐ์ของนักเรียนที่ออกแบบแตกต่างจากเพื่อนโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง

2.2 แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1) ศึกษาความหมายและองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลักการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากหนังสือ ตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สรุปได้ว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการคิดโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้หลายแนวทาง เพื่อได้ผลผลิตที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับผู้อื่น และมีคุณค่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบตามแนวคิดของทอแรนซ์ คือ ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยจึงเลือกใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ของฮูและเอเดย์ เนื่องจากวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 3 องค์ประกอบ มีเกณฑ์ที่ชัดเจน และเหมาะสมกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

2) วิเคราะห์องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และหลักการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จากการศึกษาทำให้ผู้วิจัยสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนตามแนวคิดของฮูและเอเดย์ (Hu & Adey, 2002, pp. 389-403) แล้วนำมาสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นข้อสอบแบบอัตนัยจำนวน 7 ข้อ ให้เวลาในการทำแบบวัดข้อละ 10 นาที โดยข้อ 1 - 4 วัดได้ทั้ง 3 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ข้อ 5 - 7 วัดความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม ผู้วิจัยออกข้อสอบจำนวน 7 ข้อ เลือกใช้จริงจำนวน 4 ข้อ

3) นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสมของข้อคำถามกับนิยามและองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความสอดคล้องของข้อคำถามกับเกณฑ์ แล้วนำมาแก้ไขตามคำแนะนำ โดยแก้ไขในประเด็น ดังนี้

- การให้น้ำหนักความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แต่ละองค์ประกอบเท่า ๆ กัน
- ปรับเกณฑ์การให้คะแนนโดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์

4) นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้แก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านที่มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ศึกษา การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และการวัดและประเมินผลการศึกษา ประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะและองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความสอดคล้องของข้อคำถามกับเกณฑ์โดยใช้การให้คะแนนความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Item-Objective Congruence Index: IOC) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน (สมนึก ภัททิยธนี, 2558, น. 220) ดังนี้

คะแนน +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อนี้สอดคล้องกับนิยามและองค์ประกอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัดได้

คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ว่าข้อนี้สอดคล้องกับนิยามและองค์ประกอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัดได้

คะแนน -1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อนี้ไม่สอดคล้องกับนิยามและองค์ประกอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัดได้

การประเมินความเหมาะสมของเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้

5 หมายถึง ข้อคำถามมีความเหมาะสมด้านภาษาการนำไปใช้มากที่สุด

4 หมายถึง ข้อคำถามมีความเหมาะสมด้านภาษาการนำไปใช้มาก

3 หมายถึง ข้อคำถามมีความเหมาะสมด้านภาษาการนำไปใช้ปานกลาง

2 หมายถึง ข้อคำถามมีความเหมาะสมด้านภาษาการนำไปใช้น้อย

1 หมายถึง ข้อคำถามมีความเหมาะสมด้านภาษาการนำไปใช้น้อยที่สุด

นำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ย โดยมีเกณฑ์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.60 - 1.00 (สมนึก ภัททิยธนี, 2558, น. 220) พบว่า แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีดัชนีความสอดคล้อง 0.67 - 1.00 แสดงว่า แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาตามเกณฑ์ และความเหมาะสมระหว่าง 4.33 - 5.00 มีความเหมาะสมมากที่สุด ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญดังภาคผนวก ข

5) นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มาปรับปรุงตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยแก้ไขในประเด็น ดังนี้

- การใช้ภาษาที่เข้าใจได้ง่ายในคำถาม เช่น จากคำถามเดิมหากไม่มีเครื่องวัดความจุปอด นักเรียนจะตรวจสอบความจุปอดได้อย่างไร
ปรับเป็นนักเรียนจะตรวจสอบความจุปอดโดยใช้วัสดุอุปกรณ์ใกล้ตัวได้อย่างไร เป็นต้น

6) นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนเรื่อง ระบบหายใจ ระบบหมุนเวียนเลือด และระบบน้ำเหลือง มาแล้วจำนวน 64 คน หาค่าดัชนีความยากง่ายข้อและค่าดัชนีอำนาจจำแนกรายข้อ (Whitney & Sabers, 1970, pp. 214-215) โดยใช้เทคนิค 25% ในการแบ่งนักเรียนกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน จากนั้นเลือก

ข้อสอบที่มีค่าดัชนีความยากตั้งแต่ 0.2 - 0.80 ค่าดัชนีอำนาจจำแนกใช้ตั้งแต่ 2.0 ขึ้นไป ไปใช้จริงจำนวน 4 ข้อ พบว่าแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มี ดัชนีความยาก 0.54-0.66 และอำนาจจำแนก 0.55-0.67 ผ่านเกณฑ์ และมีความเชื่อมั่นสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ 0.805

2.3 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา

1) ศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พฤติกรรมที่แสดงออกถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา 4 ตามหลักสูตรสถานศึกษา หลักการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และผลการเรียนรู้วิชาเพิ่มเติมชีววิทยา 4 เนื้อหาเรื่องเรื่อง ระบบหายใจ ระบบหมุนเวียนเลือด และระบบน้ำเหลือง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากหนังสือ ตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ สรุปได้ว่า ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในงานวิจัยครั้งนี้ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัยของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ในรายวิชาชีววิทยา เรื่องระบบหายใจ ระบบหมุนเวียนเลือด และระบบน้ำเหลือง ซึ่งวัดได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย ประเภทเลือกตอบ 5 ตัวเลือกวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 4 ด้าน คือ จำ เข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์ ตามแนวคิดของบลูมที่ปรับปรุงโดยแอนเดอร์สันและครัทวอล จำนวน 30 ข้อ ทั้งก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ

2) สร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาเป็นข้อสอบแบบปรนัย เรื่องระบบหายใจ ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน ทั้งหมดจำนวน 40 ข้อ เลือกใช้จริง 30 ข้อ โดยการวิเคราะห์ข้อสอบแสดงดังตาราง 8

ตาราง 8 วิเคราะห์ข้อสอบของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา

เรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบตาม				รวม
		ระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย				
		จำ	เข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	
ระบบหายใจ	สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบ โครงสร้างที่ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สของ ฟองน้ำ ไฮดรา พลานาเรีย ไส้เดือนดิน แมลงปลา กบ และนก	1	1	1	1	4
	สังเกต และอธิบายโครงสร้างของปอดใน สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม	1	1	-	-	2
	สืบค้นข้อมูล และอธิบายโครงสร้างที่ใช้ ในการแลกเปลี่ยนแก๊สและกระบวนการ แลกเปลี่ยนแก๊สของมนุษย์	1	1	-	-	2
ระบบหมุนเวียนเลือด	อธิบายการทำงานของปอด และการ ทดลองวัดปริมาตรของอากาศในการ หายใจออกของมนุษย์	1	1	-	-	2
	สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบ ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดและระบบ หมุนเวียน เลือดแบบปิด	1	1	1	1	4
	สังเกตและอธิบายทิศทางการไหลของ เลือดและการเคลื่อนที่ของเซลล์เม็ดเลือด ในทางปลา และสรุปความสัมพันธ์ระหว่าง ขนาดของหลอดเลือดกับความเร็วในการ ไหลของเลือด	1	1	-	-	2
	อธิบายโครงสร้างและการทำงานของหัวใจ และหลอดเลือดในมนุษย์	1	1	1	1	2
	สังเกตและอธิบายโครงสร้างหัวใจของสัตว์ เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ทิศทางการไหลของ เลือดผ่าน หัวใจของมนุษย์ และเขียน แผนผังสรุปการหมุนเวียนเลือดของมนุษย์	1	1	1	1	4

ตาราง 8 (ต่อ)

เรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบตาม				รวม
		ระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย				
		จำ	เข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	
ระบบหมุนเวียนเลือด	สืบค้นข้อมูล ระบุความแตกต่างของเซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์เม็ดเลือดขาว เพลตเลต และพลาสมา	1	1	-	-	2
เลือด	อธิบายหมู่เลือดและหลักการให้และรับเลือดในหมู่เลือดระบบABO และหมู่เลือดระบบRh	1	1	1	-	3
	อธิบายหมู่เลือดและหลักการให้และรับเลือดในหมู่เลือดระบบABO และหมู่เลือดระบบRh	1	1	1	-	3
ระบบน้ำเหลือง	อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับส่วนประกอบและหน้าที่ของน้ำเหลือง รวมทั้งโครงสร้างและหน้าที่ ของหลอดน้ำเหลือง และต่อมน้ำเหลือง	1	1	1	-	3
รวม		11	11	5	3	30

3) นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่
ปรึกษาดูตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสมของข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์การ
เรียนรู้ แล้วนำมาแก้ไขตามคำแนะนำ โดยแก้ไขในประเด็น ดังนี้

- เพิ่มคำชี้แจงเพิ่มเติมให้ชัดเจน เช่น จากเดิมให้นักเรียนเลือก
กากบาทคำตอบที่ถูกต้องที่สุดในแต่ละข้อเพียงคำตอบเดียว ปรับเป็นให้นักเรียนเลือกกากบาท
คำตอบที่ถูกต้องที่สุดในแต่ละข้อเพียงคำตอบเดียวลงในกระดาษคำตอบ เป็นต้น
- การออกข้อสอบมากกว่าจำนวนที่ใช้จริง จากเดิมออกข้อสอบ
30 ข้อ เป็น 40 ข้อ

4) นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ
จำนวน 3 ท่านที่มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้อชีววิทยาด้าน

วิทยาศาสตร์ (ชีววิทยา) และด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Item-Objective Congruence Index: IOC) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน (สมนึก ภัททิยธนี, 2558, น. 220) ดังนี้

คะแนน +1	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
คะแนน 0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
คะแนน -1	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

นำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ย โดยมีเกณฑ์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.60 -1.00 (สมนึก ภัททิยธนี, 2558, น. 220) พบว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีดัชนีความสอดคล้อง 0.67-1.00 แสดงว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยามีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาตามเกณฑ์ ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญดังภาคผนวก ข

5) นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยามาปรับปรุงตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยแก้ไขในประเด็น ดังนี้

- การปรับการจัดเรียงประโยคคำถามให้เข้าใจได้ง่ายมากขึ้น เช่นจากระบบหายใจมีความเกี่ยวข้องกับระบบใดมากที่สุด ปรับเป็นในการลำเลียงแก๊สออกซิเจนจากปอดไปยังเซลล์ต่าง ๆ ทั่วร่างกายของมนุษย์ ระบบหายใจมีความเชื่อมโยงกับระบบใดมากที่สุด เป็นต้น

- การเรียงตัวเลือกตามลำดับความยาว

6) นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนเรื่อง ระบบหายใจ ระบบหมุนเวียนเลือด และระบบน้ำเหลือง มาแล้วจำนวน 30 คน พร้อมตรวจให้คะแนน นำคะแนนที่ได้วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ใช้โปรแกรม SPSS แล้วคัดเลือกเฉพาะข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง 0.20 - 0.80 (สมนึก ภัททิยธนี, 2558, น. 195) และค่าอำนาจจำแนก (r) มากกว่า 0.2 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543 : 135) ไปใช้จริง จำนวน 30 ข้อ พบว่าแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความยาก 0.45-0.50 ค่าอำนาจจำแนก 0.32-0.70 ผ่านเกณฑ์ ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและอำนาจจำแนกดังภาคผนวก ข และค่าความเชื่อมั่นสูตร KR-20 มีค่าเท่ากับ 0.814

2.4 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

1) ศึกษาความหมายและวิธีการวัดความพึงพอใจ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างและพัฒนาแบบสอบถามจากหนังสือ ตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าการวัดความพึงพอใจมี 3 วิธี คือ การใช้แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ และการสังเกต ในการวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้แบบสอบถามเนื่องจากความเหมาะสมกับจำนวนนักเรียน สร้างง่าย ใช้สะดวก และได้ประเด็นการพัฒนาที่ชัดเจน ตามแนวคิดของจันทิมา เมฆประโคน (2555, น.79) วัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ 4 ด้าน คือ ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ ด้านการใช้สื่อการเรียนรู้ และด้านการวัดผลและประเมินผล โดยใช้มาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ

2) สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ แบ่งเป็น 4 ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ ด้านการใช้สื่อการเรียนรู้ และด้านการวัดผลและประเมินผล ด้านละ 5 ข้อ รวม 20 ข้อ โดยมีระดับความพึงใจ 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด โดยกำหนดค่าความพึงพอใจไว้ดังนี้

ระดับคะแนน	5	หมายถึง	ความพึงพอใจมากที่สุด
ระดับคะแนน	4	หมายถึง	ความพึงพอใจมาก
ระดับคะแนน	3	หมายถึง	ความพึงพอใจปานกลาง
ระดับคะแนน	2	หมายถึง	ความพึงพอใจน้อย
ระดับคะแนน	1	หมายถึง	ความพึงพอใจน้อยที่สุด

นำคะแนนที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย และแปลความหมายของค่าเฉลี่ย กำหนดเกณฑ์

ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2558, น. 53)

ระดับคะแนนเฉลี่ย	4.50 – 5.00	หมายถึง	ความพึงพอใจมากที่สุด
ระดับคะแนนเฉลี่ย	3.50 – 4.49	หมายถึง	ความพึงพอใจมาก
ระดับคะแนนเฉลี่ย	2.50 – 3.49	หมายถึง	ความพึงพอใจปานกลาง
ระดับคะแนนเฉลี่ย	1.50 – 2.49	หมายถึง	ความพึงพอใจน้อย
ระดับคะแนนเฉลี่ย	1.00 – 1.49	หมายถึง	ความพึงพอใจน้อยที่สุด

3) นำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสมของข้อคำถามกับการวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ แล้วนำมาแก้ไขตามคำแนะนำ โดยแก้ไขในประเด็น ดังนี้

- แก้ไขรายการประเมินให้เหมาะสมสอดคล้องกับงานวิจัย เช่น จากบรรยากาศการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียนปรับเป็นบรรยากาศการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและครูกับนักเรียน เป็นต้น

- แก้ไขคำชี้แจงให้เข้าใจได้ง่าย เช่น ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องหลังข้อความที่ตรงกับความรู้สึกของนักเรียนมากที่สุดเพียงข้อละ 1 ช่อง โดยมีระดับความพึงใจ 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด โดยกำหนด ระดับความพึงพอใจไว้ดังนี้ ปรับเป็นให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องหลังข้อความที่ตรงกับความรู้สึกของนักเรียนมากที่สุดเพียงข้อละ 1 ช่อง โดยกำหนด ระดับความพึงพอใจไว้ดังนี้ เป็นต้น

4) นำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านที่มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา ประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Item-Objective Congruence Index: IOC) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

- +1 หมายถึง แนใจว่ารายการประเมินมีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ
- 0 หมายถึง ไม่แนใจว่ารายการประเมินมีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ
- 1 หมายถึง แนใจว่ารายการประเมินไม่มีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ

ในการประเมินความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้ของรายการประเมิน กำหนดเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

- 5 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
- 3 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
- 1 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

นำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ย โดยเกณฑ์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.60 -1.00 (สมนึก ภัททิยธนี, 2558, น. 220) แสดงว่า แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้มีความเที่ยงตรง

เชิงเนื้อหาตามเกณฑ์ พบว่าแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้มีดัชนีความสอดคล้อง 0.67-1.00 และความเหมาะสมมากที่สุด ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญดังภาคผนวก ข

5) นำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยแก้ไขในประเด็น ดังนี้

- ปรับปรุงภาษาของรายการประเมินให้มีความเหมาะสมมากขึ้น เช่น จากเดิมครูมีการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อนำไปสู่การพัฒนาตนเองเป็นครูมีการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อนำไปสู่การพัฒนาของนักเรียน เป็นต้น

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยแบบผสมวิธี (Mixed methods research) แบบแผนคู่ขนาน (Convergent design) เป็นการศึกษาปัญหาวิจัยโดยการทำการทดลอง โดยมีการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเชิงคุณภาพในระยะเวลาเดียวกัน นำข้อมูลที่เก็บได้มาทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบและสรุปผลการวิจัย (Creswell & Plano Clark, 2018, p. 105) โดยเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. การเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ เก็บข้อมูลจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

การนำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปใช้ (Try Out)

นักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 30 คน ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. จัดทำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถึงโรงเรียนที่ใช้เก็บข้อมูล

2. ดำเนินการใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เคยได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา 4 แล้ว

การดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองเป็น 2 ขั้นตอน คือ การนำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษาจริง (Implementation) ทั้งก่อนและหลังเรียน ส่วนแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ใช้เฉพาะหลังการจัดการเรียนรู้ โดยมีนักเรียนที่เป็นกลุ่มที่ศึกษา จำนวน 57 คน โดยนักเรียนทั้งหมดในการวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563

2. การเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative research) เก็บข้อมูลระหว่างการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ และเก็บข้อมูลหลังการทดลองโดยตรวจใบกิจกรรม

ตาราง 9 การเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือ	การเก็บข้อมูล		
	ก่อนเรียน	ระหว่างเรียน	หลังเรียน
แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	✓	×	✓
แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	✓	×	✓
แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้	×	×	✓
ใบกิจกรรม	×	✓	✓
บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้	✓	✓	✓

5. การจัดกระทำข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่เกี่ยวข้อง

5.1 การจัดกระทำข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มาตรวจด้วยเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ตรวจให้คะแนนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคำตอบที่ผู้วิจัยเฉลยทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน และรวบรวมแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่ทำโดยนักเรียน บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ และตรวจให้คะแนนใบกิจกรรม เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

5.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในงานวิจัยนี้มีการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1.1 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ นำคะแนนของนักเรียนไปหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบโดยภาพรวมและรายองค์ประกอบ ด้วยการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for dependent samples)

1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นำคะแนนของนักเรียนไปหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for dependent samples)

1.3 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ นำผลการประเมินไปหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปลผลระดับความพึงพอใจแปลความหมายของค่าเฉลี่ย ตามเกณฑ์ของสมนึก ภัททิยธนี (2558, น. 53)

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาแนวทางในเลือกใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ ใช้การวิเคราะห์สรุปอุปนัย (Analytic induction) คือ การตีความสร้างข้อสรุปของข้อมูลจากบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้และใบกิจกรรม นำไปสู่การสรุปแนวทางในเลือกใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ การวิเคราะห์สรุปอุปนัย มีขั้นตอน (เอี่ยมพร หลินเจริญ, 2555) ดังนี้

2.1 อ่านบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ และตรวจใบกิจกรรม

2.2 ทำข้อสรุปชั่วคราวเกี่ยวกับแนวทางในเลือกใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบแต่ละเทคนิค เพื่อลดขนาดข้อมูลและช่วยนำข้อมูลที่ไม่ต้องการออกไป

2.3 วิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางในเลือกใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ โดยนำข้อสรุปชั่วคราวย่อย ๆ มาเชื่อมโยงกัน

2.4 ประมวลและสรุปแนวทางในเลือกใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ

3. สถิติที่เกี่ยวข้อง

1. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ได้แก่

1.1 การตรวจสอบความเที่ยงตรง (Validity) (Bergman, 1996, น. 232)

คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

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

เมื่อ IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้

$\sum R$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
 N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

1.2 การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS มีสูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2558, น. 195)

$$p = \frac{R}{N}$$

โดย p หมายถึง ความยากของคำถามแต่ละข้อ
 R หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
 N หมายถึง จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

1.3 การวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีสูตรดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540, น. 135)

$$r = \frac{R_u - R_i}{\frac{N}{2}}$$

โดย r หมายถึง ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ
 R_u หมายถึง จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง
 R_i หมายถึง จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน
 N หมายถึง จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

1.4 ค่าดัชนีความยากของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็น

ข้อสอบอัตนัย (Whitney & Sabers, 1970, pp. 214-215) มีสูตรดังนี้

$$P_E = \frac{S_U + S_L - (NX_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

โดย	P_E	หมายถึง	ค่าดัชนีความยาก
	S_U	หมายถึง	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	หมายถึง	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	$X_{\min}$	หมายถึง	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	$X_{\max}$	หมายถึง	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	N	หมายถึง	จำนวนผู้เข้าสอบ

1.5 ค่าดัชนีอำนาจจำแนกของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

เป็นข้อสอบอัตนัย (Whitney & Sabers, 1970, pp. 214-215) มีสูตรดังนี้

$$D = \frac{S_U + S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})}$$

โดย	D	หมายถึง	ค่าดัชนีอำนาจจำแนก
	S_U	หมายถึง	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	หมายถึง	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	$X_{\min}$	หมายถึง	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	$X_{\max}$	หมายถึง	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	N	หมายถึง	จำนวนผู้เข้าสอบ

1.6 ค่าความเชื่อมั่นสูตร KR-20 ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีสูตร

ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, น. 198)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right\}$$

โดย	r_{tt}	หมายถึง	ความเชื่อมั่น
	k	หมายถึง	จำนวนข้อคำถาม
	p	หมายถึง	สัดส่วนของผู้สอบที่ตอบแต่ละข้อคำถามถูก
	q	หมายถึง	สัดส่วนของผู้สอบที่ตอบแต่ละข้อคำถามผิด
	S^2	หมายถึง	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

1.7 สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient)

(Cronbach, 1990, p. 204) เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นข้อสอบอัตนัย มีสูตรดังนี้

