



ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ
ร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา
พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ธัชชา นวนกระโทก

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ
ร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา
พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



ธัญชา นวนกระโทก

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

THE EFFECTS OF 5Es INQUIRY CYCLE WITH COOPERATIVE LEARNING WITH
JIGSAW II TECHNIQUE IN CHROMOSOME AND GENETIC MATERIAL ON
BIOLOGICAL LEARNING ACHIEVEMENT, GROUP WORKING BEHAVIORS AND
SCIENTIFIC MIND OF TENTH GRADE STUDENTS



THANATCHA NUANKRATHOK

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR MASTER OF EDUCATION
IN SCIENCE TEACHING
FACULTY OF EDUCATION
BURAPHA UNIVERSITY

2020

COPYRIGHT OF BURAPHA UNIVERSITY

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ ธนัชชา นวนกระโทก ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก



(ดร.ชนาวุฒิ ลาตวงษ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม



(ดร.สมศิริ สิงห์ลพ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

 ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมโภชน์ อเนกสุข)

 กรรมการ

(ดร.ชนาวุฒิ ลาตวงษ์)

 กรรมการ

(ดร.สมศิริ สิงห์ลพ)

 กรรมการ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา ทองสอน)

 คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. สฎายู วีระวิชิตระกุล)

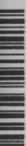
วันที่ 18 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2563

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัย
บูรพา

 คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)

วันที่ 27 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2563



61910084: สาขาวิชา: การสอนวิทยาศาสตร์; กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)
 คำสำคัญ: วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5Es), การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา, พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม, จิตวิทยาศาสตร์

รณัชชา นวนกระ โทก : ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (THE EFFECTS OF 5Es INQUIRY CYCLE WITH COOPERATIVE LEARNING WITH JIGSAW II TECHNIQUE IN CHROMOSOME AND GENETIC MATERIAL ON BIOLOGICAL LEARNING ACHIEVEMENT, GROUP WORKING BEHAVIORS AND SCIENTIFIC MIND OF TENTH GRADE STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: ธนาวุฒิ ลาตวงษ์, กศ.ค., สมศิริ สิงห์หลพ, กศ.ค. ปี พ.ศ. 2563.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน และหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) ศึกษาพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II และ 3) ศึกษาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนดาราสมุทร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 45 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที่สองกลุ่มไม่เป็นอิสระกัน และการทดสอบค่าที่กลุ่มเดียว

ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II มีพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม หลังเรียนสูงกว่า 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II มีจิตวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่า 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

61910084: MAJOR: SCIENCE TEACHING; M.Ed. (SCIENCE TEACHING)

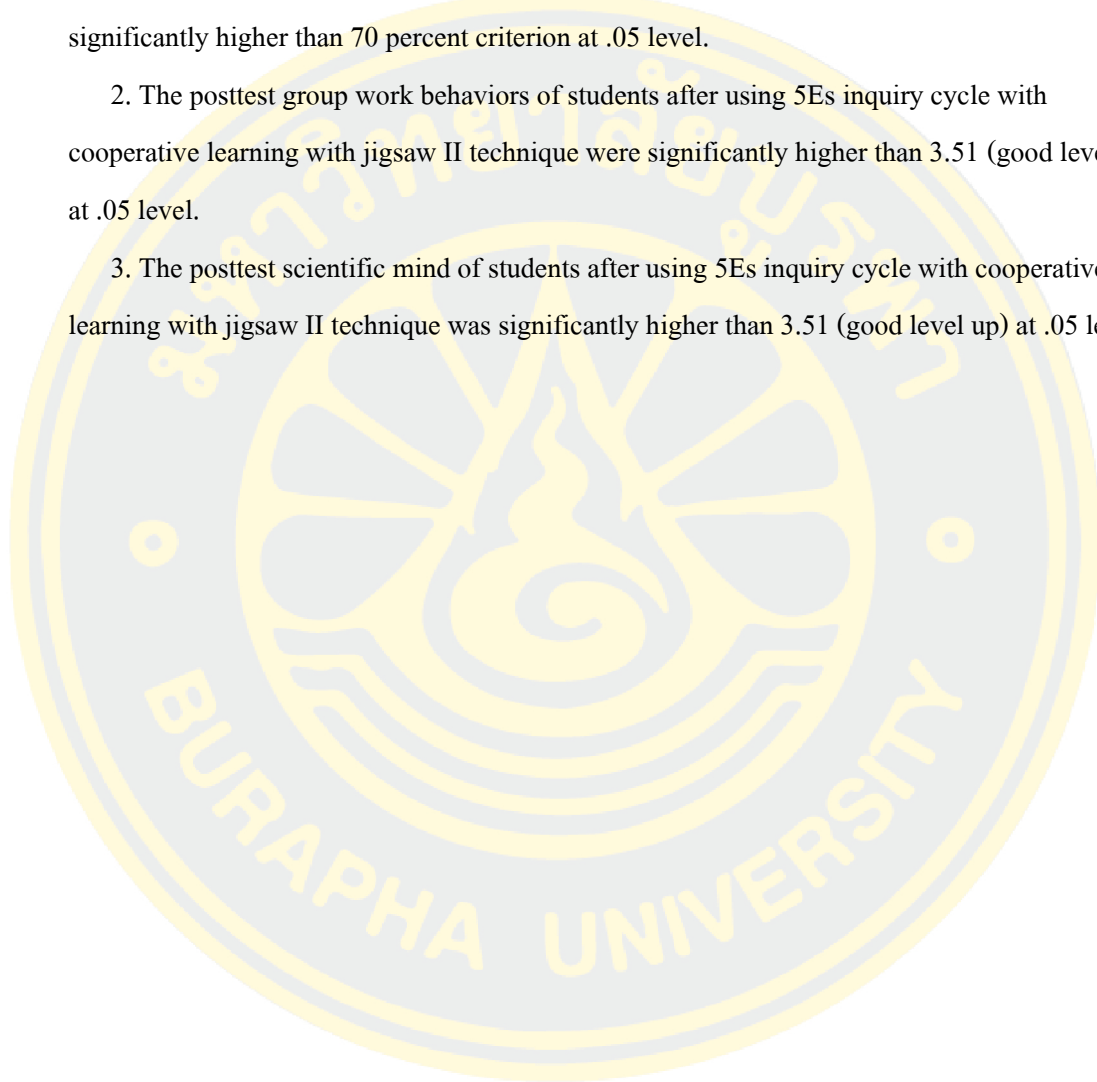
KEYWORDS: 5Es Inquiry Cycle / Cooperative Learning with Jigsaw II Technique /
Learning Achievement in Biology / Group Work Behaviors / Scientific Mind

THANATCHA NUANKRATHOK : THE EFFECTS OF 5ES INQUIRY CYCLE
WITH COOPERATIVE LEARNING WITH JIGSAW II TECHNIQUE IN CHROMOSOME
AND GENETIC MATERIAL ON BIOLOGICAL LEARNING ACHIEVEMENT, GROUP
WORKING BEHAVIORS AND SCIENTIFIC MIND OF TENTH GRADE STUDENTS.
ADVISORY COMMITTEE: THANAWUTH LATWONG, Ed.D., SOMSIRI SINGLOP, Ed.D.
2020.

The purposes of this research were to 1) compare the learning achievement in biology of students before and after using 5Es inquiry cycle with cooperative learning with jigsaw II technique and after using 5Es inquiry cycle with jigsaw II technique with 70 percent criterion. 2) study group work behaviors of students after using 5Es inquiry cycle with cooperative learning with jigsaw II technique. and 3) study scientific mind of students after using 5Es inquiry cycle with cooperative learning with jigsaw II technique. The sample was one classroom consisted of 45 tenth-grade students from Darasamutr School in the first semester of 2020 using cluster random sampling. The research instruments were 5Es inquiry cycle with cooperative learning with jigsaw II technique lesson plan, learning achievement in biology test, group behavior assessment form, and scientific mind test. The statistics used for analyzing the collected data were means, standard deviation, dependent sample t-test and one-sample t-test.

The results findings were summarized as follows:

1. The posttest learning achievement in biology of students after using 5Es inquiry cycle with cooperative learning with jigsaw II technique was significantly higher than the pretest and significantly higher than 70 percent criterion at .05 level.
2. The posttest group work behaviors of students after using 5Es inquiry cycle with cooperative learning with jigsaw II technique were significantly higher than 3.51 (good level up) at .05 level.
3. The posttest scientific mind of students after using 5Es inquiry cycle with cooperative learning with jigsaw II technique was significantly higher than 3.51 (good level up) at .05 level.



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาช่วยเหลือในการให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางที่เป็นประโยชน์ในการดำเนินงานวิจัย รวมไปถึงตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จาก ดร.ชนาวุฒิ ลาตวงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และ ดร.สมศิริ สิงห์หล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อีกทั้งให้กำลังใจผู้วิจัยตลอดระยะเวลาในการวิจัย ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ ปั้นหุ่น ดร.ภาสกร ภักดิ์ศรีแพง ดร.กิตติมา พันธุ์พุกษา คุณครูณรงค์ อริยชนพงศ์ และคุณครูเสาวณี เสถียรพิทักษ์กุล ผู้เชี่ยวชาญที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในงานวิจัย รวมทั้งให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไข ทำให้ได้เครื่องมือที่ถูกต้องและมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้บริหารสถานศึกษา คณะครู เจ้าหน้าที่ โรงเรียนดาราสมุทร ศรีราชา ที่อำนวยความสะดวกและกรุณาให้ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยในโรงเรียน และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2563 ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลงานวิจัยและฝึกประสบการณ์ให้แก่ผู้วิจัยได้อย่างดียิ่ง

ขอขอบคุณเพื่อนนิสิตปริญญาโท สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ทุกคน ที่คอยให้คำแนะนำช่วยเหลือและสนับสนุนผู้วิจัยในทุกด้านเสมอมา ทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

และสุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อชนาทิต นวนกระโทก และคุณแม่อังสนา นวนกระโทก ที่เป็นผู้เลี้ยงดูเอาใจใส่ ตลอดจนเป็นผู้ให้การสนับสนุนทางการศึกษาตลอดมา และเป็นกำลังใจสำคัญที่คอยผลักดันให้ผู้วิจัยทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ธนัชชา นวนกระโทก

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
กิตติกรรมประกาศ	ช
สารบัญ	ฅ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ฅ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	7
สมมติฐานการวิจัย	8
ประโยชน์ที่ได้รับ	9
ขอบเขตการวิจัย	10
นิยามศัพท์เฉพาะ	13
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่อง ยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนดาราสมุทร	19
การจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)	27
การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning)	48
การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II	68
การจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II	83

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	86
พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม.....	102
จิตวิทยาศาสตร์	116
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	130
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	136
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	136
รูปแบบการวิจัย.....	137
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	137
การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	138
วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	153
การวิเคราะห์ข้อมูล	154
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	156
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	161
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	161
การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	161
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	162
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	175
สรุปผลการวิจัย.....	176
อภิปรายผล	176
ข้อเสนอแนะ	187
บรรณานุกรม	189
ภาคผนวก	202
ภาคผนวก ก	203
ภาคผนวก ข	208

ภาคผนวก ค225

ภาคผนวก ง238

ภาคผนวก จ268

ประวัติย่อของผู้วิจัย316



สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2-1 โครงสร้างรายวิชาชีววิทยา 2 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	21
ตารางที่ 2-2 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียน ของ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ยีนและโครโมโซม	23
ตารางที่ 2-3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)	32
ตารางที่ 2-4 บรรยากาศในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)	37
ตารางที่ 2-5 บทบาทครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น	41
ตารางที่ 2-6 บทบาทนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น	44
ตารางที่ 2-7 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ	65
ตารางที่ 2-8 สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II.....	76
ตารางที่ 2-9 แสดงรายการประเมินและพฤติกรรมบ่งชี้ทักษะการทำงานกลุ่มของนักเรียน	114
ตารางที่ 3-1 แบบแผนการทดลองแบบ One group pretest-posttest design	137
ตารางที่ 3-2 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้สาระที่ 5 เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เวลา 18 คาบ	138
ตารางที่ 3-3 การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้ กับ จุดประสงค์	143
ตารางที่ 3-4 วิเคราะห์ขอบเขตพฤติกรรมในแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	149
ตารางที่ 3-5 วิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของจิตวิทยาศาสตร์และน้ำหนักในแบบวัดจิต วิทยาศาสตร์.....	151
ตารางที่ 4-1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ก่อนเรียน และ หลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ วัฏจักรการสืบเสาะหา ความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและ โครโมโซม (คะแนนเต็ม 30 คะแนน).....	162

ตารางที่ 4-2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (21 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน)164

ตารางที่ 4-3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ 3.51 (ระดับดีขึ้นไป)165

ตารางที่ 4-4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ 3.51 (ระดับดีขึ้นไป)169

ตารางที่ ข-1 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรม.....209

ตารางที่ ข-2 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โครโมโซม211

ตารางที่ ข-3 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ดีเอ็นเอ212

ตารางที่ ข-4 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรม.....214

ตารางที่ ข-5 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง มิวเทชัน.....215

ตารางที่ ข-6 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการวัด ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....217

ตารางที่ ข-7 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมการทำงานกลุ่มที่ต้องการวัดของแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4220

ตารางที่ ข-8 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (<i>IOC</i>) ระหว่างข้อความถามกับองค์ประกอบ ของ จิตวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัดของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ เรื่อง ยืนและ โครโมโซม ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4.....	222
ตารางที่ ค-9 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (<i>p</i>) และค่าอำนาจจำแนก (<i>r</i>) รายข้อของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยืนและ โครโมโซม ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (จำนวน 60 ข้อ).....	226
ตารางที่ ค-10 ข้อมูลที่ได้จากการประเมินค่า 5 ระดับ ของผู้ให้คะแนน 2 คน ของแบบประเมิน พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม เรื่อง ยืนและ โครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	230
ตารางที่ ค-11 คะแนนจำนวนความถี่ในแต่ละช่องจากข้อมูลในตารางที่ ค-10 ของผู้ให้คะแนน 2 คน ของแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม เรื่อง ยืนและ โครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 4.....	232
ตารางที่ ค-12 ผลการค่าอำนาจจำแนก (<i>r</i>) ของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ เรื่อง ยืนและ โครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (จำนวน 60 ข้อ)	234
ตารางที่ ค-13 การคำนวณหาความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (α -Cronbuch) ของ แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ เรื่อง ยืนและ โครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ โปรแกรมสำเร็จรูป.....	237
ตารางที่ ง-14 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยืนและ โครโมโซม ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 30).....	239
ตารางที่ ง-15 การทดสอบค่า <i>t</i> -test ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยืนและ โครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 30) โดย ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป.....	242
ตารางที่ ง-16 การทดสอบค่า <i>t</i> -test ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยืนและ โครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งแสดงพฤติกรรม การเรียนรู้แยกเป็นรายด้าน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป.....	243
ตารางที่ ง-17 การทดสอบค่า <i>t</i> -test ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา กับ เกณฑ์ร้อยละ 70 เรื่อง ยืนและ โครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลัง เรียน (21 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป	245

ตารางที่ ง-18 การทดสอบค่า t -test ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยากับ เกณฑ์ร้อยละ 70 เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลัง เรียน ซึ่งแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้แยกเป็นรายด้าน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป	245
ตารางที่ ง-19 คะแนนพฤติกรรมการทำงานกลุ่มหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	248
ตารางที่ ง-20 การทดสอบค่า t -test ของแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม เรื่อง ยีนและ โครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่า 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) โดยใช้ โปรแกรมสำเร็จรูป	258
ตารางที่ ง-21 การทดสอบค่า t -test ของแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม เรื่อง ยีนและ โครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่า 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) ซึ่งแสดง รายการพฤติกรรมการทำงานกลุ่มแยกเป็นรายด้าน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป	258
ตารางที่ ง-22 คะแนนจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	260
ตารางที่ ง-23 การทดสอบค่า t -test ของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่า 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป.....	266
ตารางที่ ง-24 การทดสอบค่า t -test ของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่า 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) ซึ่งแสดงรายการพฤติกรรมของ จิตวิทยาศาสตร์แยกเป็นรายด้าน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป	266

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1-2 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	12



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในทุก ๆ ด้าน ทั้งการเมือง เศรษฐกิจ สังคม การดำเนินชีวิตและความก้าวหน้าของเทคโนโลยี ประเทศไทยจึงต้องมีการ ปรับปรุงและพัฒนาการจัดการศึกษาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ การเปลี่ยนแปลงของโลกและความ เจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ส่งผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตและการทำงานของมนุษย์ในศตวรรษ ที่ 21 สถาบันการศึกษาจึงต้องเร่งปรับเปลี่ยนการจัดการเรียนรู้ ความสามารถและทักษะให้ทัดเทียม เป็นที่ยอมรับของชาติอื่น และสามารถดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุข (ไสว พักขาว, 2561, หน้า 14) สำหรับการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม กล่าวคือ เปลี่ยนจากการเรียน การสอนแบบดั้งเดิมที่ยึดครูเป็นศูนย์กลาง เปลี่ยนไปเป็นการยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางมากขึ้น ทั้งนี้ เพื่อให้การเรียนมีความหมายสำหรับผู้เรียนให้มากที่สุด (สมศักดิ์ ภู่วิภาดาพรรณ, 2554, หน้า 1) โดยผู้เรียนต้องมีบทบาทหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากกว่าผู้สอน ซึ่งต้องมีส่วนร่วม อย่างกระตือรือร้น หรือ Active Participation โดยไม่ได้หมายถึงความเฉพาลักษณะที่แสดงออก อย่างกระฉับกระเฉงเท่านั้น แต่หมายถึงความกระฉับกระเฉง ทั้งกาย สติปัญญา สังคม และอารมณ์ (นิรดา เวชญาลักษณ์, 2561, หน้า 38) สำหรับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะเน้นผู้เรียน เป็นศูนย์กลาง เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยในการจัดการเรียนการสอน ต้องส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบด้วยกิจกรรม ที่หลากหลาย ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ รวมทั้งการสื่อสารและ ทำงานร่วมกับผู้อื่น ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, หน้า 143) และเมื่อก้าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ครูต้องปรับเปลี่ยนการจัดการเรียนการสอนจากเดิม ซึ่งได้แก่การจัดการเรียนการสอนทางเดียว โดยครูเป็นผู้บรรยาย การเรียนรู้แบบท่องจำ มาเป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีปฏิสัมพันธ์มากขึ้น ระหว่างครูกับผู้เรียนและผู้เรียนกับผู้เรียน โดยคำนึงถึงการมีส่วนร่วมของผู้เรียน ทำให้บทบาทของ ครูต้องเปลี่ยนจากการทำงานคนเดียวมาเป็นการทำงานเป็นทีม เปลี่ยนจากการถ่ายทอดความรู้ อย่าง เดี่ยวมาเป็นผู้แนะนำหรือโค้ช (Duangkamol Sinpeng, 2553) การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 นี้ จะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ การเรียนรู้แบบร่วมคิดร่วมทำร่วมใจ กำลังใจ เปิดโอกาส และพื้นที่ในการทำงานร่วมกันอย่างสร้างสรรค์มากกว่าการแข่งขัน เรียนรู้ทักษะการทำงาน บนพื้นฐานของชีวิตจริง ทำให้ผู้เรียนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้วิถีคิด และพฤติกรรมทางสังคม

เข้าใจความแตกต่างระหว่างบุคคล เกิดความเข้าใจตนเองและผู้อื่น (ประสาธน์ เนื่องเฉลิม, 2558, หน้า 237) การให้ผู้เรียนฝึกฝนตนเองให้มีความรับผิดชอบทำงานเป็นกลุ่ม ความสำเร็จของงานจึงไม่ได้เกิดจากความสามารถของคน ๆ เดียว ในกระบวนการเรียนรู้ที่ดีควรนำผู้เรียนไปสู่การประสานประโยชน์ร่วมกัน (Werner and others, 2004) ซึ่งการให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนตนเองให้มีความรับผิดชอบต่อการทำงานเป็นกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและมีความภาคภูมิใจในการพาให้กลุ่มประสบความสำเร็จ สำหรับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบร่วมมือสามารถนำมาใช้ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ได้อย่างดี เนื่องจากธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำงานกลุ่ม ทดลอง สัมผัส และแลกเปลี่ยนแสดงความคิดเห็นถึงผลการค้นคว้าคำตอบจากการเรียน ทำให้การเรียนรู้ลักษณะนี้เกิดจากผู้เรียนกลุ่มเล็ก ๆ ที่ทุกคนสามารถแลกเปลี่ยนแนวคิด และวิธีการทำงานร่วมกัน (Slavin, 1995) และนอกจากนี้วิจารณ์ พานิช (2555, หน้า 349) กล่าวว่า ในศตวรรษที่ 21 ต้องเน้นการเรียนรู้เพื่อบ่มเพาะส่งเสริมทักษะในการเรียนรู้ โดยเป้าหมายที่สำคัญอีกประการหนึ่งในการสอนวิทยาศาสตร์ คือ เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2546, หน้า 5-12) โดยจิตวิทยาศาสตร์เป็นความพร้อมที่เกิดจากประสบการณ์การเรียนรู้ที่แสดงออกเป็นพฤติกรรมตอบสนองต่อสิ่งต่าง ๆ หรือสภาพการณ์ต่าง ๆ โดยมีองค์ประกอบสำคัญ คือ ความคิด ความรู้สึก และพฤติกรรมที่แสดงออกมา เนื่องจากผลของความคิดและความรู้สึก บุคคลที่ศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ดั้นด้นควรมีคุณลักษณะที่เรียกว่า เป็นผู้มีจิตวิทยาศาสตร์ ดังนั้น ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ควรมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้มีความรู้ กระบวนการคิด ได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น รวมถึงลักษณะนิสัยในการเป็นผู้มีจิตวิทยาศาสตร์ที่ดี (พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา, 2537, หน้า 35)

วิชาชีววิทยาเป็นวิทยาศาสตร์ธรรมชาติแขนงหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งสำหรับสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะชีววิทยาเกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังเป็นพื้นฐานของเทคโนโลยีชีวภาพ ที่เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงผลผลิตทางการเกษตร อุตสาหกรรม การสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะทำให้คุณภาพชีวิตของมนุษย์ดีขึ้นกว่าที่เป็นอยู่โดยวิชาชีววิทยาในระดับมัธยมศึกษานับเป็นวิชาที่มีความสำคัญ เพราะนักเรียนสามารถนำเอาความรู้ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน รวมทั้งยังเป็นพื้นฐานสำคัญของวิชาอื่น ๆ ที่สามารถนำความรู้ไปศึกษาในระดับที่สูงขึ้นได้ (สิริภัทร์ พรหมนิยัม, 2548, หน้า 2) แต่อย่างไรก็ตามจากการสัมภาษณ์คุณครูณัฏฐ์ อริชชนพงษ์ ครูผู้สอนวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาพบว่า สาธารณการเรียนรู้ เรื่อง ยีนและโครโมโซม เป็นสาระที่นักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาการเรียน ซึ่งเนื้อหามีลักษณะเป็นนามธรรม มีคำศัพท์ใหม่ ๆ และยากต่อการเข้าใจ การจัดเรียนการสอน

ของครูจะเน้นการบรรยาย ทำให้นักเรียนไม่เห็นภาพจึงทำให้ขาดทักษะความรู้ ความเข้าใจ ไม่ได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ (สัมภาษณ์, 29 มกราคม 2562) สอดคล้องกับผลการทดสอบนักเรียนในระดับนานาชาติ คือ คะแนนการสอบ PISA (Program for International Student Assessment) เป็น โครงการประเมินผลการศึกษาของประเทศสมาชิกองค์การร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-operation and Development : OECD) ร่วมกับประเทศสมาชิก 65 ประเทศ ซึ่งเป็นการประเมินความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้ และทักษะเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง 3 ด้าน ได้แก่ ประเมินการอ่าน (Reading Literacy) คณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) และวิทยาศาสตร์ (Science Literacy) ถือว่าเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิต และเป็นสิ่งที่ประชาชนจำเป็นต้องมี เพื่อการพัฒนาและการแข่งขันทางเศรษฐกิจของประเทศ โดยทำการประเมินกับนักเรียนที่จะจบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (อายุ 15 ปี) ซึ่งทำการสอบทุก ๆ 3 ปี เมื่อเทียบผลการประเมินใน 2 ครั้งที่ผ่านมา คือ ปีพ.ศ. 2555 (PISA 2012) และปีพ.ศ. 2558 (PISA 2015) พบว่า ประเทศที่ได้อันดับต้น ๆ ของโลกอยู่ในทวีปเอเชีย เช่น สิงคโปร์ จีน ญี่ปุ่น ฮังการี ไต้หวัน เกาหลีใต้ ส่วนประเทศไทยอยู่อันดับที่ 50 และอันดับที่ 55 โดยมีคะแนนวิทยาศาสตร์ (Science Literacy) ลดลง 23 คะแนน จาก 444 เป็น 421 คะแนน สำหรับประเทศไทยได้คะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD ทุกครั้ง (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2561, หน้า 59-61) และไม่เพียงเฉพาะผลการทดสอบระดับนานาชาติเท่านั้น ที่แสดงให้เห็นถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยอยู่ในระดับที่ต่ำลง สำหรับการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิยมขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Education Testing : ONET) เป็นการประเมินคุณภาพผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั่วประเทศ ซึ่งสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) เป็นหน่วยงานที่ดำเนินการจัดสอบ โดยประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนตามมาตรฐาน และตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2560, หน้า 3) สำหรับคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ยีนและโครโมโซม ซึ่งตรงกับมาตรฐานการเรียนรู้ ว 1.2 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนคาราสุมุท ในระหว่างปีการศึกษา 2559-2561 มีคะแนนเฉลี่ยดังนี้ 30, 27.13 และ 35 ตามลำดับ ซึ่งถือว่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยระดับประเทศ โดยมีคะแนนเฉลี่ยดังนี้ 31.44, 27.90, 31.62 และ 39.20 ตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2560) จากการวิเคราะห์ผลการประเมินของคะแนน PISA , O-NET และการศึกษาชั้นเรียนของนักเรียนโรงเรียนคาราสุมุท แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ สะท้อนให้เห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนต่ำลง สอดคล้องกับสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2560, หน้า 11) ที่กล่าวว่า ผลการทดสอบระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน (O-NET) ส่วนใหญ่

มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50 รวมถึงวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งคะแนนส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง และต่ำ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับแนวคิดของ เอ็ดมพร หลินเจริญ และคณะ (2552) ที่กล่าวว่า ยังมีครูที่ใช้วิธีการสอนแบบบรรยายมุ่งเน้นให้เด็กท่องจำ จัดกิจกรรมที่เน้นครูเป็นสำคัญมากกว่าการเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนไม่ดี หรือคะแนน O-NET ต่ำลง

สำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา ผู้สอนต้องจัดกิจกรรมที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ให้นักเรียนได้คิด ได้ทำงานเป็นกลุ่มช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ ได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ได้ศึกษาหาคำตอบที่ถูกต้องด้วยตนเอง ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้นครูควรจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมและได้ฝึกการทำงานร่วมกัน ช่วยกันศึกษาค้นคว้าและแก้ปัญหา (กรมวิชาการ, 2542) แต่อย่างไรก็ตามจากการสังเกตสภาพการจัดการเรียนการสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของผู้วิจัย พบว่า นักเรียนไม่มีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม เมื่อมอบหมายงานให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่มส่วนใหญ่หัวหน้ากลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนในระดับเก่งจะมีบทบาทมากที่สุด โดยจะเป็นผู้ทำงานส่ง ส่วนสมาชิกกลุ่มคนอื่น ๆ จะไม่รับบทบาทหน้าที่ตนเอง ไม่มีส่วนร่วมหรืออาจจะนั่งเฉย ๆ ทำให้หัวหน้ากลุ่มต้องรับภาระงานทั้งหมด สอดคล้องกับแนวคิดของ วรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2542, หน้า 7) ที่กล่าวว่า ผู้สอนส่วนมากไม่ได้เน้นหรือให้ความสำคัญ คือ การใช้กระบวนการในการหาความรู้ ส่วนมากมักจะเป็นการแบ่งกลุ่มแล้วต่างกลุ่มต่างทำ โดยไม่ได้สนใจบทบาทหน้าที่ของนักเรียนแต่ละคน ตลอดจนกระบวนการกลุ่มในการทำงานกลุ่มหัวหน้ากลุ่มจะมีบทบาทมากที่สุด ส่วนสมาชิกคนอื่น ๆ อาจนั่งเฉย ๆ หรืออาจรับกระบวนการทำงานกลุ่ม จากปัญหาดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า ครูควรจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนรู้และเข้าใจบทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบของตนเองมากขึ้น

เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดไว้เพื่อมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุดและให้ได้ทั้งกระบวนการความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ โดยมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้ 1) เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ 2) เพื่อให้เข้าใจขอบเขตธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ และข้อจำกัดในการศึกษาวิทยาศาสตร์ 3) เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางเทคโนโลยี 4) เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน 5) เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต 6) เพื่อพัฒนาระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อสาร