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

α	หมายถึง	สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค
k	หมายถึง	จำนวนข้อ
S_i^2	หมายถึง	ผลรวมความแปรปรวนแต่ละข้อ
S_t^2	หมายถึง	ผลรวมความแปรปรวนของคะแนนรวม

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่

2.1 ค่าเฉลี่ย (เกษม สหรัยทิพย์, 2543, น. 224-225)

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ $\bar{X}$	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
$\sum x$	หมายถึง	ผลบวกของข้อมูลทุกค่า
n	หมายถึง	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (เกษม สหรัยทิพย์, 2543, น. 227)

$$S.D. = \sqrt{\frac{(x - \bar{x})^2}{n-1}}$$

S.D.	หมายถึง	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
------	---------	----------------------

$\bar{X}$	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
X	หมายถึง	ข้อมูล (ตัวที่ 1, 2, 3, ..., n)
n	หมายถึง	จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

2.3 การทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for dependent samples) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 112)

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

โดย	t	หมายถึง ค่าสถิติเปรียบเทียบค่าวิกฤติเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
	D	หมายถึง ผลต่างของคะแนนทดสอบก่อนและหลังใช้หน่วยการเรียนรู้
	$\sum D$	หมายถึง ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนและหลังใช้หน่วยการเรียนรู้
	$\sum D^2$	หมายถึง ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนและหลังใช้หน่วยการเรียนรู้แต่ละตัวยกกำลังสอง
	n	หมายถึง จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

จริยธรรมในการทำวิจัย

งานวิจัยนี้อยู่ในสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาโดยจะต้องเก็บข้อมูลจากนักเรียน การทำวิจัยในมนุษย์ครั้งนี้ผู้วิจัยคำนึงถึงประเด็นจริยธรรมในการวิจัยเป็นสำคัญ โดยผู้วิจัยได้ผ่านการอบรมหลักสูตรการวิจัยในมนุษย์ของสำนักมาตรฐานการวิจัยในคน จากนั้นผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการเพื่อขอรับรองโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ตามหนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ SWEC/E/G-174/2563 (ดังภาคผนวก ก) ในระหว่างวันที่ 24 กรกฎาคม 2563 - 24 กรกฎาคม 2564 และดำเนินการเก็บข้อมูลนั้นผ่านการขออนุญาตจากโรงเรียน และชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยเกี่ยวกับโครงการวิจัย และหนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัย จากผู้ปกครองของนักเรียน เนื่องจากนักเรียนมีอายุต่ำกว่า 18 ปี โดยที่ผลการวิจัยจะไม่ทำให้เกิดผลกระทบต่อการเรียนการสอน การประเมินผลการเรียนของนักเรียนแต่อย่างใด ผู้วิจัยได้ทำการรักษาข้อมูลส่วนตัวของผู้เข้าร่วมวิจัย โดยใช้หมายเลขเป็นตัวแทนของผู้เข้าร่วมวิจัย

บทที่ 4

ผลการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีความมุ่งหมายดังนี้ 1. เพื่อศึกษาผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนสายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยา 2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยา และ 3. เพื่อหาแนวทางในเลือกใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ จึงนำเสนอผลการดำเนินงานวิจัยออกเป็น 3 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.1 ผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

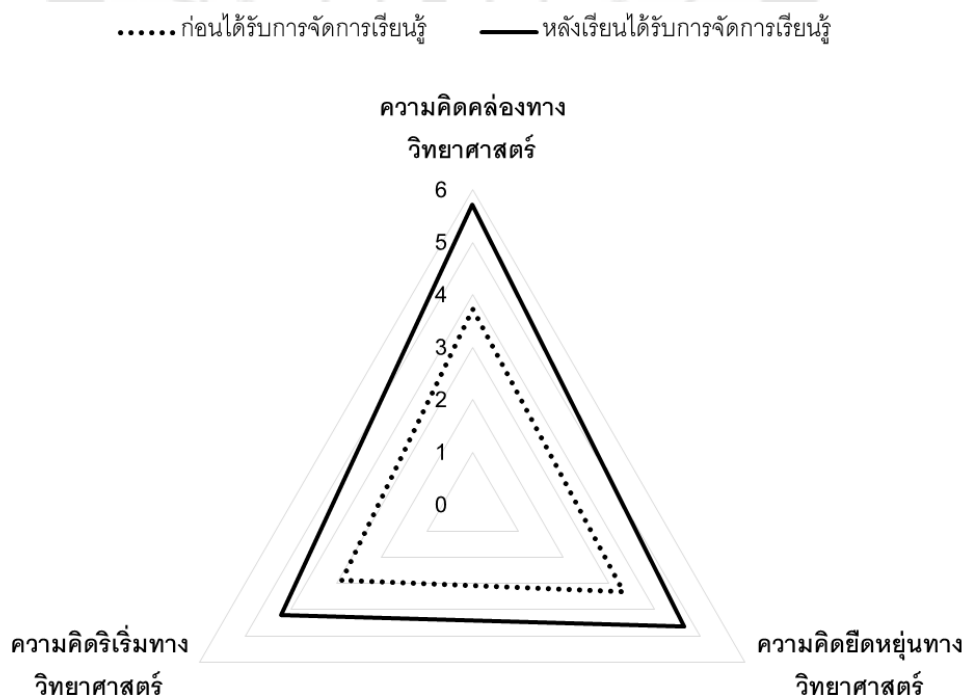
ผู้วิจัยทำการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เป็นกลุ่มที่ศึกษาทั้งก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ เรื่อง การรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต โดยใช้แบบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยโดยภาพรวมหลังเรียน ($\bar{X} = 14.59$, S.D. = 1.75) สูงวก่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 9.91$, S.D. = 1.44) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = -12.911$, $p = .000$) และเมื่อพิจารณาแยกองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 องค์ประกอบ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงที่สุด ($\bar{X} = 5.72$, S.D. = 1.13) รองลงมาคือความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ ($\bar{X} = 4.65$, S.D. = 0.86) และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ($\bar{X} = 4.21$, S.D. = 0.88) ตามลำดับ โดยทั้ง 3 องค์ประกอบหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบมีคะแนนเฉลี่ยสูงวก่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังตาราง 10

ตาราง 10 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p
			$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์	57	9	3.72	0.96	5.72	1.13	-14.588**	.000
ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์	57	9	3.32	0.51	4.65	0.86	-12.114**	.000
ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์	57	9	2.88	0.63	4.21	0.88	-9.368**	.000
ภาพรวม	57	27	9.91	1.44	14.59	1.75	-12.911**	.000

**p<.01

โดยเมื่อพิจารณาคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 องค์ประกอบ จากคะแนนเต็มองค์ประกอบละ 9 คะแนนทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ สามารถแสดงได้ ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 แผนภูมิแสดงผลคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ

1.2 ผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เป็นกลุ่มที่ศึกษาทั้งก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ เรื่อง การรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยโดยภาพรวมหลังเรียน ($\bar{X} = 21.91$, S.D. = 3.15) สูงวก่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 11.65$, S.D. = 3.17) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = -20.882$, $p = .000$) และเมื่อพิจารณาแยกองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้ง 4 พฤติกรรม คือ จำ เข้าใจ ประยุกต์ใช้ วิเคราะห์ พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังตาราง 11

ตาราง 11 ผลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p
			$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
จำ	57	11	4.60	1.51	8.44	1.36	-15.934**	.001
เข้าใจ	57	11	4.21	1.67	7.98	1.42	-16.741**	.001
ประยุกต์ใช้	57	5	1.81	0.55	3.25	0.76	-14.831**	.001
วิเคราะห์	57	3	1.05	0.61	2.25	0.47	-15.513**	.001
ภาพรวม	57	30	11.65	3.17	21.91	3.15	-20.882**	.000

** $p < .01$

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ

หลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ พบว่าคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ โดยภาพรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ($\bar{X} = 4.48$, S.D. = 0.17) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าด้านการวัดผลและประเมินผลมีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 4.51$, S.D. = 0.24) รองลงมา

ด้านการจัดการเรียนรู้ และด้านบรรยากาศการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ($\bar{X} = 4.49$, S.D. = 0.26) และด้านการใช้สื่อการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ($\bar{X} = 4.44$, S.D. = 0.25) ตามลำดับ ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกับเทคนิคการคิดนอกกรอบแยกตามรายการประเมินดังตาราง 12

ตาราง 12 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ

รายการประเมินความพึงพอใจ	n	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านการจัดการเรียนรู้				
1.1 การจัดการเรียนรู้มีลำดับขั้นตอนต่อเนื่อง	57	4.37	0.55	มาก
1.2 การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง	57	4.35	0.61	มาก
1.3 การจัดการเรียนรู้มีเนื้อหาเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน	57	4.60	0.49	มากที่สุด
1.4 การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	57	4.65	0.48	มากที่สุด
1.5 การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์	57	4.47	0.62	มาก
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	57	4.49	0.26	มาก
2. ด้านบรรยากาศการเรียนรู้				
2.1 บรรยากาศการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	57	4.54	0.50	มากที่สุด
2.2 บรรยากาศการเรียนรู้มีการเสริมแรงทางบวก เช่น คำชม การให้รางวัล เป็นต้น	57	4.35	0.55	มาก
2.3 บรรยากาศการเรียนรู้ช่วยสร้างความสนใจใฝ่รู้ให้กับนักเรียน	57	4.30	0.65	มาก
2.4 บรรยากาศการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้การจัดการเรียนรู้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ	57	4.40	0.53	มาก
2.5 บรรยากาศการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมปฏิสัมพันธ์นักเรียนกับนักเรียนและระหว่างครูกับนักเรียน	57	4.58	0.49	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	57	4.49	0.26	มาก

ตาราง 12 (ต่อ)

รายการประเมินความพึงพอใจ	n	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
3. ด้านการใช้สื่อการเรียนรู้				
3.1 สื่อการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	57	4.40	0.56	มาก
3.2 สื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน	57	4.51	0.50	มากที่สุด
3.3 สื่อการเรียนรู้ที่ใช้มีความหลากหลาย	57	4.47	0.53	มากที่สุด
3.4 สื่อการเรียนรู้ช่วยให้สามารถเรียนรู้ได้ทุกที่	57	4.30	0.65	มาก
3.5 สื่อการเรียนรู้ทันสมัยเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัจจุบัน	57	4.49	0.26	มาก
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	57	4.44	0.25	มาก
4. ด้านการวัดผลและประเมินผล				
4.1 การวัดและประเมินผลเป็นไปตามจุดประสงค์การเรียนรู้	57	4.53	0.50	มากที่สุด
4.2 การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	57	4.53	0.57	มากที่สุด
4.3 ครูมีการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อนำไปสู่การพัฒนาตนเอง	57	4.47	0.57	มาก
4.4 เกณฑ์การวัดและประเมินผลมีความชัดเจนและยุติธรรม	57	4.56	0.50	มากที่สุด
4.5 การวัดประเมินผลที่ใช้มีหลากหลายวิธี	57	4.54	0.50	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	57	4.51	0.24	มากที่สุด
โดยภาพรวม	57	4.48	0.17	มาก

ตอนที่ 3 แนวทางในการเลือกใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ

ผลจากการที่ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพแบบอุปนัย จากบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ และการตรวจใบกิจกรรมของแต่ละแผน ทำให้ได้แนวทางในการเลือกใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ ดังนี้

1. เทคนิคความคิดหลักปัจจัยชี้ขาด (Dominant ideas and crucial factors)

เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนคิดพิจารณาแนวคิดหลักและปัจจัยสำคัญต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ในชั้นอธิบาย ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบความคิดคลองทางวิทยาศาสตร์ และความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์

จากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อวัยวะ โครงสร้าง และกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊ส ในชั้นอธิบาย เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับโครงสร้างของแต่ละอวัยวะในระบบหายใจแล้ว นักเรียนทำกิจกรรมคิดหลากหลาย ใช้เทคนิคความคิดหลักปัจจัยชี้ขาด โดยครูถามนักเรียนว่า “หลักการทางวิทยาศาสตร์ใดที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศจากภายนอกร่างกายเข้ามาในปอด” ให้เวลานักเรียนประมาณ 5 นาที ครูรวบรวมคำตอบของนักเรียน และเขียนรายการคำตอบที่แตกต่างกันบนกระดาน แล้วให้นักเรียนเจ้าของคำตอบอธิบายว่าทำไมจึงตอบเช่นนั้น เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่ากิจกรรมนี้นักเรียนตอบหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ทำให้เกิดในการเคลื่อนที่ของอากาศจากภายนอกร่างกายเข้ามาในปอดได้อย่างหลากหลาย เช่น ความดัน ปริมาตร ความเข้มข้น การแพร่ของแก๊ส การทำงานของกล้ามเนื้อ การทำงานของกะบังลม เป็นต้น ผู้วิจัยพบว่าการใช้เทคนิคความคิดหลักปัจจัยชี้ขาด ในชั้นอธิบายนั้น ส่งเสริมให้นักเรียนพยายามคิดคำตอบให้ได้จำนวนมากและหลากหลายทิศทาง ทำให้ส่งเสริมความคิดคลองทางวิทยาศาสตร์ และความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนคิดพิจารณาแนวคิดหลักและปัจจัยสำคัญต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง แต่อย่างไรก็ตามมีนักเรียนบางคนที่ยังไม่มีส่วนร่วมเพราะยังคิดคำตอบที่แตกต่างจากเพื่อนไม่ได้ จึงได้แนวทางในการปรับปรุงในแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไปโดยทำการรวบรวมคำตอบทั้งหมดของนักเรียนทุกคนก่อนพิจารณาความแตกต่าง

จากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ปริมาตรปอด และการควบคุมการหายใจ ในชั้นอธิบาย นักเรียนทำกิจกรรมคิดหลากหลาย ใช้เทคนิคความคิดหลักปัจจัยชี้ขาด เป็นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนรวบรวมคำตอบทั้งหมด และพิจารณาเขียนความคิดหลัก ครูมีบทบาทในการพิจารณาคำตอบที่แตกต่างจากนักเรียนคนอื่น และให้นักเรียนอธิบายเพิ่มเติมว่าทำไมถึงตอบคำถามเช่นนั้น ครูยกสถานการณ์ เรื่อง ผุ่น โดยตั้งคำถามว่า “ผุ่นละของขนาดเล็ก ขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนในอากาศมีสาเหตุการเกิดจากอะไร” มาให้นักเรียนวิเคราะห์ พิจารณาสืบค้นสิ่งต่าง ๆ ในมุมมองที่แตกต่างไปจากเดิม ครูรวบรวมคำตอบของนักเรียน และเขียนรายการคำตอบที่แตกต่าง

กันบนกระดาน แล้วให้นักเรียนเจ้าของคำตอบอธิบายว่าทำไมจึงตอบคำถามเช่นนั้น เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่ากิจกรรมนี้นักเรียนตอบสาเหตุของการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก เช่น การเผาไหม้ โรงงานอุตสาหกรรม การก่อสร้าง การขนส่ง การใช้รถ การประกอบอาหาร ไฟป่า เป็นต้น ผู้วิจัยพบว่าการใช้เทคนิคความคิดหลักปัจจัยชี้ขาดในชั้นอธิบายนั้น เมื่อปรับให้ครู โดยครูรวบรวมคำตอบทั้งหมดของนักเรียนทุกคนก่อนพิจารณาความแตกต่าง พบว่านักเรียนสามารถคิดคำตอบได้จำนวนมากและหลากหลายทิศทางมากขึ้น ทั้งนี้ครูควรเสริมแรงทางบวกให้กับนักเรียนที่คิดได้แตกต่างจากเพื่อน

2. เทคนิคการชะลอการตัดสินใจ (Suspended judgment) เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนคิดพิจารณาสิ่งต่าง ๆ อย่างรอบด้าน ไม่รีบร้อนในการตัดสินใจ ในชั้นอธิบาย ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบความคิดคล้องทางวิทยาศาสตร์ และความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์

จากการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อวัยวะ โครงสร้าง และกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊ส ในชั้นอธิบาย นักเรียนทำกิจกรรมคิดรอบด้าน ใช้เทคนิคการชะลอการตัดสินใจ โดยครูยกสถานการณ์เกี่ยวกับเด็กเล่นของเล่นแล้วอมของเล่นในปากแล้วของเล่นหล่นเข้าไปติดที่หลอดลม ให้นักเรียนคิดว่า “เพราะเหตุใดของเล่นจึงไม่ตกไปอยู่ที่หลอดอาหาร แต่มาติดที่หลอดลมแทน” ให้เวลานักเรียนประมาณ 5 นาที ในการคิด จากนั้นครูให้นักเรียนที่ต้องการตอบคำถามยกมือขึ้นแล้วตอบ และให้นักเรียนในชั้นเรียนร่วมอภิปรายในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น พบว่านักเรียนให้ความสนใจในการอภิปรายและพยายามคิดหาเหตุผลที่มาจากหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนเหตุการณ์ดังกล่าว เช่น การเคลื่อนที่ของอากาศที่ผ่านหลอดลมอยู่ตลอดเวลา ลักษณะของหลอดลมประกอบด้วยกระดูกอ่อนรูปครึ่งวงกลมจึงง่ายต่อการที่ของเล่นชิ้นเล็กจะตกลงไปในหลอดลม และหลอดลมต่างจากหลอดอาหารที่ไม่มีกระดูกเป็นส่วนประกอบ เป็นต้น ผู้วิจัยพบว่าการใช้เทคนิคการชะลอการตัดสินใจ เป็นกิจกรรมให้นักเรียนสร้างแนวคิดที่แปลกใหม่ โดยนักเรียนแต่ละคนหาคำตอบที่แตกต่าง แล้วเสนอคำตอบของปัญหาที่กำหนดให้ จากนั้นนำคำตอบของนักเรียนแต่ละคนมาคิดพิจารณาคำตอบที่แตกต่าง และสอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนคิดพิจารณาสิ่งต่าง ๆ อย่างรอบด้าน ไม่รีบร้อนในการตัดสินใจ ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบความคิดคล้องทางวิทยาศาสตร์และความคิดยืดหยุ่น

ทางวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยพบว่าคำถามนี้การตอบให้หลากหลายทำได้ยาก จึงได้แนวทางในการปรับปรุงครั้งต่อไปในการตั้งคำถามที่กว้างมากขึ้นกว่าเดิม

จากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ปริมาตรปอด และการควบคุมการหายใจ ในชั้นอธิบาย นักเรียนทำกิจกรรมคิดรอบด้าน ใช้เทคนิคการชะลอการตัดสินใจ โดยครูถามว่า “หากลิ้นหัวใจรั่วจะส่งผลกระทบต่อระบบหมุนเวียนเลือดอย่างไร” ให้นิเวศนักเรียนประมาณ 5 นาที ในการคิด แล้วครูให้นักเรียนที่ต้องการตอบคำถามยกมือขึ้นแล้วตอบ และให้นักเรียนในชั้นเรียนร่วมอภิปรายเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น พบว่านักเรียนให้ความสนใจในการอภิปรายและพยายามคิดหาคำตอบที่มาจากหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนเหตุการณ์ดังกล่าว เช่น เลือดไหลย้อนกลับ ความดันเลือดผิดปกติ เลือดไปฟอกที่ปอดได้น้อยลง เกิดการผสมกันระหว่างเลือดที่มีออกซิเจนสูงและเลือดที่มีออกซิเจนต่ำ เป็นต้น หลังจากผู้วิจัยปรับคำถามให้กว้างขึ้น เป็นผลกระทบต่อระบบหมุนเวียนเลือด ผู้วิจัยพบว่านักเรียนสามารถตอบคำถามได้จำนวนคำตอบมากขึ้นและหลากหลายทิศทาง เช่น เลือดไหลย้อนกลับ ความดันเลือดผิดปกติ เลือดไปฟอกที่ปอดได้น้อยลง เกิดการผสมกันระหว่างเลือดที่มีออกซิเจนสูงและเลือดที่มีออกซิเจนต่ำ เป็นต้น ส่งผลให้นักเรียนมีความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์และความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

3. เทคนิคการทำทลายสมมติฐาน (Challenging assumptions) เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนตั้งสมมติฐานที่แตกต่างจากเพื่อน ในชั้นขยายความรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์

จากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อวัยวะ โครงสร้าง และกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊ส ในชั้นขยายความรู้ นักเรียนทำกิจกรรมเจ้าหนูจำไม่ โดยครูใช้เทคนิคการทำทลายสมมติฐาน ครูตั้งคำถาม “ทำไมเราต้องดูแลรักษาระบบหายใจ” เมื่อนักเรียนตอบคำถาม ก็นำคำตอบของนักเรียนมาถามต่อว่า “ทำไม” ไปเรื่อย ๆ ต่อเนื่องจากคำถามและคำตอบก่อนหน้า เพื่อให้นักเรียนพยายามพิจารณาสิ่งต่าง ๆ ในมุมมองที่ต่างไปจากที่เพื่อนนักเรียนคนก่อนหน้าตอบมา ทำให้นักเรียนได้สร้างแนวคิดใหม่ที่แตกต่างจากเพื่อนที่พูดมา ตัวอย่างการทำกิจกรรม ได้แก่ ครูถามว่า “ทำไมเราต้องดูแลรักษาระบบหายใจ” นักเรียนคนที่ 1 ตอบว่าเพราะมนุษย์ต้องมีการแลกเปลี่ยนแก๊สอยู่ตลอดเวลา ครูถามต่อว่า “ทำไมมนุษย์ต้องมีการแลกเปลี่ยนแก๊สอยู่ตลอดเวลา” นักเรียนคนที่ 2 ตอบว่าเพราะมนุษย์ต้องการใช้ออกซิเจน ครูถามต่อว่า “ทำไมทำไมมนุษย์ต้องการใช้ออกซิเจน” นักเรียนคนที่ 3 ตอบว่าต้องเอาออกซิเจนไปใช้ในการหายใจระดับเซลล์ ครูถามต่อว่า

“ทำไมต้องเอาออกซิเจนไปใช้ในการหายใจระดับเซลล์” นักเรียนคนที่ 4 ตอบว่าต้องการพลังงานไปใช้ในชีวิตประจำวัน ครูถามต่อว่า “ทำไมเราต้องใช้พลังงานในชีวิตประจำวัน” นักเรียนคนที่ 5 ตอบว่าถ้าเราขาดพลังงานเราก็จะไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ ครูและนักเรียนร่วมสรุปสิ่งที่ได้กิจกรรมร่วมกันกิจกรรมนี้เป็นการสร้างแนวคิดใหม่ที่แตกต่างจากแนวคิดเดิม พบว่านักเรียนมีความพยายามคิดคำตอบที่ไม่ซ้ำกับเพื่อน เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนตั้งสมมติฐานที่แตกต่างจากเพื่อน ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยพบว่าการใช้เทคนิคการทำทายสมมติฐานสามารถใช้ได้ผลกับนักเรียนในกรณีที่ต้องการเปลี่ยนแปลงความคิดโดยหลีกเลี่ยงคำตอบเดิม ทำให้คำตอบมีความหลากหลายมากขึ้น เป็นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนหาคำตอบเกี่ยวกับปัญหาทางชีววิทยา แล้วนำคำตอบเหล่านั้นมาตั้งเป็นคำถามต่อไปเรื่อย ๆ จนได้คำตอบที่หลากหลาย ทำให้เกิดความความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ได้ดี

4. เทคนิคพลิกกลับ (The reversal method) เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนคิดกลับในการเปลี่ยนกลับขั้นตอนต่าง ๆ ที่เคยทำมา จนได้ทางเลือกในมุมมองใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม ในขั้นขยายความรู้ เพื่อส่งเสริมความริเริ่มทางวิทยาศาสตร์

จากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ปริมาตรปอด และการควบคุมการหายใจ นักเรียนทำกิจกรรมคิดกลับ ใช้เทคนิคพลิกกลับ เป็นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนกระทำย้อนกลับจากเดิมที่เคยเป็นมา ตัวอย่างกิจกรรมเรื่องการวัดปริมาตรของอากาศในการหายใจออก ให้นักเรียนคิดกลับในการเปลี่ยนกลับขั้นตอนของการวัดปริมาตรของอากาศในการหายใจออก ทำให้ได้ทางเลือกในมุมมองใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม การทดลองหาปริมาตรปอดของตนเองโดยการใส่น้ำลงในกะละมังให้ได้ประมาณครึ่งหนึ่ง จากนั้นใช้ถ้วยตวงตักน้ำ 500 มิลลิลิตรใส่เข้าไปในขวดพลาสติกใสที่ละ 50 มิลลิลิตรและทำเครื่องหมายบนขวดน้ำพลาสติก จนถึง 500 มิลลิลิตร ปิดฝาขวดและคว่ำขวดลงในกะละมังที่มีน้ำอยู่ให้ระดับน้ำอยู่เหนือปากขวด จากนั้นเปิดฝาชวดน้ำ และใส่ปลายข้างหนึ่งของสายยางเข้าไปในขวดพลาสติก นักเรียนเป่าอากาศสายที่ต่ออยู่กับขวดพลาสติกใสและอ่านค่าปริมาตรของอากาศในการหายใจออก เช่น จากเดิมที่สายยางเข้าไปที่หลังเปลี่ยนเป็นใส่สายยางเข้าไปก่อน จากเดิมที่เติมน้ำในกะละมังก่อนเปลี่ยนเป็นเติมน้ำในขวดก่อน จากเดิมที่คว่ำขวดที่หลังเปลี่ยนเป็นคว่ำขวดก่อน เป็นต้น ผู้วิจัยพบว่าการใช้เทคนิคพลิกกลับใช้ในกรณีที่ต้องการเปลี่ยนแปลงจากภายในรูปแบบเอง ช่วยให้สามารถจัดข้อมูลที่มีอยู่ได้อย่าง

หลากหลายมากขึ้น เป็นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนกระทำย้อนกลับจากเดิมที่เคยเป็นมา ดังกิจกรรมเรื่องการวัดปริมาตรของอากาศในการหายใจออก ให้นักเรียนคิดกลับในการเปลี่ยนกลับขั้นตอนการวัดปริมาตรของอากาศในการหายใจออก ทำให้ได้ทางเลือกในการวัดปริมาตรของอากาศในการหายใจออกที่แตกต่างไปจากเดิม เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนคิดกลับในการเปลี่ยนกลับขั้นตอนต่าง ๆ ที่เคยทำมา จนได้ทางเลือกในมุมมองใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม เป็นการส่งเสริมความริเริ่มทางวิทยาศาสตร์

5. เทคนิคอุปมาอุปไมย (Analogies) เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนคิดเปรียบเทียบสถานการณ์ที่เกิดขึ้นไปเปรียบเทียบกับบางสิ่งบางอย่าง ในชั้นขยายความรู้ เพื่อส่งเสริมความริเริ่มทางวิทยาศาสตร์

จากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ปริมาตรปอด และการควบคุมการหายใจ นักเรียนทำกิจกรรมคิดเชื่อมโยง โดยครูใช้เทคนิคอุปมาอุปไมย ครูตั้งคำถาม “โครงสร้างของระบบหมุนเวียนเลือดคล้ายกับสิ่งของอะไรบ้าง” โดยไม่ให้นักเรียนตอบซ้ำกับที่เพื่อนตอบไปแล้ว เพื่อให้ นักเรียนพยายามเปรียบเทียบโครงสร้างของระบบหมุนเวียนเลือดกับสิ่งของในชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนได้เกิดการคิดเชื่อมโยง พบว่านักเรียนพยายามหาคำตอบที่แตกต่างจากเพื่อน เช่น สายไฟ สายยาง บั๊มน้ำ ถนอม ระบบประปา แม่น้ำ การเคลื่อนที่ในวงโคจรของดาวเคราะห์ เป็นต้น ผู้วิจัยพบว่าการใช้เทคนิคอุปมาอุปไมย ใช้ในกรณีที่สร้างเหตุการณ์เพื่อขัดขวางรูปแบบคำตอบเดิม ๆ บางครั้งการนำสิ่งที่ไม่น่าจะนำมาเปรียบเทียบกันนำมาซึ่งความคิดสร้างสรรค์ใหม่ เป็นการ จัดกิจกรรมให้นักเรียนใช้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นไปเปรียบเทียบกับบางสิ่งบางอย่าง เช่น กิจกรรม เรื่องโครงสร้างและการลำเลียงสารในระบบหมุนเวียนเลือด ให้นักเรียนเปรียบเทียบวงจรการไหลเวียนเลือด เปรียบเสมือนสิ่งของอะไรได้บ้าง ทำให้นักเรียนเกิดการคิดเชื่อมโยงเกิดขึ้น จนได้คำตอบที่มีความแปลกใหม่

6. เทคนิคการสร้างทางเลือก (The generation of alternative) เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบที่หลากหลายทางเลือกให้มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ ไม่ยึดติดกับคำตอบใดคำตอบหนึ่ง ในชั้นขยายความรู้ เป็นการส่งเสริมได้ทั้งความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์

จากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การลำเลียงสารในระบบหมุนเวียนเลือด และความดันเลือด นักเรียนทำกิจกรรมคิดใหม่ ใช้เทคนิคการสร้างทางเลือก เป็นการจัดกิจกรรมให้

นักเรียนคิดหาคำตอบที่หลากหลายให้มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ ไม่ยึดติดกับคำตอบที่เป็นไปได้มากที่สุด โดยครูถามนักเรียนว่า “การวัดอัตราการเต้นของชีพจรสามารถนำไปใช้ประโยชน์อย่างไรบ้าง” พบว่านักเรียนตอบอย่างหลากหลาย เช่น ทราบว่าอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในเกณฑ์ปกติหรือไม่ สามารถนำไปออกแบบการทดลองที่ศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่ออัตราการเต้นของชีพจรได้ สามารถคิดค้นอุปกรณ์ที่วัดอัตราการเต้นของชีพจรโดยไม่ต้องใช้มือจับ เป็นต้น

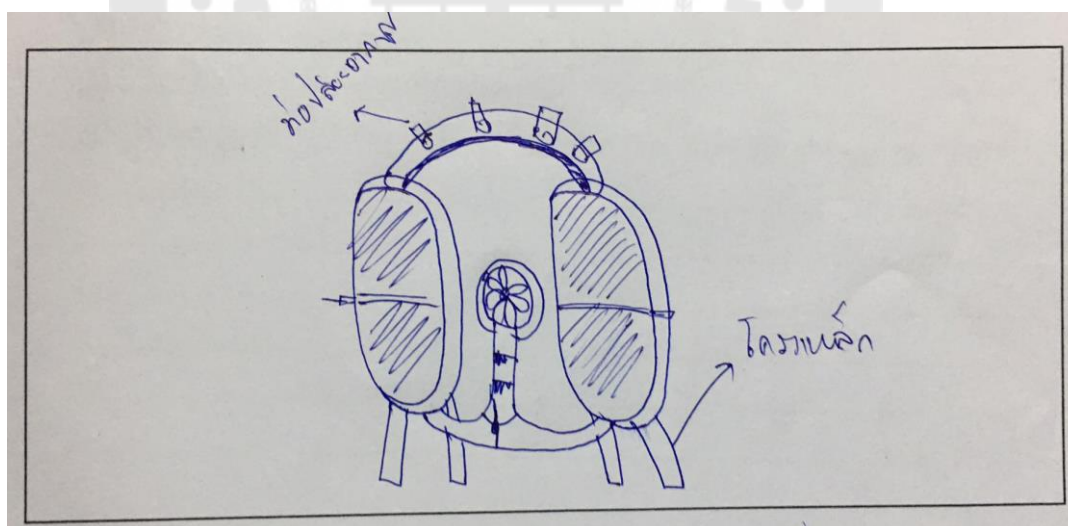
ผู้วิจัยพบว่าการใช้เทคนิคการสร้างทางเลือก ใช้ในกรณีที่ต้องการเปลี่ยนแปลงความคิด โดยหลีกเลี่ยงความคิดเดิม ๆ ให้มีความหลากหลายมากขึ้น โดยจัดกิจกรรมให้นักเรียนคิดว่าการวัดอัตราการเต้นของชีพจรสามารถนำไปใช้ประโยชน์อย่างไร พบว่านักเรียนสามารถตอบได้จำนวนมากและหลากหลายทางเลือก ดังนั้นเทคนิคการสร้างทางเลือกจึงเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในชั้นขยายความรู้

7. เทคนิคการกระตุ้นสุม (Random stimulation) เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้เพื่อเป็นการสรุปบทเรียนหรือขยายบทเรียน โดยนักเรียนเชื่อมโยงคำที่สุมมาแล้วเขียนบรรยายความสัมพันธ์โดยการคิดจินตนาการที่เป็นไปได้หรือสอดคล้องกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในชั้นขยายความรู้ เพื่อส่งเสริมได้ทั้งความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์

จากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง หมู่เลือด และระบบน้ำเหลือง ในชั้นขยายความรู้ นักเรียนทำกิจกรรมคำเชื่อมผืน ใช้เทคนิคการกระตุ้นสุม เป็นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนใช้คำที่สุมหรือคัดเลือกมาจากเรื่องที่เรียน แล้วมา แล้วเขียนบรรยายความสัมพันธ์โดยการคิดจินตนาการที่เป็นไปได้หรือสอดคล้องกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนใช้ข้อมูลทุกอย่างที่มีผสมผสานกับข้อมูลต่าง ๆ ทั้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง โดยกิจกรรมที่ใช้คำว่า แอนติเจน, แอนติบอดี, ตกตะกอน, ผู้ให้, ผู้รับ, ABO, Rh พบว่านักเรียนสามารถใช้คำที่คัดเลือกมาจากเรื่องที่เรียน แล้วนำมาบรรยายความสัมพันธ์โดยสอดคล้องกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างการเขียนบรรยายของนักเรียนรหัส 17 ได้แก่ “แอนติเจนเป็นโปรตีนบนผิวเม็ดเลือดแดง ส่วนแอนติบอดีเป็นสารที่อยู่ในน้ำเลือด ถ้าแอนติเจนและแอนติบอดีจับกันจะเกิดการตกตะกอน หลักการให้เลือดคือแอนติเจนของผู้ให้ต้องไม่ตรงกับชนิดแอนติบอดีของผู้รับ การจำแนกหมู่เลือดจำแนกตามแอนติเจน หมู่เลือด ABO จะมีแอนติเจน A และ B ส่วนหมู่เลือด Rh จะมีแอนติเจน D” ผู้วิจัยพบว่าการใช้เทคนิคการกระตุ้นสุมสามารถทำให้นักเรียนคิดใช้ความรู้ที่ได้เรียนมาบรรยายได้อย่างสร้างสรรค์โดยยังคงมีความถูกต้องของหลักการทางวิทยาศาสตร์

8. เทคนิคการออกแบบ (Design) เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนออกแบบ ปรับปรุงสิ่งที่มีอยู่ หรือประดิษฐ์สิ่งของใหม่ๆ ที่ไม่ซ้ำกับสิ่งที่มีอยู่ในชั้นนำความรู้ไปใช้เพื่อส่งเสริมให้เกิดความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์

จากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อวัยวะ โครงสร้าง และกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊ส ในชั้นนำความรู้ไปใช้ นักเรียนทำกิจกรรมนักออกแบบ ใช้เทคนิคการออกแบบ (Design) โดยครูยกสถานการณ์ในอากาศที่มีฝุ่นจำนวนมาก ให้นักเรียนออกแบบสิ่งประดิษฐ์ที่มีแนวคิดมาจากการทำงานของอวัยวะที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิตโดยเลือกมา 1 ชนิด เพื่อลดปริมาณฝุ่นในอากาศ และให้นักเรียนเขียนชื่อสิ่งประดิษฐ์ แนวคิดที่ใช้ในการประดิษฐ์ วัสดุอุปกรณ์ ส่วนประกอบของสิ่งประดิษฐ์ ขั้นตอนการประดิษฐ์และวาดภาพประกอบ พบว่านักเรียนสามารถออกแบบสิ่งประดิษฐ์ได้ ส่วนใหญ่จะออกแบบเป็นหน้ากาก และครูได้ให้นักเรียนที่คิดสิ่งประดิษฐ์แตกต่างจากเพื่อนมาเสนอหน้าชั้นเรียน เพื่อเสริมแรงให้นักเรียนที่มีความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างสิ่งประดิษฐ์ที่นักเรียนออกแบบเครื่องกรองอากาศที่มีแนวคิดมาจากปอด ดังภาพประกอบที่ 3

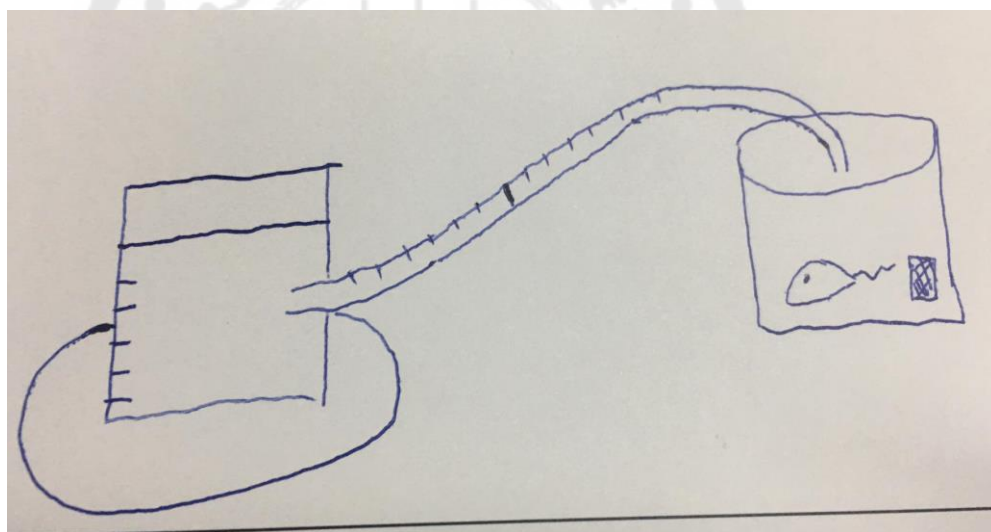


ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างสิ่งประดิษฐ์ที่นักเรียนรหัส 32 ออกแบบเครื่องกรองอากาศที่มีแนวคิดมาจากปอด ในกิจกรรมนักออกแบบ

ผู้วิจัยพบว่าการใช้กิจกรรมนักออกแบบ ใช้เทคนิคการออกแบบ โดยครูยกสถานการณ์ในอากาศที่มีฝุ่นจำนวนมาก ให้นักเรียนออกแบบสิ่งประดิษฐ์ที่มีแนวคิดมาจากการทำงานของอวัยวะที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิต เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนออกแบบ ปรับปรุงสิ่งที่

มีอยู่ หรือประดิษฐ์สิ่งของที่ใหม่ ๆ เทคนิคการออกแบบ อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยพบว่านักเรียนออกแบบสิ่งประดิษฐ์ที่ซ้ำกันอยู่หลายคนที่ออกแบบเป็นหน้ากาก คำถามนี้อาจตอบให้หลากหลายได้ยาก จึงได้แนวทางในการปรับปรุงครั้งต่อไปในการตั้งคำถามที่เปิดกว้างมากขึ้นกว่าเดิม

จากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ปริมาตรปอด และการควบคุมการหายใจ ในชั้นนำความรู้ไปใช้ นักเรียนทำกิจกรรมนักออกแบบ ใช้เทคนิคการออกแบบ นักเรียนออกแบบสิ่งประดิษฐ์ที่ใช้วัดอัตราการหายใจของหนู และให้นักเรียนเขียนชื่อสิ่งประดิษฐ์ แนวคิดที่ใช้ในการประดิษฐ์ วัสดุอุปกรณ์ ส่วนประกอบของสิ่งประดิษฐ์ ขั้นตอนการประดิษฐ์และวาดภาพประกอบ พบว่านักเรียนสามารถออกแบบสิ่งประดิษฐ์ได้ ส่วนใหญ่ออกแบบเป็นวัดอัตราการหายใจของหนูที่ใช้การต่อท่อและวัดระยะทางการเคลื่อนที่ของน้ำ และครูได้ให้นักเรียนที่คิดสิ่งประดิษฐ์ที่แตกต่างจากเพื่อนโดยคำนึงถึงการเติมสารที่ดูดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกด้วยมานำเสนอหน้าชั้นเรียน ครูให้คำชมเชย เพื่อเสริมแรงทางบวก ดังภาพประกอบ 4

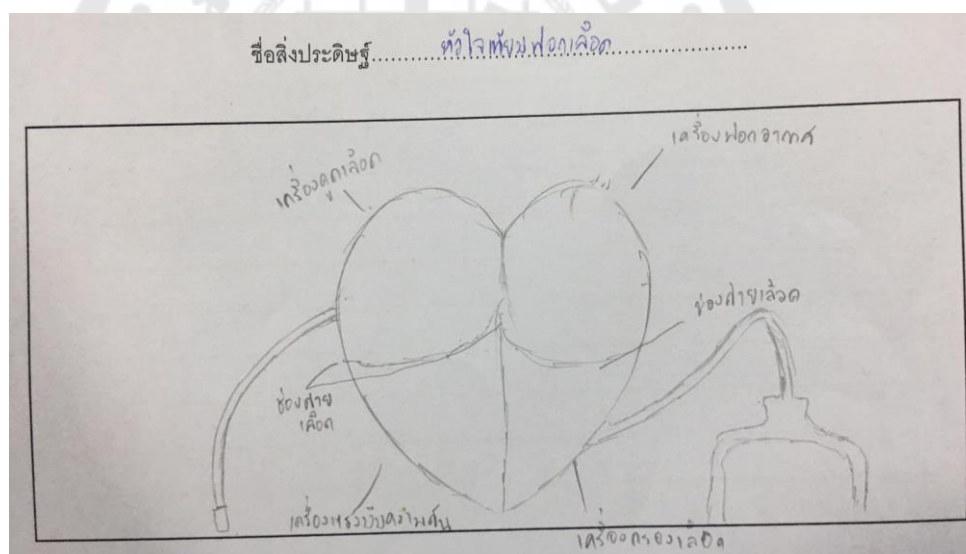


ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างสิ่งประดิษฐ์ที่นักเรียนรหัส 36 ออกแบบเครื่องวัดอัตราการหายใจของหนู ในกิจกรรมนักออกแบบ

ผู้วิจัยพบว่าการใช้กิจกรรมนักออกแบบ ใช้เทคนิคการออกแบบ นักเรียนออกแบบสิ่งประดิษฐ์ที่ใช้วัดอัตราการหายใจของหนู เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนออกแบบ ปรับปรุงสิ่งที่มียู่ หรือประดิษฐ์สิ่งของที่ใหม่ ๆ เทคนิคการออกแบบ จึงเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนออกแบบ ปรับปรุงสิ่งที่มียู่ หรือประดิษฐ์สิ่งของที่ใหม่ ๆ ที่ไม่ซ้ำกับสิ่งที่มียู่ ส่งเสริมความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยพบว่านักเรียนมีการคัดลอกคำตอบของเพื่อน เนื่องจากตนเองคิดไม่ออก จึงได้แนวทางในการปรับปรุงครั้งต่อไปในการห้ามนักเรียนลอกคำตอบ