และความสามารถในการตัดสินใจ และ 7) เพื่อให้เป็นผู้มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 3) ซึ่งพันธ์ ทองชุมนุม (2547, หน้า 14) ได้กล่าวว่า ในการจัดการเรียนการสอนนั้น การสร้างจิตวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนเป็นสิ่งที่เป็นและสำคัญอย่างยิ่ง เพราะจิตวิทยาศาสตร์สามารถที่จะทำให้เกิดแก่ผู้เรียนได้ในทุกขั้นตอนของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยจิตวิทยาศาสตร์เป็นส่วนที่ควบคุมการคิด การกระทำ และการตัดสินใจในการปฏิบัติงานของบุคคลที่สนใจในการเรียนรู้ และแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่อย่างไรก็ตามจากการสัมภาษณ์ คุณครูนงลักษณ์ อริยชนพงศ์ ครูผู้สอนวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษา พบว่าปัญหาอีกประการหนึ่งคือ ในการจัดการเรียนรู้ของสาระการเรียนรู้ เรื่อง ยีนและโครโมโซม จะเน้นเนื้อหาเพื่อให้นักเรียนทำข้อสอบได้ โดยนักเรียนเป็นผู้รับความรู้ที่ครูมอบให้เพียงอย่างเดียว ไม่ได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองจึงส่งผลให้พฤติกรรมด้านความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบและเพียรพยายาม ความมีเหตุผลของนักเรียนลดลง (สัมภาษณ์, 29 มกราคม 2562) สอดคล้องกับแนวคิดของ ทราหยอง พวกสันเทียะ (2553, หน้า 3) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันครูและนักเรียนไปให้ความสำคัญทางด้านของเนื้อหา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากกว่าทางด้านจิตพิสัย เนื่องจากการสอบเข้าศึกษาต่อในระดับต่าง ๆ ยังให้ความสำคัญในการคัดเลือกด้วยข้อสอบที่เน้นเนื้อหาความรู้มากกว่า ทำให้นักเรียนขาดคุณลักษณะทางจิตวิทยาศาสตร์ จากปัญหาดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าผู้สอนให้ความสำคัญและส่งเสริมคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

จากการศึกษาปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้หาแนวทางที่สอดคล้องกับปัญหาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจิตวิทยาศาสตร์ พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้ นักเรียนบรรลุเป้าหมายซึ่งจะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2544, หน้า 56) ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวคิดในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 32-33) โดยมี 5 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นการสร้าง ความสนใจ ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน จากสื่อ เกม การอภิปรายหรือสนทนา ให้นักเรียนเกิดข้อคำถามหรือข้อสงสัยในประเด็นที่จะศึกษา 2) ขั้นสำรวจและค้นหา นักเรียนลงมือทำและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนนำข้อมูลที่ได้อธิบายและสรุปผลเพื่อนำเสนอตามความเข้าใจของตนเอง 4) ขั้นขยายความรู้ นักเรียนและครูนำความรู้ที่ได้มาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน ทำให้นักเรียนเกิดความรู้อย่างกว้างมากขึ้น 5) ขั้นประเมิน นักเรียนประเมินความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) จะสามารถช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจิตวิทยาศาสตร์ได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ รัตนารรรณ ชนานุรักษ์ (2547) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จิตวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ส่วนจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง (\bar{X} = 4.43, S.D. = 0.39) และพฤติกรรมการทำงานกลุ่มอยู่ในระดับมากที่สุด (\bar{X} = 4.73, S.D. = 0.27) และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ เอกพจน์ เศษฤทธิ์ (2563) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และจิตวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งเป็นวิธีการจัดกิจกรรมการสอนที่เน้นการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนให้แก่ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความรู้ความสามารถแตกต่างกัน โดยที่แต่ละคนมีส่วนร่วมอย่างแท้จริงในการเรียนรู้และในความสำเร็จของกลุ่ม ทั้งจากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การแบ่งทรัพยากรการเรียนรู้ รวมทั้งเป็นกำลังใจให้แก่กัน คนที่เรียนเก่งจะช่วยเหลือคนที่อ่อนกว่า สมาชิกในกลุ่มไม่เพียงแต่รับผิดชอบต่อการเรียนของตนเองเท่านั้น หากแต่จะต้องร่วมรับผิดชอบการเรียนรู้ของเพื่อนสมาชิกทุกคน โดยความสำเร็จของบุคคลคือความสำเร็จของกลุ่ม (วัฒนาพร ระงับทุกข์, 2542, หน้า 34) สำหรับเทคนิคที่น่าสนใจของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ คือ การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เป็นการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้มีการร่วมมือระหว่างสมาชิกในกลุ่มและมีการถ่ายทอดความรู้ระหว่างกลุ่ม ซึ่งสมาชิกทุกคนในกลุ่มจะมีบทบาทหน้าที่ของตน โดยให้สมาชิกในกลุ่มเลือกศึกษาหาความรู้คนละหัวข้อ สมาชิกแต่ละกลุ่มที่ได้หัวข้อเดียวกันมาเข้ากลุ่มใหม่จะเรียกกลุ่มนี้ว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert Groups) จากนั้นให้แลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกันอภิปราย รวบรวมข้อมูลจนแต่ละคนมีความเข้าใจในหัวข้อที่ได้รับมอบหมายอย่างชัดเจน จากนั้นกลับไปเล่าให้เพื่อนกลุ่มเดิมฟังจนครบทุกคน แล้วสรุปความรู้ที่ได้ ผู้วิจัยจึงได้สังเคราะห์และสรุปได้ทั้งหมด 5 ขั้น ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมการ ครูจัดกลุ่มให้นักเรียนโดยความสามารถเรียกว่า กลุ่มบ้าน (Home Groups) ขั้นที่ 2 ขั้นสอน สมาชิกในกลุ่มบ้านแบ่งหัวข้อที่จะศึกษาตามความสนใจโดยจะเลือกหัวข้อไม่ซ้ำกัน ขั้นที่ 3 ขั้นจัดกิจกรรมกลุ่ม นักเรียนที่ศึกษาหัวข้อเดียวกันในแต่ละกลุ่มมานั่งด้วยกัน เพื่อศึกษาหาความรู้ร่วมกัน เรียกว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert Groups)

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและทดสอบ นักเรียนออกจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลับไปยังกลุ่มบ้าน เพื่อผลัดกันอธิบายถ่ายทอดความรู้ที่ได้จนครบทุกหัวข้อ จากนั้นสรุปความรู้ที่ได้เป็นกลุ่ม และขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล โดยนักเรียนทำแบบทดสอบรายบุคคล จากนั้นครูนำคะแนนของสมาชิกในกลุ่มมาหาค่าเฉลี่ยรวมเป็นคะแนนของกลุ่ม สำหรับกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดจะได้รับรางวัล ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II สามารถช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจิตวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับผลวิจัยของ สมใจ เพ็ชรสุกใส (2548) ได้ศึกษาผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการทำงานร่วมกัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน และมีความสามารถในการทำงานร่วมกันสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการเรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชนิดา เชื้อภู (2556) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ STAD ร่วมกับแบบ Jigsaw II หลังเรียนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อศึกษาแต่ละคุณลักษณะของจิตวิทยาศาสตร์ พบว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษาสภาพปัญหา ความสำคัญ และการศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม โดยผู้วิจัยได้สอดแทรกการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ในขั้นที่ 2 และขั้นที่ 5 ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนดาราสมุทร อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม ก่อนเรียนและหลังเรียน

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

3. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม

4. เพื่อศึกษาจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม

สมมติฐานการวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ที่มีต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจิตวิทยาศาสตร์ เช่น นพดล ศิลปะชัย (2560) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทำงานกลุ่ม เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้พบว่าทักษะการทำงานกลุ่ม หลังเรียนอยู่ในระดับดี และณัชชาภักดิ์ญ์ วรตนชัยวรรณ (2555) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยจิตวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ สมใจ เพ็ชรสุกใส (2548) ได้ศึกษาผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการทำงานร่วมกัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน และมีความสามารถ

ในการทำงานร่วมกัน สูงกว่านักเรียนที่รับการสอนโดยใช้วิธีการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้ตั้งสมมติฐานการวิจัย 4 ข้อ ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

3. พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม หลังเรียนสูงกว่า 3.51 (ระดับดีขึ้นไป)

4. จิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม หลังเรียนสูงกว่า 3.51 (ระดับดีขึ้นไป)

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม ที่จะช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจิตวิทยาศาสตร์

2. เพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการนำไปประยุกต์และพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ หรือบทเรียนอื่น ๆ

3. เป็นแนวทางให้ผู้ที่สนใจในการจัดเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II นำวิธีการ เนื้อหา และผลการวิจัยไปปรับปรุงในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับชั้นอื่น ๆ

ขอบเขตการวิจัย

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนดาราสมุทร อำเภอสัตหิรา จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 91 คน ซึ่งมีการจัดห้องเรียนแบบความสามารถทางการเรียน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนดาราสมุทร อำเภอสัตหิรา จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) จำนวน 45 คน ซึ่งใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม เพราะมีการจัดห้องเรียนแบบความสามารถทางการเรียน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (SEs) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II โดยแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ก่อนการจัดการเรียนรู้ และหลังการจัดการเรียนรู้

2.2 ตัวแปรตาม ประกอบด้วย

2.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา

2.2.2 พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

2.2.3 จิตวิทยาศาสตร์

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เนื้อหาในหนังสือเรียนรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เล่ม 2 ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง ยีนและโครโมโซม โดยประกอบด้วยเนื้อหา 5 เรื่อง ดังนี้

3.1 การค้นพบสารพันธุกรรม

3.2 โครโมโซม

3.3 ดีเอ็นเอ

3.4 สมบัติของสารพันธุกรรม

3.5 มิวเทชัน

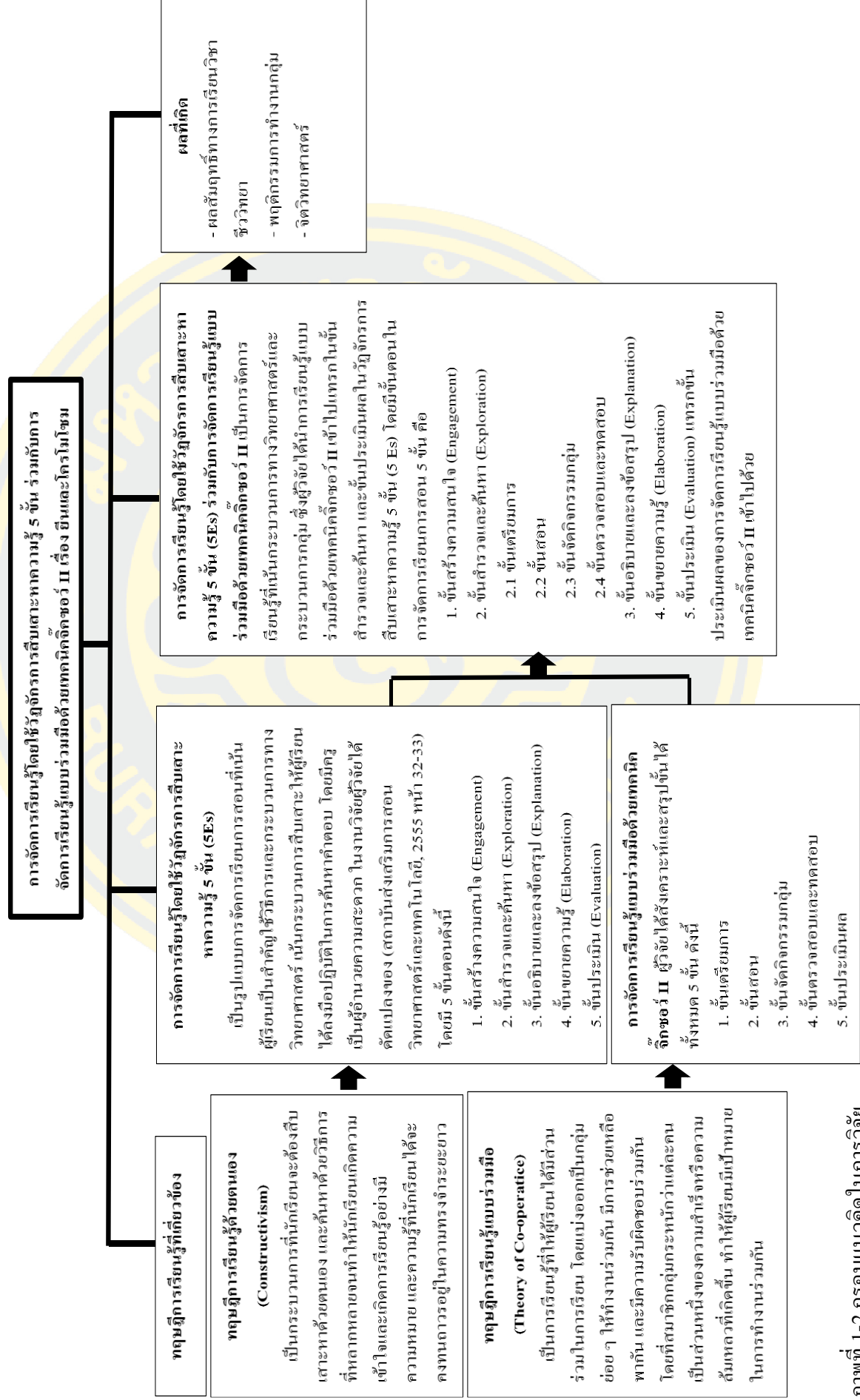
4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โดยใช้ เวลาในการดำเนินงานวิจัยทั้งหมด 20 คาบ คาบละ 50 นาที ประกอบด้วย การทดสอบก่อนเรียน (Pretest) จำนวน 1 คาบ การจัดการเรียนรู้ จำนวน 18 คาบ และการทดสอบหลังเรียน (Posttest) จำนวน 1 คาบ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ และเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง



กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ สามารถนำเสนอกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้



ภาพที่ 1-2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) หมายถึง เป็นการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ ให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ใช้วิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเตรียมสภาพแวดล้อมให้เกิดการเรียนรู้และครูเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม ความคิด แล้วลงมือค้นหาคำตอบเพื่อนำมาตอบคำถามหรือหาข้อสรุปด้วยตนเอง และเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายโดยจะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งความรู้ที่ได้จะคงทนถาวรอยู่ในความทรงจำระยะยาว มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้น ดังนี้

1.1 ขั้นการสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการสร้างความสนใจให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น หรือเป็นการเชื่อมโยงความรู้เดิมของผู้เรียนเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างคำถามและเกิดความสงสัย โดยครูอาจใช้วิธีการกระตุ้นความสนใจได้หลายแบบที่จะช่วยให้ผู้เรียนนำไปสู่ความเข้าใจเรื่อง หรือประเด็นเรื่องที่จะศึกษามากขึ้น เช่น การนำเสนอข้อมูล สาทิต เล่าเรื่อง อภิปรายหรือสนทนา ใช้สื่อ ใช้เกม สร้างสถานการณ์ เป็นต้น

1.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อผู้เรียนทำความเข้าใจประเด็น หรือคำถามที่สนใจจะศึกษาแล้ว ก็กำหนดแนวทางในการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือทำและเก็บรวบรวมข้อมูล อาจทำได้โดยการลงมือทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม หรือศึกษาสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ที่น่าเชื่อถือ ซึ่งผลที่ได้จากการสำรวจและค้นหาจะนำมาสร้างคำอธิบายตามความหมายและความเข้าใจของตนเองได้

1.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้อย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง จากนั้นนำเสนอผลที่ได้ตามความเข้าใจของตนเอง

1.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำข้อค้นพบที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือนำข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายเหตุการณ์อื่น ๆ มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่นทำให้เกิดความรู้กว้างมากยิ่งขึ้น

1.5 ขั้นประเมิน (Evaluation) การประเมินการเรียนรู้ที่ได้ของผู้เรียน โดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน

2. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II หมายถึง เป็นการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้มีการร่วมมือระหว่างสมาชิกในกลุ่ม และมีการถ่ายทอดความรู้ระหว่างกลุ่ม ซึ่งสมาชิกทุกคนในกลุ่มจะมีบทบาทหน้าที่ของตน โดยให้สมาชิกในกลุ่มเลือกศึกษาความรู้คนละหัวข้อ สมาชิกแต่ละกลุ่มที่ได้หัวข้อเดียวกันมาเข้ากลุ่มใหม่จะเรียกกลุ่มนี้ว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นให้

แลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกันอภิปราย รวบรวมข้อมูลจนแต่ละคนมีความเข้าใจในหัวข้อที่ได้รับมอบหมายอย่างชัดเจน จากนั้นกลับไปเล่าให้เพื่อนกลุ่มเดิมฟังจนครบทุกคน แล้วสรุปความรู้ที่ได้โดยผู้วิจัยได้สังเคราะห์และสรุปได้ทั้งหมด 5 ชั้น ดังนี้

ชั้นที่ 1 ชั้นเตรียมการ

ครูชี้แจงวัตถุประสงค์ของการเรียน แนะนำบทบาทและหน้าที่ของสมาชิกกลุ่ม แนะนำวิธีการศึกษา จากนั้นครูจัดกลุ่มให้นักเรียนแบบละความสามารถกลุ่มละ 6 คน โดยคณะเด็กที่มีความสามารถต่างกัน คือ เก่ง ปานกลาง อ่อนอยู่ในกลุ่มเดียวกัน เรียกว่า กลุ่มบ้าน (Home Groups) และได้จัดแบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้อย่อย ๆ เท่ากับจำนวนของสมาชิกกลุ่ม ซึ่งเฝ้าคิดว่าห้ามสมาชิกออกจากกลุ่มจนกว่าจะทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จสิ้นลง ถ้าคนใดสงสัยไม่เข้าใจเรื่องใดจะต้องขอความช่วยเหลือจากเพื่อนในกลุ่ม

ชั้นที่ 2 ชั้นสอน

ครูนำเข้าสู่บทเรียนอาจใช้สื่อต่าง ๆ เช่น เกม ชมวิดีโอทัศน์ แผนภาพ การตั้งคำถาม มาร่วมกันอภิปรายทบทวนความรู้เดิมที่จะเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ที่นักเรียนจะได้เรียน มีการซักถามเนื้อหาต่าง ๆ แนะนำเนื้อหา แนะนำแหล่งข้อมูล หลังจากนั้นให้สมาชิกในแต่ละกลุ่มเลือกหัวข้อที่สนใจจะศึกษาคนละ 1 หัวข้อ ตามความสมัครใจ โดยในกลุ่มจะไม่ซ้ำหัวข้อกัน

ชั้นที่ 3 ชั้นจัดกิจกรรมกลุ่ม

ผู้เรียนที่ได้รับหัวข้อเดียวกันจากแต่ละกลุ่มมานั่งรวมกัน เพื่อมาทำงาน ทำกิจกรรมร่วมกัน และศึกษาความรู้ร่วมกันจนมีความเข้าใจในหัวข้อเรื่องที่ได้รับมอบหมายอย่างชัดเจน เรียกว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert Groups) จากนั้นสมาชิกในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลับไปยังกลุ่มเดิมของตนที่เรียกว่า กลุ่มบ้าน (Home Groups) และผลัดกันอภิปราย ถ่ายทอดความรู้ในหัวข้อที่ตนไปศึกษามาให้สมาชิกในกลุ่มบ้านฟังจนครบทุกหัวข้อ พร้อมตอบข้อสงสัยอย่างละเอียดลึกซึ้ง จากนั้นทำการสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาร่วมกัน

ชั้นที่ 4 ชั้นตรวจสอบและทดสอบ

ครูให้ออกมาอธิบายหน้าชั้นเรียนเป็นกลุ่ม โดยวิธีการจับฉลากเลือกกลุ่มซึ่งจะให้เสนอผลงานหัวข้อเรื่องของตนเองไปศึกษา หรือให้เสนอหัวข้อเรื่องอื่นที่ตนไม่ได้เป็นผู้เชี่ยวชาญ แต่สมาชิกคนอื่นอธิบายให้ฟังเพื่อทดสอบว่าคนอื่นที่ไปศึกษาเข้าใจหรือไม่ จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาร่วมกัน

ชั้นที่ 5 ชั้นประเมินผล

ให้นักเรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบเกี่ยวกับเนื้อหาทั้งหมดทุกหัวข้อ โดยนำคะแนนของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มมารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ยเป็นคะแนนกลุ่ม นำผลคะแนนไปติดประกาศ

ไว้ที่ป้ายประกาศภายในห้องเรียน สำหรับกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดถือว่ามีความร่วมมือช่วยเหลือกัน เป็นอย่างดี จะได้รับคำชมเชย หรือรางวัลเพื่อเป็นการเสริมแรงให้แก่ผู้เรียน และเพื่อเป็นการกระตุ้น กลุ่มที่เหลือให้มีความพยายามมากขึ้น

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II หมายถึง เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ ให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้วิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับกระบวนการกลุ่ม เพื่อให้ นักเรียน ได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างแท้จริง มีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเตรียมสภาพแวดล้อมให้เกิดการเรียนรู้ และเกิดพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ซึ่งผู้วิจัยได้นำการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เข้าไปแทรกในชั้นสำรวจและค้นหา และขั้นประเมิน ในวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ซึ่งการจัดการเรียนรู้นี้เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ความรู้หรือทักษะที่นักเรียนได้รับจะคงทนถาวร เนื่องจากได้เกิดการเรียนรู้และลงมือทำด้วยตนเอง มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้น ดังนี้

3.1 ขั้นการสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการสร้างความสนใจให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น หรือเป็นการเชื่อมโยงความรู้เดิมของผู้เรียน เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างคำถามและเกิดความสงสัย โดยครูอาจใช้วิธีการกระตุ้นความสนใจได้หลายแบบที่จะช่วยให้ผู้เรียนนำไปสู่ความเข้าใจเรื่อง หรือประเด็นเรื่องที่ศึกษามากขึ้น เช่น การนำเสนอข้อมูล สาระใจ เรื่อง อภิปรายหรือสนทนา ใช้สื่อ ใช้เกม สร้างสถานการณ์ เป็นต้น

3.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาแล้ว ก็กำหนดแนวทางในการสำรวจตรวจสอบ ค้นหา ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือทำและเก็บรวบรวมข้อมูล ในขั้นนี้จะมีการนำขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เพื่อให้ นักเรียน ได้มีส่วนร่วมในการสำรวจและค้นหาข้อมูล และช่วยเหลือซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม มีความรับผิดชอบต่อบทบาทหน้าที่ของตนเอง โดยมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมการ ครูจัดกลุ่มให้นักเรียนโดยละความสามารถกลุ่มละ 6 คน โดยละเด็กที่ความสามารถต่างกัน คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน อยู่ในกลุ่มเดียวกัน เรียกว่า “กลุ่มบ้าน ” (Home Groups)

ขั้นที่ 2 ขั้นสอน นักเรียนมอบหมายให้สมาชิกแต่ละคนศึกษาหัวข้อที่แตกต่างกัน ตามความสนใจของนักเรียน ซึ่งเป็นหัวข้อย่อยที่ครูได้เตรียมไว้เท่ากับจำนวนสมาชิกในกลุ่ม

ขั้นที่ 3 ขั้นจัดกิจกรรมกลุ่ม ครูให้นักเรียนที่ศึกษาหัวข้อเดียวกันจากแต่ละกลุ่มมานั่งด้วยกัน เพื่อทำงานและศึกษาหาความรู้ร่วมกัน เรียกว่า “กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ” (Expert Groups)

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและทดสอบ เมื่อศึกษาหัวข้อที่ได้รับเสร็จเรียบร้อยแล้ว สมาชิกแต่ละคนออกจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลับไปยังกลุ่มเดิมของตนเอง เพื่อผลัดกันอธิบายถ่ายทอดความรู้ที่ตนได้ไปศึกษามาให้เพื่อนฟังจนครบทุกหัวข้อ และมีการตอบคำถาม ซักถามเพื่อนในกรณีเกิดข้อสงสัย จากนั้นสรุปความรู้ที่ได้รับเป็นกลุ่ม

3.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้อย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบนำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และอภิปรายผลการทดลอง ให้นักเรียนนำเสนอผลที่ได้โดยใช้รูปแบบที่หลากหลาย เช่น รูปภาพ แผนผัง เป็นต้น ครูให้ออกมาอธิบายหน้าชั้นเรียนเป็นกลุ่ม โดยวิธีการจับฉลากเลือกกลุ่ม ให้นำเสนอผลงาน หัวเรื่องที่ตนเองไปศึกษา หรือให้นำเสนอหัวข้อเรื่องอื่นที่ตนไม่ได้เป็นผู้เชี่ยวชาญแต่สมาชิกคนอื่นได้อธิบายให้ฟัง เพื่อทดสอบว่าคนอื่นที่ไปศึกษาเข้าใจหรือไม่ จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย และสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาร่วมกัน

3.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำข้อค้นพบที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายเหตุการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างมากยิ่งขึ้น

3.5 ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินความรู้ที่ได้ของผู้เรียน โดยครูซึ่งนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน โดยในขั้นนี้เป็นการนำขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผลของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เข้ามาใช้ด้วย ซึ่งครูจะประเมินผลการเรียนรู้โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบเป็นรายบุคคล จากนั้นครูนำคะแนนทุกคนในกลุ่มมาหาค่าเฉลี่ยรวมเป็นคะแนนกลุ่ม สำหรับกลุ่มที่ได้คะแนนหรือค่าเฉลี่ยสูงสุดจะได้รับรางวัลหรือคำชมเชย และจะตีพิมพ์ประกาศไว้ที่ป้ายประกาศภายในห้องเรียน

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา หมายถึง ผลที่เกิดจากการเรียน การทำกิจกรรม การฝึกฝนหรือประสบการณ์ต่าง ๆ ในการศึกษา ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้เนื้อหาสาระตามจุดประสงค์ของวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม

5. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ ด้านพุทธิพิสัยทั้งหมด 6 ด้าน ตามแนวคิดของบลูม และคณะ ฉบับปรับปรุง (Bloom, 2001 อ้างถึงใน พิศิษฐ ตัณฑวณิช, 2557, หน้า 13-25) ได้แก่ 1) การจำ (Remembering) 2) ความเข้าใจ (Understanding) 3) การปรับใช้ (Applying) 4) การวิเคราะห์ (Analyzing) 5) การประเมิน (Evaluation) และ 6) การสร้างสรรค์ (Creating) โดยเป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งครอบคลุมสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยนำมาใช้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักร

การสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

6. เกณฑ์ร้อยละ 70 หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่ยอมรับว่านักเรียนมีความสามารถในการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ถือว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา อยู่ในระดับดี เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา พุทธศักราช 2551 แนวการวัดผลมีดังนี้ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2547, หน้า 17)

คะแนนร้อยละ 80-100	หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับ ดีเยี่ยม
คะแนนร้อยละ 75-79	หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับ ดีมาก
คะแนนร้อยละ 70-74	หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับ ดี
คะแนนร้อยละ 65-69	หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับ ค่อนข้างดี
คะแนนร้อยละ 60-64	หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับ น่าพอใจ
คะแนนร้อยละ 55-59	หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับ พอใช้
คะแนนร้อยละ 50-54	หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับ ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ
คะแนนร้อยละ 0-49	หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับ ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ

7. พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม หมายถึง กระบวนการที่นักเรียนใช้ในการทำงาน โดยมีเป้าหมายร่วมกัน มีความร่วมมือ ความรับผิดชอบ มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แสดงความคิดเห็นรวมถึงแลกเปลี่ยนประสบการณ์ซึ่งกันและกัน โดยสมาชิกต้องรู้จักบทบาทและหน้าที่ของตนเอง สำหรับในงานวิจัยนี้พิจารณาได้จากระดับพฤติกรรมการทำงานกลุ่มในภาพรวมด้านต่าง ๆ และสามารถสรุปสิ่งที่ปรากฏเป็นพฤติกรรมที่สำคัญ คือ การวางแผน การอภิปรายและแสดงความคิดเห็นในกลุ่ม การนำเสนอผลงาน การปฏิบัติงาน และมารยาททั่วไปในการทำงานกลุ่ม

8. แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ซึ่งได้กำหนดขอบเขตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนไว้ทั้งหมด 5 ด้าน โดยใช้กรอบแนวคิดของทิสนา แคมมณี (2545, หน้า 226-227) และมีการปรับให้เข้ากับงานวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ 1) ด้านการวางแผน 2) ด้านการอภิปรายและแสดงความคิดเห็นในกลุ่ม 3) ด้านการนำเสนอผลงาน 4) ด้านการปฏิบัติงาน และ 5) ด้านมารยาททั่วไปในการทำงานกลุ่ม ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าการปฏิบัติ (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 25 ข้อ โดยมีผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย 1 ท่าน เป็นผู้สังเกตและประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนทุกครั้ง

ในระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

9. จิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับความคิดของบุคคลที่มีการคิดการกระทำและการตัดสินใจในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จนก่อให้เกิดจินตนิมิตสามารถปรากฏให้เห็นเป็นพฤติกรรม สำหรับในงานวิจัยนี้พิจารณาได้จากความคิดเห็นในภาพรวมด้านต่าง ๆ และสามารถสรุปสิ่งที่ปรากฏเป็นพฤติกรรมที่สำคัญ คือ ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ และเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความซื่อสัตย์ และความใจกว้าง

10. แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อวัดจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้กำหนดลักษณะของบุคคลที่มีจิตวิทยาศาสตร์ไว้ทั้งหมด 6 ด้าน โดยใช้กรอบแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 137-139) และมีการปรับให้เข้ากับงานวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ 1) ความสนใจใฝ่รู้ 2) ความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม 3) ความมีระเบียบรอบคอบ 4) ความมีเหตุผล 5) ความซื่อสัตย์ และ 6) ความใจกว้าง ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าการปฏิบัติ (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 30 ข้อ โดยนักเรียนประเมินตนเอง หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งผู้วิจัยต้องอาศัยข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำมาประกอบในการทำงานวิจัย จึงได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. สารระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่อง ยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนดาราสมุทร อำเภอสรรพยา จังหวัดชลบุรี
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)
3. การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative learning)
4. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II
5. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II
6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
7. พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
8. จิตวิทยาศาสตร์
9. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

**สารระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่อง ยีนและโครโมโซม
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนดาราสมุทร**

หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนดาราสมุทร อำเภอสรรพยา จังหวัดชลบุรี ได้กำหนดกรอบสารระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยอ้างอิงตามตัวชี้วัด และสารระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสารระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสารระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สารระ ได้แก่ สารระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สารระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สารระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ และสารระที่ 4 เทคโนโลยี มีสารระเพิ่มเติม 4 สารระ ได้แก่ สารระชีววิทยา สารระเคมี สารระฟิสิกส์ และสารระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ซึ่งองค์ประกอบของหลักสูตรทั้งในด้านเนื้อหา การจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ มีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของ

ผู้เรียนในแต่ละระดับชั้นให้มีความต่อเนื่องเชื่อมโยงกัน ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้กำหนดตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถนำความรู้นี้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้

งานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งอยู่ในรายวิชาชีววิทยา 2 ในหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนคาราสุมทร ดังนั้น ผู้วิจัยจึงขอเสนอคำอธิบายรายวิชาและโครงสร้างรายวิชาชีววิทยา 2 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. คำอธิบายรายวิชาชีววิทยา 2

ศึกษาและสรุปผลการทดลองของเมนเดล กฎการแยกตัว และกฎการรวมกลุ่มอย่างอิสระ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม คำนวนโอกาสการเกิดฟีโนไทป์และจีโนไทป์ วิเคราะห์ อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล ลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ต่อเนื่อง และลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันต่อเนื่อง การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม อธิบายสมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของ DNA และสรุปการจำลอง DNA ระบุขั้นตอนในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและหน้าที่ของ DNA และ RNA แต่ละชนิดในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน สรุปความสัมพันธ์ระหว่างสารพันธุกรรม แอลลีล โปรตีน ลักษณะทางพันธุกรรม และเชื่อมโยงกับความรู้ เรื่อง พันธุศาสตร์เมนเดล การเกิดมิวเทชัน ระดับยีนและระดับโครโมโซม สาเหตุการเกิดมิวเทชัน รวมทั้งยกตัวอย่างโรค และกลุ่มอาการที่เป็นผลของการเกิดมิวเทชัน หลักการสร้างสิ่งมีชีวิตตัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ การนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตรและอุตสาหกรรม และข้อควรคำนึงด้านชีวจริยธรรม หลักฐานที่สนับสนุนและข้อมูลที่ใช้อธิบายการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต เปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของ ฉอง ลามาร์กและทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของชาร์ล ดาร์วิน อธิบายเงื่อนไขของภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวเบอร์ก ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลในประชากร พร้อมทั้งคำนวณหาความถี่ของแอลลีลและจีโนไทป์ของประชากร โดยให้หลักของฮาร์ดี-ไวเบอร์ก กระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิตโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การทดลอง การอภิปราย การอธิบายและการสรุป เพื่อให้เกิดความรู้

ความคิด ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้
ในชีวิตประจำวันของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยม

2. โครงสร้างรายวิชา ชีววิทยา 2

จากหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนคาราสุมุทร อำเภอสรีราชา จังหวัดชลบุรี ได้มีการ
กำหนดโครงสร้างรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 โครงสร้างรายวิชาชีววิทยา 2 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	เวลา (คาบ)
การถ่ายทอด ทางพันธุกรรม	<ol style="list-style-type: none"> สืบค้นข้อมูล อธิบายและสรุปผลการทดลองของเมนเดล อธิบายและสรุปกฎแห่งการแยก และกฎแห่งการรวมกลุ่ม อย่างอิสระ และนำกฎของเมนเดลนี้ไปอธิบายการถ่ายทอด ลักษณะทางพันธุกรรม และใช้ในการคำนวณโอกาสใน การเกิดฟีโนไทป์ และจีโนไทป์แบบต่าง ๆ ของรุ่น F_1 และ F_2 สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยาย ของพันธุศาสตร์เมนเดล สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และเปรียบเทียบลักษณะ ทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ต่อเนื่อง และลักษณะ ทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันต่อเนื่อง อธิบายการถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม ยกตัวอย่างลักษณะ ทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซม และยีนบน โครโมโซมเพศ 	17
ยีนและโครโมโซม	<ol style="list-style-type: none"> สืบค้นข้อมูล อธิบายสมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม โครงสร้าง และองค์ประกอบทางเคมีของ DNA และสรุป การจำลอง DNA อธิบาย และระบุขั้นตอนในกระบวนการสังเคราะห์ โปรตีนและหน้าที่ของ DNA และ RNA แต่ละชนิด ในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน 	18

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	เวลา (คาบ)
	8. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างสารพันธุกรรม แอลลีลโปรตีน ลักษณะทางพันธุกรรม และเชื่อมโยงกับความรู้เรื่อง พันธุศาสตร์เมนเดล 9. สืบค้นข้อมูล และอธิบายการเกิดมิวเทชันระดับยีน และระดับโครโมโซม สาเหตุการเกิดมิวเทชัน รวมทั้งยกตัวอย่างโรค และกลุ่มอาการที่เป็นผลของการเกิดมิวเทชัน	
พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	10. อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม โดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ 11. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอภิปรายการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม การแพทย์ นิติวิทยาศาสตร์ การเกษตรและอุตสาหกรรม และข้อควรคำนึงด้านชีวจริยธรรม	10
วิวัฒนาการ	12. สืบค้นข้อมูลและอธิบาย เกี่ยวกับหลักฐานที่สนับสนุน และข้อมูลที่ใช้อธิบายการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต 13. อธิบายและเปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของฌอง ลามาร์ก และทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของชาลส์ ดาร์วิน 14. ระบุสาระสำคัญ และอธิบายเงื่อนไขของภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลในประชากร พร้อมทั้งคำนวณหาความถี่ของแอลลีลและจีโนไทป์ของประชากรโดยใช้หลักฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก 15. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต	15
รวม		60

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจจะศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ยีนและโครโมโซม วิชาชีววิทยา ใช้เวลาทั้งสิ้น 18 คาบ โดยมีผลการเรียนรู้สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ มีรายละเอียดดังตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียนของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ยีนและโครโมโซม

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (คาบ)
1. อธิบายการถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม ยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซม และยีนบนโครโมโซมเพศ	แผนที่ 1 การค้นพบสารพันธุกรรม	1. อธิบาย ประยุกต์ใช้ และสรุปผลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับการค้นพบสารพันธุกรรมได้	3
2. สืบค้นข้อมูล อธิบายสมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของ DNA ได้	แผนที่ 2 โครโมโซม - รูปร่าง ลักษณะ และจำนวนโครโมโซม - ส่วนประกอบของโครโมโซม	2. อธิบาย วิเคราะห์ ประเมิน และตรวจสอบสมมติฐานผลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการค้นพบของสารพันธุกรรมได้	
	แผนที่ 2 โครโมโซม - รูปร่าง ลักษณะ และจำนวนโครโมโซม - ส่วนประกอบของโครโมโซม	1. อธิบาย ประยุกต์ใช้ และเขียนโครงสร้าง องค์ประกอบของโครโมโซม และหลักการจำแนกของโครโมโซมได้	3
	แผนที่ 3 ดีเอ็นเอ - องค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ - โครงสร้างของดีเอ็นเอ	1. อธิบาย และวิเคราะห์ องค์ประกอบทางเคมีและโครงสร้างของดีเอ็นเอได้ 2. อธิบาย วิเคราะห์และสร้างแบบจำลองโครงสร้างโมเลกุลของดีเอ็นเอได้	3

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (คาบ)
3. อธิบายและระบุขั้นตอน ในกระบวนการสังเคราะห์ โปรตีน และหน้าที่ของ DNA และ RNA แต่ละ ชนิดในกระบวนการ สังเคราะห์โปรตีนได้	แผนที่ 4 สมบัติ ของสารพันธุกรรม - การสังเคราะห์ ดีเอ็นเอ - การควบคุม ลักษณะทาง พันธุกรรมของ ดีเอ็นเอ	1. อธิบายสมบัติของสาร พันธุกรรม 2. ระบุ อธิบาย และประเมิน เกี่ยวกับการสังเคราะห์ดีเอ็นเอได้ 3. อธิบาย วิเคราะห์ และระบุ ขั้นตอนในกระบวนการ สังเคราะห์โปรตีนได้	6
4. สรุปความสัมพันธ์ ระหว่างสารพันธุกรรม แอลลีล โปรตีน ลักษณะ ทางพันธุกรรม และ เชื่อมโยงกับความรู้ เรื่อง พันธุศาสตร์เมนเดล	ดีเอ็นเอกับการ สังเคราะห์โปรตีน	4. อธิบายหน้าที่ของ DNA และ RNA แต่ละชนิดในกระบวนการ สังเคราะห์โปรตีนได้ 5. วิเคราะห์และเปรียบเทียบ การสังเคราะห์โปรตีนของ โพรคาริโอตและยูคาริโอตได้	
5. สืบค้นข้อมูล และอธิบาย การเกิดมิวเทชันและระดับ โครโมโซม สาเหตุการเกิด มิวเทชันรวมทั้งยกตัวอย่าง โรค และกลุ่มอาการที่เป็น ผลของการเกิดมิวเทชัน	แผนที่ 5 มิวเทชัน - การกลายระดับ ยีน - การกลายระดับ โครโมโซม	1. ระบุ และอธิบายสาเหตุและผล การเกิดมิวเทชันระดับยีน และ ระดับโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตได้ 2. ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์ ตัวอย่างโรคและกลุ่มอาการที่เป็น ผลของการมิวเทชันระดับยีน และระดับโครโมโซม	3
	รวม		18

3. สารสำคัญของวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม

การค้นพบสารพันธุกรรม เกิดจากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์หลายท่าน ดังนี้

- โยฮันน์ ฟรีดริช มิเชอร์ ค้นพบว่า กรดนิวคลีอิกจากสารเคมีที่สกัดจากนิวเคลียสของเซลล์เม็ดเลือดขาว ซึ่งไม่สามารถถูกย่อยด้วยเอนไซม์เปปซิน

- เฟรเดอริก กริฟฟิท ค้นพบว่า สารบางอย่างจากแบคทีเรียสายพันธุ์ S ที่ทำให้ตายด้วยความร้อนสามารถเข้าไปยังแบคทีเรียสายพันธุ์ R ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของแบคทีเรียสายพันธุ์ R เป็นแบคทีเรียสายพันธุ์ S ซึ่งสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกหลานของแบคทีเรีย

- ออสวอลด์ ที แอเวอรี แมคลิน แมคคาร์ที และคอลลิน แมคลรอยด์ ค้นพบว่า สารที่เปลี่ยนแปลงพันธุกรรมของแบคทีเรียสายพันธุ์ R เป็นสายพันธุ์ S คือ DNA

โครโมโซม (chromosome) เกิดจากโครมาทิน (chromatin) ขดพันกันภายในนิวเคลียส ซึ่งเกิดจากเกลียวคู่ของ DNA จับกับโปรตีนฮิสโตน (histone protein) เป็นโครงสร้างของนิวคลีโอโซม (nucleosome) ซึ่งในช่วงการแบ่งเซลล์ โครโมโซมจะหดสั้น ประกอบด้วยโครมาทิด (chromatid) 2 อัน ยึดกันที่ตำแหน่งเซนโทรเมียร์ (centromere) ซึ่งหากแบ่งโครโมโซมได้ 4 ชนิด ได้แก่

- เมทาเซนทริก (metacentric) มีเซนโทรเมียร์อยู่กึ่งกลาง
- ซับเมทาเซนทริก (submetacentric) มีเซนโทรเมียร์อยู่ห่างจากจุดกึ่งกลางเล็กน้อย
- อะโครเซนทริก (acrocentric) มีเซนโทรเมียร์อยู่ใกล้กับปลายของโครมาทิด
- เทโลเซนทริก (telocentric) มีเซนโทรเมียร์อยู่ปลายของโครมาทิด

ดีเอ็นเอ (deoxyribonucleic acid ; DNA) เป็นพอลิเมอร์ของนิวคลีโอไทด์ มีโครงสร้างประกอบด้วย น้ำตาลดีออกซีไรโบส ในโตรจีนัสเบส (A T C G) ซึ่งจากการศึกษาโครงสร้างของ DNA ของวัตสันและคริก จึงเสนอแบบจำลองโครงสร้างโมเลกุลของ DNA ว่าโมเลกุลประกอบด้วยพอลินิวคลีโอไทด์ 2 สายบิดเป็นเกลียวคู่สลับทิศกัน เวียนตามเข็มนาฬิกา มีแกนน้ำตาลฟอสเฟตอยู่ด้านนอก และไนโตรจีนัสอยู่ด้านในของโมเลกุล ซึ่งเบสอะดีนีนจะจับคู่กับเบสไทมีนด้วยพันธะไฮโดรเจน 2 พันธะ ส่วนเบสกวานีนจะจับคู่เบสไซโทซีนด้วยพันธะไฮโดรเจน 3 พันธะ โครงสร้างเกลียวคู่มีระยะห่าง 20 \AA แต่ละเกลียวห่างกัน 34 \AA และแต่ละคู่เบสห่างกัน 3.4 \AA

สมบัติของสารพันธุกรรม ประกอบด้วย 3 ประการ คือ ต้องสามารถเพิ่มจำนวนได้ ต้องสามารถควบคุมการทำงานของเซลล์ให้สังเคราะห์สารต่าง ๆ ได้ และอาจก่อให้เกิดความผันแปรที่มีผลทำให้เกิดลักษณะพันธุกรรมที่แตกต่างไปจากเดิม

การสังเคราะห์ DNA เป็นการสังเคราะห์ DNA สายใหม่ จาก DNA แม่แบบ ซึ่งเมื่อมีการคลายเกลียวของ DNA จะมีการสังเคราะห์ DNA สายใหม่ 2 สาย ประกอบด้วยสายนำ (leading strand) เป็นการสังเคราะห์ DNA สายใหม่ที่มีการสร้างอย่างต่อเนื่องจากปลาย 5' ไปยัง 3' และสายตาม (lagging strand) เป็นการสังเคราะห์ DNA สายใหม่ที่ไม่สามารถสร้างต่อเนื่อง เนื่องจากสวนทางกับการคลายเกลียวของ DNA จึงสร้างเป็นชิ้นส่วนโอคาซากิ (Okazaki fragment) สายสั้น ๆ และจะเชื่อมต่อกันด้วยเอนไซม์ดีเอ็นเอไลเกส

การควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของ DNA เนื่องจากลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต ถูกควบคุมด้วยยีน ซึ่งเป็นลำดับนิวคลีโอไทด์บนสาย DNA ซึ่งจะมียับยั้งในการสังเคราะห์ โปรตีนชนิดต่าง ๆ ที่มีความสำคัญต่อเซลล์ และหากยีนมีความผิดปกติก็จะส่งผลกระทบต่อ การสังเคราะห์ โปรตีน และสิ่งมีชีวิตจะแสดงลักษณะผิดปกติออกมา เช่น โรคผิวหนัง โรคโลหิตจางแบบเม็ดเลือดแดงรูปเคียว

ลำดับนิวคลีโอไทด์บนสาย DNA จะทำหน้าที่ในการสังเคราะห์โปรตีน ซึ่งจะมี RNA ชนิดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย เอ็มอาร์เอ็นเออาร์หัส (messenger RNA ; mRNA) ทำหน้าที่เป็นตัวกลางนำรหัสพันธุกรรมจาก DNA มาสังเคราะห์โปรตีน ทีอาร์เอ็นเออาร์หัส (transfer RNA ; tRNA) ทำหน้าที่นำแอนติ-โคดอนของนิวคลีโอไทด์สามตัวที่มีกรดอะมิโนจำเพาะมาเชื่อมต่อกับ โคดอนของ mRNA และอาร์อาร์เอ็นเอไรโบโซม (ribosomal RNA ; rRNA) ทำหน้าที่ช่วยการจับของแอนติโคดอนของ tRNA กับ โคดอนของ mRNA ซึ่งการสังเคราะห์โปรตีนจากดีเอ็นเอ ประกอบด้วย 2 กระบวนการ ได้แก่

1. การถอดรหัส (transcription) เป็นการสังเคราะห์ mRNA จาก DNA แม่แบบ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน 1) เริ่มต้นที่เริ่มจากการจับกันของ RNA พอลิเมอเรสกับสาย DNA ทำให้มีการคลายเกลียวของ DNA 2) ขั้นการต่อสายยาวที่มีการเข้าสู่สมกับนิวคลีโอไทด์ (เบส C เข้าคู่กับเบส G และเบส A เข้าคู่กับเบส T) ซึ่งมีการสร้างสลับทิศกับสาย DNA แม่แบบ และ 3) ขั้นสิ้นสุดซึ่ง RNA พอลิเมอเรสจะหลุดออกจาก DNA และปล่อย mRNA ออกมา จากนั้น DNA 2 สายจะจับคู่และบิดเป็นเกลียวเหมือนเดิม

2. การแปลรหัส (translation) เป็นการสังเคราะห์สายพอลิเพปไทด์จาก mRNA ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) ขั้นเริ่มต้น ที่มีการนำแอนติโคดอนของกรดอะมิโน เมไทโอนีน ซึ่งเป็นกรดอะมิโนตัวแรกมาเริ่มต้นการสังเคราะห์โปรตีน โดยนำมาเชื่อมต่อกับ โคดอนของ mRNA 2) กระบวนการต่อสายยาว ที่มีการนำแอนติโคดอนของกรดอะมิโนลำดับถัดไป มาต่อเชื่อมกับกรดอะมิโนเมไทโอนีน และต่อกันเป็นสายยาวซึ่งจะมีการสร้างพันธะเพปไทด์

ระหว่างกรดอะมิโนที่อยู่ติดกัน และ 3) กระบวนการสิ้นสุด ซึ่งจะสิ้นสุดการแปลรหัส เนื่องจากมีการต่อสายยาวของกรดอะมิโนจนถึงโคดอนที่เป็นรหัสหยุด

มิวเทชัน เป็นการเปลี่ยนแปลงของลำดับหรือจำนวนนิวคลีโอไทด์ใน DNA ซึ่งอาจนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและการทำงานของโปรตีน เกิดได้ทั้งในระดับยีนและระดับโครโมโซม มิวเทชันสามารถเกิดได้ทั้งในเซลล์ร่างกายและเซลล์สืบพันธุ์ ซึ่งมิวเทชันที่เกิดขึ้นในเซลล์สืบพันธุ์สามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไปได้ จึงอาจเกิดลักษณะใหม่ในสิ่งมีชีวิตรุ่นต่อไป มนุษย์ประยุกต์ใช้การเกิดมิวเทชันในการชักนำให้สิ่งมีชีวิตมีลักษณะที่แตกต่างไปจากเดิมโดยการใช้รังสีและสารเคมีต่าง ๆ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)

วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มาจากภาษาอังกฤษว่า Inquiry Method ซึ่งเป็นที่รู้จักและเรียกในภาษาไทยได้หลายชื่อ เช่น วิธีการสอนแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ วิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวน วิธีสอนแบบสืบสอบ วิธีสอนแบบสืบสอน วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การสอนแบบสืบเรื่องราว การสอนแบบค้นพบ การสอนแบบแก้ปัญหา การสอนให้นักเรียนค้นหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิด เป็นวิธีการสอนคล้ายกับวิธีการสอนแบบแก้ปัญหา โดยผู้สอนเป็นผู้จัดสถานการณ์ ทำให้เกิดปัญหา ทำให้ผู้เรียนคิดแสวงหาคำตอบด้วยตนเอง โดยการตั้งคำถาม ตั้งปัญหา กำหนดสมมติฐาน ตรวจสอบสมมติฐาน วิเคราะห์ผลและสรุป เป็นวิธีการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความคิด หาวิธีการแก้ปัญหา และสามารถนำการแก้ปัญหานั้นมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ และทำให้เกิดวงจรการเรียนรู้ใหม่ (กฤษณี เพ็ชรทวีพรเดช และคณะ, 2550, หน้า 36) ซึ่งวิธีนี้อยู่บนฐานของแนว constructivism เป็นแนวคิดที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ด้วยตนเองความรู้ที่ได้จะคงถาวรอยู่ในความจำระยะยาว ครูไม่สามารถสร้างได้ แต่ครูเป็นเพียงผู้จัดประสบการณ์เรียนรู้ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544, หน้า 56)

ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)

การสืบเสาะ โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle) เป็นยุทธวิธีในการจัดการเรียนการสอนสืบเสาะที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกันและประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตัวของผู้เรียนเอง การเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ระยะแรกพัฒนามาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) ในเรื่องการปรับขยายโครงสร้างปฏิบัติการทางสติปัญญา (Assimilation) การปรับหรือโครงสร้างปฏิบัติการทางสติปัญญา (Accommodation) และการจัดระเบียบสิ่งเร้าใหม่ให้เข้ากับโครงสร้างปฏิบัติการทางสติปัญญา

(Organization) (Reilly & Lewis, 1983, p. 60 อ้างถึงใน ไพฑูริย์ สุขศรีงาม, 2545) ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นสำรวจ (Exploration) และ 2) ขั้นการอธิบาย (Explanation) ต่อมาการสอนแบบสืบเสาะแบบวัฏจักรการเรียนรู้พัฒนาขึ้น โดย คาร์พลัส และเทียร์ (Karplus and Tear. 1997) ในโครงการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (Science Curriculum Improvement Study Program หรือ SCIS) เป็นวัฏจักรการเรียนรู้ 3 ขั้น (3E) ประกอบด้วย 3 ขั้นคือ 1) ขั้นสำรวจ (Exploration) 2) ขั้นสร้าง (Exploration) และ 3) ขั้นค้นพบ (Discovery) แต่มีครูเป็นจำนวนมากที่ยังไม่เข้าใจ 2 ขั้น คือ ขั้นสร้างกับขั้นค้นพบ ดังนั้น ได้มีการปรับปรุงเป็นขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นแนะนำโมโนทัศน์ (Concept Introduction) และขั้นประยุกต์โมโนทัศน์ (Concept Application) ต่อมา นักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้ดัดแปลงขั้นแนะนำโมโนทัศน์เป็นขั้นแนะนำคำสำคัญ (Term Introduction) ด้วยเหตุผลที่ว่าครูสามารถแนะนำหรืออธิบายคำสำคัญ หรือนิยามศัพท์เฉพาะให้กับนักเรียน แต่ไม่ใช่แนะนำโมโนทัศน์ให้กับนักเรียน เพราะนักเรียนต้องเป็นผู้ค้นพบหรือสร้างโมโนทัศน์ด้วยตนเอง แต่อย่างไรก็ตามมีผู้ปรับเปลี่ยนชื่อของขั้นตอนที่ 2 ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น เช่น คาริน (Carin) ได้ปรับเป็นขั้นสร้างโมโนทัศน์ (Concept Acquisition) ส่วนอะบรูสคาโต (Abruscato) ได้ปรับขั้นได้มาซึ่งโมโนทัศน์ (Concept Acquisition) จะสังเกตเห็นว่าวัฏจักรการเรียนรู้ที่กล่าวมา 3 ขั้นตอน มีขั้นตอนที่สองเท่านั้นที่มีชื่อแตกต่างกันแต่คำอธิบายใกล้เคียงกัน วัฏจักรการเรียนรู้นี้มีลักษณะเหมือนเกลียวสว่านแต่ละขั้นมีสาระสำคัญ ดังนี้ (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, หน้า 151-153)

1. ขั้นสำรวจ (Exploration Phase) เป็นขั้นที่นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรม โดยการสังเกต ตั้งคำถามและคิดวิเคราะห์ สำรวจหรือทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล จัดบันทึก โดยอาจปฏิบัติกิจกรรมเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มเล็ก ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก คือ สังเกต ตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นและชี้แนะการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อให้ค้นพบหรือสร้างโมโนทัศน์ด้วยตนเอง

2. ขั้นแนะนำคำสำคัญ/ขั้นสร้างโมโนทัศน์/ขั้นได้มาซึ่งโมโนทัศน์ (Term Introduction/Concept/Concept Acquisition Phase) เป็นขั้นตอนที่ครูมีบทบาทสูงโดยการตั้งคำถาม กระตุ้น และชี้แนะให้นักเรียนคิดเชื่อมโยง สิ่งที่ได้ปฏิบัติในขั้นสำรวจโดยครูแนะนำและอธิบาย คำศัพท์ที่สำคัญของโมโนทัศน์นั้น ๆ เพื่อให้นักเรียนจัดเรียงเรียงความคิดใหม่ในการค้นพบ และอธิบายโมโนทัศน์นั้น ๆ ขั้นนี้ครูและนักเรียนจะมีปฏิสัมพันธ์กัน เพื่อค้นหาโมโนทัศน์จากข้อมูล และการสังเกตในขั้นสำรวจ

3. ขั้นประยุกต์ใช้โมโนทัศน์ (Concept Application Phase) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียน นำโมโนทัศน์ที่ค้นพบ หรือเกิดการเรียนรู้แล้วมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือปัญหาใหม่ อันจะทำให้ นักเรียนขยายความเข้าใจโมโนทัศน์นั้น ๆ มากยิ่งขึ้น ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนมีบทบาทสูง เช่นเดียวกับขั้นสำรวจ

ในปี ค.ศ. 1990 บาร์แมน (Barman, 1992) ได้ดัดแปลงและพัฒนาวัฏจักรการเรียนรู้ ออกเป็น 4 ขั้น ได้แก่ ขั้นสำรวจ (Exploration Phase) ขั้นแนะนำโน้ตส์ (Concept Application Phase) ขั้นประเมินผลและอภิปราย (Evaluation and Discussion Phase) ซึ่งต่อมานักวิทยาศาสตร์ศึกษาบางคน ได้ดัดแปลงชื่อเป็น 4E ได้แก่ 1) ขั้นสำรวจ (Exploration Phase) 2) ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) 3) ขั้นขยายโน้ตส์ (Expansion Phase) และ 4) ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) ต่อมาในปี ค.ศ. 1992 โครงการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยาของสหรัฐอเมริกา (Biological Science Curriculum Studies หรือ BSCS) ได้ปรับขยายรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ ออกเป็น 5 ขั้น หรือเรียกย่อว่า 5E เพื่อเป็นแนวทางสำหรับใช้ออกแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น โดยแต่ละขั้นมีรายละเอียด ดังนี้

1. การนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ขั้นนี้จะมีลักษณะเป็นการแนะนำบทเรียนกิจกรรมจะประกอบไปด้วยการซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่เกิดขึ้นในการเรียนการสอนและเป้าหมาย

2. การสำรวจ (Exploration) ขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวความคิดที่มีอยู่แล้ว มาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เข้าเป็นหมวดหมู่ ถ้ากิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง การสำรวจ การสืบค้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางการปฏิบัติ จะดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยครูมีหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำหรือผู้เริ่มต้นในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้

3. การอธิบาย (Explanation) ในขั้นตอนนี้กิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้ จะมีการนำความรู้ที่รวบรวมแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อ หรือแนวความคิดที่กำลังศึกษาอยู่กิจกรรม อาจประกอบไปด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่านและนำข้อมูลมาอภิปราย

4. การลงข้อสรุป (Elaboration) ในขั้นตอนนี้จะเน้นให้นักเรียนได้มีการนำความรู้หรือข้อมูลจากขั้นที่ผ่านมาแล้วมาใช้ กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายภายในกลุ่มของตนเอง เพื่อลงข้อสรุปเกิดเป็นแนวความคิดหลักขึ้น นักเรียนจะปรับแนวความคิดหลักของตนเองในกรณีที่ไม่สอดคล้อง หรือคลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง

5. การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนสุดท้ายจากการเรียนรู้ โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้โดยการประเมินผลด้วยตนเอง ถึงแนวความคิดที่สรุปไว้แล้วในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้อง หรือถูกต้องมากน้อยเพียงใด รวมทั้งมีการยอมรับมากน้อยเพียงใด ข้อสรุปที่ได้ จะนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาครั้งต่อไป ทั้งนี้รวมทั้งการประเมินผลของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย

ในปี ค.ศ. 2003 Eisekraft ได้นำเสนอกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) โดยแยกขั้น Engagement ออกเป็นขั้นดึงความรู้เดิมของนักเรียนออกมา (Elicitation) และจัดเป็นขั้นที่ 1 และตามด้วยขั้นการสร้างความสนใจและมีส่วนร่วม (Engagement) ซึ่งขยับเป็นขั้นที่ 2 นอกจากนั้นได้เพิ่มเติมขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ออกไปอีก 1 ขั้น คือ ขั้นเพิ่มเติมประสบการณ์หรือเชื่อมโยงประสบการณ์ (Extension) เป็นขั้นที่ 7 (วิไลวรรณ แสนนาน, 2553)

ความหมายการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

สุวัฒน์ นิยมกล้า (2531, หน้า 502) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือในการค้นคว้าหาความรู้ที่ผู้เรียนยังไม่เคยมีความรู้มาก่อน จนสามารถออกแบบทดลองและทดสอบสมมติฐานได้

ภพ เลาห์ไพบูลย์ (2542, หน้า 123) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง ให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา ครูมีการเตรียมสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วย นักเรียนเป็นผู้เริ่มต้นในการจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้และเปลี่ยนแนวความคิดจากการเป็นผู้รับความรู้มาเป็นผู้แสวงหาความรู้และใช้ความรู้

พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ (2544, หน้า 56) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้ นักเรียนบรรลุเป้าหมาย ซึ่งจะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของการเรียน

ทิสนา แคมมณี (2551) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นการจัดการเรียนการสอน โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม ความคิด แล้วลงมือค้นหาความรู้ เพื่อมานำมาตอบคำถาม หรือหาข้อสรุปด้วยตนเองซึ่งผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 20) ได้ให้ความหมายไว้ว่า วิทยาศาสตร์เป็นการสืบเสาะหาความรู้ โดยมนุษย์ได้พัฒนาองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ใช้การสืบเสาะหาความรู้ด้วยการตั้งคำถามที่สงสัยอยากรู้เกี่ยวกับสิ่งเหล่านั้นเป็นแนวความคิดหลัก กฎหรือทฤษฎีที่เกี่ยวกับโลกธรรมชาติ

ศศิธร เวียงวะลัย (2556, หน้า 147) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยให้ผู้เรียนค้นหาคำความจริงโดยแสวงหาความรู้ มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดหาเหตุผล ลงมือปฏิบัติ ดำรงตรวจสอบ เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ด้วยตนเอง ความรู้ที่ได้จะคงทนถาวรอยู่ในความทรงจำระยะยาว ครูไม่สามารถสร้างได้แต่ครูเป็นเพียงผู้จัดการให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้

ฮาร์มส์ (Harms, 1981 อ้างอิงใน ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, หน้า 146) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การสืบเสาะเป็นกระบวนการทางสติปัญญาที่ครอบคลุมการใช้ยุทธศาสตร์ด้านต่าง ๆ ได้แก่ การแก้ปัญหา การใช้หลักฐาน การใช้ตรรกศาสตร์ การทำความเข้าใจในคุณค่าหรือค่านิยมต่าง ๆ การตัดสินใจตลอดจนการรู้จักใช้ระเบียบข้อบังคับของการสืบเสาะอย่างเหมาะสม

American Association for the Advancement of Science (1993) ให้ความหมาย การสืบเสาะหาความรู้ว่า เริ่มต้นจากการใช้คำถามเกี่ยวกับธรรมชาติกระตุ้นให้นักเรียนตั้งต้นสงสัย เพื่อให้ให้นักเรียนตั้งใจรวบรวมข้อมูลและหลักฐาน โดยครูเตรียมข้อมูลเอกสารความรู้ต่าง ๆ ที่มีคนศึกษาค้นคว้ามาแล้ว เพื่อให้ให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ใหม่ หรือเพื่อให้มองเห็นภาพ สามารถอธิบายได้ชัดเจนลึกซึ้งขึ้น ไม่เน้นความจำเกี่ยวกับศัพท์ทางวิชาการ ร่วมกับการใช้กระบวนการกลุ่ม

จากการศึกษาความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ว่า เป็นการเรียนรู้ การสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ ให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเองใช้วิธีการ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ในการเตรียมสภาพแวดล้อม ให้เกิดการเรียนรู้และครูเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม ความคิด แล้วลงมือค้นหาคำความรู้ เพื่อนำมาตอบคำถามหรือหาข้อสรุปด้วยตนเอง และเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายโดยการจะเน้น ผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งความรู้ที่ได้จะคงทนถาวรอยู่ในความทรงจำระยะยาว

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ซึ่งได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอขั้นตอนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2549) ได้กล่าวถึงขั้นตอน การจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) และบรรยากาศในการจัดกิจกรรม โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) มีรายละเอียดดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. สร้างความสนใจ (Engage)	ครูจัดกิจกรรม หรือสถานการณ์ กระตุ้นช่วย หรือท้าทายให้นักเรียน สนใจ สงสัยใคร่รู้ อยากรู้ อยากเห็น หรือขัดแย้ง เกิดปัญหาทำให้นักเรียนต้องการศึกษาค้นคว้า ทดลองหรือแก้ปัญหา (สำรวจ ตรวจสอบ) ด้วยตัวของนักเรียนเอง	1. เชื่อมโยงความรู้เดิม 2. แปลกใหม่ให้นักเรียนไม่ เคยพบ 3. ช่วยท้าทาย นำสนใจ ใคร่รู้ 4. เปิดโอกาสให้มีแนวทางการตรวจสอบอย่าง หลากหลาย 5. นำไปสู่กระบวนการ ตรวจสอบด้วยตัวของ นักเรียนเองตรวจสอบ ด้วยตัวของนักเรียนเอง	1. สร้างความสนใจ 2. สร้างความอยากรู้อยากเห็น 3. ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด 4. ให้ความรู้ที่เรียนคิด ก่อนตอบคำถามหรือไม่ เร่งเร็วในการตอบคำถาม 5. ตั้งคำถามตอบ หรือความคิดที่ยังไม่ ครอบคลุมถึงที่นักเรียนรู้ 6. เปิดโอกาสให้นักเรียน ทำความกระจ่างใน ปัญหาที่จะสำรวจ ตรวจสอบ 7. เปิดโอกาสให้นักเรียน เลือกรูปแบบปัญหา ที่จะสำรวจตรวจสอบ	1. ตั้งคำถาม 2. ตอบคำถาม 3. แสดงความคิดเห็น 4. กำหนดปัญหาหรือเรื่อง ที่จะสำรวจตรวจสอบ ให้ชัดเจน 5. แสดงความสนใจ

ตารางที่ 2-3 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
<p>2. สืบสวนและค้นหา (Explore)</p> <p>การสอน</p>	<p>ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบปัญหาหรือประเด็นที่นักเรียนสนใจใคร่รู้</p>	<p>1. นักเรียนได้เรียนรู้วิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง</p> <p>2. นักเรียนทำงานตามความคิดอย่างอิสระ</p> <p>3. นักเรียนตั้งสมมติฐานได้หลากหลาย</p> <p>4. พิจารณาข้อมูลและข้อเท็จจริงที่ปรากฏแล้วกำหนดสมมติฐานที่เป็นไปได้</p>	<p>1. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้วิเคราะห์กระบวนการสำรวจตรวจสอบ</p> <p>2. ถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง</p> <p>3. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ตรวจสอบด้วยตนเอง</p> <p>4. ให้ความรู้เกี่ยวกับปัญหาการคิดไตร่ตรองปัญหา</p> <p>5. ฟังการโต้ตอบกันของนักเรียน</p> <p>6. ทำหน้าที่ในการให้คำปรึกษา</p> <p>7. อำนวยความสะดวก</p>	<p>1. คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรม</p> <p>2. ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้โดยการอภิปราย</p> <p>3. พิจารณาสมมติฐานที่เป็นไปได้โดย</p> <p>4. ระดมความคิดเห็นในการอภิปราย</p> <p>5. ตรวจสอบสมมติฐานอย่างเป็นระบบขั้นตอน</p> <p>6. บันทึกการสังเกตหรือผลการสำรวจ</p> <p>ตรวจสอบอย่างเป็นระบบละเอียดรอบคอบ</p>

ตารางที่ 2-3 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
3. อธิบายและลงข้อสรุป (Explain)	ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ให้นักเรียนวิเคราะห์ อธิบายความรู้หรืออภิปรายซักถามแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือสิ่งที่ได้ค้นพบเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในองค์ความรู้ที่ได้อย่างชัดเจน	1. นักเรียนได้นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมาวิเคราะห์แปลผล 1.1 วิเคราะห์แปลผล 1.2 สรุปผลสอดคล้องกับข้อมูลถูกต้องหรือผิดได้ 1.3 อภิปรายผลอย่างสมเหตุสมผล 1.4 นำเสนอผลงานในรูปแบบต่าง ๆ	1. ส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายผลการสำรวจตรวจสอบและแนวคิด ฯลฯ ด้วยคำพูดของนักเรียนเอง 2. ให้นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์ 3. ให้ความรู้เดิมมาใช้ในการอธิบาย 3. ให้นักเรียนอธิบายโดยอ้างอิงเหตุผล หลักการทางวิชาการหรือ หลักฐานประกอบเกี่ยวกับผลงาน	7. กระตือรือร้นมุ่งมั่นในการสำรวจตรวจสอบ 1. อธิบายการแก้ปัญหาหรือผลการสำรวจตรวจสอบที่ได้ 2. อธิบายผลการสำรวจตรวจสอบสอดคล้องกับข้อมูล 3. ฟังการอธิบายของผู้อื่นแล้วคิดวิเคราะห์ อภิปราย 4. ซักถามเกี่ยวกับสิ่งที่เพื่อนอธิบาย

ตารางที่ 2-3 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนรู้ การสอน	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ลักษณะของกิจกรรม หรือสถานการณ์	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
		3. มีการพิสูจน์ตรวจสอบ ให้แน่ใจ (ทำซ้ำหรือมี เอกสารอ้างอิงหรือ หลักฐานชัดเจน)		
4. ขยายความรู้ (Elaborate)	ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ขยาย หรือเพิ่มเติมความรู้เข้าใจในองค์ ความรู้ใหม่ให้กว้างขวาง กระตุ้น สมบูรณณ์และลึกซึ้งยิ่งขึ้น	1. ให้นักเรียนมีความรู้ ลึกซึ้งขึ้นหรือขยายกรอบ ความคิดให้กว้างขึ้น 2. ให้นักเรียนเชื่อมโยง ความรู้เดิมไปสู่ความรู้ ใหม่ 3. ให้นักเรียนนำความรู้ ใหม่ไปสู่การศึกษา ค้นคว้าทดลองเพิ่มขึ้น 4. ให้นักเรียนนำความรู้ ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ใน เรื่องอื่น ๆ หรือ สถานการณ์อื่น ๆ	1. ส่งเสริมให้นักเรียน ขยายแนวความคิด และทักษะจากการ สำรวจตรวจสอบ 2. ส่งเสริมให้นักเรียน เชื่อมโยงความรู้จากการ สำรวจตรวจสอบ กับความรู้อื่น ๆ	1. ใช้ข้อมูลจากการสำรวจ ตรวจสอบไปอธิบาย หรือทักษะจากการสำรวจ ตรวจสอบไปใช้ ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้าย กับสถานการณ์เดิม 2. นำข้อมูลจากการสังเกต ตรวจสอบไปสร้างความรู้ ใหม่ 3. นำความรู้ใหม่เชื่อมโยง กับความรู้เดิม หรือนำไป ใช้ในชีวิตประจำวัน

ตารางที่ 2-3 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ลักษณะของกิจกรรม หรือสถานการณ์	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
5.ประเมินผล (Evaluation)	ครูจัดกิจกรรม หรือ สถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนวิเคราะห์ วิจัย หรือ อภิปรายซักถาม แลกเปลี่ยนองค์ความรู้ซึ่งกันและกัน เปรียบเทียบ ประเมิน ปรับปรุง เพิ่มเติม หรือ ทบทวนใหม่	1. มีการตรวจสอบความรู้ ถูกต้องขององค์ความรู้ และกระบวนการที่ได้ โดย 1.1 วิเคราะห์ แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน 1.2 อภิปรายประเมิน ปรับปรุง หรือเพิ่มเติม ทั้งกระบวนการ และองค์ความรู้ 1.3 เปรียบเทียบผล	1. ถามคำถามเพื่อนำไปสู่ การประเมิน 2. ส่งเสริมให้นักเรียน ประเมินกระบวนการ และองค์ความรู้ ด้วยตนเอง 3. ให้นักเรียนวิเคราะห์ สิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไข ในการสำรวจตรวจสอบ	1. วิเคราะห์กระบวนการ สร้างความรู้ ของตนเอง 2. ถามคำถามที่เกี่ยวข้อง จาก การสังเกตหลักฐาน และคำอธิบายซึ่งอาจ นำไปต่อการสำรวจ ตรวจสอบใหม่ 3. ประเมินความก้าวหน้า และความรู้ของตนเอง

สำหรับบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) มีรายละเอียดดังตารางที่ 2-4 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2549)

ตารางที่ 2-4 บรรยากาศในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)

บรรยากาศการเรียนการสอนทั่ว ๆ ไป	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน
1. ไม่เครียด	1. ครูเป็นกันเองกับนักเรียน	1. ร่วมมือในการทำกิจกรรม
2. สนุก	2. ครูยิ้มแย้มแจ่มใส	ช่วยกันคิด ช่วยกันทำงาน
3. ไม่สับสน	3. ครูติชมนักเรียนอย่างสร้างสรรค์	2. อภิปรายแสดงความคิดเห็น
4. นักเรียนคิดอย่างอิสระ	4. ครูยอมรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน	3. ยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน
5. นักเรียนสนใจ กระตือรือร้น เข้าร่วมกิจกรรม	5. ครูให้คำแนะนำนักเรียน	

นันทิยา บุญเคลือบ (2540) และ Bybee and other (2006 อ้างถึงใน ประสาท เนื่องเฉลิม, 2558, หน้า 147-148) ได้กล่าวถึง นักการศึกษาในกลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) ได้แบ่งขั้นตอนของกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ออกเป็น 5 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ขั้นนี้เป็นการแนะนำบทเรียนหรือประเด็นที่สนใจ ประเด็นอาจมาจากผู้เรียนนำเสนอหรือผู้สอนเป็นผู้เสนอแนะในห้องเรียน กิจกรรมการเรียนการสอนประกอบด้วย การซักถามประเด็นปัญหา การถกประเด็นปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการเรียนการสอนและเป้าหมายที่ต้องการ ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น ทั้งนี้กิจกรรมการเรียนการสอนควรอยู่บนพื้นฐานของประสบการณ์เดิมที่ผู้เรียน ได้เรียนมาแล้ว

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นนี้กระตุ้นให้ผู้เรียนได้เกิดการปรับขยายความคิด โดยที่ผู้เรียนได้รับคำแนะนำ คำชี้แจงจากผู้สอน และมีการเตรียมวัสดุอุปกรณ์ไว้อย่างเพียงพอ ผู้สอนไม่ควรบอกผู้เรียนว่าต้องเรียนอะไรและต้องไม่อธิบายแนวคิดมากนัก เพื่อให้การสำรวจดำเนินต่อไปได้ ผู้เรียนต้องมีบทบาทร่วมกันในการรับผิดชอบต่อสิ่งที่สำรวจ การเก็บรวบรวมหรือบันทึกข้อมูลของตนเอง ผลที่ได้จากการสำรวจจะนำมาสร้างคำอธิบายตามความหมายและความเข้าใจของตนเอง

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบาย (Explanation) ขั้นนี้มุ่งหาสิ่งอำนวยความสะดวกทางจิตใจให้แก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนวางแผนความคิดเกี่ยวกับบทเรียนด้วยความร่วมมือระหว่างผู้เรียนและผู้สอนซึ่งมีส่วนร่วมในการเลือก และจัดทำสภาพแวดล้อมของชั้นเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการปรับขยายโครงสร้างทางปัญญา สามารถกำหนดมโนทัศน์ตามความเข้าใจของตนเอง ผู้สอนเสนอแนะแนวทางแก่ผู้เรียน จนสร้างคำอธิบายตามความเข้าใจ หรือกรอบแนวคิดของตน

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Expansion) ขั้นนี้มุ่งกระตุ้นความร่วมมือของกลุ่ม ผู้เรียน จัดระเบียบประสบการณ์ทางความคิดผ่านการค้นพบ ทำการเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิม กับประสบการณ์ใหม่ในสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้ว มโนทัศน์ที่สร้างขึ้นต้องเชื่อมโยงความคิดอื่น หรือประสบการณ์อื่นที่สัมพันธ์กัน ผู้เรียนประยุกต์ใช้สิ่งที่ได้เรียนรู้ โดยการขยายความคิด จากตัวอย่างหรือจัดประสบการณ์เชิงสำรวจเพิ่มเติม สามารถค้นคว้าหารายละเอียดในสิ่งที่ต้องการ ศึกษาและสำรวจตรวจสอบได้มากขึ้น ตลอดจนมีการใช้ทักษะต่าง ๆ และมีการอภิปรายแลกเปลี่ยน ความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น ๆ

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) ขั้นนี้เป็นการทดสอบความรู้ ความเข้าใจตามมาตรฐาน การเรียนรู้ การประเมินผลควรต่อเนื่องซึ่งไม่ใช่การสิ้นสุดบทเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 32-33) ได้นำเสนอ การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) จะต้องออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีกิจกรรมต่าง ๆ ทำทนายให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์หลากหลายเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ความเข้าใจในแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปราย ภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็น หรือคำถามที่สนใจ จะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้วก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. **ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจ ตรวจสอบแล้วจึงนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ

4. **ชั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้น ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือแบบจำลอง หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์ หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขวางขึ้น

5. **ชั้นประเมิน (Evaluation)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไรและมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

Llewelly (2005, p. 46-48) หน่วยงานด้านการศึกษาและจัดทำหลักสูตรชีววิทยา (Biological Science Curriculum Study: BSCS) ของประเทศสหรัฐอเมริกาได้ระบุขั้นตอน การจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)** เป็นขั้นตอนที่สร้างความสนใจให้นักเรียน เกิดความอยากรู้อยากเห็น โดยอาจสาธิตหรือยกตัวอย่างเหตุการณ์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม

2. **ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)** เป็นขั้นตอนในการตรวจสอบปัญหา ดำเนินการสำรวจตรวจสอบสมมติฐาน สืบค้นและรวบรวมข้อมูลโดยการวางแผนการสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ เช่น การสังเกต การวัด การทดลองและรวบรวมข้อมูล เป็นต้น

3. **ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** เป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์ และจัดกระทำ ข้อมูลในรูปตาราง กราฟ แผนภาพ เป็นต้น สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง

4. **ชั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นขั้นตอนในการประยุกต์ใช้สัญลักษณ์ นิยาม คำอธิบาย และทักษะไปสู่สถานการณ์ใหม่

5. **ขั้นประเมินผล (Evaluation)** เป็นขั้นตอนในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น เป็นรูปแบบการจัดการเรียน การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ใช้วิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เน้นกระบวนการ สืบเสาะให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติในการค้นหาคำตอบ สืบค้นและตรวจสอบความรู้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้จัดสภาพแวดล้อมให้เกิดการเรียนรู้และคอยเป็นผู้ให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน เพื่อให้ ผู้เรียนบรรลุเป้าหมาย

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้กรอบการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ของ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, หน้า 32-33) โดยมี 5 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นการสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน โดยการสร้างความสนใจให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น อาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรือเป็นการเชื่อมโยงความรู้เดิมของผู้เรียน เป็นการตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างคำถามและเกิดความสงสัย โดยการสาธิตหรือยกตัวอย่างเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่จะช่วยให้ผู้เรียนนำไปสู่ความเข้าใจเรื่อง หรือประเด็นเรื่องที่จะศึกษามากขึ้น โดยครูอาจใช้วิธีการกระตุ้นความสนใจได้หลายแบบ เช่น การนำเสนอข้อมูล การสาธิต เล่าเรื่อง อภิปรายหรือสนทนา ใช้สื่อ ใช้เกม สร้างสถานการณ์ เป็นต้น
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อผู้เรียนทำความเข้าใจประเด็น หรือคำถามที่สนใจจะศึกษาแล้ว ก็กำหนดแนวทางในการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือทำและเก็บรวบรวมข้อมูล อาจทำได้โดยการลงมือทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม หรือศึกษาสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ที่น่าเชื่อถือ ผู้เรียนต้องมีบทบาทในการรับผิดชอบต่อสิ่งที่สำรวจและค้นหา และผลที่ได้จากการสำรวจและค้นหานั้นจะนำมาสร้างคำอธิบายตามความหมายและความเข้าใจของตนเองได้
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้อย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบนำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและอภิปรายผลการทดลองจากนั้นนำเสนอผลที่ได้ตามความเข้าใจของตนเอง
4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำข้อค้นพบที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือนำข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายเหตุการณ์อื่น ๆ มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น ทำให้เกิดความรู้กว้างมากยิ่งขึ้น
5. ขั้นประเมิน (Evaluation) การประเมินการเรียนรู้ที่ได้ของผู้เรียน โดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน

บทบาทครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)

สำหรับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ครูผู้สอนมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการจัดเตรียมกิจกรรมให้เหมาะสมกับผู้เรียน โดยพิจารณาจากความรู้และความสามารถของผู้เรียน ซึ่งครูผู้สอนจะต้องพิจารณาบทบาทของตนเองและผู้เรียนในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนแบบใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อนำไปพัฒนากิจกรรมให้มีความสอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548) ได้กล่าวถึงบทบาทครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) มีรายละเอียดดังตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2-5 บทบาทครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

ขั้นตอน	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5E	ไม่สอดคล้องกับ 5E
การจัดการเรียนรู้		
1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)	<ul style="list-style-type: none"> - สร้างความสนใจ - สร้างความอยากรู้อยากเห็น - ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด - ดึงเอาคำตอบที่ยังไม่ครอบคลุม <p>สิ่งที่นักเรียนรู้หรือความคิดเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือเนื้อหาสาระ</p>	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายความคิดรวบยอด - ให้คำจำกัดความและคำตอบ - สรุปประเด็นให้ - จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่ - บรรยาย
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกัน <p>ในการสำรวจคำตอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ตั้งเขตและฟังการโต้ตอบกัน <p>ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน</p> <ul style="list-style-type: none"> - ชักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจ <p>ตรวจสอบของนักเรียน</p> <ul style="list-style-type: none"> - ให้อาจารย์นักเรียนในการคิดข้อสงสัย <p>ตลอดจนปัญหาต่าง ๆ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - เตรียมคำตอบไว้ให้ - บอกหรืออธิบายวิธีการแก้ปัญหา - จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่ - บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก - ให้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ใช้ในการแก้ปัญหา - นำนักเรียนแก้ปัญหาที่ละขั้นตอน
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิดหรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของตนเอง - ให้นักเรียนแสดงหลักฐานให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่าง 	<ul style="list-style-type: none"> - ยอมรับคำอธิบายโดยไม่มีหลักฐานหรือให้เหตุผลประกอบ - ไม่สนใจคำอธิบายของนักเรียน - แนะนำนักเรียนโดยปราศจากการเชื่อมโยงแนวคิดหรือความคิดรวบยอดหรือทักษะ

ตารางที่ 2-5 (ต่อ)

ขั้นตอน การจัดการเรียนรู้	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5E	ไม่สอดคล้องกับ 5E
	<p>- ให้นักเรียนอธิบาย ให้คำจำกัดความ และชี้บอกส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผนภาพ</p> <p>- ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเองเป็นพื้นฐานในการอธิบาย ความคิดรวบยอดหรือแนวคิด</p>	
4. ขยายความรู้ (Elaboration)	<p>- คาดหวังให้นักเรียนได้ใช้ประโยชน์จากการชี้บอกส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผนภาพ คำจำกัดความและการอธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้ว</p> <p>- ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์หรือขยายความรู้ และทักษะในสถานการณ์ใหม่</p> <p>- ให้นักเรียนอธิบายอย่างหลากหลาย</p> <p>- ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดงหลักฐาน และคำถามถามนักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้าง หรือได้แนวคิดอะไร (ที่จะนำกลวิธีจากการสำรวจตรวจสอบครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้)</p>	<p>- ให้คำตอบที่ชัดเจน</p> <p>- บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำไม่ถูกต้อง</p> <p>- ใช้เวลานานในการบรรยาย</p> <p>- นำนักเรียนแก้ปัญหาทีละขั้นตอน</p> <p>- อธิบายวิธีแก้ปัญหา</p>
5. การประเมินผล (Evaluation)	<p>- สังเกตนักเรียนในการนำความคิด รวบยอด และทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้</p> <p>- ประเมินความรู้ และทักษะของนักเรียน</p>	<p>- ทดสอบคำนิยามศัพท์ และข้อเท็จจริง</p> <p>- ให้นำแนวคิดหรือแนวคิดรวบยอดใหม่</p>

ตารางที่ 2-5 (ต่อ)

ขั้นตอน การจัดการเรียนรู้	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5E	ไม่สอดคล้องกับ 5E
	<ul style="list-style-type: none"> - หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิด หรือพฤติกรรม - ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้ และทักษะกระบวนการกลุ่ม - ถามคำถามปลายเปิด เช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น มีหลักฐานอะไร นักเรียนเรียนรู้อะไรเกี่ยวกับสิ่งนั้น และจะอธิบายสิ่งนั้นอย่างไร 	<ul style="list-style-type: none"> - ทำให้กลุ่มเครื่องส่งเสริมการอภิปรายที่ไม่เชื่อมโยง ความคิดรวบยอดหรือทักษะ

ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ครูควรคำนึงถึงบทบาทของตนเองในการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) อย่างถูกต้อง คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ครูควรกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ให้นักเรียนเกิดคำถาม และความอยากรู้อยากเห็น 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกัน ซักถามเพื่อให้นักเรียนเกิดการค้นหาข้อมูลด้วยตนเอง 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดด้วยคำพูดของตนเอง 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้หรือเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เพื่อทำให้นักเรียนมีความรู้ที่กว้างขึ้น และ 5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) ประเมินความรู้ของนักเรียน และทักษะใหม่ที่นักเรียนได้รับ

บทบาทนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)

สำหรับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ผู้สอนมีความจำเป็นที่จะต้องทราบถึงบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อที่ผู้สอนจะได้จัดเตรียมกิจกรรมให้เหมาะสมกับนักเรียน โดยพิจารณาบทบาทของนักเรียนว่าสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) หรือไม่ หากบทบาทนักเรียนไม่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ผู้สอนสามารถปรับกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนมากขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548) ได้กล่าวถึงบทบาทนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) มีรายละเอียดดังตารางที่ 2-6 ตารางที่ 2-6 บทบาทนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

ขั้นตอน	สิ่งที่นักเรียนควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5E	ไม่สอดคล้องกับ 5E
การจัดการเรียนรู้		
1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)	<ul style="list-style-type: none"> - ถามคำถาม เช่น ทำไมสิ่งนี้จึงเกิดขึ้น มันได้เรียนรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับสิ่งนี้ - แสดงความสนใจ 	<ul style="list-style-type: none"> - ถามหาคำตอบที่ถูกต้อง - ตอบเฉพาะคำตอบที่ถูกต้อง - ยืนยันคำตอบหรือคำอธิบาย - ค้นหาวิธีการแก้ปัญหาเพียงวิธีเดียว
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)	<ul style="list-style-type: none"> - คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขต - ทดสอบการคาดคะเน และสมมติฐาน - คาดคะเน และตั้งสมมติฐานใหม่ - พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหา และอภิปรายทางเลือกเหล่านั้นกับคนอื่น ๆ - บันทึกการสังเกต และให้ข้อคิดเห็น - ลงข้อสรุป 	<ul style="list-style-type: none"> - ให้คนอื่นคิดและสำรวจตรวจสอบ - ทำงานเพียงลำพัง โดยมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นน้อยมาก - ปฏิบัติอย่างสับสน - ไม่มีเป้าหมายชัดเจน - เมื่อแก้ปัญหาได้แล้วก็ไม่คิดต่อ
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายแก้ปัญหา หรือคำตอบที่เป็นไปได้ - ฟังคำอธิบายของคนอื่นอย่างคิดวิเคราะห์ - ถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย - ฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบาย - อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมาแล้ว 	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายโดยไม่มี การเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม - ยกตัวอย่างประสบการณ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกัน - ขอมรับคำอธิบายโดยไม่ให้เห็นผล - ไม่สนใจคำอธิบายของคนอื่นซึ่งมีเหตุผลพอที่จะเชื่อถือได้

ตารางที่ 2-6 (ต่อ)