ของเพื่อนและให้หนึ่งห่างกันเวลาทำกิจกรรมนี้ และพูดกระตุ้นให้นักเรียนเห็นคุณค่าในความคิดของตนเอง

จากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ประเภทและโครงสร้างของระบบหมุนเวียนเลือด ในชั้นนำความรู้ไปใช้ นักเรียนทำกิจกรรมนักออกแบบ ใช้เทคนิคการออกแบบ ให้นักเรียนออกแบบสิ่งประดิษฐ์ที่แนวคิดมาจากโครงสร้างของหัวใจ และดำเนินการเช่นเดียวกับ 2 แผนที่กล่าวก่อนหน้านี้ คือ ให้นักเรียนเขียนชื่อสิ่งประดิษฐ์ แนวคิดที่ใช้ในการประดิษฐ์ วัสดุอุปกรณ์ ส่วนประกอบของสิ่งประดิษฐ์ ขั้นตอนการประดิษฐ์และวาดภาพประกอบ พบว่านักเรียนสามารถออกแบบสิ่งประดิษฐ์ได้ ส่วนใหญ่จะตอบว่าเครื่องปั้มน้ำหรือระบบท่อน้ำ และครูได้ให้นักเรียนที่คิดสิ่งประดิษฐ์แตกต่างจากเพื่อนมานำเสนอหน้าชั้นเรียน เพื่อเสริมแรงให้นักเรียนที่มีความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างสิ่งประดิษฐ์ที่นักเรียนออกแบบหัวใจเทียมฟอกเลือด ดังภาพประกอบ 5

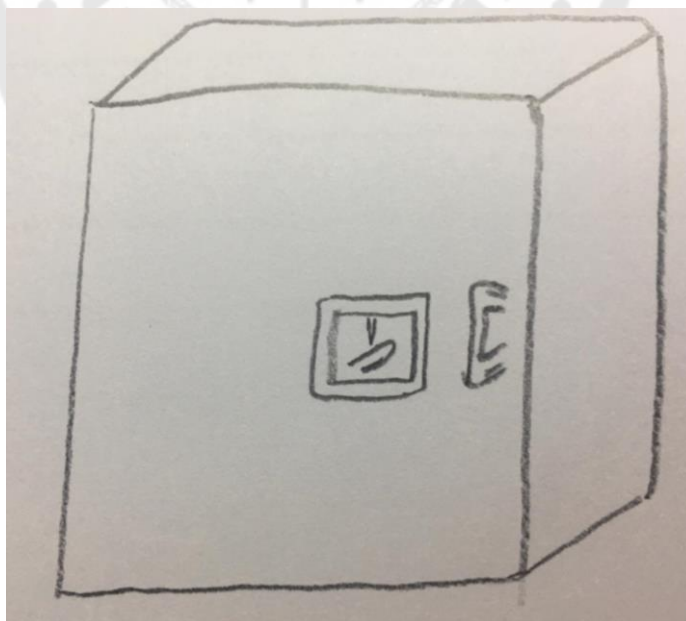


ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างสิ่งประดิษฐ์ที่นักเรียนรหัส 14 ออกแบบหัวใจเทียมฟอกเลือด
ในกิจกรรมนักออกแบบ

ผู้วิจัยพบว่าการใช้กิจกรรมนักออกแบบ ใช้เทคนิคการออกแบบ โดยครูยกสถานการณ์ ให้นักเรียนออกแบบสิ่งประดิษฐ์ที่แนวคิดมาจากโครงสร้างของหัวใจ เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนออกแบบ ปรับปรุงสิ่งที่มืออยู่ หรือประดิษฐ์สิ่งของใหม่ที่แปลกใหม่ แต่ผู้วิจัยพบว่านักเรียนออกแบบสิ่งประดิษฐ์ที่มีความกำกวมระหว่างระบบหมุนเวียนเลือดและระบบหายใจ จึงได้แนวทางในการปรับปรุงครั้งต่อไปในการตั้งคำถามที่ชัดเจนมากขึ้น

จากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การลำเลียงสารในระบบหมุนเวียนเลือด และความดันเลือด ในชั้นนำความรู้ไปใช้ นักเรียนทำกิจกรรมนักออกแบบ ใช้เทคนิคการออกแบบ ให้นักเรียนออกแบบสิ่งประดิษฐ์ที่มีแนวคิดมาจากการไหลเวียนเลือด พบว่านักเรียนสามารถออกแบบสิ่งประดิษฐ์ได้แตกต่างกัน เช่น ระบบท่อน้ำในเกษตรกรรม น้ำพุอัจฉริยะ บั๊มน้ำ สายยางปรับขนาดได้ สายพานอาหาร เป็นต้น และครูได้ให้นักเรียนที่คิดสิ่งประดิษฐ์แตกต่างจากเพื่อนมานำเสนอหน้าชั้นเรียน ครูให้คำชมเชยเพื่อเสริมแรงให้นักเรียนที่มีความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยพบว่าการใช้กิจกรรมนักออกแบบ ใช้เทคนิคการออกแบบ ให้นักเรียนออกแบบสิ่งประดิษฐ์ที่มีแนวคิดมาจากการไหลเวียนเลือด เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนออกแบบ ปรับปรุงสิ่งที่มีความอยู่ หรือประดิษฐ์สิ่งของที่แปลกใหม่ ส่งเสริมความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ได้ดี

จากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง หมู่เลือด และระบบน้ำเหลือง ในชั้นนำความรู้ไปใช้ นักเรียนทำกิจกรรมนักออกแบบ พบว่านักเรียนสามารถออกแบบสิ่งประดิษฐ์ได้แตกต่างกัน เช่น กุญแจนิรภัย ตู้เซฟนิรภัย ประตูนิรภัย ด้านอัจฉริยะ เครื่องตรวจสอบหมู่เลือดอัตโนมัติ เครื่องให้เลือดอัตโนมัติ เป็นต้น และครูได้ให้นักเรียนที่คิดสิ่งประดิษฐ์แตกต่างจากเพื่อนมานำเสนอหน้าชั้นเรียน เพื่อเสริมแรงให้นักเรียนที่มีความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างสิ่งประดิษฐ์ที่นักเรียนออกแบบตู้นิรภัยที่ใช้การเจาะเลือดให้มีหมู่เลือดเดียวกันจึงจะเปิดได้ ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างสิ่งประดิษฐ์ที่นักเรียนรหัส 8 ออกแบบตู้นิรภัย
ในกิจกรรมนักออกแบบ

ผู้วิจัยพบว่าการใช้กิจกรรมนักออกแบบ นักเรียนออกแบบสิ่งประดิษฐ์ที่แนวคิดมาจากหมู่เลือดได้แตกต่างจากคำตอบของเพื่อนได้ เป็นการส่งเสริมความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ได้ดี

แนวทางในเลือกใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน พบว่าในองค์ประกอบความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์สามารถใช้เทคนิคความคิดหลักปัจจัยสี่ขาด และเทคนิคการชะลอการตัดสินใจ ในชั้นอธิบาย และใช้เทคนิคการสร้างทางเลือกและเทคนิคการกระตุ้นสุม ในชั้นขยายความรู้ ในองค์ประกอบความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ สามารถใช้เทคนิคความคิดหลักปัจจัยสี่ขาด และเทคนิคการชะลอการตัดสินใจ ในชั้นอธิบาย และใช้เทคนิคการสร้างทางเลือกและเทคนิคการกระตุ้นสุม ในชั้นขยายความรู้ และในองค์ประกอบความรู้ริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ใช้เทคนิคการทำทาย เทคนิคพลิกกลับ และเทคนิคอุปมาอุปไมย ในชั้นขยายความรู้ และใช้เทคนิคการออกแบบ ในชั้นนำความรู้ไปใช้ พบว่านักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนามากขึ้นโดยการสังเกตจากคำตอบของนักเรียนที่มีปริมาณมากขึ้น หลากหลายประเภทมากขึ้น และซ้ำกับคำตอบของเพื่อนน้อยลง

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยา มีความมุ่งหมายของงานวิจัย สมมติฐานในงานวิจัย วิธีดำเนินการวิจัย สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ ดังนี้

ความมุ่งหมายของงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยา
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยา
3. เพื่อหาแนวทางในเลือกใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบในการการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.51) ขึ้นไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินงานแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดกลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนสายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2563 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 3 ห้อง รวม 57 คน โดยการเลือกแบบเจาะจงเป็นนักเรียนสายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาสภาพปัญหา

ในการศึกษาเบื้องต้น (Preliminary study) เพื่อสำรวจสภาพปัญหา ดำเนินการดังนี้

1. สร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาผ่านผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และการวัดประเมินผลการศึกษา จำนวน 3 ท่าน นำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ย เลือกใช้เพียง 4 ข้อที่ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องผ่านเกณฑ์

2. นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนเรื่อง การรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิตมาแล้ว จำนวน 30 คน ใช้เวลา 40 นาที จากนั้นหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เท่ากับ 0.998

3. นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้เรียนวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม จำนวน 74 คน พบว่านักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบที่ต่ำกว่าร้อยละ 50 คือ ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ส่วนความคิดละเอียดลออทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบเดียวที่นักเรียนมีร้อยละเฉลี่ย สูงกว่าร้อยละ 50 แสดงว่าการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมายังไม่สามารถพัฒนาให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านเกณฑ์ใน 3 องค์ประกอบแรก

ขั้นตอนที่ 3 การสร้างเครื่องมือวิจัย

เครื่องมือในงานวิจัยนี้มีทั้งหมด 4 เครื่องมือ ดังนี้

1. หน่วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ 5 แผน แผนละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที จัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการ

เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ มีเนื้อหา 3 เรื่อง คือ ระบบหายใจ ระบบหมุนเวียนเลือด และระบบน้ำเหลือง ผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน มีดัชนีความสอดคล้องผ่านเกณฑ์ และความเหมาะสมด้านการใช้ภาษาและการนำไปใช้ผ่านเกณฑ์ ซึ่งมีแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปใช้จริง

2. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนนตามแนวคิดของฐและเอติย์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผ่านตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน มีดัชนีความสอดคล้องผ่านเกณฑ์และความเหมาะสมผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ทำการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนเรื่อง ระบบหายใจ ระบบหมุนเวียนเลือด และระบบน้ำเหลือง มาแล้ว จำนวน 30 คน จากนั้นคำนวณหาค่าดัชนีความยากรายข้อและค่าดัชนีอำนาจจำแนกรายข้อ และเลือกใช้จริงจำนวน 4 ข้อ โดยมีดัชนีความยาก 0.54-0.66 และอำนาจจำแนก 0.55-0.67 ผ่านเกณฑ์ และมีความเชื่อมั่นสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ 0.805

3. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เป็นข้อสอบแบบปรนัย เรื่อง ระบบหายใจ ระบบหมุนเวียนเลือด และระบบน้ำเหลือง จำนวน 30 ข้อ ผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน มีดัชนีความสอดคล้องผ่านเกณฑ์ จากนั้นนำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนเรื่อง ระบบหายใจ ระบบหมุนเวียนเลือด และระบบน้ำเหลือง มาแล้ว จำนวน 30 คน เพื่อนำมาวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ พบว่าแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความยาก 0.45-0.50 ค่าอำนาจจำแนก 0.32-0.70 ผ่านเกณฑ์ และค่าความเชื่อมั่น (KR-20) มีค่าเท่ากับ 0.814

4. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ วัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ 4 ด้าน คือ ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ ด้านการใช้สื่อการเรียนรู้ และด้านการวัดผลและประเมินผล ด้านละ 5 ข้อ รวม 20 ข้อ โดยใช้มาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ ผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้องและความเหมาะสมมากเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ขั้นตอนที่ 4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยแบบผสมวิธี (Mixed methods research) แบบแผนคู่ขนาน (Convergent design) (Creswell & Plano Clark, 2018, p. 105) โดยทำการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ เก็บข้อมูลก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้จากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเก็บข้อมูลก่อนหลังการจัดการเรียนรู้จากแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ และเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative research) เก็บข้อมูลระหว่างการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ และเก็บข้อมูลหลังการจัดการเรียนรู้จากการตรวจใบกิจกรรม

ขั้นตอนที่ 5 การจัดกระทำข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มาตรวจด้วยเกณฑ์การให้คะแนน ที่สร้างขึ้นทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ตรวจให้คะแนนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคำตอบที่ผู้วิจัยเฉลยทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน และรวบรวมแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่ทำโดยนักเรียน บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ และตรวจให้คะแนนใบกิจกรรม เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ

สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัย สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยภาพรวมและรายองค์ประกอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงที่สุด รองลงมาคือความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ตามลำดับ
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากโดยภาพรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ซึ่งด้านการวัดผลและประเมินผลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาคือด้านการจัดการเรียนรู้และด้านบรรยากาศการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน และด้านการใช้สื่อการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด

5. แนวทางในเลือกใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ

5.1 เทคนิคความคิดหลักปัจจัยชี้ขาด (Dominant ideas and crucial factors) เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนคิดพิจารณาแนวคิดหลักและปัจจัยสำคัญต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ในชั้นอธิบาย ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ และความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์

5.2 เทคนิคการชะลอการตัดสินใจ (Suspended judgment) เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนคิดพิจารณาสิ่งต่าง ๆ อย่างรอบด้าน ไม่รีบร้อนในการตัดสินใจ ในชั้นอธิบาย ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ และความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์

5.3 เทคนิคการทำทลายสมมติฐาน (Challenging assumptions) เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนตั้งสมมติฐานที่แตกต่างจากเพื่อน ในชั้นขยายความรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์

5.4 เทคนิคพลิกกลับ (The reversal method) เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนคิดกลับในการเปลี่ยนกลับขั้นตอนต่าง ๆ ที่เคยทำมา จนได้ทางเลือกในมุมมองใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม ในชั้นขยายความรู้ เพื่อส่งเสริมความริเริ่มทางวิทยาศาสตร์

5.5 เทคนิคอุปมาอุปไมย (Analogies) เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนคิดเปรียบเทียบสถานการณ์ที่เกิดขึ้นไปเปรียบเทียบกับบางสิ่งบางอย่าง ในชั้นขยายความรู้ เพื่อส่งเสริมความริเริ่มทางวิทยาศาสตร์

5.6 เทคนิคการสร้างทางเลือก (The generation of alternative) เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบที่หลากหลายทางเลือกให้มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ ไม่ยึดติดกับคำตอบใดคำตอบหนึ่ง ในชั้นขยายความรู้ เป็นการส่งเสริมได้ทั้งความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์

5.7 เทคนิคการกระตุ้นสุ่ม (Random stimulation) เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้เพื่อเป็นการสรุปบทเรียนหรือขยายบทเรียน โดยนักเรียนเชื่อมโยงคำที่สุ่มมาแล้วเขียนบรรยายความสัมพันธ์โดยการคิดจินตนาการที่เป็นไปได้หรือสอดคล้องกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชั้นขยายความรู้ เพื่อส่งเสริมได้ทั้งความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์

5.8 เทคนิคการออกแบบ (Design) เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนออกแบบ ปรับปรุงสิ่งที่มียู่ หรือประดิษฐ์สิ่งของที่ใหม่ ๆ ที่ไม่ซ้ำกับสิ่งที่มียู่ ในขั้นนำความรู้ไปใช้ เพื่อส่งเสริมให้เกิดความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์

อภิปรายผล

ประเด็นที่ผู้วิจัยนำมาทำการอภิปรายผลมี 4 ประเด็น ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยภาพรวมและรายองค์ประกอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยกระตุ้นให้แสดงความคิดเห็นที่หลากหลายอย่างต่อเนื่อง มีการเปิดโอกาสให้คิดอย่างเป็นอิสระ กล้าแสดงความคิดเห็นในการทำกิจกรรมต่าง ๆ จากการจัดกิจกรรมการถามคำถาม การแก้ปัญหา และสร้างผลงาน ทำให้นักเรียนได้รับการกระตุ้นให้แสดงความคิดอย่างอิสระ กล้าคิดกล้าทำ จึงนำไปสู่พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (บุญรัตน์ จันทร, 2558, น. 91-95) อีกทั้งเทคนิคการคิดนอกกรอบของเดอ โบโน (De Bono, 1982, pp. 16-17) ทำให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นผลมาจากลักษณะการคิดออกไปจากขอบเขตของความคิดเดิม และจากการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถามของนักเรียนพบว่านักเรียนตอบคำถามได้ปริมาณมากขึ้น หลากหลายแนวทางมากขึ้น และซ้ำกับเพื่อนน้อยลง ทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ สอดคล้องกับงานวิจัยของเพ็ญภา บุญวงศ์ (2557, น. 136) ที่ได้พัฒนารูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยประยุกต์ทฤษฎีการคิดนอกกรอบของเดอโบโน กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม เนื่องจากเทคนิคการคิดนอกกรอบสามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ เช่นเดียวกับงานวิจัยของภาณี เทพหนู (2546, น. 71) ที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยกิจกรรมพัฒนาการคิดนอกกรอบ พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากกิจกรรมพัฒนาการคิดนอกกรอบฝึก

ให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดคำตอบออกมาได้จำนวนมาก หลากหลายมุมมอง คิดได้แปลกใหม่ไม่ซ้ำกับคนอื่น และคณะ ไซติจันทิก (2548, น. 51) ได้ทำการศึกษาผลของการสอนคิดนอกกรอบในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ เนื่องจากการสอนคิดนอกกรอบมีความสอดคล้องกับองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ โดยในงานวิจัยนี้พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ที่สูงที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์พิจารณาจากจำนวนความคิดของนักเรียนภายในระยะเวลาที่กำหนด จะถูกกระตุ้นด้วยเทคนิค ต่าง ๆ จากการเรียนรู้ได้ง่ายกว่า และเมื่อได้รับการส่งเสริมไปเรื่อย ๆ ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนสามารถคิดคำตอบได้จำนวนที่มากขึ้น ส่วนความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เนื่องมาจากความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นทักษะที่ต้องเปรียบเทียบกับร้อยละของคำตอบที่ซ้ำกับนักเรียนอื่น รวมทั้งเกณฑ์การประเมินความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ที่ตั้งขึ้นอาจยากเกินไปสำหรับการพัฒนาในระยะเวลาอันสั้น การให้ผู้เรียนคิดแปลกใหม่ที่ต่างไปจากเดิมน่าจะต้องอาศัยระยะเวลาในการส่งเสริมมากกว่านี้ และฝึกให้นักเรียนได้มองมุมใหม่ มองมุมกลับ และปรับมุมมองให้มากขึ้น

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้นเสาะหา สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ มาเผชิญหน้า ดังนั้นการที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552, น. 83-83; สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2554, น. 210-212) จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยที่ใช้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน ทำให้นักเรียนได้นักเรียนต้องวางแผน กำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสังเกตหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ซึ่งวิธีการตรวจสอบ ทำได้หลายวิธี ได้แก่ สืบค้นข้อมูล หรือ ทำกิจกรรมทดลอง เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างพอเพียง ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียน ตรวจสอบปัญหาและดำเนินการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ส่งผลให้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของเพ็ญธิดา บุญวงษ์ (2557, น. 126) ที่ได้ พัฒนารูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดย ประยุกต์ทฤษฎีการคิดนอกกรอบของเดอโบโน กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดการ เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของกลุ่มทดลอง สูงกว่ากลุ่มควบคุม หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิด นอกกรอบแล้วพบว่านักเรียนเกิดการใช้ความคิดออกไปจากกรอบความคิดเดิม ส่งเสริมให้นักเรียน ได้ค้นคว้า อภิปราย อ้างเหตุผล ทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความรู้และความเข้าใจในเนื้อหา สอดคล้องกับงานวิจัยของภาณี เทพหนู (2546, น. 71) ที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยกิจกรรม พัฒนาการคิดนอกกรอบ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอก กรอบมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมาก สอดคล้องกับ สมมติฐานข้อที่ 3 ทั้งนี้เนื่องมาจากการส่งเสริมให้เกิดความพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ต้องคำนึงถึง ความต้องการทางด้านร่างกาย ความต้องการความมั่นคงปลอดภัย ความต้องการทางสังคม ความ ต้องการที่จะได้รับการยกย่องหรือมีชื่อเสียง และความต้องการที่จะได้รับความสำเร็จในชีวิตด้วย ความพึงพอใจในการเรียน จะมีความสัมพันธ์กันในทางบวก กิจกรรมที่นักเรียนได้ปฏิบัตินั้น ทำให้นักเรียนได้รับการตอบสนองความต้องการทางด้านร่างกายและจิตใจเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้เกิด ความสมบูรณ์ของชีวิตที่ครูจะคำนึงถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ในการเสริมสร้างความพึงพอใจในการ เรียนรู้ให้กับนักเรียน (Maslow, 1970, pp. 69-80) ในงานวิจัยนี้ นักเรียนได้เรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ ซึ่งในชั้นเรียนนักเรียนได้มีโอกาสในการสืบเสาะหาความรู้ ด้วยตนเอง และได้ฝึกกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ผ่านเทคนิคต่าง ๆ จึงทำให้เกิด บรรยากาศการเรียนที่สนุกสนาน ผ่อนคลาย และกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี อีก

ทั้ง ผู้วิจัยคำนึงถึงความมั่นคงปลอดภัยโดยงานวิจัยนี้ไม่มีผลต่อคะแนนของนักเรียน และผู้วิจัยยกย่องชมเชยนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ดีและมีการให้กำลังใจกับนักเรียนที่มีแนวโน้มในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น น่าจะส่งผลให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจในการเรียน ทำให้นักเรียนมีความพอใจในทุกด้านอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของเรณู วาริศรี และนิตยา เปลื้องนุช (2555, น.154) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืชโดยใช้การสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry cycle) ที่มีต่อทักษะการสื่อความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยสะท้อนความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับความพึงพอใจมากเช่นกัน นอกจากนี้เมื่อพิจารณาองค์ประกอบรายด้านพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบมีความพึงพอใจในด้านการวัดผลและประเมินผลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาคือด้านการจัดการเรียนรู้และด้านบรรยากาศการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน และด้านการใช้สื่อการเรียนรู้มีค่าน้อยที่สุด สาเหตุที่ความพึงพอใจด้านการวัดผลและประเมินผลมากที่สุด เพราะรายการประเมินการวัดและประเมินผลเป็นไปตามจุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ เกณฑ์การวัดและประเมินผลมีความชัดเจนและยุติธรรม และการวัดประเมินผลที่ใช้มีหลากหลายวิธีมีระดับความพึงพอใจมากที่สุด ส่วนด้านการจัดการเรียนรู้มีระดับความพึงพอใจมาก เนื่องจากรายการประเมินการจัดการเรียนรู้มีลำดับขั้นตอนต่อเนื่อง การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง และการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ มีระดับความพึงพอใจมาก ส่วนด้านบรรยากาศการเรียนรู้มีระดับความพึงพอใจมาก เนื่องจากรายการประเมินบรรยากาศการเรียนรู้มีการเสริมแรงทางบวก เช่น คำชม การให้รางวัล เป็นต้น บรรยากาศการเรียนรู้ช่วยสร้างความสนใจใฝ่รู้ให้กับนักเรียน และบรรยากาศการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้การจัดการเรียนรู้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ มีระดับความพึงพอใจมาก ส่วนด้านการใช้สื่อการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด เนื่องจากรายการประเมิน สื่อการเรียนรู้มีความน่าสนใจ สื่อการเรียนรู้ช่วยให้สามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ และสื่อการเรียนรู้ทันสมัยเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัจจุบันมีระดับความพึงพอใจมาก อาจเกิดจากสื่อการเรียนรู้ที่ยังไม่สามารถดึงดูดใจนักเรียนได้มากพอ

4. แนวทางในเลือกใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ ผู้วิจัยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน และใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบของเดอ โบโน มาสอดแทรกในขั้นตอนคือ ขั้นตอนอธิบาย ขั้นขยายความรู้ และขั้นการนำความรู้ไปใช้ โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของเทคนิคตามลำดับขั้นของกระบวนการทางปัญญาด้านพุทธิพิสัยของบลูมที่ปรับปรุงโดยแอนเดอสันและครัทวอล แบ่งเป็น 6 ขั้น คือ จำ เข้าใจ ประยุกต์ใช้ วิเคราะห์ ประเมินค่า และคิดสร้างสรรค์ (Anderson & Krathwohl, 2001, pp. 66-69) และคำนึงถึงการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในการส่งเสริมความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ เทคนิคการคิดนอกกรอบที่สามารถนำไปใช้ได้ ประกอบด้วย เทคนิคความคิดหลักปัจจัยชี้ขาด เทคนิคการสร้างทางเลือก และเทคนิคการกระตุ้นส้อม โดยสามารถนำไปแทรกใช้ในขั้นตอนอธิบายและขยายความรู้ ในการส่งเสริมความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ เทคนิคการคิดนอกกรอบที่สามารถนำไปใช้ได้ ประกอบด้วย เทคนิคความคิดหลักปัจจัยชี้ขาด เทคนิคการสร้างทางเลือก และเทคนิคการกระตุ้นส้อม โดยสามารถนำไปแทรกได้ในขั้นตอนอธิบายและขยายความรู้ และ การส่งเสริมความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์เทคนิคการคิดนอกกรอบที่สามารถนำไปใช้ได้ ประกอบด้วยเทคนิคการทำทายสมมติฐาน เทคนิคพลิกกลับ เทคนิคอุปมาอุปไมย เทคนิคการออกแบบ โดยสามารถนำไปแทรกได้ในขั้นขั้นขยายความรู้และขั้นนำความรู้ไปใช้ ผลการวิจัยทำให้ได้ข้อค้นพบว่า บางเทคนิคส่งเสริมได้ 2 องค์ประกอบ โดยสามารถแทรกในขั้นตอนอธิบายและขยายความรู้ เช่น เทคนิคความคิดหลักปัจจัยชี้ขาด เทคนิคการสร้างทางเลือก และเทคนิคการกระตุ้นส้อม และมีบางเทคนิคที่สามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้เพียง 1 องค์ประกอบเท่านั้น เช่น เทคนิคการทำทายสมมติฐาน เทคนิคพลิกกลับ เทคนิคอุปมาอุปไมย เทคนิคการออกแบบ สอดคล้องงานวิจัยของเพ็ญภา บุญวงศ์ (2557, น. 126) ที่ได้พัฒนารูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยประยุกต์ทฤษฎีการคิดนอกกรอบของเดอโบโน กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ใช้เทคนิคความคิดหลักปัจจัยชี้ขาดในขั้นตอนอธิบาย ใช้เทคนิคการทำทาย เทคนิคพลิกกลับ และเทคนิคอุปมาอุปไมย ในขั้นขยายความรู้ และใช้เทคนิคการออกแบบ ในขั้นนำความรู้ไปใช้ สอดคล้องกับงานวิจัยของภาณินี เทพหนู (2546, น. 70) ที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่

เรียนด้วยกิจกรรมพัฒนาการคิดนอกกรอบในขั้นนำไปใช้ และการส่งเสริมองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ คณารักษ์ โชติจันทร์ (2548, น. 51) ที่ใช้เทคนิคการสร้างทางเลือก เทคนิคการกระตุ้นแบบสุ่ม ในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ ส่วนเทคนิคการเลื่อนการตัดสินใจ และเทคนิคพลิกกลับในการส่งเสริมความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ จากการสังเกตการตอบคำถามของนักเรียนพบข้อจำกัดของใช้เทคนิคที่มีการใช้คำถามเข้ามาเกี่ยวข้อง หากคำถามแคบหรือกว้างเกินไปนั้นส่งผลต่อความคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนลดลง ดังนั้นครูควรตั้งคำถามให้เหมาะสมโดยอาจทดลองใช้คำถามกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษาก่อนนำมาใช้จริง จากการสังเกตการณ์ตอบคำถามของนักเรียน พบว่าเทคนิคที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ดีที่สุด คือ เทคนิคความคิดหลักปัจจัยชี้ขาด สังเกตจากนักเรียนตอบคำถามได้จำนวนมากที่สุด เทคนิคที่ส่งเสริมความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ได้ดีที่สุด คือ เทคนิคการสร้างทางเลือก สังเกตจากนักเรียนตอบคำถามได้หลากหลายทิศทางมากที่สุด และเทคนิคที่ส่งเสริมความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ได้ดีที่สุด คือ เทคนิคการสร้างทางเลือก สังเกตจากคำตอบที่ซ้ำกันน้อย

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย

1.1 จากผลการวิจัย พบว่าคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในองค์ประกอบความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนน้อยที่สุด ครูจึงควรเพิ่มกิจกรรมให้นักเรียนได้คิดที่แตกต่างจากเพื่อน โดยอาจมีการใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบเพิ่มเติมจากที่กำหนดในแผนการจัดการเรียนรู้

1.2 จากผลคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ พบว่า นักเรียนที่มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาน้อย มีแนวโน้มคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์น้อยไปด้วย ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้นี้จึงควรมุ่งเน้นให้นักเรียนเข้าใจองค์ความรู้ควบคู่ไปกับการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ครูอาจเพิ่มให้ผู้เรียนได้สะท้อนคิด อธิบายองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องให้บ่อยครั้งขึ้น เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนมีความรู้ที่เพียงพอในการต่อยอดในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้

1.3 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในงานวิจัยนี้ เป็นการส่งเสริมและวัดในเนื้อหาทางชีววิทยาที่เฉพาะเจาะจง จึงอาจทำให้มีกรอบของเนื้อหาที่กำหนดจำนวนความคิดและความแปลกใหม่ของความคิดของนักเรียนได้ การใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนตอบสนองต่อการตอบคำถามของนักเรียน จึงควรมีการศึกษาแนวทางหรือรูปแบบการใช้คำถามที่ส่งผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มเติม

2. ข้อเสนอแนะในงานวิจัยครั้งต่อไป

2.1 งานวิจัยนี้ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกับเทคนิคการคิดนอกกรอบได้ทำการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน โดยไม่ได้มุ่งเน้นการศึกษาพัฒนาการของนักเรียน หากมีการวิจัยในครั้งต่อไปควรเพิ่มเติมการศึกษาในเชิงพัฒนาการของนักเรียนให้เห็นพัฒนาการเป็นรายบุคคลเพื่อสามารถรับรู้ข้อจำกัด หรือแบ่งกลุ่มเฉพาะในการพัฒนานักเรียนได้ดียิ่งขึ้น

2.2 จากการสังเกตคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่ามีนักเรียนบางคนที่มีความโดดเด่น ในการต่อยอดงานวิจัยควรทำการศึกษาที่นักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดดเด่นไปศึกษาต่ออย่างละเอียดเป็นกรณีศึกษา (Case study) หรือ การวิจัยเชิงปรากฏการณ์นิยม (Phenomenological research) เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกในการนำไปใช้พัฒนานักเรียนต่อไป

บรรณานุกรม

- Ahmar, D. S., Ramlawaty, Masri, M., & Ahmar, A. S. (2017). Relationship between Prior Knowledge and Creative Thinking Ability in Chemistry. *International Journal of Science Education*, 6(3), 18-25
- Akben, N. (2015). The Effect of Open Inquiry-Based Laboratory Activities on Prospective Teachers' Misconceptions about Matter. *International Online Journal of Educational Sciences*, 7(3), 164 - 178.
- Aktamis, H., Permez, S., Can, T., & Ergin, O. (2005). *Developing Scientific Creativity Test*. University of Dokuz Eylul, Fen Bulumu.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.
- Ayas, M. B., & Sak, U. (2013). A New Measure of Scientific Creativity. *Psychological Test and Assessment Modeling*, 55(3).
- Barrett, B. S., Moran, A. L., & Woods, J. E. (2014). Meteorology Meets Engineering: An Interdisciplinary STEM Module for Middle and Early Secondary School Students. *International Journal of STEM Education*, 1(1), 16.
- Bergman, J. (1996). *Understanding Educational Measurement and Evaluation*. Boston: Houghton Mifflin.
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives, The Classification of Educational Goals – Handbook I: Cognitive Domain*. New York: McKay.
- Bobirca, A., & Draghici, A. (2011). Creativity and Economic Development. *World Academy of Science Engineering and Technology International Journal of Economics and Management Engineering*, 5.
- Brunsell, E. (2010). The Five Features of Science Inquiry: How do you know? Retrieved from <https://www.edutopia.org/blog/teaching-science-inquiry-based>
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM Education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 32.

- Carin, A. A., & Sund, R. B. (1980). *Teaching Science Through Discovery*. Columbus, OH Charles E. Merrill.
- Ceran, A. S., Güngören, S. Ç., & Boyacıoğlu, N. (2014). Determination of Scientific Creativity Levels of Middle School Students and Perceptions through their Teachers. *European Journal of Research on Education* (Special Issue: Contemporary Studies in Education).
- Chelang, C. (2014). Effects of Practical Investigation on Scientific Creativity amongst Secondary Schools Biology Students in Kericho District, Kenya. *Journal of Education and Practice*, 5(8).
- Cheng, V. M. Y. (2004). Developing Physics Learning Activities for Fostering Student Creativity in Hong Kong Context. *Asia – Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 5(2).
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and Conducting Mixed Methods Research* (3rd ed.). Los Angeles SAGE.
- Cronbach, L. J. (1990). *Essentials of psychological testing* New York: Harper Collins Publisher.
- De Bono, E. (1982). *Lateral thinking : A Text book of Creativity*. Harondswort: Penquin Book.
- Dippo, C., & Kudrowitz, B. (2015). *The Effects of Elaboration in Creativity Tests as It Pertains to Overall Scores and How It Might Prevent a Person From Thinking of Creative Ideas during The Early Stages of Brainstorming and Idea Generation*. Paper Presented at The ASME 2015 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference.
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding The 5E Model: A Proposed 7E Model Emphasizes "Transfer of Learning" and The Importance of Eliciting Prior Understanding. *The Science Teacher*, 70(6), 56-59.
- Feist, G. J. (2011). *Creativity in science, Encyclopedia of creativity*. San Diego: Academic Press.
- Ford, B. C. (1976). "An Evaluation of Creativity Train Activity with Mentally Retarded

- Youngster". *Dissertation Abstracts international*, 36.
- Fromm, E. (1963). *The Creative and Psychological Health*. New York: D. Van Nostrand.
- Godin, B. (2007). What Is Science? Defining Science by the Numbers, 1920-2000.
Retrieved from http://www.csiic.ca/PDF/Godin_35.pdf
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of Education*. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Guilford, J. P. (1956). The Structure of Intellect. *Psychological Bulletin*, 53.
- Harrisberher, L. (1973). *Self Paced Individually Describe Instruction: Personalized System of Instruction*. Philippines: W.A. Benjamin, Inc.
- Hartman, J. A. (1995). *Associations for Childhood Education International* Wheaton Md.
- Hoenby, A. S., Cowie, A. P., & Lewis, J. W. (2000). *Oxford Advanced Learner's Dictionary of Current English*. Oxford: Oxford University Press.
- Houston, R. W., Loye, H., Howard, J., Don, E., Ann, P., & Sarah, w. (1972). *Developing Instructional Module*. Texas University of Houston.
- Hu, W., & Adey, P. (2002). A Scientific Creativity Test for Secondary School Students. *International Journal of Science Education*, 24, 389-403.
- JONG, M. Y., CHEN, W., TSE, A. C., LEE, F.-L., & LEE, J. H. M. (2010). Using Posting Templates for Enhancing Student' Argumentative Elaborations in Computer-Supported Collaborative Inquiry Learning. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 5(3), 275-294.
- Kamonjo, W. F., Okere, O. M., & Wachanga, W. S. (2015). A Correlation Study of Secondary Students Academic Achievement in Chemistry and Their Scientific Creativity in Chemistry. *International Journal of Scientific Research and Innovative Technology*, 2(5).
- Kapfer, P., & Kapfer, M. (1972). *Instructional to Learning Package in American Education*. New Jersey: Education Technology Publication, Englewood Cliffs.
- Katz, L. G., & Chard, S. C. (1994). *Engaging Children's Minds: The Project Approach*. New Jersey Ablex Publishing.
- Kind, P. M., & Kind, V. (2007). Creativity in Science Education: Perspectives and Challenges for Developing School Science. *Studies in Science Education*, 43, 1-7.

- Liang, J.-C. (2002). *Exploring Scientific Creativity of Eleventh Grade Students in Taiwan*. (Doctor of Philosophy). The University of Texas at Austin (Faculty of the Graduate School).
- Lim, B. (2015). A Discussion on Creativity and Design Education in Singapore and Malaysia. . *Journal of Research in Humanities and Social Science*, 3, 56-61.
- Madden, M. E., Baxter, M., Beauchamp, H., Bouchard, K., Habermas, D., Huff, M., & Plague, G. (2013). Rethinking STEM Education: An Interdisciplinary STEAM Curriculum. *Procedia Computer Science*, 20, 541-546.
- Marshall, J. C., & Lyde Wesley, H. (1971). *Classroom Test Construction*. Massachusetts: Addison – Wesley.
- Maslow, A. (1970). *Motivation and Personality* New York: Harpers and Row.
- Mednick, S. A. (1962). The Associative Basic of the Creative Process. *Psychological Review*, 69.
- Moravesik, M. J. (1981). "Creative in Science Education". *Science Education*, 65, 221-225.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. Washington D.C.: National Academy Press
- Okere, M. I. O. (1986). *Inquiry and National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. . (PhD Thesis). University of London.
- Partnership for 21st Century Skills. (2016). P21 Framework Definitions. Retrieved from <http://www.p21.org/storage/documents/P21-Framework-Definitions.pdf>
- Plitz, A., & Sund, R. (1970). *Creative Teaching of Science in the Elementary School*. Boston: Allyn and Bacon, Inc.
- Tang, P. C. (1986). On Creativity and The Structure of Science, Essays on Creativity and Science. *Proceedings of The Creativity and Science Conference*, 167-173.
- Thurber, W. A., & Collete, A. T. (1964). *Teaching Science in Today's Secondary Schools*. Boston: Allyn and Bacon.
- Tofoya, E. D., Sunal, W., & Knecht, P. (1980). Assessing Inquiry Potential: A tool for Curriculum Decision Making. *School Science and Mathematics*, 80(1), 43-48.
- Torrance, E. P. (1962). *Guiding Creative Talent*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

- Torrance, E. P. (1972). Can We Teach Children to Think Creativity? . *Journal of Creative Behavior*, 6.
- Usta, E., & Akkanat, C. (2015). Investigation Scientific Creativity Level of Seventh Grade Students. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 191, 1408 – 1415.
- Wallach, M. A., & Kogan, N. (1965). *Modes of Thinking in Young Children : A Study of the Creativity-Intelligence Distinction*. New York: Rinehart and Winston.
- Wasnton, N. (1968). *Teaching Science Creatively*. Philadelphia: W.B. Saunders Company.
- Whitney, D. R., & Sabers, D. L. (1970). Improving Essay Examinations III: Use of item analysis. *Technical Bulletin*, 11.
- Williams, F. E. (1972). *Classroom Ideas for Encouraging Thinking and Feeling*. New York: D.O.K. Publishing, Co.
- Wu, H., & Hsich, C. (2006). Developing Sixth Grades' Inquiry Skills to Construct Explanations in Inquiry-based Learning Environments. *International Journal of Science Education*, 28(11), 1289.
- Yang, K., Lin, S., Hong, Z., & Lin, H. (2016). Exploring the Sssessment of and Relationship between Elementary Student's Scientific Creativity and Science Inquiry. *Creativity Research Journal*, 28(1).
- กนกวรรณ เหลืองทอง. (2549). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์. (สารนิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์. (2558). 5 คุณลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ สืบค้นจาก http://sciedcenter.swu.ac.th/Portals/25/Documents/News/5%20Essential%20features%20of%20inquiry_Kamonwan.pdf?timestamp=143444000
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2561. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กระทรวงอุตสาหกรรม. (2559). ยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560 - 2579). . สืบค้นจาก <http://www.industry.go.th/psd/index.php/2016-05-02-05-17->

[59/item/10820-4-0-20-2560-2579](#)

กัลยา ภูทัตโต. (2558). ผลการใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อมโนทัศน์ทางเคมีและความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

กาญจนา เกียรติประวัติ. (2524). วิธีการสอนทั่วไปและทักษะการสอน. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนา.

กานดา ชาสวัสดิ์. (2550). รายงานผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ.

กิติภูมิ เลิศกิตติกุลโยธิน. (2550). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (สารนิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

กุลธิดา พลเยี่ยม. (2552). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2554). การคิดเชิงสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: ชัดเชสมี่เดีย

เกษม สหายวิทย. (2543). ระเบียบวิธีวิจัย (พ. 3 Ed.). นครสวรรค์: โรงพิมพ์นิวเสรินทร์.

คนารักษ์ ไซติจันท์. (2548). ผลของการสอนคิดนอกกรอบในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ควรนท์ ธาตุทอง. (2550). เทคนิคการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา. นครปฐม: เพชรเกษม การพิมพ์.

จันทิมา เมยประโคน. (2555). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจในการเรียนวิชาศิลปะ เรื่อง การสร้างสรรค์จากเศษวัสดุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

- จารุวรรณ เทวกุล. (2554). ความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนของนักเรียนระดับ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทพาณิชยกรรม ชั้นปีที่ 1 ชั้นปีที่ 2 ชั้นปีที่ 3 วิทยาลัย
อาชีวศึกษาฉะเชิงเทรา จังหวัดฉะเชิงเทรา. (สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ.
- จำรัส อินทลาภาพร. (2558). การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการ
จัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับครูระดับประถมศึกษา. *Veridian E-journal*, 8(2),
714-736
- ฉันทนา กองทองกาย. (2553). การใช้ชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนปิ่นสร้อยแยลสวิทยาลัย. (วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- ช่อรัก วงศ์สวรรค์. (2563). ความคิดสร้างสรรค์ระดับบุคคลและระดับกลุ่มของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็น
เอ. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). 80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ:
แดเนียล อินเทอร์เน็ตปอเรชั่น.
- โชติกา ภาษีผล, ณัฐภรณ์ หลาวทอง, และกมลวรรณ ตังธนากานนท์. (2558). การวัดและประเมินผล
การเรียนรู้. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัฐภรณ์ หลาวทอง. (2546). ประเมินจิตพิสัย สุวิมล ว่องวาณิช ประเมินผลการเรียนรู้แนวใหม่.
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัฐธิดา เต็มสินวาณิช. (2550). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถ
ด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอน
แบบร่วมมือ. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ,
กรุงเทพฯ.
- ดิลก ดิลกานนท์. (2534). “การฝึกทักษะการคิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์”. (ปริญญา
การศึกษาดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ทศนา แหมมณี. (2559). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ
(พิมพ์ครั้งที่ 20). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีระศักดิ์ แสงสัมฤทธิ์. (2531). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียน
วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนด้วยบทเรียนสื่อประสม

แบบการสอน ตามคู่มือครูสสวท. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาวิทยาลัย). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ., กรุงเทพฯ.