ขั้นตอน	สิ่งที่นักเรียนควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5E	ไม่สอดคล้องกับ 5E
การจัดการเรียนรู้		
4. ขยายความรู้ (Elaboration)	<ul style="list-style-type: none"> - นำการจับบอกร่วมประกอบต่าง ๆ ในภาพ คำจำกัดความ คำอธิบาย และทักษะไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม - ใช้ข้อมูลเดิมในการถามคำถาม กำหนดจุดประสงค์ในการแก้ปัญหา ตัดสินใจและออกแบบการทดลอง - ลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล จากหลักฐานที่ปรากฏ - บันทึกการสังเกตอธิบายตรวจสอบความเข้าใจกับเพื่อน ๆ 	<ul style="list-style-type: none"> - ปฏิบัติโดยไม่มีเป้าหมายชัดเจน - ไม่สนใจในข้อมูลหรือหลักฐานที่มีอยู่ - อธิบายเหมือนกับที่ครูจัดเตรียมไว้หรือกำหนดให้ - ลงข้อสรุปโดยปราศจากหลักฐานหรือคำอธิบายที่ยอมรับมาแล้ว - ตอบแต่เพียงว่าถูกหรือผิด และอธิบายให้คำจำกัดความโดยใช้ความจำไม่สามารถอธิบายเพื่อแสดงความพอใจด้วยคำพูดของตนเอง
5. การประเมินผล (Evaluation)	<ul style="list-style-type: none"> - ตอบคำถามปลายเปิด โดยใช้การสังเกตหลักฐานและคำอธิบายที่ยอมรับมาแล้ว - แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือทักษะ - ประเมินความก้าวหน้าหรือความรู้ด้วยตนเอง - ถามคำถามที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมให้มีการสำรวจตรวจสอบต่อไป 	

ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5Es) ครูควรทราบบทบาทของนักเรียน เพื่อให้สอดคล้องกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5Es) อย่างถูกต้อง คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) นักเรียนเกิดข้อคำถาม เกิดความสงสัย และแสดงความสนใจ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) นักเรียนจะพยายามหาทางเลือก

ในการแก้ปัญหา ค้นคว้าหาข้อมูล ทดลอง และอภิปรายร่วมกับผู้อื่น 3) **ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป** (Explanation) นักเรียนสามารถอธิบายการแก้ปัญหา ถามคำถามในสิ่งที่เพื่อนคนอื่นอธิบาย และหาข้อสรุปร่วมกัน 4) **ชั้นขยายความรู้** (Elaboration) นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับ ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายคลึงกับสถานการณ์เดิมได้ สามารถเชื่อมโยงเข้ากับชีวิตประจำวันได้ 5) **ชั้นประเมินผล** (Evaluation) นักเรียนสามารถแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดได้ สามารถประเมินความก้าวหน้าและความรู้ด้วยตนเองได้

ข้อดีของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5Es)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5Es) เป็นวิธีการสอนที่เหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้วิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเตรียมสภาพแวดล้อม จัดลำดับเนื้อหา คอยแนะนำเพื่อให้ผู้เรียนได้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ และได้มีนักการศึกษาที่ได้กล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5Es) มีรายละเอียดดังนี้

ภพ เลาหไพบุลย์ (2542, หน้า 156-157) ได้กล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5Es) มีรายละเอียดดังนี้

1. นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจึงมีความอยากรู้อยู่ตลอดเวลา
2. นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดและฝึกการกระทำ ทำให้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีการเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่อีกด้วย

3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

4. นักเรียนสามารถเรียนรู้มโนคติ และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น

5. นักเรียนจะเป็นผู้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

พิมพ์พันธ์ เศษะคุปต์ (2544, หน้า 60) ได้กล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5Es) มีรายละเอียดดังนี้

1. เป็นการพัฒนาศักยภาพด้านสติปัญญา คือ ฉลาดขึ้น เป็นนักริเริ่มสร้างสรรค์
นักจัดระเบียบ

2. การค้นพบด้วยตัวเอง ทำให้เกิดแรงจูงใจภายในมากกว่าการเรียนแบบท่องจำ

3. ฝึกให้นักเรียนรู้วิธีค้นหาคำตอบ แก้ปัญหาด้วยตนเอง

4. ช่วยให้จดจำความรู้ได้นาน และสามารถถ่ายโยงความรู้ได้
5. นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอน จะทำให้การเรียนมีความหมายเป็นการเรียนที่มีชีวิตชีวา
6. ช่วยพัฒนาอัตรโมทัศน์แก่ผู้เรียน
7. พัฒนาให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
8. ช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นว่าจะทำการใด ๆ จะสำเร็จด้วยตนเอง สามารถคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค

9. นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์
10. ได้ประสบการณ์ตรง ฝึกทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์
11. สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)

ภพ เลาห์ไพบุลย์ (2542, หน้า 157) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) มีรายละเอียดดังนี้

1. ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง
2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่ทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย และถ้าครูไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ในการสอนวิธีนี้ มุ่งควบคุมพฤติกรรมของนักเรียนมากเกินไป จะทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง
3. นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ และเนื้อหาวิชาค่อนข้างยาก นักเรียนอาจจะไม่สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้
4. นักเรียนบางคนที่ยังไม่เป็นผู้ใหญ่พอ ทำให้ขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหา และนักเรียนที่ต้องการแรงกระตุ้นเพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมาก ๆ อาจจะพอสอดคำถามได้ แต่นักเรียนจะไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนด้วยวิธีนี้เท่าที่ควร
5. ถ้าใช้การสอนแบบนี้อยู่เสมออาจทำให้ความสนใจของนักเรียนในการศึกษาค้นคว้า พิมพันธ์ เศษะคุปต์ (2544, หน้า 61) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) มีรายละเอียดดังนี้
 1. ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง บางครั้งอาจได้เนื้อเรื่องไม่ครบตามที่กำหนดไว้
 2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่ชวนสงสัย ไม่ชวนติดตาม จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย ไม่อยากเรียน

3. นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ หรือไม่มีการกระตุ้นมากพอจะไม่สามารถเรียนด้วยวิธีสอนแบบนี้ได้
4. เป็นการลงทุนสูง ซึ่งอาจได้ผลไม่คุ้มค่ากับการลงทุน
5. ถ้านักเรียนไม่รู้จักรับหลักการทำงานกลุ่มที่ถูกต้อง อาจทำให้นักเรียนบางคนหลีกเลี่ยงงานซึ่งไม่เกิดการเรียนรู้
6. ครูต้องใช้เวลาวางแผนมาก ถ้าครูมีภาระมากอาจเกิดปัญหาด้วยอารมณ์ซึ่งมีผลต่อบรรยากาศในห้องเรียน
7. ข้อจำกัดเรื่องเนื้อหาและสติปัญญา อาจทำให้นักเรียนไม่สามารถศึกษาด้วยวิธีสอนแบบนี้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) จากการศึกษาจากเอกสารที่เกี่ยวข้องได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดในการจัดการเรียนรู้ โดยข้อดีของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ทำให้นักเรียนได้ศึกษาหาความรู้ หากคำตอบรวมไปถึงแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้ความรู้ที่นักเรียนได้รับจะคงทนถาวรอยู่ในความทรงจำระยะยาว นอกจากนี้ยังทำให้นักเรียนได้ฝึกการคิด มีวิธีการจัดระบบความคิดของตนเองได้เป็นอย่างดี ส่วนข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ถ้าหากครูจัดการเรียนการสอนโดยครูสร้างสถานการณ์การตั้งคำถาม หรือกำหนดปัญหา ที่ครูสร้างขึ้นไม่ทำให้นักเรียนเกิดความตื่นเต้น เกิดความอยากรู้อยากเห็น ความสนใจ ก็จะทำให้นักเรียนไม่อยากรที่จะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เกิดความเบื่อหน่ายในระหว่างร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ได้

การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning)

การเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่มีการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งแต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความรู้ความสามารถแตกต่างกัน โดยแต่ละคนจะมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และความสำเร็จของกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นช่วยเหลือซึ่งกันและกัน คนที่เรียนเก่งจะช่วยเหลือคนที่เรียนอ่อนกว่า สมาชิกในกลุ่มไม่เพียงแต่รับผิดชอบการเรียนของตนเองเท่านั้น แต่จะต้องร่วมรับผิดชอบต่อการเรียนของเพื่อนสมาชิกทุกคนในกลุ่ม ความสำเร็จของบุคคลคือความสำเร็จของกลุ่ม สามารถนำการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือไปใช้ได้กับทุกวิชาและทุกระดับชั้น เพื่อเป็นการเสริมสร้างประชาธิปไตยในชั้นเรียน ความรับผิดชอบ ความร่วมมือกันภายในกลุ่ม และเป็นการเน้นทักษะทางสังคมอีกด้วย

ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ ไว้ดังนี้
 พรณรัชมี เเงาธรรมสาร (2533, หน้า 35) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการเรียนแบบทำงานรับผิดชอบร่วมกัน เป็นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ สมาชิกในกลุ่มมีความสามารถแตกต่างกัน ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยเหลือซึ่งกันและรับผิดชอบการทำงานของตัวเองเท่า ๆ กับรับผิดชอบการทำงานของสมาชิกในกลุ่มด้วย

ปลาสน์ กงตาล (2535, หน้า 19) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการจัดการเรียนการสอนแบบหนึ่งที่มีลักษณะจัดการให้ผู้เรียนจับกลุ่มกันเป็นกลุ่มย่อย สำหรับทำงานร่วมกัน แก้ปัญหา และทำกิจกรรมให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ครูผู้สอนกำหนด โดยที่สมาชิกในกลุ่มตระหนักว่าแต่ละคนเป็นส่วนหนึ่งของความสำเร็จ หรือความล้มเหลวที่เกิดขึ้น สมาชิกในกลุ่มนั้นจะต้องรับผิดชอบร่วมกัน สมาชิกจะมีการพูดคุยกันและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2544, หน้า 4) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ที่แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกัน โดยในกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการช่วยเหลือพึ่งพาซึ่งกันและกัน และมีความรับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนของตนและส่วนรวม เพื่อให้ตนเองและสมาชิกทุกคนในกลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนด ซึ่งการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีความหมายตรงกันข้ามกับการเรียนที่เน้นการแข่งขัน (Competitive Learning) และการเรียนตามลำพัง (Individualized Learning)

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2546) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ หรือแบบมีส่วนร่วม เป็นการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถต่างกัน ได้ร่วมมือกันทำงานกลุ่มด้วยความตั้งใจและเต็มใจ รับผิดชอบในบทบาทหน้าที่ในกลุ่มของตนให้ทำงานของกลุ่มดำเนินไปสู่เป้าหมายงานได้

สมบัติ กาญจนรักพงษ์ (2547, หน้า 5) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนร่วมมือและช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ 4-5 คน ที่มีความสามารถแตกต่างกันในการทำงานร่วมกัน เพื่อเป้าหมายกลุ่ม สมาชิกมีความสัมพันธ์กันในทางบวก มีปฏิสัมพันธ์ส่งเสริมซึ่งกันและกัน รับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนตัวและส่วนรวม ผลงานของกลุ่มขึ้นอยู่กับผลงานของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม ความสำเร็จของแต่ละคนคือความสำเร็จของกลุ่ม ความสำเร็จของกลุ่มคือความสำเร็จของทุกคน

สคูนซ์ สตินชพานนท์ และคณะ (2554, หน้า 22) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นวิธีการสอนที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน สมาชิกในกลุ่มจะมีความสามารถแตกต่างกัน ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักช่วยเหลือกัน โดยคนที่เก่งกว่าจะช่วยเหลือคนที่อ่อนกว่า สมาชิกในกลุ่มจะต้องร่วมกันรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของเพื่อนสมาชิกทุกคนในกลุ่ม เพราะยึดตามแนวคิดที่ว่าความสำเร็จของสมาชิกทุกคนจะรวมเป็นความสำเร็จของกลุ่ม

สคูนซ์ สตินชพานนท์ และจินตนา วีระเกียรติสุนทร (2556, หน้า 165) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นวิธีการสอนที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน เน้นการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน สมาชิกในกลุ่มจะมีความสามารถแตกต่างกัน ส่งเสริมผู้เรียนให้รู้จักช่วยเหลือกัน คนที่เก่งกว่าจะช่วยเหลือคนที่อ่อนกว่า สมาชิกในกลุ่มจะต้องมีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของเพื่อนสมาชิกทุกคนในกลุ่ม เพราะยึดตามแนวคิดที่ว่าความสำเร็จของสมาชิกทุกคนจะรวมเป็นความสำเร็จของกลุ่ม

ทิสนา แคมมณี (2560, หน้า 98) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย โดยมีสมาชิกกลุ่มที่มีความสามารถแตกต่างกันประมาณ 3-6 คน ช่วยกันเรียนรู้ เพื่อไปสู่เป้าหมายของกลุ่ม

จอห์นสัน และจอห์นสัน (Johnson & Johnson, 1994, p. 55) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือสรุปได้ว่า เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้ร่วมมือ และช่วยเหลือกันในการเรียนรู้โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกันมาทำงานร่วมกัน เพื่อเป้าหมายของกลุ่ม สมาชิกมีความรับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนตนและส่วนรวม มีการฝึกฝนและใช้ทักษะการทำงานกลุ่มร่วมกัน ซึ่งผลงานของกลุ่มขึ้นอยู่กับผลงานของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มสมาชิกต่างได้รับความสำเร็จร่วมกัน

อาเรนต์ (Arends, 1994) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือสรุปได้ว่า เป็นการสอนที่ให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ โดยสมาชิกในกลุ่มมีความสามารถต่างกัน ทั้ง เก่ง ปานกลาง และอ่อน นักเรียนหญิงและชายที่มีเป้าหมายการทำงานร่วมกัน ได้รับรางวัลหรือความสำเร็จร่วมกัน

จากการศึกษาความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) สรุปได้ว่า เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมโดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย ๓-๕ คน ให้ทำงานร่วมกัน โดยในกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกัน คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน ซึ่งคนที่เรียนเก่งจะช่วยเหลือคนที่เรียนอ่อนกว่า มีการช่วยเหลือพึ่งพาซึ่งกันและกัน

แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และมีความรับผิดชอบร่วมกัน โดยที่สมาชิกในกลุ่มตระหนักว่าแต่ละคนเป็นส่วนหนึ่งของความสำเร็จหรือความล้มเหลวที่เกิดขึ้น ทำให้นักเรียนมีเป้าหมายในการทำงานร่วมกัน

ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ยุทธศาสตร์การสอนหรือวิธีการสอน เป็นองค์ประกอบสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้การจัดการเรียนการสอนบรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนด การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการสอนที่จะพัฒนานักเรียนในด้านวิชาการและทักษะทางสังคม นอกจากนี้ยังเป็นการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญและส่งเสริมทักษะทางสังคม โดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันจนประสบความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายของการเรียนร่วมกันทุกคน ในปัจจุบันครูผู้สอนเป็นจำนวนมากเน้นการพัฒนานักเรียนในด้านวิชาการ โดยไม่เน้นการพัฒนาทักษะทางสังคมและมักจะส่งเสริมให้นักเรียนเรียนด้วยการแข่งขัน หรือเรียนตามลำพังซึ่งการสอนทั้ง 2 อย่าง ไม่ได้คำนึงถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนคนอื่น ๆ ในชั้น สภาพการเรียนการสอนดังกล่าวก่อให้เกิดผลเสียหลายประการแก่นักเรียน กล่าวคือ การสอนแบบแข่งขันทำให้เกิดผู้ชนะและผู้แพ้ โดยผู้ชนะจะดีใจสำหรับผู้แพ้จะเสียใจซึ่งสัดส่วนของผู้ชนะจะมีน้อยกว่าผู้แพ้มาก มีผลทำให้นักเรียนส่วนใหญ่เกิดความเครียดและไม่มีความสุขในการเรียน ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือยังเป็นการเตรียมนักเรียนให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมประชาธิปไตยได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความสุข (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2544, หน้า 5)

องค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

การเรียนรู้แบบร่วมมือไม่ได้เป็นเพียงการจัดให้ผู้เรียนเข้ากลุ่มแล้วให้ทำงาน และบอกให้ผู้เรียนช่วยกันทำงานเท่านั้น ซึ่งการเรียนรู้แบบร่วมมือจะมีประสิทธิภาพ ถ้าสมาชิกภายในกลุ่มเห็นคุณค่าของการทำงานร่วมกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกันโดยจะต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญครบ 5 ประการ ดังนี้ (Johnson & Johnson, 1994, p. 31-37 อ้างถึงใน ทิศนา แจมณี, 2560, หน้า 99-101)

1. การพึ่งพาและเกื้อกูลกัน (positive interdependence) กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือจะต้องมีความตระหนักว่า สมาชิกกลุ่มทุกคนมีความสำคัญ และความสำเร็จของกลุ่มขึ้นกับสมาชิกทุกคนในกลุ่ม ในขณะที่เดียวกันสมาชิกแต่ละคนจะประสบความสำเร็จได้ก็ต่อเมื่อกลุ่มประสบความสำเร็จ ความสำเร็จของบุคคลและของกลุ่มขึ้นอยู่กับกันและกัน ดังนั้น แต่ละคนต้องรับผิดชอบต่อบทบาทหน้าที่ของตน และในขณะที่เดียวกันก็ช่วยเหลือสมาชิกคนอื่น ๆ ด้วยเพื่อประโยชน์ร่วมกัน การจัดกลุ่มเพื่อช่วยให้ผู้เรียนพึ่งพาช่วยเหลือเกื้อกูลกันนี้ทำได้หลายทาง เช่น การทำให้ผู้เรียนมีเป้าหมายเดียวกัน หรือให้ผู้เรียนกำหนดเป้าหมายในการทำงาน การเรียนรู้

ร่วมกัน (positive goal interdependence) การให้รางวัลตามผลงานของกลุ่ม (positive resource interdependence) การมอบหมายบทบาทหน้าที่ในการทำงานร่วมกันให้แต่ละคน (positive role interdependence)

2. การปรึกษาหารือกันอย่างใกล้ชิด (face-to-face promotive interaction) การที่สมาชิกในกลุ่มมีการพึ่งพาช่วยเหลือเกื้อกูลกัน เป็นปัจจัยที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันและกัน ในทางที่จะช่วยให้กลุ่มบรรลุเป้าหมาย สมาชิกกลุ่มจะห่วงใย ใ่วางใจ ส่งเสริมและช่วยเหลือกัน และกันในการทำงานต่าง ๆ ร่วมกัน ส่งผลให้เกิดสัมพันธภาพที่ดีต่อกัน

3. ความรับผิดชอบที่ตรวจสอบได้ของสมาชิกแต่ละคน (individual accountability) สมาชิกในกลุ่มการเรียนรู้ทุกคนจะต้องมีหน้าที่รับผิดชอบ และพยายามทำงานที่ได้รับมอบหมาย อย่างเต็มความสามารถ ไม่มีใครที่จะได้รับประโยชน์โดยไม่ทำหน้าที่ของตน ดังนั้น กลุ่มจึงจำเป็นต้องมีระบบการตรวจสอบผลงานทั้งที่เป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม วิธีการที่สามารถส่งเสริมให้ทุกคนได้ทำหน้าที่ของตนอย่างเต็มที่หลายวิธี เช่น การจัดกลุ่มให้เล็ก เพื่อจะได้มีการเอาใจใส่กันและกันอย่างทั่วถึง การทดสอบเป็นรายบุคคล การสุ่มเรียกชื่อให้รายงาน ครูสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในกลุ่ม การจัดให้กลุ่มมีผู้สังเกตการณ์ การให้ผู้เรียนสอนกันและกัน เป็นต้น

4. การใช้ทักษะการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อย (interpersonal and small-group skills) การเรียนรู้แบบร่วมมือจะประสบความสำเร็จได้ต้องอาศัยทักษะที่สำคัญ ๆ หลายประการ เช่น ทักษะทางสังคม ทักษะการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสาร และทักษะการแก้ปัญหาขัดแย้ง รวมทั้งการเคารพ ยอมรับ และใ่วางใจกันและกัน ซึ่งครูควรสอนและฝึกให้แก่ผู้เรียน เพื่อช่วยให้ดำเนินงานไปได้

5. การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่ม (group processing) กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือจะต้องมีการวิเคราะห์กระบวนการทำงานของกลุ่ม เพื่อช่วยให้กลุ่มเกิดการเรียนรู้และปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่มครอบคลุมการวิเคราะห์เกี่ยวกับวิธีการทำงานของกลุ่ม พฤติกรรมของสมาชิกกลุ่มและผลงานของกลุ่ม การวิเคราะห์การเรียนรู้นี้อาจทำโดยครู หรือผู้เรียน หรือทั้งสองฝ่าย การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่มนี้เป็นยุทธวิธีหนึ่งที่ส่งเสริมให้กลุ่มตั้งใจทำงาน เพราะว่าจะได้รับข้อมูลป้อนกลับ และช่วยฝึกทักษะการรู้คิด (metacognition) คือ สามารถที่จะประเมินการคิดและพฤติกรรมของตนได้ทำไป

สอดคล้องกับ กุณฑรี เพ็ชรทวีพรเดช และคณะ (2550, หน้า 83-84) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้แบบร่วมมือ 5 ประการ ดังนี้

1. การพึ่งพาอาศัยในทางบวก (Positive Interdependent) โดยสมาชิกทุกคนมีหน้าที่และความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายร่วมกัน และต้องระลึกอยู่เสมอว่า “ความสำเร็จของกลุ่มขึ้นอยู่กับสมาชิกภายในกลุ่ม”

2. การปฏิสัมพันธ์แบบเผชิญหน้า (Face to Face Interaction) สมาชิกแต่ละคนมีการซักถาม ตอบปัญหา อธิบายและโต้ตอบกัน มีการยอมรับความคิดเห็นซึ่งกันและกัน มีการสนับสนุนชมเชยผู้อื่น

3. สมาชิกแต่ละคนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ (Individual Accountability) โดยทุกคนทำกิจกรรมต่าง ๆ อย่างเต็มความสามารถ เช่น เป็นตัวแทนในการรายงานการทำงานของของกลุ่ม ทำแบบทดสอบและประเมินเป็นรายบุคคล

4. ทักษะทางสังคม (Social Skills) สมาชิกในกลุ่มมีการใช้ทักษะในการทำงานร่วมกัน เช่น ทักษะผู้นำ ทักษะการตัดสินใจ ทักษะการสร้างควมไว้วางใจ ทักษะการสื่อสาร ทักษะการจัดการความขัดแย้ง และทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคม

5. กระบวนการกลุ่ม (Group Processing) กลุ่มมีบทบาทในการอธิบายวิธีการทำงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย รวมทั้งการประเมินผลงานของตนเอง และของกลุ่มเพื่อหาข้อบกพร่องเพื่อนำไปปรับปรุงและแก้ไขการทำงานในโอกาสต่อไปให้ดียิ่งขึ้น

การเรียนรู้แบบร่วมมือไม่ได้เป็นการจัดผู้เรียนให้มานั่งทำงานเป็นกลุ่มเท่านั้น แต่สมาชิกทุกคนต้องรับผิดชอบในบทบาทหน้าที่ของตนเอง เพื่อเป้าหมายและความสำเร็จของกลุ่ม จากองค์ประกอบที่สำคัญทั้ง 5 ประการ ของการเรียนรู้แบบร่วมมือ ได้แก่ 1) การพึ่งพาและเกื้อกูลกัน 2) การปฏิสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด 3) ความรับผิดชอบที่ตรวจสอบได้ของสมาชิกแต่ละคน 4) ทักษะทางสังคม และ 5) กระบวนการกลุ่ม โดยสมาชิกภายในกลุ่มต้องมีความสัมพันธ์และพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันในการที่จะช่วยกันบรรลุเป้าหมายที่กำหนด ดังนั้น ถ้าขาดองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งจะเป็นเพียงการทำงานกลุ่ม แต่ไม่ได้เป็นการเรียนแบบร่วมมือ

ขั้นตอนของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

วัฒนาพร ระวังทุกข์ (2541, หน้า 40), วัฒนาพร ระวังทุกข์ (2542, หน้า 35) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียม กิจกรรมในขั้นเตรียมประกอบด้วย ครูแนะนำทักษะในการเรียนรู้ร่วมกัน และจัดเป็นกลุ่มย่อย ๆ ประมาณ 2-6 คน ครูควรแนะนำเกี่ยวกับระเบียบของกลุ่ม บทบาทและหน้าที่ของสมาชิกกลุ่ม แจกวัสดุประสงค์ของบทเรียนและการทำกิจกรรมร่วมกันและการฝึกฝนทักษะพื้นฐานจำเป็นสำหรับการทำกิจกรรมกลุ่ม

2. ขั้นสอน ครูนำเข้าสู่บทเรียน แนะนำเนื้อหา แนะนำแหล่งข้อมูล และมอบหมายงานให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม

3. ขั้นตอนทำกิจกรรมกลุ่ม นักเรียนเรียนรู้ร่วมกันในกลุ่มย่อย โดยที่แต่ละคนมีบทบาทและหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมาย เป็นขั้นตอนที่สมาชิกในกลุ่มจะได้ร่วมกันรับผิดชอบต่อผลงานของกลุ่ม ในขั้นนี้ครูจะกำหนดให้นักเรียนใช้เทคนิคต่าง ๆ กัน เช่น แบบ Jigsaw, TGT, STAD, TAI, GT, LT, CIRC, CO-CO เป็นต้น ในการทำกิจกรรมแต่ละครั้ง เทคนิควิธีการที่ใช้จะต้องเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ในการเรียนแต่ละเรื่อง ในการเรียนครั้งหนึ่ง ๆ อาจต้องใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือหลาย ๆ เทคนิคประกอบกัน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียน

4. ขั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ ในขั้นนี้เป็นการตรวจสอบว่าผู้เรียนได้ปฏิบัติหน้าที่ครบถ้วนแล้วหรือยัง ผลการปฏิบัติเป็นอย่างไร เน้นการตรวจสอบผลงานกลุ่มละรายบุคคล ในบางกรณีผู้เรียนอาจต้องซ่อมเสริมส่วนที่ยังขาดตกบกพร่อง ต่อจากนั้นเป็นการทดสอบความรู้

5. ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผลการทำงานกลุ่ม ครูและผู้เรียนช่วยกันสรุปบทเรียน ถ้ามีสิ่งที่ยังไม่รู้ยังไม่เข้าใจครูควรอธิบายเพิ่มเติม ครูและผู้เรียนช่วยกันประเมินผลการทำงานกลุ่ม และพิจารณาว่าอะไรคือจุดเด่นของงานและอะไรคือสิ่งที่ควรปรับปรุง

โดยสรุปแล้วขั้นตอนของการเรียนรู้แบบร่วมมือ คือ ครูชี้แจงการทำกิจกรรมร่วมกัน ชี้แจงบทบาทและหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม แบ่งกลุ่มเป็นกลุ่มย่อย ๆ จากนั้นครูนำเข้าสู่บทเรียนและมอบหมายงานให้แต่ละกลุ่ม โดยสมาชิกในกลุ่มจะต้องช่วยเหลือ รับผิดชอบต่อผลงานของกลุ่ม ซึ่งในการเรียนอาจจะใช้เทคนิคของการเรียนรู้แบบร่วมมือหลายเทคนิคประกอบกัน เพื่อให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพในการเรียนยิ่งขึ้น จากนั้นก็ทำการตรวจสอบผลงานกลุ่มและรายบุคคล แล้วช่วยกันสรุปบทเรียนและประเมินผล

เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

วัฒนาพร ระบุว่าทุกซ์ (2541, หน้า 41), สุนทร สันธพานนท์และคณะ (2554, หน้า 24-38), สุนทร สันธพานนท์ และ จินตนา วีรเกียรติสุนทร (2556, หน้า 166-172), ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2558, หน้า 171-218) ได้กล่าวถึงเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้หลายเทคนิค ดังนี้

1. เทคนิคการต่อเรื่องราว (Jigsaw)

เทคนิคการต่อเรื่องราว (Jigsaw) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้มีการร่วมมือระหว่างสมาชิกในกลุ่ม และมีการถ่ายทอดความรู้ระหว่างกลุ่ม เทคนิคนี้เหมาะสำหรับการเรียนการสอนในเนื้อหาจากตำราซึ่งไม่ยากเกินไปนัก ผู้เรียนสามารถร่วมมือกันศึกษาความรู้ได้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผู้สอนกำหนดหัวข้อเรื่องที่จะศึกษาเป็นข้อย่อย ๆ โดยมีเนื้อหาหรือเรื่องราวที่จะศึกษาเท่า ๆ กัน และชี้แจงว่าจะมีการแบ่งกลุ่มตามจำนวนหัวข้อที่กำหนดให้ และแนะวิธีการศึกษา
2. ผู้สอนแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละเท่ากับจำนวนหัวข้อเรื่องที่จะศึกษา สมมติว่าถ้ามี 4 หัวข้อ สมาชิกจะต้องมีกลุ่มละ 4 คน สมาชิก 4 คนนี้ จะมีความสามารถที่คละกัน ทั้งเก่งปานกลาง อ่อน เมื่อมาอยู่รวมกันเรียกว่ากลุ่มบ้าน (Home Groups) ให้สมาชิกแต่ละคนเลือกหมายเลขประจำตัวตามความสมัครใจ ตั้งแต่หมายเลข 1,2,3,4 และตั้งชื่อกลุ่มของตน ผู้สอนแจ้งกติกาว่าห้ามสมาชิกออกจากกลุ่มจนกว่าจะทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จสิ้นลง ถ้าคนใดสงสัยไม่เข้าใจเรื่องใดจะต้องขอความช่วยเหลือจากเพื่อนในกลุ่ม