นพเก้า ณ พัทลุง. (2548). การจัดการเรียนการสอนภาษาอังกฤษระดับประถมศึกษา. สงขลา มหาวิทยาลัยทักษิณ.

นรารดี จ้อยรุ่ง. (2559). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและทักษะกระบวนการกลุ่มของนักเรียนสายวิทยาศาสตร์พิเศษ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

นริศรา วรณโกษิตย์, และพรทิพย์ ศิริภักทราชัย. (2559). ผลการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ. การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ราชานีวิชาการ ครั้งที่ 1 “สร้างเสริมสหวิทยาการผสมผสานวัฒนธรรมไทย ก้าวอย่างมั่นใจเข้าสู่ AC.

นัฐยา ทองจันทร์, และพงษ์ศักดิ์ แป้นแก้ว. (2559). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโดยการจัดการเรียนรู้แบบระดมสมอง. วารสารบัณฑิตวิจัย, 7(1).

บัวซ้อน ตำมะ. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์และชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบความรู้. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2549). การวัดและการประเมินผลการเรียน. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ภาควิชาศึกษาศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

บุญรัตน์ จันท. (2558). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุลกล โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 5 ขั้น. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

บุญลอย มุลน้อย. (2560). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ที่เพิ่มทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, พิษณุโลก.

บุศรา จิตวรรณ. (2551). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน ช่วงชั้นที่

4 ที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์สร้างสรรค์ .

(วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

เบญจมาศ อยู่เป็นแก้ว. (2547). การสอนแบบบูรณาการ. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์พัฒนาการเรียนรู้.

ประจิต นามโคตร. (2530). การสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ประทุม อัตต. (2547). ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปรียาภรณ์ ทองมาก. (2537). การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติ ทาง

วิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 3 ที่เคยเรียนและไม่เคยเรียนรายวิชาเลือกเสรีเกี่ยวกับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์.

(วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ปวีณา วิชนี, เชษฐ ศิริสวัสดิ์, สพลณภัทร ศรีแสนรงค์, และลักษณมิ่งคล ภาวธนา. (2558).

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการ

เรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับการใช้เทคนิคเกม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 4. *Veridian E-journal*, 8 (2), 450-462.

ปาริสา ผ่องพันธุ์งาม. (2550). ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (รายงานการค้นคว้า

อิสระปริญญาโทบริหารการศึกษา). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

พรทิพย์ ศิริภักตราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. วารสาร นัก

บริหาร, 33(2), 49-56.

พรรณี เกษกมล. (2534). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์. สารพัฒนาหลักสูตร, 21.

พรรณี ชูทัย เชนจิต. (2538). จิตวิทยาการเรียนการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ต้นอ้อ แกรมมี.

พระมานพ ญาณธมโม. (2559). ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนวิชา

พระพุทธศาสนาของพระสอนศีลธรรมในอำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี. วารสารสมาคมศิษย์เก่า

มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, 5(1), 10-11.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 8).

กรุงเทพฯ: เจริญผล.

พัฒนานุสรณ์ สถาพรวงศ์. (2533). การพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทาง

วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา).

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2557). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: เอ็นเอส ออฟ เคอร์มิสท์.

พิทักษ์ เชียงนอก. (2540). องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดนครราชสีมา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. (เชียงใหม่).

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเม้นท์.

เพ็ญภา บุญวงศ์. (2557). การพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยประยุกต์ทฤษฎีการคิดนอกกรอบของ De Bono. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี. (คณะศึกษาศาสตร์).

ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

ภาณินี เทพหนู. (2546). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยกิจกรรมพัฒนาการคิดนอกกรอบ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

มัสยา แสนสม. (2552). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมพัฒนากระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์. (สารนิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

เยาวพา เดชะคุปต์. (2542). กิจกรรมสำหรับเด็กปฐมวัย. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แม็ค.

เรณู วาริศรี, และนิตยา เปลื้องนุช. (2555). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืชโดยใช้การสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) ที่มีต่อทักษะการสื่อความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของนักเรียน. วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 6(2), 148-155.

โรงเรียนนนทรีวิทยา. (2561). หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนนนทรีวิทยา (ฉบับปรับปรุงปีการศึกษา 2560). กรุงเทพฯ: โรงเรียนนนทรีวิทยา.

ล้วน สายยศ, และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

- ลัดดาวัลย์ กัณหาสุวรรณ. (2535). ของเล่นและเกมทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: วิทยาลัยครูพระนคร.
- วิจารณ์ พานิช. (2524). การจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้. วารสารสงขลา นครินทร์, 3(3), 256-259.
- ศรายุทธ ชาญนคร, ประทุม อัดชู, และศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2557). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องบรรยากาศ ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ Paper presented at the 34th The Nation Graduate Research Conference.
- ศิริพันธ์ เกียรติโสภณรักษา. (2556). ผลการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียร่วมกับการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนละแมวิทยา. *Veridian E-journal*, 6(2), 626-641.
- ศิริรักษ์ บุญประเสริฐ, บุญญิต ชำนาญกิจ, และนวลศรี ชำนาญกิจ. (2559). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโครงการเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างอุตสาหกรรม. วารสารวิชาการเครือข่ายบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ, 6(11), 51-64.
- ส.วาสนา ประवालพุกษ์. (2544). คู่มือการอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาบุคลากรทางการศึกษา เรื่อง “หลักและเทคนิคการประเมินทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนแนจเม้นท์.
- สตียา ลังการพิณ. (2556). แนวทางและหลักการการจัดการศึกษาสะเต็ม. สืบค้นจาก http://development.ipst.ac.th/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=247:-stem-education&id=56:-1-2-56
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2552). กระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาตามมาตรฐานหลักสูตร. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สมจิต สวณไพบูลย์. (2537). สมรรถภาพการสอนของครู การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมชาย วรภิเกษมสกุล. (2559). การวัดและประเมินผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 7). อุตรธานี: โรงพิมพ์อักษรศิลป์.
- สมนึก ภัททิยณี. (2558). การวัดผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 10). กทม.: โรงพิมพ์ประสานการพิมพ์.
- สมรัก อินทวิมลศรี. (2554). ผลของการใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาในวิชาชีพวิทยาที่มีผลต่อความคิด

- สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สมสุข ธีระไพจิตร. (2537). การสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สาโรจน์ ไสยสมบัติ. (2534). ความพึงพอใจในการทำงานของครูอาจารย์โรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัด กรมสามัญศึกษาจังหวัดร้อยเอ็ด. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์ การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 สืบค้นจาก <http://www.onec.go.th/index.php/book/BookView/1540>
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558). สะเต็มศึกษา (ตอนที่ 2): การบูรณาการสะเต็มศึกษาสู่การจัดการเรียนรู้ ในชั้นเรียน. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 17(3), 154-160.
- สุชาดา อักษรกริช. (2551). ผลของการฝึกคิดตามแนวของวิลเลียมส์ที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย เขต บางรัก กรุงเทพฯ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทร วิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- สุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์. (2559). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- สุดาร์ตน์ อะห์ลีแอ. (2558). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และ สิ่งแวดล้อมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์การศึกษา มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- สุนัดดา สำราญ. (2552). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กิจกรรมโครงงาน วิทยาศาสตร์. (วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- สุรางค์ ไคว้ตระกูล. (2554). จิตวิทยาการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำ, และอรทัย มูลคำ. (2552). 19 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ

(พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.

อัมพวา รักปิตา. (2549). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และความพึงพอใจของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตปัตตานี, ปัตตานี.

อารี พันธุ์ณี. (2543). ความคิดสร้างสรรค์. . กรุงเทพฯ: ต้นอ้อ แกรมมี.

อารี รังสินนท์. (2526). ความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: ธนการพิมพ์.

อารี แสงขำ. (2550). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็นของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้เทคนิคการสอนแบบระดมสมอง. (ปริญญานิพนธ์
ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

เอี่ยมพร หลินเจริญ. (2555). เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ. วารสารวัดผลการศึกษา,
17(1), 17-29.



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ
- หนังสือเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย
- ใบรับรองโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์



รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

1. ผศ.ดร. จารุวรรณ พลอยดวงรัตน์

ภาควิชาการศึกษาขั้นพื้นฐาน วิทยาลัยวิจัยนวัตกรรมทางการศึกษา
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. ดร. คำสอน สีเพ็ง

ครูหัวหน้าหลักสูตรโรงเรียนนนทรีวิทยา

3. อ. นภาพร สิ้นสวัสดิ์

ครู ค.ศ.3 สอนชีววิทยา โรงเรียนสิริรัตนาร



หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

ที่ อว 8718/791



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

5 เมษายน 2564

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน หัวหน้าภาควิชาการศึกษาขั้นพื้นฐาน วิทยาลัยนวัตกรรมการศึกษา
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เนื่องด้วย นางสาวบุศญา แก้วแพทย์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “ผลการใช้การจัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยา” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินันท์ พงษ์ประมุข เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จากรุวรรณ พลอยดวงรัตน์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และ 4) แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวบุศญา แก้วแพทย์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อนิสิต โทรศัพท์ 080 518 8520

ที่ อว 8718/791



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

5 เมษายน 2564

เรื่อง ขออนุมัติโครงการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสิรินธร

เนื่องด้วย นางสาวบุศญา แก้วแพทย์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “ผลการใช้การจัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยา” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินันท์ พงษ์ประมุข เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์นภาพร สิ้นสวัสดิ์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และ 4) แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขออนุมัติโครงการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวบุศญา แก้วแพทย์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 080 518 8520

ที่ อว 8718/791



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

5 เมษายน 2564

เรื่อง ขออนุมัติโครงการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนนทรวิทยา

เนื่องด้วย นางสาวบุศญา แก้วแพทย์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยา” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินันท์ พงษ์ประมุข เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์ ดร.คำสอน สี่เพ็ง เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และ 4) แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขออนุมัติโครงการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวบุศญา แก้วแพทย์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 080 518 8520

หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย

ที่ อว 8718/813



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

7 เมษายน 2564

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนนนทรีวิทยา

เนื่องด้วย นางสาวบุศญา แก้วแพทย์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการใช้การจัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยา” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินันท์ พงษ์ประมุข เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ นิสิตขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูล โดยใช้ 1) แบบทดสอบ เรื่อง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา 2) แบบสอบถาม เรื่อง ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ 3) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การรักษาสุขภาพของสิ่งมีชีวิต และ 4) แบบวัด เรื่อง ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ชั้นปีที่ 5-6 จำนวน 87 คน เพื่อเป็นข้อมูลในการวิจัย ในเดือนเมษายน 2564 ทั้งนี้ นิสิตจะเป็นผู้ประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาขอความอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 080 518 8520

ใบรับรองโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์



MF-04-version-2.0
วันที่ 18 ต.ค. 61

หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยของข้อเสนอการวิจัย
เอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับผู้เข้าร่วมการวิจัยและยินยอม

หมายเลขข้อเสนอการวิจัย SWUEC-G- 174/2563E

ข้อเสนอการวิจัยนี้และเอกสารประกอบของข้อเสนอการวิจัยตามรายการแสดงด้านล่าง ได้รับการพิจารณาจาก คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒแล้ว คณะกรรมการฯ มีความเห็นว่าข้อเสนอการวิจัยที่จะดำเนินการมีความสอดคล้องกับหลักจริยธรรมสากล ตลอดจนกฎหมาย ข้อบังคับ และ ข้อกำหนดภายในประเทศ จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยตามข้อเสนอการวิจัยนี้ได้

ชื่อโครงการวิจัยเรื่อง: ผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ ที่มีต่อ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยา

ชื่อผู้วิจัยหลัก: นางสาวบุศญา แก้วแพทย์

สังกัด: ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา

เอกสารที่รับรอง:

1. แบบเสนอโครงการวิจัย
2. โครงการวิจัย
3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย
4. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

เอกสารที่พิจารณาทบทวน

- | | |
|---|--|
| 1. แบบเสนอโครงการวิจัย | ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 24 กรกฎาคม 2563 |
| 2. โครงร่างการวิจัย | ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 24 กรกฎาคม 2563 |
| 3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย | ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 24 กรกฎาคม 2563 |
| 4. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย | ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 24 กรกฎาคม 2563 |

(ลงชื่อ).....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทันตแพทย์หญิงณปภา เอี่ยมจิตรกุล)

กรรมการและเลขานุการคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

(ลงชื่อ).....

(แพทย์หญิงสุวิพร ภักธสุวรรณ)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

หมายเลขรับรอง : SWUEC/E/G-174/2563

วันที่ให้การรับรอง : 24/07/2563

วันหมดอายุใบรับรอง : 24/07/2564



ที่ อว 8718/

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

29 กรกฎาคม 2563

เรื่อง ขออนุญาตผลการพิจารณาโครงการวิจัยเลขที่ SWUEC-G- 174/2563E

เรียน นางสาวบุศญา แก้วแพทย์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ใบรับรองโครงการวิจัย SWUEC/E/G-174/2563

ตามที่ท่านได้ส่งโครงการวิจัยเรื่อง ผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยา โครงการวิจัยเลขที่ SWUEC-G 174/2563E เพื่อรับการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ นั้น

คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ ได้พิจารณาโครงการวิจัยดังกล่าว บัดนี้คณะกรรมการฯ ให้การรับรองโครงการวิจัยดังกล่าวแล้วเมื่อวันที่ 24 กรกฎาคม 2563 รายละเอียดดังนี้

Certificate Number	SWUEC/E/G-174/2563
Date of Approval	24 กรกฎาคม 2563 (อายุใบรับรองโครงการวิจัย 12 เดือน)
Date of Expiration	24 กรกฎาคม 2564
Continuing Review	ทุก 12 เดือน (ครบกำหนดส่งรายงานครั้งแรก วันที่ 24 กรกฎาคม 2564)

ในการนี้ คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ ขอความกรุณาให้ผู้วิจัยส่งรายงานความก้าวหน้าของการวิจัยและต่ออายุการรับรองก่อนกำหนดวันหมดอายุ 30 วัน เพื่อให้เป็นไปตามวิธีดำเนินการมาตรฐาน (SOPs version 2.0) ของคณะกรรมการฯ ทั้งนี้รายละเอียดของเอกสารที่ให้การรับรองตามที่ปรากฏใน Certificate of Approval (Certificate Number SWUEC/E/G-174/2563) ที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(แพทย์หญิงสุธีพร ภัทรสุวรรณ)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
โทรศัพท์ 0-2649-5000 ต่อ 12430
โทรสาร 0-2259-1822

ภาคผนวก ข

- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) และความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้ของแผนการจัดการเรียนรู้
- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) ค่าดัชนีอำนาจจำแนกและค่าดัชนีความยากของแบบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) ของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ



ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) และความเหมาะสมด้านด้านภาษา และการนำไปใช้ของแผนการจัดการเรียนรู้

ตาราง 13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนที่	รายการพิจารณา	ผลการประเมินของ			ผลรวม	ค่าเฉลี่ย	ผลการวิเคราะห์
		ผู้เชี่ยวชาญ					
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	ความสอดคล้องของ จุดประสงค์การเรียนรู้ กับมาตรฐานตัวชี้วัด	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	ความสอดคล้องของ จุดประสงค์การเรียนรู้ กับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	ความสอดคล้องของ จุดประสงค์การเรียนรู้ กับการวัดและ ประเมินผล	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
2	ความสอดคล้องของ จุดประสงค์การเรียนรู้ กับมาตรฐานตัวชี้วัด	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	ความสอดคล้องของ จุดประสงค์การเรียนรู้ กับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	ความสอดคล้องของ จุดประสงค์การเรียนรู้ กับการวัดและ ประเมินผล	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 13 (ต่อ)

แผนที่	รายการพิจารณา	ผลการประเมินของ			ผลรวม	ค่าเฉลี่ย	ผลการ วิเคราะห์
		ผู้เชี่ยวชาญ					
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
3	ความสอดคล้องของ จุดประสงค์การเรียนรู้ กับมาตรฐานตัวชี้วัด	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	ความสอดคล้องของ จุดประสงค์การเรียนรู้ กับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	ความสอดคล้องของ จุดประสงค์การเรียนรู้ กับการวัดและ ประเมินผล	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
4	ความสอดคล้องของ จุดประสงค์การเรียนรู้ กับมาตรฐานตัวชี้วัด	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	ความสอดคล้องของ จุดประสงค์การเรียนรู้ กับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	ความสอดคล้องของ จุดประสงค์การเรียนรู้ กับการวัดและ ประเมินผล	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 13 (ต่อ)

แผนที่	รายการพิจารณา	ผลการประเมินของ			ผลรวม	ค่าเฉลี่ย	ผลการ วิเคราะห์
		ผู้เชี่ยวชาญ					
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
5	ความสอดคล้องของ จุดประสงค์การเรียนรู้ กับมาตรฐานตัวชี้วัด	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	ความสอดคล้องของ จุดประสงค์การเรียนรู้ กับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	ความสอดคล้องของ จุดประสงค์การเรียนรู้ กับการวัดและ ประเมินผล	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 14 ค่าความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้ของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนที่	รายการพิจารณา	ผลการประเมินของ			ผลรวม	ค่าเฉลี่ย	ผลการวิเคราะห์
		ผู้เชี่ยวชาญ					
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	ความเหมาะสมใน กำหนด จุดประสงค์ การเรียนรู้ครอบคลุม พฤติกรรมการเรียนรู้ ด้านพุทธิพิสัย ทักษะ พิสัย และจิตพิสัย	5	5	5	5	5.00	ความ เหมาะสม ด้านภาษา และการ นำไปใช้มาก ที่สุด

ตาราง 14 (ต่อ)

แผนที่	รายการพิจารณา	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	ค่าเฉลี่ย	ความ เหมาะสม
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	ความเหมาะสมในการ กำหนดกิจกรรมการ เรียนรู้ที่ส่งเสริม ความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์	5	4	5	14	4.67	มากที่สุด
	ความเหมาะสมในการ ใช้สื่อการเรียนรู้ที่มี ความเหมาะสมกับ กิจกรรมการเรียนรู้	5	4	5	14	4.67	มากที่สุด
	ความเหมาะสมใน ประเมินการเรียนรู้ทั้ง ก่อนการจัดการเรียนรู้ ระหว่างการจัดการ เรียนรู้ และหลังการ จัดการเรียนรู้	5	4	5	14	4.67	มากที่สุด
2	ความเหมาะสมใน กำหนด จุดประสงค์ การเรียนรู้ครอบคลุม พฤติกรรมการเรียนรู้ ด้านพุทธิพิสัย ทักษะ พิสัย และจิตพิสัย	5	4	5	14	4.67	มากที่สุด

ตาราง 14 (ต่อ)

แผนที่	รายการพิจารณา	ผลการประเมินของ			ผลรวม	ค่าเฉลี่ย	ความ เหมาะสม
		ผู้เชี่ยวชาญ					
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
2	ความเหมาะสมในการ กำหนดกิจกรรมการ เรียนรู้ที่ส่งเสริม ความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์	5	4	5	14	4.67	มากที่สุด
	ความเหมาะสมในการ ใช้สื่อการเรียนรู้ที่มี ความเหมาะสมกับ กิจกรรมการเรียนรู้	5	4	5	14	4.67	มากที่สุด
	ความเหมาะสมใน ประเมินการเรียนรู้ทั้ง ก่อนการจัดการเรียนรู้ ระหว่างการจัดการ เรียนรู้ และหลังการ จัดการเรียนรู้	5	4	5	14	4.67	มากที่สุด
3	ความเหมาะสมใน กำหนด จุดประสงค์ การเรียนรู้ครอบคลุม พฤติกรรมการเรียนรู้ ด้านพุทธิพิสัย ทักษะ พิสัย และจิตพิสัย	5	4	5	14	1.00	มากที่สุด

ตาราง 14 (ต่อ)

แผนที่	รายการพิจารณา	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	ค่าเฉลี่ย	ความ เหมาะสม
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
3	ความเหมาะสมในการ กำหนดกิจกรรมการ เรียนรู้ที่ส่งเสริม ความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์	5	4	5	14	4.67	มากที่สุด
	ความเหมาะสมในการ ใช้สื่อการเรียนรู้ที่มี ความเหมาะสมกับ กิจกรรมการเรียนรู้	4	4	5	13	4.33	มาก
	ความเหมาะสมใน ประเมินการเรียนรู้ทั้ง ก่อนการจัดการเรียนรู้ ระหว่างการจัดการ เรียนรู้ และหลังการ จัดการเรียนรู้	5	4	5	14	4.67	มากที่สุด
4	ความเหมาะสมใน กำหนด จุดประสงค์ การเรียนรู้ครอบคลุม พฤติกรรมการเรียนรู้ ด้านพุทธิพิสัย ทักษะ พิสัย และจิตพิสัย	5	4	5	14	4.67	มากที่สุด