1	2	1	2	1	2	1	2
4	3	4	3	4	3	4	3

3. ผู้เรียนที่มีหมายเลขเดียวกันจากกลุ่มบ้านมานั่งรวมกัน เพื่อศึกษาความรู้และทำงานร่วมกันตามประเด็นในใบงานที่ผู้สอนกำหนดให้ ดังนั้น กลุ่มหมายเลข 1 ก็จะนั่งรวมกัน 4 คน หมายเลข 2 หมายเลข 3 หมายเลข 4 ต่างก็ไปนั่งรวมกลุ่มกันกลุ่มละ 4 คน

ในกรณีที่ผู้เรียนในห้องมีจำนวนมาก ตัวอย่างเช่น มีผู้เรียนจำนวน 48 คน กลุ่มหมายเลข 1 จะมี 3 กลุ่ม กลุ่มหมายเลข 2 จะมี 3 กลุ่ม กลุ่มหมายเลข 3 จะมี 3 กลุ่ม และกลุ่มหมายเลข 4 จะมี 3 กลุ่ม ผู้เรียนในแต่ละหมายเลขจะศึกษาหัวข้อเรื่องเดียวกันร่วมกัน อภิปราย และตอบคำถามประเด็นที่ผู้สอนกำหนด หรือทำใบงานตามที่กำหนด ในแต่ละกลุ่มจะมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้กันจนกระทั่งทุกคนมีความกระจ่างชัดเจนในหัวข้อเรื่องที่ศึกษาเป็นอย่างดี เราเรียกกลุ่มเหล่านี้ว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert Groups)

1	1	2	2	3	3	4	4
1	1	2	2	3	3	4	4
1	1	2	2	3	3	4	4
1	1	2	2	3	3	4	4

4. ให้สมาชิกในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลับไปยังกลุ่มเดิมของตนที่เรียกว่ากลุ่มบ้านและผลัดกันอภิปรายเพื่อถ่ายทอดความรู้ที่ตนศึกษามา หรือตามที่ตนได้ร่วมกันตอบคำถามตามหัวข้อในใบงานที่ผู้สอนกำหนด โดยเริ่มจากหมายเลข 1,2,3,4 ตามลำดับ หรืออาจจะให้ถ่ายทอดความรู้ตามความสมัครใจโดยไม่ต้องเรียงลำดับหมายเลขก็ได้ แต่สมาชิกทุกคนจะต้องถ่ายทอดความรู้จนครบ

5. ผู้สอนทดสอบความรู้ตามเนื้อหาที่กำหนด และให้คะแนนรายบุคคล

เทคนิคการต่อเรื่องราว (Jigsaw II)

เทคนิค Jigsaw II นั้นเป็นเทคนิคที่พัฒนาจากเทคนิค Jigsaw มีกระบวนการเหมือน Jigsaw ทุกประการ แต่มีการประเมินผลแล้วนำคะแนนของทุกคนมารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ยกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด ถือว่ามีการร่วมมือกัน ช่วยเหลือกันเป็นอย่างดี

2. เทคนิคคู่คิด (Think-Pair-Share)

เทคนิคคู่คิด เป็นเทคนิคที่ผู้สอนนิยมใช้กับวิธีสอนแบบอื่น เป็นเทคนิคที่ผู้สอนตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาให้นักเรียน ซึ่งอาจจะเป็นใบงานหรือแบบฝึกหัดก็ได้ และให้ผู้เรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบของตนก่อน แล้วจับคู่กับเพื่อนอภิปรายหาคำตอบ เมื่อมั่นใจว่าคำตอบของตนถูกต้องแล้วจึงนำคำตอบไปอภิปรายให้เพื่อนทั้งชั้นฟัง

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผู้สอนตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาให้แก่ผู้เรียน ซึ่งอาจจะทำเป็นใบงานหรือแบบฝึกหัดก็ได้
2. ผู้เรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบด้วยตนเอง (ผู้สอนอาจจะตกลงกับผู้เรียนเรื่องกำหนดเวลา)
3. เมื่อผู้เรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบได้แล้ว ให้จับคู่กับเพื่อนผลัดกันอภิปรายคำตอบ และช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง
4. ผู้เรียนคนหนึ่งออกไปอธิบายคำตอบให้เพื่อนฟังทั้งชั้น (ผู้สอนอาจจะใช้วิธีสุ่มผู้เรียนออกไปตามหมายเลขประจำคู่ ผู้สอนชมเชยและให้กำลังใจ)

3. เทคนิคคู่คิดสี่สหาย (Think-Pair-Square)

เทคนิคคู่คิดสี่สหาย เป็นเทคนิคที่ผู้สอนตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาให้แก่ผู้เรียน ซึ่งผู้สอนอาจทำเป็นใบงาน หรือแบบฝึกหัดก็ได้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้สอนแบ่งผู้เรียนล่วงหน้าออกเป็นกลุ่มละ 4 คน ซึ่งมีความสามารถคละกัน ประกอบด้วย เก่ง ปานกลาง(ค่อนข้างเก่ง) ปานกลาง(ค่อนข้างอ่อน) และอ่อน ผู้เรียนซึ่งเป็นสมาชิกกลุ่มจับคู่กัน เป็น 2 คู่

1. ผู้สอนตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาให้แก่ผู้เรียน
2. ผู้เรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบด้วยตนเอง (ผู้สอนตกลงกับผู้เรียนเรื่องกำหนดเวลา)
3. เมื่อผู้เรียนแต่ละคนคิดคำตอบได้แล้ว ให้จับคู่กับเพื่อนผลัดกันอธิบายคำตอบที่ตนคิดได้
4. ผู้เรียนรวมกลุ่ม 4 คน ซึ่งมาจากผู้เรียน 2 คู่ เมื่อเข้ากลุ่มแล้วผลัดกันอภิปรายคำตอบของตนให้เพื่อนฟัง

4. เทคนิคคู่ตรวจสอบ (Pair Check)

เทคนิคคู่ตรวจสอบ เป็นเทคนิคที่ผู้สอนตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหา (โจทย์) ให้กับผู้เรียน ซึ่งผู้สอนอาจจัดทำเป็นมอบงาน หรือแบบฝึกหัดที่มีจำนวนข้อเป็นเลขคู่ ผู้เรียนจะจับคู่กันเมื่อได้รับ โจทย์หรือคำถามจากผู้สอน คนหนึ่งจะทำหน้าที่ตอบคำถามหรือแก้ปัญหา โจทย์ อีกคนหนึ่งจะทำหน้าที่สังเกตตรวจสอบ และในข้อต่อไปก็จะสลับหน้าที่กันต่อจากนั้นสมาชิก 2 คู่ เปรียบเทียบ คำตอบ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้สอนแบ่งผู้เรียนล่วงหน้าออกเป็นกลุ่มละ 4 คน ซึ่งมีความสามารถคละกัน ประกอบด้วย เก่ง ปานกลาง(ค่อนข้างเก่ง) ปานกลาง(ค่อนข้างอ่อน) และอ่อน และให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจับคู่กัน เป็น 2 คู่

1. ผู้สอนตั้งคำถามหรือกำหนด โจทย์ปัญหาให้แก่ผู้เรียน ผู้สอนอาจจัดทำเป็นใบงาน หรือแบบฝึกหัดให้แก่ผู้เรียน
2. ผู้เรียนคนหนึ่งคิดและพูดแสดงถึงการคิดตอบคำถามหรือ โจทย์ปัญหานั้น และเขียน คำตอบ สมาชิกอีกคนหนึ่งเป็นฝ่ายสังเกต (ผู้เรียนอีกคู่หนึ่ง ซึ่งอยู่ในกลุ่มเดียวกันก็ปฏิบัติในทำนอง เดียวกัน)
3. ผู้เรียนที่ทำหน้าที่เป็นฝ่ายสังเกต จะทำหน้าที่ตรวจสอบและแสดงความเห็นด้วย เมื่อตรวจสอบว่าเป็นคำตอบที่ถูก พร้อมแสดงความยินดี
4. ผู้เรียนแต่ละคู่เปลี่ยนบทบาทกันในคำถามข้อต่อไป โดยสลับหน้าที่ของผู้เรียนจาก ข้อ 3. เป็นข้อ 2. และผู้ปฏิบัติหน้าที่ข้อ 2. กลับไปปฏิบัติหน้าที่ในข้อ 3.

5. เมื่อจบการตอบคำถาม 2 ข้อแล้วให้ผู้เรียนแต่ละคู่ซึ่งอยู่ในกลุ่มเดียวกัน (กลุ่ม 4 คน) เปรียบเทียบคำตอบกันและช่วยเหลือกัน อธิบายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม เพื่อความกระจ่างชัดเจน

6. ให้ผู้เรียนเปลี่ยนกันทำหน้าที่ในข้อต่อไปจนจบคำถามในใบงาน หรือแบบฝึกหัด

5. เทคนิคเล่าเรื่องรอบวง (Round Robin)

เทคนิคเล่าเรื่องรอบวง เป็นเทคนิคที่สมาชิกทุกคนในกลุ่มได้ผลัดกันเล่าประสบการณ์ ความรู้ที่ตนได้ศึกษามาตลอดจนสิ่งที่ตนประทับใจแก่สมาชิกในกลุ่มฟังทีละคน หรืออาจจะเป็น เรื่องที่สมาชิกในกลุ่มต้องการจะเสนอแนะ แสดงความคิดเห็น แนะนำตนเอง พูดถึงส่วนดี ของเพื่อน ยกตัวอย่างการกระทำของบุคคลที่สอดคล้องกับเรื่องที่เรียนไปแล้วหรือที่กำลังจะเรียน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผู้สอนแจ้งวิธีเล่าเรื่องรอบวง และแจ้งกติกาของการเล่าเรื่อง ตลอดจนขอขำย การเล่าเรื่อง
2. แบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็นกลุ่มตามความเหมาะสม
3. สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มเล่าเรื่องที่ละคน ตามที่กำหนดไว้ในข้อที่ 1 ซึ่งสมาชิกจะเล่า เรื่องภายในกำหนดเวลาที่ตกลงกันไว้
4. สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันสรุปประเด็นสำคัญที่ได้จากการฟัง เพื่อเล่าเรื่อง หรือ อาจจะเป็นแนวคิดที่ได้จากการฟัง

6. เทคนิคโต๊ะกลม (Roundtable)

เทคนิคโต๊ะกลม เป็นเทคนิคที่ฝึกให้ผู้เรียนได้ร่วมมือกันตอบคำถามหรือปัญหาด้วย วิธีเขียนตอบร่วมกัน โดยเริ่มจากสมาชิกคนหนึ่งเป็นผู้เริ่มเขียนตอบก่อน แล้วส่งต่อไปยังสมาชิก คนที่ 2 ซึ่งสมาชิกคนที่ 2 จะอ่านคำตอบของสมาชิกคนที่ 1 แล้วเขียนเพิ่มเติมและส่งต่อไปยัง สมาชิกคนที่ 3 ต่อจากนั้นสมาชิกคนที่ 3 จะอ่านคำตอบที่ตอบมาแล้วจึงเขียนเพิ่มเติม ทำเช่นนี้ ไปเรื่อย ๆ จนครบสมาชิกในกลุ่ม

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้สอนแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มล่วงหน้าก่อนการดำเนินกิจกรรมกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน แต่ละกลุ่มประกอบด้วยผู้เรียนที่มีความสามารถละกัน ได้แก่ เก่ง ปานกลาง(ค่อนข้างเก่ง) ปานกลาง(ค่อนข้างอ่อน) และอ่อน

1. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายบทเรียน หรือเรื่องที่กำลังศึกษาจนมีความเข้าใจ กระจ่างชัด

2. ผู้สอนแจกคำถามแบบฝึกหัด หรือใบงานให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่ม
 - สมาชิกคนหนึ่งของกลุ่มเขียนคำตอบข้อที่ 1 แล้วส่งแบบฝึกหัดไปยังสมาชิกคนที่ 2
 - สมาชิกคนที่ 2 อ่านคำตอบของสมาชิกคนที่ 1 แล้วตรวจสอบความถูกต้อง และเขียนเพิ่มเติมให้สมบูรณ์ แล้วทำแบบฝึกหัดหรือตอบคำถามในข้อต่อไป
 - สมาชิกคนที่ 3 อ่านคำตอบของสมาชิกคนที่ 2 ตรวจสอบความถูกต้อง และแก้ไขหรือเขียนเพิ่มเติมให้สมบูรณ์ แล้วทำแบบฝึกหัดหรือตอบคำถามในข้อต่อไป
 - สมาชิกคนที่ 4 อ่านคำตอบของสมาชิกคนที่ 3 ตรวจสอบความถูกต้อง และแก้ไขหรือเขียนเพิ่มเติม แล้วทำแบบฝึกหัดหรือตอบคำถามในข้อต่อไป
 - สมาชิกคนที่ 1 อ่านคำตอบของสมาชิกคนที่ 4 ตรวจสอบความถูกต้อง และแก้ไขหรือเขียนเพิ่มเติมให้สมบูรณ์แล้ว ทำแบบฝึกหัดหรือตอบคำถามในข้อต่อไป
3. สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มจะได้มีโอกาสอ่าน และเขียนคำตอบหมุนเวียนกันไปเรื่อย ๆ จนเสร็จ กล่าวคือ สามารถตอบปัญหาได้ชัดเจนครบถ้วนทุกคำถาม
4. เมื่อผู้เรียนทำแบบฝึกหัดหรือตอบคำถามเสร็จแล้ว ผู้สอนอาจจะสุ่มผู้เรียนในแต่ละกลุ่มออกไปเฉลยคำตอบแต่ละข้อ หรืออาจร่วมกันเฉลยทั้งชั้นเรียนก็ได้

7. เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (Learning Together)

เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน เป็นเทคนิคที่ผู้เรียนช่วยกันทำงานหรือแบบฝึกหัด โดยมีการแบ่งหน้าที่กันคนละอย่าง ซึ่งแตกต่างกันและหมุนเวียนกันทำหน้าที่จนครบทุกหน้าที่

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้สอนเตรียมแบ่งผู้เรียนไว้ล่วงหน้ากลุ่มละ 4 คน แต่ละกลุ่มประกอบด้วย เก่ง ปานกลาง (อ่อนข้างเก่ง) ปานกลาง(อ่อนข้างอ่อน) และอ่อน

1. ผู้สอนและผู้เรียนอภิปรายบทเรียนหรือเรื่องที่เรียน หรือทบทวนบทเรียน มีการซักถามจนเข้าใจกระจ่างชัดเจน
2. ผู้สอนแจกแบบฝึกหัดหรือใบงานแก่ผู้เรียนแต่ละกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะแบ่งงาน ดังนี้
 - สมาชิกคนที่ 1 มีหน้าที่อ่านคำสั่ง โจทย์ปัญหา หรือคำตอบ แยกแยะให้ชัดเจน
 - สมาชิกคนที่ 2 ฟังขั้นตอน รวบรวมข้อมูล หาแนวทางเสนอแนะ การตอบคำถามหรือคำนวณหาคำตอบ
 - สมาชิกคนที่ 3 ตอบคำถาม หรือตอบปัญหา หรือคำนวณหาคำตอบ ตรวจสอบความถูกต้อง

3. สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มหมุนเวียนเปลี่ยนหน้าที่กันในการตอบคำถาม หรือตอบปัญหา หรือทำโจทย์ข้อต่อไปจนเสร็จ

4. สมาชิกแต่ละกลุ่มส่งกระดาษคำตอบต่อผู้สอน

5. ผู้สอนตรวจคำตอบด้วยตนเอง หรืออาจจะให้แต่ละกลุ่มผลัดกันตรวจคำตอบ โดยมีแนวเฉลยคำตอบให้

6. ผู้สอนประกาศผลกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด

8. เทคนิคพร้อมกันคิด (Numbered Heads Together)

เทคนิคพร้อมกันคิด เป็นเทคนิคที่เหมาะสมกับการทบทวนความรู้ หรือตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจ ผู้สอนใช้คำถาม ถามผู้เรียนและให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดหาคำตอบ และผู้สอนสุ่มเรียกสมาชิกคนหนึ่งของกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งออกมาตอบคำถาม

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ก่อนดำเนินกิจกรรมผู้สอนแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน โดยละความสามารถ ประกอบด้วย เก่ง ปานกลาง(ค่อนข้างเก่ง) ปานกลาง(ค่อนข้างอ่อน) และอ่อน

1. ให้สมาชิกแต่ละกลุ่มมีหมายเลขประจำตัว ตั้งแต่หมายเลข 1,2,3,4

2. ผู้สอนกำหนดปัญหาหรือตั้งคำถาม ซึ่งอาจจัดทำเป็นใบงานหรือแบบฝึกหัด ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดหาคำตอบ และช่วยกันอธิบายคำตอบให้เพื่อนสมาชิกในกลุ่มของตนมีความเข้าใจอย่างชัดเจน

3. ผู้สอนสุ่มเรียกสมาชิกหมายเลขใดหมายเลขหนึ่งออกจากกลุ่ม เพื่อตอบคำถาม และอธิบายให้สมาชิกทั้งชั้นฟัง (สมาชิกหมายเลขที่ได้รับการสุ่มจากแต่ละกลุ่ม อาจจะมาตอบหรืออธิบายคำถามเรียงกันไปตามหัวข้อที่กำหนดในใบงานจนครบทุกหัวข้อ ขึ้นอยู่กับการประยุกต์กิจกรรมของผู้สอน)

9. เทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI: Group Investigation)

เทคนิค GI เป็นเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่จัดผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม เพื่อเตรียมทำงาน หรือโครงการที่ผู้สอนมอบหมาย เทคนิคนี้เหมาะสำหรับการฝึกผู้เรียนให้รู้จักสืบค้นความรู้ หรือวางแผนสืบสวน เพื่อแก้ปัญหาหรือการหาคำตอบในประเด็นที่สนใจ ก่อนการดำเนินกิจกรรม ผู้สอนควรฝึกทักษะการสื่อสาร ทักษะการคิด ตลอดจนทักษะทางสังคมให้แก่ผู้เรียนก่อน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายบทเรียนใหม่ หรือทบทวนความรู้เดิมหรืออภิปรายประเด็นที่กำหนด
2. แบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มเล็กประมาณกลุ่มละ 4 คน โดยคละกันตามความสามารถ ประกอบด้วย เก่ง ปานกลาง(ค่อนข้างเก่ง) ปานกลาง(ค่อนข้างอ่อน) และอ่อน โดยจัดกลุ่มไว้ล่วงหน้า
3. ผู้สอนแบ่งเรื่องที่จะสอนออกเป็นเรื่องย่อยหรือหัวข้อย่อย โดยอาจจะทำเป็นใบความรู้พร้อมแบบฝึกหัด (ใบงาน 1,2,3,4 ซึ่งรวมแล้วเรียกว่า 1 เรื่อง)
4. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มรับเรื่องและผู้สอนกำหนดไว้ในข้อ 3. ประกอบด้วยเรื่องย่อย ซึ่งอาจเป็นใบความรู้พร้อมแบบฝึกหัด (ใบงาน) มาแบ่งให้สมาชิกในกลุ่ม เพื่อให้โอกาสผู้เรียนที่อ่อนได้เลือกหัวข้อย่อยหรือใบงานก่อน หรือจะเลือกหัวข้อตามความสนใจก็ได้
5. สมาชิกแต่ละคนจะศึกษาสืบค้นความรู้ เพื่อเป็นคำตอบตามหัวข้อย่อยที่ตนรับผิดชอบ แล้วนำคำตอบมาอภิปรายร่วมกันในกลุ่มจนได้คำตอบที่สมบูรณ์ และมีความเข้าใจกันทุกคน
6. สมาชิกแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน ผู้สอนให้กำลังใจด้วยการยกย่องหรือชมเชยแก่กลุ่ม

10. เทคนิคการจัดทีมแข่งขัน (TGT: Teams Games-Tournaments)

TGT เป็นเทคนิคที่เหมาะสมกับการเรียนการสอนในจุดประสงค์ที่ต้องการให้กลุ่มศึกษาประเด็น หรือปัญหาที่มีคำตอบเพียงคำตอบเดียว หรือมีคำตอบถูกต้องที่ชัดเจน เช่น การคำนวณทางคณิตศาสตร์ การใช้ภาษา ภูมิศาสตร์และทักษะการใช้แผนที่ และความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ครูนำเสนอบทเรียนหรือข้อความรู้ใหม่แก่ผู้เรียน โดยอาจจะนำเสนอด้วยสื่อการเรียนการสอนที่น่าสนใจ หรือใช้การอภิปรายทั้งห้อง โดยครูเป็นผู้ดำเนินการ
2. แบ่งกลุ่มนักเรียนโดยจัดให้คละความสามารถและเพศ แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิก 4-5 คน (เรียกกลุ่มนี้ว่า Study Group หรือ Home Group) กลุ่มเหล่านี้จะศึกษาทบทวนเนื้อหาข้อความรู้ที่ครูนำเสนอ สมาชิกกลุ่มที่มีความสามารถสูงกว่าจะช่วยเหลือสมาชิกที่มีความสามารถน้อยกว่า เพื่อเตรียมกลุ่มสำหรับการแข่งขันช่วงท้ายสัปดาห์หรือท้ายบทเรียน
3. จัดการแข่งขัน โดยจัด โต๊ะแข่งขันและทีมแข่ง (Tournament Teams) ที่มีตัวแทนของแต่ละกลุ่ม ตามข้อ 2. ที่มีความสามารถใกล้เคียงมาร่วมแข่งขันตามรูปแบบ และกติกาที่กำหนด

ข้อคำถามที่ใช้ในการแข่งขันจะเป็นคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนมาแล้ว และมีการฝึกฝนเตรียมความพร้อมในกลุ่มมาแล้วควรให้ทุกโต๊ะแข่งขันเริ่มแข่งขันพร้อมกัน

4. ให้ค่าคะแนนการแข่งขัน โดยให้จัดลำดับคะแนน ผลการแข่งขันในแต่ละโต๊ะ แล้วผู้เล่นจะกลับเข้ากลุ่มเดิม (Study Group) ของตน
5. นำคะแนนการแข่งขันของแต่ละคนมารวมกันเป็นคะแนนของทีม ทีมที่ได้คะแนนรวมหรือค่าเฉลี่ยสูงสุดจะได้รับรางวัล

11. เทคนิคแบ่งปันความสำเร็จ (STAD: Student Teams Achievement Division)

เทคนิคการแบ่งปันความสำเร็จมีการพัฒนามาจากเทคนิคการแข่งขัน (TGT) มีการร่วมมือกันระหว่างสมาชิกในกลุ่ม ทุกคนจะต้องพัฒนาความรู้ของตนเองในเรื่องที่ผู้สอนกำหนด ซึ่งจะมีการช่วยเหลือให้ความรู้ให้แก่กัน มีการทดสอบความรู้เป็นรายบุคคลแทนการแข่งขันและรวมคะแนนเป็นกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนมากที่สุดจะเป็นฝ่ายชนะ นักการศึกษาที่คิดเทคนิค STAD คือ Slavin

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ขึ้นเสนอประเด็นความรู้หรือเนื้อหาใหม่ ผู้สอนจะนำเรื่องใหม่เนื้อหาใหม่มาเสนอแก่ผู้เรียน ซึ่งอาจจะนำเสนอด้วยการใช้สื่อการสอนประเภทต่าง ๆ หรืออาจจะให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาแล้วผู้สอนตั้งประเด็นคำถามให้ผู้เรียนอภิปราย
2. จัดผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม มีจำนวนสมาชิกตามความเหมาะสม ซึ่งอาจจะมีจำนวนระหว่าง 4-5 คน โดยสมาชิกแต่ละคนจะมีความสามารถแตกต่างกันตั้งแต่ เก่ง ปานกลาง และอ่อน มีทั้งเพศหญิงชายคละกันไป สมาชิกในกลุ่มร่วมกันศึกษาเนื้อหาที่ผู้สอนนำเสนอจนเข้าใจ ผู้สอนจะต้องชี้แจงให้ผู้เรียนทราบว่าความสำเร็จของกลุ่มนั้นจะต้องอาศัยผลจากการร่วมมือช่วยเหลือกัน ผู้ที่เก่งกว่าจะต้องช่วยแนะนำผู้ที่อ่อน หรือเรียนได้ช้ากว่า ซึ่งในขั้นนี้ผู้สอนควรมีใบความรู้ที่ผู้เรียนสามารถศึกษาแล้วเข้าใจง่าย ตลอดจนมีใบงานหรือแบบฝึกหัดที่มีคำถามซึ่งสามารถสร้างความกระจำชัดให้แก่ผู้เรียนมากขึ้น
3. ผู้เรียนทุกคนในแต่ละกลุ่มทำแบบทดสอบเป็นรายบุคคล ซึ่งแบบทดสอบจะตรงตามเนื้อหาที่เรียน
4. ตรวจสอบคำตอบจากแบบทดสอบและนำคะแนนของสมาชิกทุกคนในกลุ่มมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม
5. ประกาศชมเชยกลุ่มที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด และรองลงมาเรียงตามลำดับ ซึ่งอาจจะติดประกาศคะแนนไว้ที่ป้ายนิเทศของห้องเรียน (อาจมีการสัมภาษณ์การทำกิจกรรมร่วมกันของกลุ่มผู้ประสบความสำเร็จเพื่อเป็นตัวอย่างการทำงาน)

12. เทคนิคการสัมภาษณ์ 3 ขั้นตอน (Three-Step Interview)

เทคนิคการสัมภาษณ์ 3 ขั้นตอน เป็นเทคนิคที่ฝึกให้ผู้เรียนแต่ละคนได้มีประสบการณ์ในการสัมภาษณ์บุคคลและเก็บใจความสำคัญ หรืออาจจะเป็นการสรุปความคิดรวบยอดในเรื่องที่เรียน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้สอนแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มละ 4 คน ให้มีความสามารถคละกัน ประกอบด้วย เก่ง ปานกลาง(ค่อนข้างเก่ง) ปานกลาง(ค่อนข้างอ่อน) และอ่อน ให้สมาชิกในกลุ่มมีหมายเลขประจำตัว เช่น หมายเลข 1 หมายเลข 2 หมายเลข 3 หมายเลข 4 หรืออาจจะใช้อักษรประจำตัว เช่น ก ข ค ง

1. ผู้สอนกำหนดให้ผู้เรียน ก สัมภาษณ์ผู้เรียน ข และผู้เรียน ค สัมภาษณ์ผู้เรียน ง ให้แต่ละคนถามเพื่อนเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน หรือให้สรุปความคิดรวบยอดในเรื่องที่เรียนจบไปแล้ว ผู้สัมภาษณ์จะเก็บใจความสำคัญ ซึ่งผู้สอนอาจจะกำหนดข้อลงในใบงานเพื่อประเด็นในการซักถาม
2. ให้ผู้เรียนเปลี่ยนบทบาทกัน โดยใช้ ข สัมภาษณ์ ก และให้ ง สัมภาษณ์ ค
3. ในระหว่างมีการสัมภาษณ์สมาชิกในกลุ่มนั้น อาจจะมีการทำแบบฝึกหัดควบคู่กันไป
4. สมาชิกในกลุ่มจะหมุนเวียนกันสรุปใจความที่ได้รับฟังจากการสัมภาษณ์ ให้เพื่อนผู้เรียนคนอื่น ๆ ฟังว่าเพื่อนพูดอะไรได้ใจความอย่างไร เช่น

ก บอกกับ ค และ ง เกี่ยวกับใจความของเรื่องที่ ข ให้สัมภาษณ์
 ข บอกกับ ค และ ง เกี่ยวกับใจความของเรื่องที่ ก ให้สัมภาษณ์
 ค บอกกับ ก และ ข เกี่ยวกับใจความของเรื่องที่ ง ให้สัมภาษณ์
 ง บอกกับ ก และ ข เกี่ยวกับใจความของเรื่องที่ ค ให้สัมภาษณ์

13. เทคนิคช่วยกันคิดช่วยกันเรียน (TAI: Team Assited Individualization)

เทคนิคช่วยกันคิดช่วยกันเรียน เป็นเทคนิคที่ใช้ในการทบทวนบทเรียน หรืออธิบายบทเรียนเมื่อผู้สอนและผู้เรียนได้อภิปรายความรู้ในบทเรียน หรือทบทวนบทเรียนจนเข้าใจดีแล้ว ผู้สอนจะนำแบบฝึกหรือใบงานให้ผู้เรียนแต่ละคนทำ เมื่อทำเสร็จแล้วให้ผู้เรียนจับคู่กันภายในกลุ่มเพื่อตรวจสอบความถูกต้องจากแบบเฉลยที่ผู้สอนแจกให้ และผลัดกันอธิบายสิ่งที่สงสัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้สอนแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มล่วงหน้ากลุ่มละ 4 คน ให้มีความสามารถคละกัน คือ เก่ง ปานกลาง(ค่อนข้างเก่ง) ปานกลาง(ค่อนข้างอ่อน) อ่อนและให้จับคู่กันเป็น 2 คู่ในแต่ละกลุ่ม

1. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเนื้อหาในบทเรียนหรือทบทวนบทเรียน
2. ผู้สอนแจกแบบฝึกหัดหรือใบงานให้สมาชิกแต่ละคนทำ

3. เมื่อทำแบบฝึกหัดหรือใบงานเสร็จแล้ว ให้สมาชิกจับคู่ภายในทีม และผลัดกันตรวจคำตอบตามแนวเฉลยที่ผู้สอนแจกให้ และช่วยกันอธิบายสิ่งที่สงสัยให้แก่สมาชิกซึ่งเป็นคู่ของตนเองฟัง (ในกรณีที่ผู้เรียนคู่ใดทำแบบฝึกหัดหรือใบงานเสร็จเร็วก่อนคู่อื่นผู้สอนอาจจะให้ทำแบบฝึก หรือใบงานสำรอง หรือให้ทำกิจกรรมอื่นเพื่อรอคนอื่น)
4. ถ้าผู้เรียนคู่ใดหรือผู้เรียนคนใดทำแบบฝึกหัด หรือใบงานไม่ถูกต้องตามเกณฑ์ที่ผู้สอนกำหนด ก็ให้ผู้เรียนคนนั้นหรือคู่่นั้นทำแบบฝึกหรือใบงานชุดคู่ขนานกับชุดแรกจนกว่าจะทำแบบฝึกหรือใบงานถูกต้องตามเกณฑ์ที่กำหนด
5. ผู้เรียนทุกคนทำการทดสอบพร้อมกัน แต่แต่ละคนต่างทำแบบทดสอบของตนเอง
6. นำคะแนนของผู้เรียนแต่ละคนภายในกลุ่ม (4 คน) รวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย ผู้สอนประกาศผล และยกย่องกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด (ซึ่งอาจจะเรียงลำดับ 3-4 กลุ่ม ตามความเหมาะสม และติดผลไว้ที่ป้ายนิเทศ)

จากการศึกษาเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือทั้ง 13 เทคนิค ซึ่งได้แก่ Jigsaw และ Jigsaw II เทคนิคคู่คิด (Think-Pair-Share) เทคนิคคู่คิดสี่สหาย (Think-Pair-Square) เทคนิคคู่ตรวจสอบ (Pair Check) เทคนิคเล่าเรื่องรอบวง (Roundrobin) เทคนิคโต๊ะกลม (Roundtable) เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (Learning Together) เทคนิคร่วมกันคิด (Numbered Heads Together) เทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI : Group Investigation) เทคนิคการจัดทีมแข่งขัน (TGT : Teams Games-Tournaments) เทคนิคแบ่งปันความสำเร็จ (STAD : Student Teams Achievement Division) เทคนิคการสัมภาษณ์ 3 ขั้นตอน (Three-Step Interview) และเทคนิคช่วยกันคิดช่วยกันเรียน (TAI : Team Assited Individualization) ผู้สอนสามารถเลือกเทคนิคเหล่านี้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างหลากหลาย โดยทุกรูปแบบมีลักษณะที่สำคัญร่วมกัน คือ การแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย ๆ โดยให้สมาชิกช่วยเหลือกันเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ ฝึกทักษะกระบวนการกลุ่มซึ่งแต่ละเทคนิคผู้สอนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับธรรมชาติของนักเรียน เนื้อหา ระดับชั้น และความสามารถของผู้เรียน

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะเลือกการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค Jigsaw II ในการทำงานวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากเป็นเทคนิคที่เหมาะสมกับ เรื่องยีนและโครโมโซม ประกอบด้วยเนื้อหาย่อย ได้แก่ การค้นพบสารพันธุกรรม โครโมโซม โดยจะศึกษา รูปร่างลักษณะ จำนวน และส่วนประกอบของโครโมโซม องค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ โครงสร้างของดีเอ็นเอ การสังเคราะห์ดีเอ็นเอ การควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของดีเอ็นเอ ดีเอ็นเอกับการสังเคราะห์โปรตีน และการมิวเทชัน ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ไม่ยากเกินไป ผู้เรียนสามารถร่วมมือกันศึกษาหาความรู้ได้ และนอกจากนี้การนำเทคนิค Jigsaw II มาใช้นั้นเป็นการช่วยส่งเสริมความร่วมมือระหว่าง

สมาชิกในกลุ่ม โดยมีการถ่ายทอดความรู้ระหว่างกลุ่ม มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน เกิดความร่วมมือในการทำงานภายในกลุ่ม ซึ่งสมาชิกทุกคนในกลุ่มจะมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ทำให้สมาชิกในกลุ่มตระหนักว่าแต่ละคนเป็นส่วนหนึ่งของความสำเร็จหรือความล้มเหลวที่เกิดขึ้น เนื่องจากมีการสอบเป็นรายบุคคล แล้วนำคะแนนของสมาชิกในกลุ่มที่ได้มารวมกันเพื่อหาค่าเฉลี่ยเป็นคะแนนกลุ่ม สำหรับกลุ่มที่มีคะแนนสูงสุดถือว่ามีความร่วมมือช่วยเหลือกันเป็นอย่างดี จะได้รับรางวัลหรือคำชมเชย และยังเป็นการกระตุ้นกลุ่มที่เหลือให้มีความพยายามมากขึ้นในการทำกิจกรรมครั้งต่อไป ดังนั้น การใช้เทคนิค Jigsaw II ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทำให้สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจิตวิทยาศาสตร์ได้

บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ไสว พิกขาว (2561, หน้า 68) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีรายละเอียดดังตารางที่ 2-7

ตารางที่ 2-7 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ขั้นตอน	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน
1. การแนะนำภาระงาน	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายภาพรวมของบทเรียน และภาระงานของกลุ่มและรายบุคคล - แจกกำหนดเวลาและสื่อ หรือแหล่งการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน - เชื่อมโยงความเกี่ยวข้องของภาระงานที่ให้กับตัวผู้เรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - ฟังและถามคำถามเพื่อให้เข้าใจภาระงานอย่างชัดเจน - ก่อนลงมือทำ
2. กำหนดทักษะทางสังคมที่เป็นเป้าหมายสอน และฝึกทักษะ	<ul style="list-style-type: none"> - ผู้สอนกำหนดทักษะทางสังคมที่ต้องการเน้นในบทเรียน เช่น การถามคำถาม การช่วยเหลือ การเสนอความคิด การให้และรับข้อมูลย้อนกลับ มีทัศนคติทางบวก การเป็นผู้ฟังที่ดี ฯลฯ - ผู้สอนอาจต้องสอนทักษะทางสังคมที่ต้องการเน้นด้วยถ้าจำเป็นหรือฝึกทักษะเหล่านั้น โดยใช้การแสดงบทบาทสมมติ 	<ul style="list-style-type: none"> - ฟังและฝึกทักษะทางสังคม - ชักถามเพื่อความเข้าใจ

ตารางที่ 2-7 (ต่อ)

ขั้นตอน	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน
3. จัดการเรียนรู้ตามแผนและกำกับ การมีปฏิสัมพันธ์ ของผู้เรียน	- สังเกตการณ์ใช้กระบวนการกลุ่ม แต่ละกลุ่ม - ตอบสนองความต้องการของผู้เรียน เมื่อร้องขอ - ให้การเสริมแรง	- ทำภาระงานและฝึกทักษะ ทางสังคมที่เป็นเป้าหมาย - ใช้แหล่งเรียนรู้และหาผู้ที่ จะให้ความช่วยเหลือเมื่อต้องการ
4. สรุปสิ่งที่เรียนรู้	- เชื่อมโยงให้ผู้เรียนทราบถึงประโยชน์ ของกิจกรรมที่ทำในการพัฒนาทักษะทาง สังคมและผู้เรียน ได้เรียนรู้ตามมาตรฐานที่ กำหนดไว้ในหลักสูตร	- ตอบสนองผู้สอนเป็น รายบุคคลโดยการร่วมคิด และสังเคราะห์สิ่งที่ได้เรียนรู้ - ประเมินผลการเรียนรู้ ของตนเองด้านทักษะ ทางสังคมและด้านวิชาการ
5. วัดความ รับผิดชอบของ ผู้เรียนเป็นกลุ่ม และรายบุคคล	- อำนวยความสะดวกในการวัดความ รับผิดชอบของผู้เรียนเป็นกลุ่มรายบุคคล - ให้ผู้เรียนสะท้อนความคิด หรือตอบ แบบสอบถาม	- วิเคราะห์ตนเองและสะท้อน ความคิดเกี่ยวกับความ รับผิดชอบของตนเอง และกับเพื่อนในกลุ่ม
6. ประเมินผลการ เรียนรู้	- ประเมินผลการเรียนรู้ตามมาตรฐาน การเรียนรู้ทั้งเป็นรายบุคคล และรายกลุ่ม โดยใช้การประเมินแบบเป็นทางการ	- ร่วมประเมินผลการเรียนรู้ ตามที่ผู้สอนกำหนด ทั้งการ ประเมินที่เป็นทางการและ การประเมินที่ไม่เป็นทางการ

ประโยชน์ของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

การเรียนรู้แบบร่วมมือช่วยให้ผู้เรียน ได้ฝึกทักษะการทำงานร่วมกัน การยอมรับความคิดเห็น ความรับผิดชอบต่อผลงานของกลุ่ม การตัดสินใจ แก้ปัญหาซึ่งมีประโยชน์ต่อผู้เรียน ในด้านสังคม และด้านวิชาการ ดังนี้

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2544, หน้า 41) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ ดังนี้

1. สร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างสมาชิก เพราะทุก ๆ คนร่วมมือในการทำงานกลุ่ม ทุก ๆ คนมีส่วนร่วมเท่าเทียมกัน ทำให้เกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียน

2. ส่งเสริมให้สมาชิกทุกคนมีโอกาสคิด พูด แสดงออก แสดงความคิดเห็น ลงมือกระทำ อย่างเท่าเทียม

3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เช่น เด็กเก่งช่วยเด็กที่เรียนไม่เก่ง ทำให้เด็กเก่งภาคภูมิใจ รู้จักสละเวลา ส่วนเด็กอ่อนเกิดความซาบซึ้งในน้ำใจของเพื่อนสมาชิก ด้วยกัน

4. ทำให้รู้จักรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น การร่วมคิด การระดมความคิด นำข้อมูล ที่ได้มาพิจารณาร่วมกัน เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดเป็นการส่งเสริมให้ช่วยกันคิดหาข้อมูล ให้มากคิดวิเคราะห์และเกิดการตัดสินใจ

5. ส่งเสริมทักษะทางสังคม ทำให้ผู้เรียนรู้จักปรับตัวในการอยู่ร่วมกันด้วยมนุษยสัมพันธ์ ที่ดีต่อกัน เข้าใจกันและกัน

6. ส่งเสริมทักษะการสื่อสาร ทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น ได้ สิ่งเหล่านี้ล้วนส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น

(Johnson, Johnson and Holubec, 1994: 1.3-1.4 อ้างถึงใน ทิศนา แคมณี, 2560, หน้า 101) ได้กล่าวถึง การเรียนรู้แบบร่วมมือ ได้ส่งผลดีต่อผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. มีความพยายามที่จะบรรลุเป้าหมายมากขึ้น (greater efforts to achieve) การเรียนรู้แบบร่วมมือ ช่วยให้ผู้เรียนมีความพยายามที่จะเรียนรู้ให้บรรลุเป้าหมาย เป็นผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและมีผลงานมากขึ้น การเรียนรู้มีความคงทนมากขึ้น (long-term retention) มีแรงจูงใจภายในและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีการใช้เวลาอย่างมีประสิทธิภาพ ใ้เหตุผลดีขึ้น และคิดอย่างมีวิจารณญาณมากขึ้น

2. มีความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนดีขึ้น (more positive relationships among students) การเรียนรู้แบบร่วมมือช่วยให้ผู้เรียนมีน้ำใจนักกีฬามากขึ้น ใส่ใจในผู้อื่นมากขึ้น เห็นคุณค่าของความแตกต่าง ความหลากหลาย การประสานสัมพันธ์และการรวมกลุ่ม

3. มีสุขภาพจิตดีขึ้น (greater psychological health) การเรียนรู้แบบร่วมมือ ช่วยให้ผู้เรียนมีสุขภาพจิตดีขึ้น มีความรู้สึกที่ดีเกี่ยวกับตนเองและมีความเชื่อมั่นในตนเองมากขึ้น นอกจากนั้นยังช่วยพัฒนาทักษะทางสังคมและความสามารถในการเผชิญกับความเครียด และความผันแปรต่าง ๆ

ข้อจำกัดของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

สุคนธ์ สิ้นรพานนท์ และคณะ (2554, หน้า 38) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีข้อจำกัด คือ จำนวนสมาชิกมากเกินไป และสมาชิกในกลุ่มทุกคนจะต้องมีความมุ่งมั่นที่จะทำงานร่วมกันตลอดระยะเวลาที่ทำงานกลุ่มเดียวกัน ซึ่งผู้สอนควรจัดให้อยู่ในกลุ่มเดียวกันประมาณ 5-6 สัปดาห์ ผู้สอนจะต้องรู้จักจัดการควบคุมการทำงาน การร่วมกิจกรรมให้อยู่ภายในเวลาที่กำหนด

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II

การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เป็นเทคนิคที่มีการปรับปรุงจากเทคนิคจิ๊กซอว์ ตามแนวคิดของ อารอนสัน (Aronson, 1979 cited in Mattingly & Vansickle, 1991) ซึ่งเทคนิคจิ๊กซอว์ คะแนนจากการทดสอบของนักเรียนแต่ละคนไม่นำมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม หรือผลงานของกลุ่ม แต่เทคนิคจิ๊กซอว์ II ของสลาวินจะกำหนดเกณฑ์ คือ ผลงานของทุกคนเฉลี่ยรวมกันเป็นผลงานกลุ่ม ซึ่งเป็นความรับผิดชอบต่อตนเองและต่อกลุ่มในเวลาเดียวกัน นั่นคือ สมาชิกทุกคนมีโอกาสได้คะแนนผลสำเร็จเท่าเทียมกัน ถึงแม้ว่าจะมีคะแนนสอบต่างกันตามเทคนิคจิ๊กซอว์ I และจิ๊กซอว์ II จะมีกลุ่มนักเรียนความสามารถเช่นเดียวกัน มีสมาชิกกลุ่ม ๆ ละ 5-6 คน สมาชิกในกลุ่ม 1 คนของแต่ละกลุ่มจะได้รับมอบหมายงานหรือสาระให้ศึกษาค้นคว้า จากนั้นสมาชิกที่ได้รับมอบหมายงานแต่ละกลุ่มจะมารวมกันเป็นกลุ่ม “ผู้เชี่ยวชาญ” (Expert) มีการศึกษาแลกเปลี่ยนความรู้ประสบการณ์กันและกัน จนสามารถเข้าใจทุกเรื่องแล้วกลับไปสอน หรืออธิบายให้กลุ่มของตนเองฟัง ต่อจากนั้นครูจะทดสอบเป็นรายบุคคล คิดคะแนนคำนวณคะแนนพัฒนาแล้วเฉลี่ยรวมเป็นคะแนนกลุ่ม ๆ ที่ได้คะแนนพัฒนาสูงสุดจะได้รับรางวัลเป็นการชื่นชมยกย่องประกาศผลงาน (Slavin, 1990 อ้างถึงใน วัชรวิภา เล่าเรียนดี, 2548, หน้า 186)

ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II

การเรียนรู้แบบร่วมมือมีหลากหลายรูปแบบ สำหรับในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เลือกการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II มาใช้ทำงานวิจัย โดยได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของเทคนิคจิ๊กซอว์ไว้ ดังนี้

อุไรวรรณ พรน้อย (2542, หน้า 8) กล่าวว่า เทคนิคจิ๊กซอว์เป็นกิจกรรมการเรียนการสอน โดยแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย ๆ แต่ละกลุ่มศึกษาไปความรู้หรือค้นหาความรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกภายในกลุ่มศึกษาความรู้คนละหนึ่งเรื่อง นักเรียนที่ศึกษาเรื่องเดียวกันในแต่ละกลุ่ม มาเข้ากลุ่มใหม่ เรียกว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ในการแบ่งกลุ่มครั้งที่ 2 แต่ละกลุ่มจะศึกษาความรู้ด้วยตนเอง รวบรวมข้อมูล แล้วร่วมกันคิดร่วมกันอภิปรายจนสมาชิกแต่ละคนมีความเข้าใจชัดเจน สรุปความรู้ที่ได้

เพื่อกลับไปเล่าให้เพื่อนกลุ่มเดิมฟัง เมื่อกลับไปกลุ่มเดิม คนที่ได้เรื่องแรก ๆ จะเริ่มเล่าเรื่อง ที่ตนเองไปศึกษามาให้เพื่อนฟัง สมาชิกเล่าเรื่องครบทุกคนในกลุ่มก็ร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้ เพื่อนำเสนอ

ณัฐวดี กิจรุ่งเรือง (2545, หน้า 34-35) กล่าวว่า การสอนแบบเทคนิค Jigsaw II เป็นวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เน้นการจัดสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนได้เรียนรู้ ร่วมกันในกลุ่มย่อย โดยที่ผู้เรียนแต่ละคนมีบทบาทและหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมาย

สมบัติ กาญจนารักษ์พงศ์ (2547, หน้า 6) กล่าวว่า เทคนิคจิ๊กซอว์เป็นเทคนิคที่มีขั้นตอน ซับซ้อนขึ้นมากกว่าเทคนิคต่าง ๆ แต่เป็นเทคนิคที่ช่วยทำให้นักเรียนตื่นเต้น แปลกใหม่ และสนุกสนานในการทำกิจกรรม

คุณศรี เพ็ชรทวีพรเดช และคณะ (2550, หน้า 91) กล่าวว่า เทคนิคการต่อเรื่องราว (Jigsaw) เป็นเทคนิคที่นำมาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน ที่ส่งเสริมให้สมาชิกภายในกลุ่ม มีการร่วมมือกันในการทำงาน การถ่ายทอดความรู้ เทคนิคนี้เหมาะกับเนื้อหาที่ไม่ยากและผู้เรียน สามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง

สุนทร สันธพานนท์ และจินตนา วีรเกียรติสุนทร (2556, หน้า 166-167) กล่าวว่า เทคนิค การต่อเรื่องราว (Jigsaw) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้มีการร่วมมือระหว่าง สมาชิกในกลุ่ม และมีการถ่ายทอดความรู้ระหว่างกลุ่ม เทคนิคนี้เหมาะสำหรับการเรียนการสอน ในเนื้อหาจากตำราซึ่งไม่ยากเกินไปนัก ผู้เรียนสามารถร่วมมือกันศึกษาความรู้ได้

จากการศึกษาความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II สรุปได้ว่า เป็นการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้มีการร่วมมือระหว่างสมาชิกในกลุ่ม และมีการถ่ายทอด ความรู้ระหว่างกลุ่ม ซึ่งสมาชิกทุกคนในกลุ่มจะมีบทบาทหน้าที่ของตน โดยให้สมาชิกในกลุ่มเลือก ศึกษาความรู้คนละหัวข้อ สมาชิกแต่ละกลุ่มที่ได้หัวข้อเดียวกันมาเข้ากลุ่มใหม่จะเรียกกลุ่มนี้ว่าเป็น กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นให้แลกเปลี่ยนความรู้ ร่วมกันอภิปราย รวบรวมข้อมูลจนแต่ละคนมีความ เข้าใจในหัวข้อที่ได้รับมอบหมายอย่างชัดเจน จากนั้นกลับไปเล่าให้เพื่อนกลุ่มเดิมฟังจนครบทุกคน แล้วสรุปความรู้ที่ได้

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้มี การร่วมมือระหว่างสมาชิกในกลุ่มและมีการถ่ายทอดความรู้ระหว่างกลุ่ม เน้นการให้ความร่วมมือ ช่วยเหลือกัน มีความรับผิดชอบส่วนบุคคล ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้นำเสนอขั้นตอนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ไว้ดังนี้

วัฒนาพร ระวังทุกข์ (2542, หน้า 36), ณัฐวุฒิ กิจรุ่งเรือง (2545, หน้า 34-35) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบจิ๊กซอว์ II (jigsaw II) สามารถสรุปได้ ดังนี้

1. ครูแบ่งเนื้อหาที่จะเรียนออกเป็นหัวข้อย่อย ๆ ให้เท่ากับจำนวนสมาชิกกลุ่ม
2. จัดกลุ่มเรียน โดยให้มีความสามารถคล้ายกัน เรียกว่า “ กลุ่มบ้าน ” (Home Groups)

แล้วมอบหมายให้สมาชิกแต่ละคนศึกษาหัวข้อที่ต่างกัน

3. ผู้เรียนได้รับหัวข้อเดียวกันจากแต่ละกลุ่มมานั่งด้วยกัน เพื่อทำงานและศึกษาร่วมกันในหัวข้อดังกล่าว เรียกว่า “ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ” (Expert Groups)

4. สมาชิกแต่ละคนออกจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลับไปกลุ่มเดิมของตนผลัดกันอธิบายเพื่อถ่ายทอดความรู้ที่ตนศึกษาให้เพื่อนฟังจนครบทุกหัวข้อ

5. ครูทดสอบเนื้อหาที่ศึกษาแล้วนำคะแนนทุกคนในกลุ่มมารวมเป็นคะแนนกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนรวมหรือค่าเฉลี่ยสูงสุด จะติดประกาศไว้ที่ป้ายประกาศของห้อง

ชนาธิป พรกุล (2543, หน้า 136-137) ได้นำเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบต่อภาพไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. แนะนำการเรียนแบบต่อภาพ ด้วยการบอกว่าชั้นเรียนแบ่งเป็นกี่กลุ่ม กลุ่มละกี่คน สมาชิกแต่ละคนรับผิดชอบที่จะเรียนเกี่ยวกับหัวข้อที่กลุ่มได้รับให้มากที่สุด แต่ละกลุ่มเป็นผู้เชี่ยวชาญในหัวข้อนั้นมีหน้าที่สอนกลุ่มอื่น ๆ ด้วย ทุกคนจะได้รับเกรดยบุคคลและเป็นกลุ่ม
2. แบ่งกลุ่มให้คล้ายกัน แล้วตั้งชื่อกลุ่ม เขียนชื่อกลุ่ม และสมาชิกบนป้ายนิเทศ ผู้สอนแจ้งกฎเกณฑ์ที่ต้องปฏิบัติระหว่างการประชุมกลุ่ม เช่น

2.1 ห้ามคนใดออกจากกลุ่มก่อนที่จะเสร็จงานกลุ่ม

2.2 แต่ละคนในกลุ่มต้องรับผิดชอบที่จะให้สมาชิกทุกคนเข้าใจ และทำงานให้เสร็จสมบูรณ์

2.3 ถ้าผู้เรียนคนใดไม่เข้าใจเรื่องใด ต้องขอความช่วยเหลือจากเพื่อนในกลุ่มก่อนที่จะถามผู้สอน

3. สร้างกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert Groups) โดยผู้สอนแจกเอกสารหัวข้อต่าง ๆ ซึ่งภายในบรรจุด้วยเนื้อหาและคำถาม สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มจะได้รับเอกสารหัวข้อไม่ซ้ำกัน เช่น กลุ่มหนึ่งมี 4 คน แต่ละคนจะได้คนละหัวข้อ ถ้ามีกลุ่ม 6 กลุ่ม ผู้สอนต้องเตรียมเอกสาร 6 ชุด ผู้เรียนที่ได้รับหัวข้อเดียวกันจะศึกษาเรื่องนั้นด้วยกัน เมื่อทุกคนเข้าใจเรื่องที่ศึกษาชัดเจนแล้วก็เตรียมวางแผนการสอน เพื่อกลับไปสอนเพื่อนสมาชิกในกลุ่มเดิมของตน (Home Groups)

4. ผู้เชี่ยวชาญสอนเพื่อนในกลุ่ม สมาชิกกลุ่มกลับมาที่กลุ่มเดิม (Home Groups) แล้วแต่ละคนผลัดกันสอนเรื่องที่ไปศึกษามา ตรวจสอบความเข้าใจและช่วยเพื่อนสมาชิกในการเรียนให้เข้าใจทุกเรื่องชัดเจน

5. ประเมินและให้คะแนนแต่ละคน ผู้สอนทำการทดสอบนักเรียนแต่ละคนในกลุ่ม เพื่อคิดว่าต้องสอนเพิ่มเติมและคิดคะแนนกลุ่ม

ไสว พิกขาว (2544, หน้า 197) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการสอน โดยใช้วิธีการสอนแบบจิ๊กซอว์ II (jigsaw II) ดังนี้

ขั้นที่ 1 ผู้สอนแบ่งหัวข้อที่จะเรียนเป็นหัวข้อย่อยเท่าจำนวนสมาชิกของแต่ละกลุ่ม ถ้ากลุ่มขนาด 3 คน ให้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 ส่วน

ขั้นที่ 2 จัดกลุ่มผู้เรียนให้มีสมาชิกที่มีความสามารถต่างกัน เป็นกลุ่มพื้นฐาน หรือ Home Groups จำนวนสมาชิกในกลุ่มอาจจะเป็น 3 หรือ 4 คน ก็ได้ จากนั้นแจกเอกสารหรืออุปกรณ์การสอนให้กลุ่มละ 1 ชุด หรือให้คนละชุดก็ได้กำหนดให้สมาชิกแต่ละคนรับผิดชอบอ่านเอกสารเพียง 1 ส่วน ที่ได้รับมอบหมายเท่านั้น หากแต่ละกลุ่มได้รับเอกสารเพียงชุดเดียวให้ผู้เรียนแยกเอกสารออกเป็นส่วน ๆ ตามหัวข้อย่อย ดังนี้

ในแต่ละกลุ่ม นักเรียนคนที่ 1 จะอ่านเฉพาะหัวข้อย่อยที่ 1

นักเรียนคนที่ 2 จะอ่านเฉพาะหัวข้อย่อยที่ 2

นักเรียนคนที่ 3 จะอ่านเฉพาะหัวข้อย่อยที่ 3

ขั้นที่ 3 เป็นการศึกษาในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ผู้เรียนจะแยกย้ายจากกลุ่มพื้นฐานไปจับกลุ่มใหม่ เพื่อทำการศึกษาเอกสารหัวข้อย่อยเดียวกันจะไปในังกลุ่มเดียวกันกลุ่มละ 3 หรือ 4 คน แล้วแต่จำนวนสมาชิกของกลุ่มที่ครูกำหนดในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ สมาชิกจะอ่านเอกสาร สรุปเนื้อหาสาระ จัดลำดับขั้นตอนการนำเสนอ เพื่อเตรียมให้พร้อมที่จะไปสอนหัวข้อนั้นที่กลุ่มเดิมของตนเอง

ขั้นที่ 4 ผู้เรียนแต่ละคนในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลับกลุ่มเดิมของตนเอง แล้วผลัดเปลี่ยนเวียนกันอธิบายให้เพื่อนในกลุ่มฟังทีละหัวข้อ มีการซักถามข้อสงสัย ตอบปัญหา ทบทวน ให้เข้าใจชัดเจน

ขั้นที่ 5 ผู้เรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบเกี่ยวกับเนื้อหาทั้งหมดทุกหัวข้อ แล้วนำคะแนนของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม

ขั้นที่ 6 กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด จะได้รับรางวัล

สมบัติ การจนารักพงศ์ (2547, หน้า 12-14) กล่าวว่า เทคนิคจิ๊กซอว์ มีขั้นตอนที่ซับซ้อนมากกว่าเทคนิคต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว แต่เป็นเทคนิคที่ช่วยให้นักเรียนตื่นเต้น แปลกใหม่ และสนุกสนานในการทำกิจกรรม มีขั้นตอนดังนี้

1. ครูแบ่งหัวข้อเรื่องที่จะเรียนออกเป็นเรื่องย่อย ๆ ให้เท่ากับจำนวนสมาชิกในกลุ่ม โดยครูต้องเตรียมไว้ล่วงหน้า

2. กลุ่มที่จัดแบ่งสมาชิกไว้แล้วในตอนต้นกลุ่มละ 4 คนนั้น (ใช้ได้กับทุกเทคนิค) เรียกว่า กลุ่มเดิม (Home Groups) อาจเปลี่ยนแปลงจำนวนสมาชิกในกลุ่มใหม่ให้เหมาะสมกับจำนวนเรื่องย่อย แต่อย่างไรก็ตามควรจัดโดยคละกันตามความสามารถของผู้เรียน เพื่อให้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน คือ นักเรียนที่เรียนเก่ง นักเรียนที่เรียนปานกลาง และนักเรียนที่เรียนอ่อน จุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนเก่งช่วยเหลือนักเรียนที่เรียนอ่อน ถ้ามีเพศหญิง เพศชายให้มีการคละเพศด้วย หรือถ้ามีนักเรียนที่มีพฤติกรรมที่เบี่ยงเบนให้อยู่กลุ่มด้วย

3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายทบทวนความรู้เดิมที่จะเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ที่นักเรียนจะได้เรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ การนำเข้าสู่บทเรียนอาจใช้วิธีอื่นได้ เช่น เพลง เกม ชมวิดีโอทัศน์ แผนภาพ การตั้งคำถามนำ เป็นต้น