ตาราง 14 (ต่อ)

แผนที่	รายการพิจารณา	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	ค่าเฉลี่ย	ความ เหมาะสม
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
4	ความเหมาะสมในการ กำหนดกิจกรรมการ เรียนรู้ที่ส่งเสริม ความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์	5	4	5	14	4.67	มากที่สุด
	ความเหมาะสมในการ ใช้สื่อการเรียนรู้ที่มี ความเหมาะสมกับ กิจกรรมการเรียนรู้	5	4	5	14	4.67	มากที่สุด
	ความเหมาะสมใน ประเมินการเรียนรู้ทั้ง ก่อนการจัดการเรียนรู้ ระหว่างการจัดการ เรียนรู้ และหลังการ จัดการเรียนรู้	5	4	5	14	4.67	มากที่สุด
5	ความเหมาะสมใน กำหนด จุดประสงค์ การเรียนรู้ครอบคลุม พฤติกรรมการเรียนรู้ ด้านพุทธิพิสัย ทักษะ พิสัย และจิตพิสัย	5	4	5	14	4.67	มากที่สุด

ตาราง 14 (ต่อ)

แผนที่	รายการพิจารณา	ผลการประเมินของ			ผลรวม	ค่าเฉลี่ย	ความ เหมาะสม
		ผู้เชี่ยวชาญ					
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
5	ความเหมาะสมในการ กำหนดกิจกรรมการ เรียนรู้ที่ส่งเสริม ความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์	5	4	5	14	4.67	มากที่สุด
	ความเหมาะสมในการ ใช้สื่อการเรียนรู้ที่มี ความเหมาะสมกับ กิจกรรมการเรียนรู้	4	4	5	13	4.33	มาก
	ความเหมาะสมใน ประเมินการเรียนรู้ทั้ง ก่อนการจัดการเรียนรู้ ระหว่างการจัดการ เรียนรู้ และหลังการ จัดการเรียนรู้	5	4	5	14	4.67	มากที่สุด

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) ค่าดัชนีอำนาจจำแนกและค่าดัชนีความยากของแบบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตาราง 15 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) ค่าดัชนีอำนาจจำแนกและค่าดัชนีความยากของแบบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อ	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	ค่าเฉลี่ย	ผลการวิเคราะห์	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3					
1	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง	0.63	0.57
2	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง	0.60	0.46
3	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง	0.73	0.53
4	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง	0.70	0.60
5	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง	0.60	0.47
6	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง	0.57	0.64
7	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง	0.63	0.70
8	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง	0.67	0.47
9	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง	0.63	0.53
10	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง	0.57	0.67
11	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง	0.63	0.70
12	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง	0.63	0.32
13	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง	0.63	0.45
14	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง	0.67	0.57
15	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง	0.70	0.61
16	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง	0.60	0.70
17	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง	0.63	0.42
18	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง	0.70	0.53
19	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง	0.67	0.70

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อ	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	ค่าเฉลี่ย	ผลการ วิเคราะห์	ค่าความ ยากง่าย	ค่าอำนาจ จำแนก
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3					
20	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง	0.50	0.53
21	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง	0.50	0.56
22	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง	0.49	0.40
23	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง	0.50	0.54
24	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง	0.49	0.47
25	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง	0.47	0.70
26	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง	0.48	0.47
27	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง	0.48	0.53
28	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง	0.49	0.67
29	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง	0.47	0.43
30	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง	0.50	0.53

**ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) และ ของแบบวัดความคิด
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์**

ตาราง 16 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) ของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	ค่าเฉลี่ย	ผลการ วิเคราะห์	ค่าดัชนี ความยาก	ค่าดัชนี อำนาจ จำแนก
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3					
1	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง	0.66	0.67
2	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง	0.54	0.58
3	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง	0.58	0.79
4	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง	0.63	0.55

ตาราง 17 ค่าดัชนีความเหมาะสมของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	ค่าเฉลี่ย	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	5	4	5	14	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
2	5	4	5	14	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
3	4	4	5	14	4.33	เหมาะสมมาก
4	5	4	5	14	4.67	เหมาะสมมากที่สุด

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) และความเหมาะสมของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ

ตาราง 18 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ

ข้อ	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	ค่าเฉลี่ย	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1.1	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
1.2	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
1.3	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
1.4	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
1.5	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
2.1	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
2.2	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
2.3	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
2.4	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
2.5	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 18 (ต่อ)

ข้อ	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	ค่าเฉลี่ย	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
3.1	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
3.2	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
3.3	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
3.4	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
3.5	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
4.1	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
4.2	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
4.3	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
4.4	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
4.5	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 19 ค่าความเหมาะสมของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ

ข้อ	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	ค่าเฉลี่ย	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1.1	5	5	5	15	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
1.2	5	5	5	15	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
1.3	5	4	5	14	4.67	เหมาะสมมาก
1.4	5	5	5	15	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
1.5	5	5	5	15	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
2.1	5	5	5	15	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
2.2	5	5	5	15	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
2.3	5	5	5	15	5.00	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 19 (ต่อ)

ข้อ	ผลการประเมินของ			ผลรวม	ค่าเฉลี่ย	ผลการวิเคราะห์
	ผู้เชี่ยวชาญ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
2.4	5	5	5	15	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
2.5	4	5	5	14	4.67	เหมาะสมมาก
3.1	5	5	5	15	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3.2	5	4	5	14	4.67	เหมาะสมมาก
3.3	4	5	5	14	4.67	เหมาะสมมาก
3.4	5	5	5	15	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3.5	5	5	5	15	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
4.1	5	5	5	15	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
4.2	5	4	5	14	4.67	เหมาะสมมาก
4.3	5	5	5	15	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
4.4	4	5	5	14	4.67	เหมาะสมมาก
4.5	5	5	5	15	5.00	เหมาะสมมากที่สุด

ภาคผนวก ค

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ
- ตัวอย่างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ตัวอย่างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
- ตัวอย่างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ
เทคนิคการคิดนอกกรอบ



ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ เทคนิคการคิดนอกกรอบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รหัสวิชา ว30254

ชื่อวิชา ชีววิทยา 4

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง อวัยวะ โครงสร้าง และกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊ส เวลา 3 คาบ

ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างและกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สแลกเปลี่ยนแก๊สของพองน้ำ ไฮดรา พลานาเรีย ไส้เดือนดิน แมลงปลา กบ นก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

สาระสำคัญ

โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว คือ เยื่อหุ้มเซลล์ โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์ ได้แก่ ผนังลำตัว ผิวหนัง เหงือก ท่อลม ปอดแผ่น และปอด ระบบหายใจของมนุษย์มีหน้าที่นำแก๊สออกซิเจนจากการหายใจเข้าสู่ร่างกายเพื่อทำปฏิกิริยากับสารอาหารก่อให้เกิดพลังงาน และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งถูกกำจัดออกจากร่างกายโดยการหายใจออก กระบวนการหายใจเข้าและออกเกิดจากการทำงานที่ประสานกันของกล้ามเนื้อกะบังลม กล้ามเนื้อซี่โครงกระดูกซี่โครงและกระดูกซี่โครง โดยเริ่มจากอากาศผ่านไปตามโพรงจมูก หลอดลม และเข้าสู่ปอด ภายในปอดประกอบด้วยถุงลมจำนวนมาก ถุงลมแต่ละอันมีหลอดเลือดฝอยห่อหุ้มอยู่และเป็นบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนแก๊ส

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (Knowledge)

1. นักเรียนสามารถอธิบายโครงสร้างหรืออวัยวะที่ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สของพองน้ำ ไฮดรา พลานาเรีย ไส้เดือนดิน แมลงปลา กบ และนกได้
2. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบการทำงานของอวัยวะขณะหายใจเข้าและออกของมนุษย์ได้
3. นักเรียนสามารถอธิบายการทำงานของอวัยวะที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สและกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของมนุษย์ได้

ด้านทักษะกระบวนการ (Process)

1. นักเรียนสามารถสืบค้นเกี่ยวกับโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์ได้
2. นักเรียนสามารถออกแบบสิ่งประดิษฐ์ที่ได้แนวคิดมาจากอวัยวะที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิตได้ (ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์)

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attribute)

1. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน
2. นักเรียนมีวินัย
3. นักเรียนใฝ่เรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้

ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (5 นาที)

1.1 นักเรียนตอบคำถามที่ครูถามว่า

- เวลาที่นักเรียนออกกำลังกาย ร่างกายของนักเรียนมีอาการอย่างไร” (แนว

คำตอบ : เหนื่อย หอบ หายใจแรง ปวดขา ปวดแขน)

- เพราะเหตุใดนักเรียนจึงหายใจถี่ขึ้นเมื่อออกกำลังกาย (แนวคำตอบ

เพราะร่างกายต้องการออกซิเจนไปใช้สลายสารอาหารการออกกำลังกายต้องใช้พลังงาน ร่างกายจึงต้องการออกซิเจนในการสลายสารอาหารให้เปลี่ยนเป็นพลังงาน)

- อากาศเข้าสู่ร่างกายเราโดยผ่านอวัยวะส่วนใดบ้าง (แนวคำตอบ : จมูก

คอหอย กล่องเสียง หลอดลม หลอดลมฝอย ปอด ถุงลม ตามลำดับ)

1.2 นักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับตำแหน่งหรือบริเวณที่เกิดการแลกเปลี่ยนแก๊สของร่างกายมนุษย์ (แนวคำตอบ : ถุงลมและเนื้อเยื่อเป็นบริเวณที่เกิดการแลกเปลี่ยนแก๊ส)

2. ขั้นสร้างความสนใจ (15 นาที)

2.1 นักเรียนดูวิดีโอ เรื่อง การแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์น้ำและสัตว์บก จาก

<https://www.youtube.com/watch?v=l69-dY64UGk>

2.2 นักเรียนตอบคำถามจากการดูวิดีโอว่า ตั๊กแตน ปลา และนก ใช้อวัยวะอะไรในการแลกเปลี่ยนแก๊ส (แนวคำตอบ : ท่อลม เหงือก และปอด ตามลำดับ)

2.3 นักเรียนตอบคำถามว่า รู้จักโครงสร้างหรืออวัยวะที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นอีกหรือไม่ (แนวคำตอบ : ปู ใช้เหงือก สุนัข ใช้ปอด)

2.4 ครูสรุปสิ่งมีชีวิตที่มีโครงสร้างหรืออวัยวะที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สแตกต่างกัน ในวันนี้เราจะเข้าสู่บทเรียนเรื่องอวัยวะ โครงสร้าง และกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิต

3. ขั้นสำรวจค้นหา (45 นาที)

3.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 3-4 คน เพื่อทำการสืบค้นโครงสร้างหรืออวัยวะที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สและกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิต ได้แก่ พารามีเซียม อะมีบา พลาณาเรีย ไฮดรา ฟองน้ำ ไส้เดือน กบ กุ้ง แมงมุม งู ไก่ วัว

3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สและกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊ส จากนั้นเติมคำตอบลงในใบกิจกรรมที่ 1

3.3 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับโครงสร้างหรืออวัยวะที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สและกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิตจนได้ข้อสรุปว่า

- โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของ พารามีเซียม อะมีบา และฟองน้ำ คือ เยื่อหุ้มเซลล์โดยตรง ออกซิเจนในน้ำแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เข้ามายังเซลล์

- โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของพลาณาเรีย ไฮดรา คือ ผังลำตัว ออกซิเจนในน้ำแพร่ผ่านผังกลำตัว เข้ามายังเซลล์ และเซลล์แพร่ออกซิเจนไปยังเซลล์อื่น ๆ ข้างเคียง เนื่องจากเป็นสิ่งมีชีวิตที่จำนวนเซลล์ไม่มาก

- โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของไส้เดือน คือ ผิวหนัง ออกซิเจนจะแพร่ผ่านผังกลำตัว เข้ามายังหลอดเลือดที่อยู่ใกล้ผิวหนัง จากนั้นระบบหมุนเวียนเลือดจะส่งออกซิเจนไปยังเซลล์ต่าง ๆ ทั่วร่างกาย

- โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของกบ คือ ในระยะตัวอ่อนใช้เหงือกเนื่องจากอาศัยอยู่ในน้ำ ส่วนระยะตัวเต็มวัยอยู่บนบกจึงใช้ผิวหนัง และปอด

- โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของกุ้ง คือ เหงือก ออกซิเจนจากน้ำจะไหลผ่านเหงือก ออกซิเจนเข้าสู่หลอดเลือดฝอย จากนั้นระบบหมุนเวียนเลือดจะส่งออกซิเจนไปยังเซลล์ต่าง ๆ ทั่วร่างกาย

- โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของแมงมุม คือ ปอดแฟง เป็นชั้นพับไปมา มีลักษณะคล้ายแฟงและมีหลอดเลือดนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มาแลกเปลี่ยนที่แฟงที่อลมนี่แล้วรับแก๊สออกซิเจน จากนั้นระบบหมุนเวียนเลือดจะส่งออกซิเจนไปยังเซลล์ต่าง ๆ ทั่วร่างกาย

- โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของงู ไก่ และวัว คือ ปอด ออกซิเจนเข้ามาในปอดและเข้าสู่หลอดเลือดฝอย จากนั้นระบบหมุนเวียนเลือดจะส่งออกซิเจนไปยังเซลล์ต่าง ๆ ทั่วร่างกาย)

3.4 นักเรียนทำกิจกรรมประดิษฐ์แบบจำลองปอดที่ทำจากแก้วพลาสติกแทนช่องอก ท่อพลาสติกแทนหลอดลม เชื่อมต่อรูปตัวแทนหลอดลม ลูกโป่งเล็กภายในขวดแทนปอด แผ่นยางที่ครอบคลุมด้านล่างของแก้วพลาสติกแทนกะบังลม มีวิธีการสร้างและทำการกิจกรรมตามใบกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 2 จากนั้นให้นักเรียนออกแบบการทดลองโดยใช้แบบจำลองปอดที่สร้างขึ้นและบันทึกผลการทดลองในใบกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 2

3.5 นักเรียนและครูอภิปรายประเด็นคำถาม ดังนี้

- เมื่อนักเรียนดึงแผ่นยางที่ครอบคลุมด้านล่างของแก้วพลาสติกลง ทำให้ลูกโป่งเล็กด้านในทั้ง 2 ลูกพองตัว เปรียบเทียบได้กับการหายใจเข้าหรือออก (แนวคำตอบ : หายใจเข้า)

- เมื่อนักเรียนดันแผ่นยางที่ครอบคลุมด้านล่างของแก้วพลาสติกขึ้น ทำให้ลูกโป่งเล็กด้านในทั้ง 2 ลูกแฟบ เปรียบเทียบได้กับการหายใจเข้าหรือออก(แนวคำตอบ : หายใจออก)

- เพราะเหตุใดลูกโป่งเล็กด้านในจึงพองเมื่อดึงแผ่นยางลง (แนวคำตอบ : เมื่อดึงแผ่นยางลง ทำให้ปริมาตรเพิ่มขึ้น ความดันในแก้วพลาสติกลดลง อากาศจากภายนอกจึงเคลื่อนที่เข้ามาในลูกโป่ง)

- เพราะเหตุใดลูกโป่งเล็กด้านในจึงแฟบเมื่อดันแผ่นยางขึ้น (แนวคำตอบ : เมื่อดันแผ่นยางขึ้นทำให้ปริมาตรลดลง ความดันในแก้วพลาสติกเพิ่มขึ้น อากาศจากภายนอกจึงเคลื่อนที่ออกจากลูกโป่ง)

- เมื่อเปรียบเทียบแบบจำลองปอดกับการหายใจของมนุษย์ เมื่อหายใจเข้า กล้ามเนื้อกะบังลมจะหดตัวหรือคลายตัว (แนวคำตอบ : หดตัว)

- สรุปกิจกรรมได้ว่าอย่างไร (แนวคำตอบ : เมื่อนักเรียนดึงแผ่นยางที่ครอบคลุมด้านล่างของแก้วพลาสติกลง ทำให้ลูกโป่งเล็กด้านในทั้ง 2 ลูกพองตัว เนื่องจากการดึงแผ่นยางลง ส่งผลให้ปริมาตรเพิ่มขึ้น ความดันจึงลดลง อากาศจากภายนอกจึงเคลื่อนที่เข้ามาในลูกโป่ง เปรียบเสมือนการหายใจเข้า ส่วนการดันแผ่นยางที่ครอบคลุมด้านล่างของแก้วพลาสติกขึ้น ทำให้ลูกโป่งเล็กด้านในทั้ง 2 ลูกแฟบ เนื่องจากการดันแผ่นยางขึ้นทำให้ปริมาตรลดลง ความดันในแก้วพลาสติกเพิ่มขึ้น อากาศจากภายในจึงเคลื่อนที่ออกจากลูกโป่งเปรียบเสมือนการหายใจออก)

3.6นักเรียนดูวิดีโอและสังเกตความเปลี่ยนแปลงของอวัยวะขณะหายใจเข้า-ออก จาก<https://www.youtube.com/watch?v=hT1efgpF4yl> และตอบคำถามเกี่ยวกับการทำงานของกล้ามเนื้อกะบังลม กล้ามเนื้อระหว่างกระดูกซี่โครงแถบนอก กระดูกซี่โครง ปริมาตรของช่องอก ความดันอากาศในปอด และการเคลื่อนที่ของอากาศระหว่างการหายใจเข้าและออก ผ่าน kahoot ดังนี้

- ในการหายใจเข้า กล้ามเนื้อระหว่างกระดูกซี่โครงแถบนอกจะหดตัวหรือคลายตัว (แนวคำตอบ : กล้ามเนื้อระหว่างกระดูกซี่โครงแถบนอกหดตัว)

- ในการหายใจเข้า กระดูกซี่โครงจะเคลื่อนที่ยกตัวสูงขึ้นหรือต่ำลง (แนวคำตอบ : กระดูกซี่โครงยกตัวสูงขึ้น)

- ในการหายใจเข้า กล้ามเนื้อกะบังลมจะหดหรือคลายตัว (แนวคำตอบ : กล้ามเนื้อกะบังลมหดตัว)

- ในการหายใจเข้า ปริมาตรของช่องอกเพิ่มขึ้นหรือลดลง (แนวคำตอบ : ปริมาตรของช่องอกเพิ่มขึ้น)

- ในการหายใจเข้า ความดันอากาศจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง (แนวคำตอบ : ความดันอากาศในปอดลดลง)

- ในการหายใจเข้า การเคลื่อนที่ของอากาศเข้าสู่ปอดหรือออกจากปอด (แนวคำตอบ : การเคลื่อนที่ของอากาศเข้าสู่ปอด)

- ในการหายใจออก กล้ามเนื้อระหว่างกระดูกซี่โครงแถบนอกหดตัวหรือคลายตัว (แนวคำตอบ : กล้ามเนื้อระหว่างกระดูกซี่โครงแถบนอกคลายตัว)

- ในการหายใจออก กระดูกซี่โครงเคลื่อนสูงขึ้นหรือต่ำลง (แนวคำตอบ : กระดูกซี่โครงเคลื่อนต่ำลง)
- ในการหายใจออก กล้ามเนื้อกะบังลมหดตัวหรือคลายตัว (แนวคำตอบ : กล้ามเนื้อกะบังลมคลายตัว)
- ในการหายใจออก ปริมาตรของช่องอกเพิ่มขึ้นหรือลดลง (แนวคำตอบ : ปริมาตรของช่องอกลดลง)
- ในการหายใจออก ความดันอากาศในปอดเพิ่มขึ้นหรือลดลง (แนวคำตอบ : ความดันอากาศในปอดเพิ่มขึ้น)
- ในการหายใจออก การเคลื่อนที่ของอากาศเข้าสู่ปอดหรือออกจากปอด (แนวคำตอบ : การเคลื่อนที่ของอากาศออกจากปอด)

4. ขั้่นอธิบาย (15 นาที)

4.1 นักเรียนและครูอภิปรายในประเด็นการเคลื่อนที่ของอากาศจากจมูกถึงปอดว่าผ่านอวัยวะใดบ้าง โดยอาศัยข้อมูลจากการทำกิจกรรมประดิษฐ์แบบจำลองปอดที่และ กิจกรรมการดูวิดีโอที่ได้ทำมาในชั้นก่อนหน้า จนได้ข้อสรุปของการอภิปรายว่า อากาศมีการเคลื่อนที่จากภายนอกเข้าสู่จมูก ผ่านคอหอย ผ่านกล่องเสียง ผ่านหลอดลม ผ่านหลอดลมฝอย ผ่านปอด และเกิดการแลกเปลี่ยนแก๊สถุงลม)

4.2 นักเรียนและครูอภิปรายในประเด็นเกี่ยวกับอวัยวะขณะหายใจเข้า-ออกมีการทำงานอย่างไร จนได้ข้อสรุปของการอภิปรายว่า การหายใจเข้า กล้ามเนื้อระหว่างกระดูกซี่โครงแถบนอกหดตัว กระดูกซี่โครงยกตัวสูงขึ้น กล้ามเนื้อกะบังลมหดตัว ปริมาตรของช่องอกเพิ่มขึ้น ความดันอากาศในปอดลดลง การเคลื่อนที่ของอากาศเข้าสู่ปอด การหายใจออก กล้ามเนื้อระหว่างกระดูกซี่โครงแถบนอกคลายตัว กระดูกซี่โครงเคลื่อนต่ำลง กล้ามเนื้อกะบังลมคลายตัว ปริมาตรของช่องอกลดลง ความดันอากาศในปอดเพิ่มขึ้น การเคลื่อนที่ของอากาศออกจากปอด)

4.3 ครูอธิบายลักษณะอวัยวะในระบบหายใจ ได้แก่ จมูก (Nose) คอหอย (Pharynx) กล่องเสียง (Larynx) หลอดลม (Trachea) หลอดลมแขนงใหญ่ (Bronchi) หลอดลมฝอย (Bronchiole) ปอด (Lung) และถุงลม (Aveolus)

4.4 เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับ โครงสร้างของแต่ละอวัยวะในระบบหายใจแล้ว นักเรียนทำกิจกรรมคิดหลากหลาย ใช้เทคนิคความคิดหลักปัจจัยชี้ขาด (Dominant ideas and crucial factors) โดยครูถามนักเรียนว่าหลักการทางวิทยาศาสตร์ใดที่ทำให้เกิดในการเคลื่อนที่ของอากาศเข้ามาจากภายนอกร่างกายเข้ามาในปอด ครูรวบรวมคำตอบของนักเรียน และเขียนรายการคำตอบที่แตกต่างกันบนกระดาน แล้วให้นักเรียนเจ้าของคำตอบอธิบายว่าทำไมจึงตอบคำถามแบบนั้น เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

4.5 นักเรียนทำกิจกรรมคิดรอบด้าน ใช้เทคนิคการชะลอการตัดสินใจ (Suspended judgement) โดยครูยกสถานการณ์ “เด็กเล่นของเล่นแล้วอมของเล่นในปากแล้วของเล่นหล่นเข้าไปติดที่หลอดลม” ให้นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดของเล่นจึงไม่ตกไปอยู่ที่หลอดอาหาร แต่มาติดที่หลอดลมแทน ให้นิเวศนักเรียนประมาณ 5 นาที ในการคิด แล้วครูให้นักเรียนที่ต้องการตอบคำถามยกมือขึ้นแล้วตอบ และให้นักเรียนในชั้นเรียนร่วมอภิปรายในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น

5. ขั้ขยายความรู้ (20 นาที)

5.1 นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถุงลมและเนื้อเยื่อ โดยตอบคำถามดังต่อไปนี้

- หากมีบริเวณที่แก๊สมีความดันมากและความดันน้อย แก๊สจะเคลื่อนที่อย่างไร (แนวคำตอบ : แพร่จากบริเวณที่มีความดันมากไปน้อย)
- บริเวณถุงลมมีความดันย่อยของแก๊สออกซิเจนมากกว่าบริเวณหลอดเลือดฝอย แก๊สออกซิเจนจะเคลื่อนที่อย่างไร (แนวคำตอบ : แก๊สออกซิเจนแพร่จากถุงลมมายังหลอดเลือด)
- บริเวณเนื้อเยื่อมีความดันย่อยของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าบริเวณหลอดเลือด แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะเคลื่อนที่อย่างไร (แนวคำตอบ : แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เคลื่อนที่จากเนื้อเยื่อมายังหลอดเลือด)

5.2 นักเรียนตอบคำถามว่า ในประจำวันของเรามีการเกิดความผิดปกติของการหายใจหรือไม่ อย่างไร แล้วถ้ามีเกิดจากสาเหตุใด (แนวคำตอบ การหาว การไอ การจาม การสะอึก การกรน)

5.3 นักเรียน โรคถุงลมโป่งพอง โรคปอดบวม และมะเร็งปอด แล้วถามว่าโรคแต่ละโรคมีสาเหตุมาจากอะไร มีวิธีการป้องกันและแก้ไขอย่างไร แล้วให้นักเรียนคิดหาแนวทางในการป้องกันและแก้ไขที่ดีที่สุดสำหรับนักเรียน

5.4 นักเรียนทำกิจกรรมเจ้าหนูจำไม่ โดยครูใช้เทคนิคการทำทายสมมติฐาน (Challenging assumptions) ครูตั้งคำถาม “ทำไมเราต้องดูแลรักษาระบบหายใจ” เมื่อนักเรียนตอบ ก็นำคำตอบของนักเรียนมาถามต่อว่า “ทำไม” ไปเรื่อย ๆ ต่อเนื่องจากเหตุการณ์ก่อนหน้านี้ เพื่อให้นักเรียนพยายามพิจารณาสิ่งต่าง ๆ ในมุมมองที่ต่างไปจากที่เพื่อนนักเรียนคนก่อนหน้านี้ตอบมา ทำให้นักเรียนได้สร้างแนวคิดใหม่ที่แตกต่างจากเพื่อนที่พูดมา นักเรียนร่วมสรุปสิ่งที่ได้ กิจกรรมร่วมกันว่ากิจกรรมนี้ว่าการสร้างแนวคิดใหม่ที่แตกต่างจากแนวคิดเดิม

6. ชั้นประเมินผล (10 นาที)

6.1 นักเรียนจับคู่สิ่งมีชีวิตกับโครงสร้างที่ควรจะใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิต เพื่อประเมินสิ่งที่ได้เรียนรู้

พารามีเซียม อะมีบา	→	เยื่อหุ้มเซลล์
พลาเนเรีย ไฮดรา	→	ผนังลำตัว
ไส้เดือน	→	ผิวหนัง
ตั๊กแตน	→	ท่อลม
แมงมุม	→	ปอดแผง
กิ้ง ปลา	→	เหงือก
นก	→	ปอด

6.2 ครูตรวจให้คะแนนจากการตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1 เพื่อประเมินด้านความรู้

6.3 ประเมินทักษะกระบวนการจากแบบประเมินทักษะกระบวนการ

6.4 ครูประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนโดยใช้แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

7. ชี้นำความรู้ไปใช้ (40 นาที)

นักเรียนทำกิจกรรมนักออกแบบ ใช้เทคนิคการออกแบบ (Design) โดยครูยกสถานการณ์ในอากาศที่มีฝุ่นจำนวนมาก ให้นักเรียนออกแบบสิ่งประดิษฐ์ที่แนวคิดมาจากการทำงานของอวัยวะที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิตโดยเลือกมา 1 ชนิด เพื่อลดปริมาณฝุ่นในอากาศ และให้นักเรียนเขียนชื่อสิ่งประดิษฐ์ แนวคิดที่ใช้ในการประดิษฐ์ วัสดุอุปกรณ์ ส่วนประกอบของสิ่งประดิษฐ์ ขั้นตอนการประดิษฐ์และวาดภาพประกอบ ลงในใบกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 3

หลักฐาน/ร่องรอยแสดงความรู้

การตอบคำถามของนักเรียนผ่าน kahoot

การออกแบบสิ่งประดิษฐ์

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง อวัยวะ โครงสร้าง และกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊ส

สื่อการเรียนรู้

1. วิดีโอ เรื่อง การแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์น้ำและสัตว์บก จาก
<https://www.youtube.com/watch?v=I69-dY64UGk>
2. วิดีโอ เรื่อง การหายใจของมนุษย์ จาก
<https://www.youtube.com/watch?v=hT1efgpF4yl>
3. แบบจำลองปอด
4. Kahoot

การวัดและประเมินผล

การประเมินตามผลการเรียนรู้

จุดประสงค์	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การให้คะแนน	เกณฑ์การผ่าน
ด้านความรู้ 1. นักเรียนสามารถอธิบายโครงสร้างหรืออวัยวะที่ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สของพองน้ำ ไฮโดร่า พลานาเรีย ไส้เดือนดิน แมลง ปลา กบ และนกได้	ตรวจ คำตอบใบ kahoot	แบบตรวจ คำตอบ kahoot	ตอบคำถามถูกต้องให้ 1 คะแนน ตอบคำถามผิด ให้ 0 คะแนน	นักเรียนตอบคำถาม ถูกมากกว่าร้อยละ 70
2. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบการทำงานของอวัยวะขณะหายใจเข้าและออกของมนุษย์ได้	ตรวจใบ กิจกรรม	แบบตรวจใบ กิจกรรม	ตอบคำถามถูกต้องให้ 1 คะแนน ตอบคำถามผิด ให้ 0 คะแนน	นักเรียนตอบคำถาม ถูกมากกว่าร้อยละ 70
3. นักเรียนสามารถอธิบายการทำงานของอวัยวะที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สและกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของมนุษย์ได้	ตรวจใบ กิจกรรม	แบบตรวจใบ กิจกรรม	ตอบคำถามถูกต้องให้ 1 คะแนน ตอบคำถามผิด ให้ 0 คะแนน	นักเรียนตอบคำถาม ถูกมากกว่าร้อยละ 70

จุดประสงค์	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การให้คะแนน	เกณฑ์การผ่าน
ด้านทักษะกระบวนการ 1. นักเรียนสามารถสืบค้นเกี่ยวกับโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์ได้ 2. นักเรียนสามารถออกแบบสิ่งประดิษฐ์ที่ได้แนวคิดมาจากอวัยวะที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิตได้ (ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์)	ประเมิน ทักษะ	แบบประเมิน ทักษะ กระบวนการ	เกณฑ์การให้คะแนน แบบรูบรีค (Scoring Rubric)	นักเรียนได้คะแนนในระดับดี
คุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน 2. นักเรียนมีวินัย 3. นักเรียนใฝ่เรียนรู้	ประเมินจาก การส่งงาน	แบบประเมิน คุณลักษณะอัน พึงประสงค์	เกณฑ์การให้คะแนน แบบรูบรีค (Scoring Rubric)	นักเรียนได้คะแนนในระดับดี

เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการ

ทักษะ กระบวนการ	ระดับคะแนน			
	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ดี	ดีเยี่ยม
1. นักเรียน สามารถสืบค้น เกี่ยวกับ โครงสร้างที่ใช้ใน การแลกเปลี่ยน แก๊สของสิ่งมีชีวิต เซลล์เดียวและ สัตว์ได้	ไม่มีมีการอ้างอิง แหล่งที่มาของ ข้อมูล	มีการอ้างอิง แหล่งที่มาของ ข้อมูลน้อย	มีการอ้างอิง แหล่งที่มาของ ข้อมูลปานกลาง	มีการอ้างอิง แหล่งที่มาของ ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ มาก
2. นักเรียน สามารถออกแบบ สิ่งประดิษฐ์ที่ได้ แนวคิดมาจาก อวัยวะที่ใช้ในการ แลกเปลี่ยนแก๊ส ของสิ่งมีชีวิตได้ (ความคิด สร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์)	ไม่ส่งคำตอบ เรื่องสิ่งประดิษฐ์	ความถี่ของ คำตอบเรื่อง สิ่งประดิษฐ์เป็น คำตอบที่ซ้ำกับ คนอื่น มากกว่า ร้อยละ 10 ของ คำตอบทั้งหมด	ความถี่ของ คำตอบเรื่อง สิ่งประดิษฐ์ เป็น คำตอบที่ซ้ำกับ คนอื่น มีค่าอยู่ ระหว่างร้อยละ 5 ถึง 10 ของ คำตอบทั้งหมด	ความถี่ของ คำตอบเรื่อง สิ่งประดิษฐ์ เป็น คำตอบที่ซ้ำกับ คนอื่น น้อยกว่า ร้อยละ 5 ของ คำตอบทั้งหมด

เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คุณลักษณะอัน พึงประสงค์	ระดับคะแนน			
	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ดี	ดีเยี่ยม
1. มุ่งมั่นในการทำงาน	ไม่รับผิดชอบในการทำงานให้แล้วเสร็จ	รับผิดชอบในการทำงานให้แล้วเสร็จน้อยกว่าร้อยละ 50	รับผิดชอบในการทำงานให้แล้วเสร็จร้อยละ 50-69	รับผิดชอบในการทำงานให้แล้วเสร็จร้อยละ 70-100
2. มีวินัย	ไม่ส่งงานตามกำหนดเวลา	ส่งงานตามกำหนดเวลาส่งงานน้อยกว่าร้อยละ 50 ของงานทั้งหมด	ส่งงานตามกำหนดเวลาไม่ครบถ้วนส่งงานร้อยละ 50-69 ของงานทั้งหมด	ส่งงานตามกำหนดเวลาส่งงานร้อยละ 70-100 ของงานทั้งหมด
3. ใฝ่เรียนรู้	ไม่มีส่วนร่วมในการตอบคำถามในชั้นเรียน ไม่สืบค้นข้อมูลตามที่ได้รับมอบหมาย	มีส่วนร่วมในการตอบคำถามในชั้นเรียน สืบค้นข้อมูลตามที่ได้รับมอบหมายน้อยกว่าร้อยละ 50	มีส่วนร่วมในการตอบคำถามในชั้นเรียน สืบค้นข้อมูลตามที่ได้รับมอบหมายร้อยละ 50-69	มีส่วนร่วมในการตอบคำถามในชั้นเรียน สืบค้นข้อมูลตามที่ได้รับมอบหมายร้อยละ 70-100

ตัวอย่างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา

ข้อสอบเป็นข้อสอบแบบปรนัย 5 ตัวเลือก มี 8 หน้า จำนวน 30 ข้อ

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกกากบาทคำตอบที่ถูกต้องที่สุดในแต่ละข้อเพียงคำตอบเดียว

1. ข้อใดจับคู่ชนิดของสิ่งมีชีวิตและโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สไม่ถูกต้อง (ความรู้ และความจำ)

ก. นก : ปอด

ข. แมลง : ท่อลม

ค. อะมีบา : ผิวหนัง

ง. แมงมุม : ปอดแผง

จ. พารามีเซียม : เยื่อหุ้มเซลล์

2. สิ่งมีชีวิตที่มีเซลล์เดียวส่วนใหญ่จะแลกเปลี่ยนแก๊สโดยใช้อวัยวะใด (ความเข้าใจ)

ก. ปอด

ข. เหงือก

ค. ผิวหนัง

ง. ปอดแผง

จ. เยื่อหุ้มเซลล์

3. นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใดปลาจึงเสียชีวิตเมื่อถูกนำมาไว้บนบก (การนำไปใช้)

ก. ผิวหนังของปลาสูญเสียน้ำมากเมื่ออยู่บนบก

ข. เกร็ดปลาแห้งทำให้ปลาไม่สามารถหายใจได้

ค. ระบบหมุนเวียนเลือดหยุดทำงานเมื่อปลาอยู่บนบก

ง. เหงือกปลาแลกเปลี่ยนแก๊สได้เฉพาะในน้ำไม่สามารถแลกเปลี่ยนแก๊สบนบกได้

จ. ครีบปลาเหมาะสมกับการเคลื่อนที่ในน้ำแต่ไม่เหมาะสมกับการเคลื่อนที่บนบก

4. ข้อใดสรุปความสัมพันธ์ของกลุ่มของสัตว์และโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สไม่ถูกต้อง (วิเคราะห์)

ก. แมลงใช้ปอดในการแลกเปลี่ยนแก๊ส

ข. สัตว์ปีกใช้ปอดในการแลกเปลี่ยนแก๊ส

ค. สัตว์เลื้อยคลานใช้ปอดในการแลกเปลี่ยนแก๊ส

ง. สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมใช้ปอดในการแลกเปลี่ยนแก๊ส

จ. สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกตัวเต็มวัยใช้ปอดในการแลกเปลี่ยนแก๊ส

5. อวัยวะใดอยู่ระหว่างคอหอยและหลอดลม (ความรู้ และความจำ)

ก. ปอด

ข. ถุงลม

ค. ขั้วปอด

ง. กล่องเสียง

จ. หลอดลมฝอย

ตัวอย่างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

รายวิชา ชีววิทยา 4 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

1. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ รวม 27 คะแนน
 2. ให้นักเรียนอ่านโจทย์อย่างละเอียด ก่อนลงมือทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
 3. ให้นักเรียนตอบคำถามอย่างมีเหตุผล อยู่บนพื้นฐานของหลักการทางวิทยาศาสตร์
 4. แบบวัดนี้ใช้เวลาข้อละ 10 นาที ถ้านักเรียนได้ยินเสียงสัญญาณหมดเวลาให้หยุดทำข้อสอบ แล้วทำข้อสอบข้อต่อไป
 5. เขียนชื่อ - นามสกุล เลขที่ ชั้น ให้เรียบร้อยก่อนลงมือทำแบบวัด
 6. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ มีจุดประสงค์เพื่อสำรวจและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ข้อมูลจากแบบวัดฉบับนี้จะนำไปใช้ในการวิจัยเท่านั้น จะไม่มีผลต่อนักเรียนในด้านใด ๆ ทั้งสิ้น
-

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

1. นักเรียนคิดว่าการทำงานของปอดสามารถเชื่อมโยงกับหลักการทางวิทยาศาสตร์เรื่องใดได้บ้าง จงตอบมาให้ มากที่สุดในเวลา 10 นาที (ความคิดคล้องทางวิทยาศาสตร์ 3 คะแนน, ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ 3 คะแนน ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ 3 คะแนน รวม 9 คะแนน)

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....
- 6.....
- 7.....
- 8.....
- 9.....
- 10.....

2. นักเรียนคิดว่าจะนำความรู้เรื่องโครงสร้างและการทำงานของหัวใจ ไปใช้ประโยชน์สิ่งใดได้บ้าง จงตอบมาให้มากที่สุดเป็นเวลา 10 นาที (ความคิดคล้องทางวิทยาศาสตร์ 3 คะแนน ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ 3 คะแนน ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์อย่างละ 3 คะแนน รวม 9 คะแนน)

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....
- 6.....
- 7.....
- 8.....
- 9.....
- 10.....

3. สมมติว่าร่างกายไม่มีระบบน้ำเหลือง นักเรียนคิดว่าอะไรจะเกิดขึ้นกับร่างกายบ้าง จงตอบมาให้มากที่สุดในเวลา 10 นาที (ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ 3 คะแนน, ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ 3 คะแนน รวม 6 คะแนน)

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....
- 6.....
- 7.....
- 8.....
- 9.....
- 10.....

4. เนื่องจากในสภาวะปัจจุบันมีฝุ่นละออง pm 2.5 และแก๊สพิษต่าง ๆ อยู่ในอากาศที่เราสูดดมทุกวัน นักเรียนคิดว่าควรจะมีประดิษฐ์อุปกรณ์ใดเพื่อมาช่วยให้อากาศที่เราหายใจเข้าไปมีเฉพาะแก๊สดี วาตภาพอุปกรณ์นั้นพร้อมระบุหน้าที่ของสิ่งประดิษฐ์ในแต่ละส่วนประกอบ (ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ 3 คะแนน)



ชื่อสิ่งประดิษฐ์.....

หน้าที่ของสิ่งประดิษฐ์ในแต่ละส่วนประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ตัวอย่างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ



แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ร่วมกับเทคนิคการคิดนอกกรอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องหลังข้อความที่ตรงกับความรู้สึกรักของนักเรียนมากที่สุด
เพียงข้อละ 1 ช่อง โดยกำหนด ระดับความพึงพอใจไว้ดังนี้

- | | | |
|---|---------|---------------------------------|
| 5 | หมายถึง | นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด |
| 4 | หมายถึง | นักเรียนมีความพึงพอใจมาก |
| 3 | หมายถึง | นักเรียนมีความพึงพอใจปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | นักเรียนมีความพึงพอใจน้อย |
| 1 | หมายถึง | นักเรียนมีความพึงพอใจน้อยที่สุด |

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	1	2	3	4	5
1. ด้านการจัดการเรียนรู้					
1.1 การจัดการเรียนรู้มีลำดับขั้นตอนต่อเนื่อง					
1.2 การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง					
1.3 การจัดการเรียนรู้มีเนื้อหาไม่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน					
1.4 การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์					
1.5 การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์					

ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
	1	2	3	4	5
2. ด้านบรรยากาศการเรียนรู้					
2.1 บรรยากาศการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้					
2.2 บรรยากาศการเรียนรู้มีการเสริมแรงทางบวก เช่น คำชม การให้รางวัล เป็นต้น					
2.3 บรรยากาศการเรียนรู้ช่วยสร้างความสนใจใฝ่รู้ให้กับนักเรียน					
2.4 บรรยากาศการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้การจัดการเรียนรู้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ					
2.5 บรรยากาศการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมปฏิสัมพันธ์นักเรียนกับนักเรียนและระหว่างครูกับนักเรียน					
3. ด้านการใช้สื่อการเรียนรู้					
3.1 สื่อการเรียนรู้มีความน่าสนใจ					
3.2 สื่อการเรียนรู้ไม่สอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน					

ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
	1	2	3	4	5
3.3 สื่อการเรียนรู้ที่ใช้มีความหลากหลาย					
3.4 สื่อการเรียนรู้ช่วยให้สามารถเรียนรู้ได้ทุกที่					
3.5 สื่อการเรียนรู้ทันสมัยเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัจจุบัน					
4. ด้านการวัดผลและประเมินผล					
4.1 การวัดและประเมินผลเป็นไปตามจุดประสงค์การเรียนรู้					
4.2 การวัดและประเมินผลไม่สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
4.3 ครูมีการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อนำไปสู่การพัฒนาตนเอง					
4.4 เกณฑ์การวัดและประเมินผลมีความชัดเจนและยุติธรรม					
4.5 การวัด ประเมิน ผลที่ใช้มีหลากหลายวิธี					

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล

นางสาวบุศญา แก้วแพทย์

วัน เดือน ปี เกิด

3 มกราคม 2534

สถานที่เกิด

โรงพยาบาลตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์

วุฒิการศึกษา

กศ.บ.

ที่อยู่ปัจจุบัน

179/12 หมู่บ้านนครหลวง 2 ซอยอมร ถนนพระราม3 แขวงช่องนนทรี เขต
ยานนาวา 10120