4. ครูกำหนดปัญหาหรือสถานการณ์ให้นักเรียนศึกษา อาจกำหนดเป็นใบงานที่ประกอบด้วยจำนวนที่ต้องการให้ศึกษาเท่ากับจำนวนเรื่องย่อยที่ครูแบ่งไว้ เช่น ใบงานที่มี 4 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมที่ 1,2,3 และ 4 มีขั้นตอนในการให้นักเรียนทำกิจกรรม ดังนี้

4.1 ให้สมาชิกแต่ละกลุ่มเลือกว่าต้องการศึกษากิจกรรมเรื่องย่อยใดในกิจกรรม 1-4 ให้เลือกคนละ 1 กิจกรรม

4.2 ให้สมาชิกแต่ละคนที่เลือกศึกษาในกิจกรรมเดียวกันของทุกกลุ่มมานั่งด้วยกัน เช่น

- นักเรียนที่เลือกศึกษากิจกรรมที่ 1 ของทุกกลุ่มมานั่งด้วยกัน
- นักเรียนที่เลือกศึกษากิจกรรมที่ 2 ของทุกกลุ่มมานั่งด้วยกัน
- นักเรียนที่เลือกศึกษากิจกรรมที่ 3 ของทุกกลุ่มมานั่งด้วยกัน
- นักเรียนที่เลือกศึกษากิจกรรมที่ 4 ของทุกกลุ่มมานั่งด้วยกัน

เราเรียกนักเรียนที่ศึกษากิจกรรมเดียวกันใหม่นี้ว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert Groups) การที่ให้นักเรียนศึกษาเรื่องเดียวกันมานั่งด้วยกัน เพื่อให้ศึกษาและทำกิจกรรมที่เลือกให้ลึกซึ้ง และเชี่ยวชาญ เพื่อนำกลับไปเล่าประสบการณ์และทำกิจกรรมที่ได้ศึกษามาให้สมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่มเดิมฟัง พร้อมตอบข้อสงสัยให้ละเอียดลึกซึ้งได้ เปรียบเสมือนแต่ละประเทศส่งผู้เชี่ยวชาญไปศึกษาดูงานที่ต่างประเทศแล้วต้องกลับมาเล่ามาเป็นวิทยากรให้คนในประเทศตนเอง ซึ่งไม่เพียงต้องเล่าได้ แต่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญต้องสามารถทำให้อูได้ หรือสอนเพื่อนสมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่มได้ด้วย

5. นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ นำบันทึกนั้นกลับกลุ่มเดิม จากนั้นให้หมุนเวียนอธิบายหัวข้อที่ตนเองไปศึกษามาจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ได้ฟังจนครบทุกคน ทุกหัวข้อพร้อมตอบข้อสงสัยอย่างละเอียดลึกซึ้ง แล้วร่วมกันสรุปเป็นองค์ความรู้ของกลุ่มในภาพรวมในหัวข้อใหญ่ (ที่ประกอบด้วยเรื่องย่อยทั้ง 4 เรื่องดังกล่าวข้างต้น)

6. กลุ่มแต่ละกลุ่มให้ออกมาอธิบายหน้าชั้นเรียน ด้วยวิธีการจับฉลากเลือกกลุ่ม และหมายเลขสมาชิกนั้นออกมาเสนอผลงาน โดยให้เสนอผลงานหัวข้อเรื่องที่ตนเองไปศึกษา หรือให้เสนอหัวข้อเรื่องอื่นที่ตนไม่ได้เป็นผู้เชี่ยวชาญแต่สมาชิกคนอื่นอธิบายให้ฟัง เพื่อทดสอบว่าคนอื่นที่ไปศึกษาเข้าใจหรือไม่

7. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายกัน และสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาในภาพรวมของหัวข้อใหญ่อีกครั้ง

8. การประเมินผล ประเมินได้จากหลายวิธี เช่น ทำแบบทดสอบย่อยเป็นรายบุคคล ให้สอดคล้องหรือครอบคลุมกับหัวข้อเรื่องทั้ง 4 เรื่อง จากนั้นนำคะแนนสมาชิกในกลุ่มเดิมมารวมกันให้ถือว่าเป็นคะแนนกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดอันดับ 1,2,3 จะได้รับรางวัล หรือนำผลงานไปติดประกาศที่บอร์ด และควรให้คำชมเชยกับกลุ่มอื่น ๆ ที่สามารถทำกิจกรรมนี้ได้สำเร็จ

คุณทธิ เพ็ชรทวีพรเดช และคณะ (2550, หน้า 91) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบจิ๊กซอว์ II (jigsaw II) ดังนี้

1. ผู้สอนเตรียมเนื้อหาหรือหัวข้อเรื่องที่จะให้สมาชิกทุกคนภายในกลุ่มศึกษาเท่า ๆ กัน โดยในที่นี้สมมติว่ามี 4 หัวข้อ

2. ผู้สอนจัดกลุ่มผู้เรียน โดยลักษณะและความสามารถ เก่ง ปานกลางค่อนข้างเก่ง ปานกลางค่อนข้างอ่อน และอ่อน โดยแต่ละคนเลือกหมายเลขประจำตัว 1, 2, 3, 4 ตามความสมัครใจเรียกกลุ่มนี้ว่า กลุ่มบ้าน

3. ผู้สอนแจ้งกติกาการเรียน โดยให้สมาชิกที่มีหมายเลขประจำตัวเดียวกันของแต่ละกลุ่มมาทำกิจกรรมด้วยกัน เพื่อศึกษาในหัวข้อเดียวกัน ทำงานร่วมกันจนแต่ละคนมีความเข้าใจในหัวข้อเรื่องที่ได้รับมอบหมายอย่างชัดเจน เรียกกลุ่มนี้ว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

4. ผู้เรียนแต่ละคนจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลับไปกลุ่มเดิม แล้วผู้เรียนแต่ละคนผลัดกันอธิบาย และถ่ายทอดความรู้ในหัวข้อเรื่องของตนไปศึกษามาให้สมาชิกในกลุ่มฟังจนครบทุกหัวเรื่อง

5. ผู้สอนทดสอบความรู้ในเนื้อหาที่ผู้เรียนศึกษาไปด้วย ผู้สอนนำคะแนนของสมาชิกในกลุ่มมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่มแล้วหากค่าเฉลี่ยกลุ่มใดได้คะแนนสูงสุด แสดงว่ากลุ่มนั้นมีความร่วมมือกันดี และครูผู้สอนอาจประกาศชมเชยหรือติดป้ายประกาศผล เพื่อเป็นการเสริมแรง และกระตุ้นกลุ่มที่เหลือให้มีความพยายามมากขึ้น

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และคณะ (2554, หน้า 25-26), สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และจินตนา วีรเกียรติสุนทร (2556, หน้า 167-168) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบจิ๊กซอว์ II (jigsaw II) สามารถสรุปได้ ดังนี้

1. ผู้สอนกำหนดหัวเรื่องที่จะศึกษาเป็นข้อย่อย ๆ โดยมีเนื้อหาหรือเรื่องราวที่จะศึกษาเท่า ๆ กัน และชี้แจงว่าจะมีการแบ่งกลุ่มตามจำนวนหัวข้อที่กำหนดให้ และแนะวิธีการศึกษา
2. ผู้สอนแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละเท่ากับจำนวนหัวข้อเรื่องที่จะศึกษา สมมติว่าถ้ามี 4 หัวข้อ สมาชิกจะต้องมีกลุ่มละ 4 คน สมาชิก 4 คนนี้จะมีความสามารถที่คล่องกัน ทั้งเก่งปานกลาง อ่อน เมื่อมาอยู่รวมกันเรียกว่ากลุ่มบ้าน (Home Groups) ให้สมาชิกแต่ละคนเลือกหมายเลขประจำตัวตามความสมัครใจ ตั้งแต่หมายเลข 1,2,3,4 และตั้งชื่อกลุ่มของตน ผู้สอนแจ้งกติกากว่าห้ามสมาชิกออกจากกลุ่มจนกว่าจะทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จสิ้นลง ถ้าคนใดสงสัยไม่เข้าใจเรื่องใด จะต้องขอความช่วยเหลือจากเพื่อนในกลุ่ม

1	2	1	2	1	2	1	2
4	3	4	3	4	3	4	3

3. ผู้เรียนที่มีหมายเลขเดียวกันจากกลุ่มบ้านมานั่งรวมกันเพื่อศึกษาความรู้ และทำงานร่วมกันตามประเด็นในใบงานที่ผู้สอนกำหนดให้ ดังนั้น กลุ่มหมายเลข 1 ก็จะนั่งรวมกัน 4 คน หมายเลข 2 หมายเลข 3 หมายเลข 4 ต่างก็ไปนั่งรวมกลุ่มกันกลุ่มละ 4 คน

ในกรณีที่ผู้เรียนในห้องมีจำนวนมาก ตัวอย่างเช่น มีผู้เรียนจำนวน 48 คน กลุ่มหมายเลข 1 จะมี 3 กลุ่ม กลุ่มหมายเลข 2 จะมี 3 กลุ่ม กลุ่มหมายเลข 3 จะมี 3 กลุ่ม กลุ่มหมายเลข 4 จะมี 3 กลุ่ม เป็นต้น ผู้เรียนในแต่ละหมายเลขจะศึกษาหัวข้อเรื่องเดียวกันร่วมกัน อภิปรายและตอบคำถามประเด็นที่ผู้สอนกำหนด หรือทำใบงานตามที่กำหนด ในแต่ละกลุ่มจะมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้กันจนกระทั่งทุกคนมีความกระจ่างชัดเจนในหัวข้อเรื่องที่ศึกษาเป็นอย่างดี เราเรียกกลุ่มเหล่านี้ว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert Groups)

1	1	2	2	3	3	4	4
1	1	2	2	3	3	4	4
1	1	2	2	3	3	4	4
1	1	2	2	3	3	4	4

4. ให้สมาชิกในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลับไปยังกลุ่มเดิมของตนที่เรียกว่า กลุ่มบ้าน และผลัดกันอภิปราย เพื่อถ่ายทอดความรู้ที่ตนศึกษามา หรือตามที่ตน ได้ร่วมกันตอบคำถามตามหัวข้อในใบงานที่ผู้สอนกำหนด โดยเริ่มจากหมายเลข 1,2,3,4 ตามลำดับ หรืออาจจะให้ถ่ายทอดความรู้ตามความสมัครใจโดยไม่ต้องเรียงลำดับหมายเลขก็ได้ แต่สมาชิกทุกคนในกลุ่มจะต้องถ่ายทอดความรู้จนครบ

5. ผู้สอนทดสอบความรู้ตามเนื้อหาที่กำหนด นำคะแนนของทุกคนภายในกลุ่มมารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด ถือว่ามีการร่วมมือกัน ช่วยเหลือกันเป็นอย่างดี

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาเกี่ยวกับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ผู้วิจัยจึงได้สังเคราะห์ และสรุปขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เพื่อนำมาใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ มีรายละเอียดดังตารางที่ 2-8

ตารางที่ 2-8 สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิกซอว์ II

พัฒนาพร (2542) และ ณัฐวดี กิจรุ่งเรือง (2545)	ชนาธิป พรกุล (2543)	ไสว พิทักษา (2544)	สมบัติ การจกรวิ พงศ์ (2547)	กฤษณ์ เพ็ชรทวีพร เดช และคณะ (2550)	สุคนธ์ ลินธพานนท์ และจินตนา วีระเกียรติสุนทร (2556)	ผู้วิจัย
1. ครูแบ่งเนื้อหา ออกเป็นหัวข้อย่อยๆ ให้เท่ากับจำนวน สมาชิก	1. แนะนำการเรียน แบบต่อภาพ 2. แบ่งกลุ่ม และ ความสามารถ ตั้งชื่อ กลุ่มที่แจ่มกมล ที่ต่อปฏิบัติ	1. ครูแบ่งหัวข้อที่จะ เรียนเป็นเรื่องย่อยๆ ให้เท่ากับจำนวน สมาชิก	1. ครูเตรียมเนื้อหา ให้สมาชิกภายใน กลุ่มศึกษาเท่าๆกัน 2. จัดกลุ่มผู้เรียน คณะแพศ และ ความสามารถ ให้ นักเรียนเลือกหัวข้อ ตามความสมัครใจ	1. ผู้สอนกำหนดหัวข้อ ย่อยๆ ที่แจ้งการแบ่ง หัวข้อ แนะนำวิธีการ ศึกษา 2. แบ่งกลุ่มให้เท่ากับ จำนวนหัวข้อที่จะศึกษา และคณะความสามารถ เรียกว่า กลุ่มบ้าน (Home Groups)	1. ชั้นเตรียมการ ครูจัดกลุ่มให้นักเรียน โดยคณะความสามารถ เรียกว่า กลุ่มบ้าน (Home Groups)	
สมาชิกแต่ละคนศึกษา หัวข้อที่ต่างกัน	3. ครูและนักเรียน ร่วมกันอภิปราย มี การนำเสนอสรุปเรียน 4. สมาชิกแต่ละกลุ่ม เลือกหัวข้อ ให้ สมาชิกที่เลือก กิจกรรมเดียวกันมา นั่งด้วยกัน เรียกว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ	3. ครูและนักเรียน ร่วมกันอภิปราย มี การนำเสนอสรุปเรียน 4. สมาชิกแต่ละกลุ่ม เลือกหัวข้อ ให้ สมาชิกที่เลือก กิจกรรมเดียวกันมา นั่งด้วยกัน เรียกว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ	เรียกว่า กลุ่มบ้าน 3. ผู้สอนที่แจ่มกมล การเรียน สมาชิกที่มี หัวข้อเดียวกัน แต่ละ กลุ่มมาทำกิจกรรม ด้วยกัน	เรียกว่า กลุ่มบ้าน (Home Group) ให้แต่ ละคนเลือกหัวข้อตาม ความสมัครใจ และตั้ง ชื่อกลุ่มของตน ผู้สอน แจ้งกติกา	2. ชั้นสอน สมาชิกในกลุ่มบ้าน แบ่งหัวข้อที่จะศึกษา ตามความสนใจ โดยจะ ไม่ซ้ำกัน	

ตารางที่ 2-8 (ต่อ)

พัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542) และ อนุรักษ์ กิจรุ่งเรือง (2545)	ชนาธิป พรกุล (2543)	ไสว พัทธาว (2544)	สมบัติ การจนารักษ์ พงษ์ (2547)	คุณศรี เพ็ชรทวีพร และคณะ (2550)	สุดนธ์ สินธพานนท์ และจินตนา วีระเกียรติสุนทร (2556)	ผู้วิจัย	
3. ผู้เรียนได้รับหัวข้อเดียวกันจากแต่ละกลุ่ม มานั่งด้วยกัน เรียกว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert Group)	3. สร้างกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (expert group) ผู้เรียนที่ได้รับหัวข้อเดียวกันจะศึกษาร่วมกัน	3. กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ผู้เรียนจะแยกย้ายจากกลุ่มพื้นฐานไปเพื่อศึกษาหัวข้อย่อยเดียวกัน สมาชิกจะสรุปเนื้อหาเพื่อเตรียมที่จะไปสอนกลุ่มเดิมของตน	เพื่อให้ศึกษาและทำกิจกรรมที่เลือกอย่างลึกซึ้ง	เพื่อศึกษาในหัวข้อเดียวกัน ทำงานร่วมกัน จนแต่ละคนมีความเข้าใจในหัวข้อที่ได้รับ มอบหมายอย่างชัดเจน เรียกกลุ่มนี้ว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ	3. ผู้เรียนที่ได้หัวข้อเดียวกันจากกลุ่มบ้าน มานั่งร่วมกันเพื่อศึกษาหาความรู้และทำงานร่วมกัน	3. จัดกิจกรรมกลุ่มนักเรียนที่ศึกษาหัวข้อเดียวกันในแต่ละกลุ่ม มานั่งด้วยกัน เพื่อศึกษาหาความรู้ร่วมกัน เรียกว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert Groups)	
4. สมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลับไปกลุ่ม เดิมเพื่อคัดค้านอภิบาล ให้เพื่อนฟังจนครบทุกหัวข้อ	4. ผู้เชี่ยวชาญสอนเพื่อนในกลุ่ม สมาชิกกลุ่ม มาที่กลุ่มเดิม (home group) แต่ละคนคัดค้าน สอนเรื่องไปที่ศึกษามา	4. ผู้เชี่ยวชาญกลับกลุ่มเดิม แล้วคัดค้านอภิบาลจนครบทุกหัวข้อ มีการซักถามข้อสงสัย ตอบปัญหา	5. นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ กลับไปยังกลุ่มเดิม อภิบาลหัวข้อจนครบทุกคน และร่วมกันสรุปองค์ความรู้	4. ผู้เรียนแต่ละคน จากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ กลับไปกลุ่มเดิม แล้วผู้เรียนแต่ละคนคัดค้านอภิบาล ถ่ายทอดความรู้จนครบทุกหัวข้อ	4. สมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ กลับไปเยี่ยมกลุ่มบ้าน และผลิตชิ้นงาน		
			6. ส่วนแต่ละกลุ่มให้ ออกมาอภิบาลหน้าชั้นเรียนด้วยวิธีการจับฉลาก				4. ตรวจสอบสอบ และทดสอบ นักเรียนออกจากรุ่นผู้เชี่ยวชาญกลับไปชั้น

ตารางที่ 2-8 (ต่อ)

<p>วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542) และ ณัฐวดี กิจรุ่งเรือง (2545)</p>	<p>ชนาธิป พรกุล (2543)</p>	<p>ไสว พักขาว (2544)</p>	<p>สมบัติ การจกรวัค พงศ์ (2547)</p>	<p>กฤษตรี เพ็ชรทวีพร เดช และคณะ (2550)</p>	<p>สุคนธ์ สิ้นรพานนท์ และจินตนา วีรเกียรติสุนทร (2556)</p>	<p>ผู้วิจัย</p>
<p>5. ครูทดสอบเนื้อหา แล้วนำคะแนนทุกคน ในกลุ่มมารวมเป็น คะแนนกลุ่มสูงสุดจะติด ประกาศที่ป้ายประกาศ ของห้อง</p>	<p>7. ครูและนักเรียน ร่วมกันอภิปรายและ สรุปความรู้</p>	<p>5. ผู้เรียนแต่ละคน ทำแบบทดสอบ แล้ว นำคะแนนของ สมาชิกมารวมเป็น คะแนนกลุ่ม 6. กลุ่มที่ได้คะแนน สูงสุดจะได้รับ รางวัล</p>	<p>8. ทำแบบทดสอบ ย่อยเป็นรายบุคคล จากนั้นนำคะแนน สมาชิกมารวมกันให้ ถือเป็นคะแนนกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนน สูงสุดอันดับ 1,2,3 จะได้รับรางวัล หรือนำผลงานไปติด ประกาศที่บอร์ด</p>	<p>5. ผู้สอนทดสอบ ความรู้ และนำ คะแนนของสมาชิก ในกลุ่มมารวมกัน เป็นคะแนนกลุ่มแล้ว หาค่าเฉลี่ย กลุ่มที่ได้ คะแนนสูงที่สุดครู ประกาศชมเชยเพื่อ เป็นการเสริมแรง</p>	<p>5. ผู้สอนทดสอบ ความรู้ นำคะแนนของ ทุกคนภายในกลุ่มมา รวมกันหาค่าเฉลี่ย กลุ่ม ที่ได้คะแนนสูงที่สุดถือ ว่ามีความร่วมมือกัน</p>	<p>กลุ่มบ้าน เพื่อผลักดัน อธิบายถ่ายทอดความรู้ จนครบทุกหัวข้อ จากนั้นสรุปความรู้ที่ ได้เป็นกลุ่ม</p>

จากตารางที่ 2-8 ผู้วิจัยสามารถสังเคราะห์ และสรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ได้ทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ ครูชี้แจงวัตถุประสงค์ของการเรียน แนะนำบทบาทและหน้าที่ของสมาชิกกลุ่ม แนะนำวิธีการศึกษา จากนั้นครูจัดกลุ่มให้นักเรียนแบบละความสามารถ กลุ่มละ 5-6 คน โดยคัดเลือกที่มีความสามารถต่างกัน คือ เก่ง ปานกลาง อ่อน อยู่ในกลุ่มเดียวกัน เรียกว่า กลุ่มบ้าน (Home Groups) และได้จัดแบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้อย่อย ๆ เท่ากับจำนวนของสมาชิกของกลุ่ม ซึ่งแจงดึกว่าห้ามสมาชิกออกจากกลุ่มจนกว่าจะทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จสิ้นลง ถ้าคนใดสงสัยไม่เข้าใจเรื่องใดจะต้องขอความช่วยเหลือจากเพื่อนในกลุ่ม
2. ขั้นสอน ครูนำเข้าสู่บทเรียนอาจใช้สื่อต่าง ๆ เช่น เกม ชมวีดิทัศน์ แผนภาพ การตั้งคำถาม ที่น่าสนใจร่วมกันอภิปรายทบทวนความรู้เดิมที่จะเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ที่นักเรียนจะได้เรียน มีการซักถามเนื้อหาต่าง ๆ แนะนำเนื้อหา แนะนำแหล่งข้อมูล หลังจากนั้นให้สมาชิกในแต่ละกลุ่มเลือกหัวข้อที่สนใจจะศึกษาคนละ 1 หัวข้อตามความสมัครใจโดยในกลุ่มจะไม่ซ้ำหัวข้อกัน
3. ขั้นจัดกิจกรรมกลุ่ม ผู้เรียนได้รับหัวข้อเดียวกันจากแต่ละกลุ่มมานั่งรวมกันเพื่อมาทำงาน ทำกิจกรรมด้วยกัน และศึกษาความรู้ร่วมกันในหัวข้อดังกล่าวจนมีความเข้าใจในหัวข้อเรื่องที่ได้รับมอบหมายอย่างชัดเจน เรียกว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert Groups) จากนั้นสมาชิกในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลับไปยังกลุ่มเดิมของตนที่เรียกว่ากลุ่มบ้านและผลัดกันอภิปราย ถ่ายทอดความรู้ในหัวข้อที่ตนไปศึกษามาให้สมาชิกในกลุ่มบ้านฟังจนครบทุกหัวข้อ พร้อมตอบข้อสงสัยอย่างละเอียดลึกซึ้ง จากนั้นทำการสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาร่วมกัน
4. ขั้นตรวจสอบและทดสอบ ครูให้ออกมาอธิบายหน้าชั้นเรียนเป็นกลุ่ม โดยวิธีการจับฉลากเลือกกลุ่ม โดยให้เสนอผลงานหัวข้อที่ตนเองไปศึกษา หรือให้เสนอหัวข้อเรื่องอื่นที่ตนไม่ได้เป็นผู้เชี่ยวชาญแต่สมาชิกคนอื่นอธิบายให้ฟัง เพื่อทดสอบว่าคนอื่นที่ไปศึกษาเข้าใจหรือไม่ จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย และสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาร่วมกัน
5. ขั้นประเมินผล ให้นักเรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบเกี่ยวกับเนื้อหาทั้งหมดทุกหัวข้อ โดยนำคะแนนของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มมารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ยเป็นคะแนนกลุ่ม นำผลคะแนนไปติดประกาศไว้ที่ป้ายประกาศภายในห้องเรียนสำหรับกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด ถือว่ามีการร่วมมือช่วยเหลือกันเป็นอย่างดี จะได้รับคำชมเชย หรือรางวัลเพื่อเป็นการเสริมแรงให้แก่ผู้เรียน และเพื่อเป็นการกระตุ้นกลุ่มที่เหลือให้มีความพยายามมากขึ้น

บทบาทผู้สอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II

ธีระพัฒน์ ฤทธิทอง (2543, หน้า 165) ได้กล่าวถึงบทบาทผู้สอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ดังนี้

1. ควรแบ่งหัวข้อย่อยที่จะศึกษาให้มีปริมาณเนื้อหาใกล้เคียงกัน
2. ควรใช้กิจกรรมการอ่านเชิงรุกกับการศึกษาเนื้อหาในใบความรู้ของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญไม่ควรกำหนดภาระงานของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญให้อ่าน แล้วอภิปรายร่วมกันเพียงอย่างเดียว
3. กิจกรรมที่มอบหมายเพิ่มเติมให้ทำในกลุ่มบ้าน หลังจากกลับจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญมารวมกัน ควรเป็นกิจกรรมที่บูรณาการความรู้จากทุกหัวข้อย่อยเข้าด้วยกัน เพื่อให้นักเรียนในกลุ่มบ้านร่วมกันทำกิจกรรมอย่างแท้จริง
4. ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม ครูควรตรวจสอบ ดูแล อำนวยความสะดวก และทำการประเมินความร่วมมือในการทำกิจกรรมร่วมกัน ให้กับนักเรียนทั้งในกลุ่มบ้านและกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ เพื่อจะได้ทราบว่านักเรียนเข้าใจคิดในเรื่องใด และมีปัญหาอย่างไร
5. ในกรณีที่แต่ละหัวข้อมีความยากง่ายแตกต่างกัน ควรแนะนำให้นักเรียนเก่งเลือกศึกษาหัวข้อที่ยาก แทนการให้นักเรียนเลือกหัวข้อย่อยที่จะศึกษาเอง

ชนาธิป พรกุล (2545) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้สอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ดังนี้

ผู้สอนทำหน้าที่สำคัญ 2 ประการ คือ

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาการ
2. ผู้จัดการชั้นเรียน

ผู้สอนต้องเตรียมการ 5 กิจกรรม ได้แก่

1. ระบุจุดประสงค์ของบทเรียน โดยกำหนดจุดประสงค์เป็น 2 ประเภท คือ
 - 1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้ที่เหมาะสมกับระดับผู้เรียน และสอดคล้องกับการเรียนการสอน
 - 1.2 จุดประสงค์เกี่ยวกับทักษะการร่วมมือที่ต้องใช้ระหว่างเรียน
2. ตัดสินใจเกี่ยวกับกลุ่ม ได้แก่
 - 2.1 ขนาดของกลุ่มประมาณ 3-6 คน
 - 2.2 การจัดผู้เรียนเข้ากลุ่ม ให้คนในกลุ่มมีความสามารถคละกันหรืออาจใช้วิธีสุ่ม
 - 2.3 ระยะเวลาในการทำงานด้วยกัน อาจเป็น 2-3 สัปดาห์ หรือตลอดภาคเรียน
 - 2.4 การจัดชั้นเรียน ที่นั่งของผู้เรียนในกลุ่มควรอยู่ใกล้กันพอที่จะใช้สิ่งของร่วมกันพูดคุยกันเบา ๆ และมองเห็นหน้ากันทุกคน ควรจัดเป็นรูปวงกลม

2.5 สื่อการเรียนการสอน จำเป็นต้องมีให้พอเพียงสำหรับการทำงานให้บรรลุเป้าหมาย

2.6 การมอบหมายหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม เช่น ผู้สรุป ผู้ตรวจสอบ ผู้บันทึก

3. อธิบายการทำงาน การมีปฏิสัมพันธ์และกิจกรรมการเรียนรู้

3.1 อธิบายจุดประสงค์และงานให้ชัดเจน อาจต้องสอนความคิดรวบยอด หลักการหรือวิธีการและตอบคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนนำไปใช้ในบทเรียน

3.2 อธิบายเป้าหมายของกลุ่ม และความจำเป็นที่ต้องร่วมมือกันทำงาน

3.3 จัดโครงสร้างให้แต่ละคนได้เรียนรู้ โดยทำการทดสอบรายบุคคลหรือสุ่มบางคนให้เป็นตัวแทนกลุ่มแสดงผลงาน

3.4 จัดให้มีการร่วมมือระหว่างกลุ่ม โดยส่งเสริมให้กลุ่มทำงานเสร็จก่อนไปช่วยเหลือกลุ่มอื่น ๆ

3.5 อธิบายเกณฑ์ของความสำเร็จ หรือเกณฑ์ที่ผู้เรียนถูกประเมิน โดยอธิบายให้ผู้เรียนทราบก่อนเริ่มบทเรียน การประเมินผลที่ใช้เป็นแบบอิงเกณฑ์

3.6 กำหนดพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิด เช่น ตอนต้นบทเรียนต้องการให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมนั่งในกลุ่ม ใช้เสียงเบา ๆ และผลัดกันพูดหรือทำ เมื่อกลุ่มทำหน้าที่ได้ดีแล้วควรแสดงพฤติกรรม เช่น แต่ละคนอธิบายวิธีได้คำตอบ และให้ช่วยกันเชื่อมโยงสิ่งที่กำลังเรียนกับสิ่งที่เคยเรียนไปแล้ว

4. คุณภาพประสิทธิภาพของการทำงานกลุ่ม และขัดจังหวะเพื่อให้การช่วยเหลือ

4.1 คุณภาพพฤติกรรมของผู้เรียน โดยสังเกตการณ์ทำงาน ปัญหาที่เกิดขึ้น

4.2 ให้ความช่วยเหลือด้านเนื้อหา โดยทบทวนความคิดรวบยอดตอบคำถามสอนทักษะที่จำเป็น

4.3 ขัดจังหวะเพื่อสอนทักษะการร่วมมือ เพื่อให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ

4.4 สรุปบทเรียน ภายหลังจากผู้เรียนสรุปสิ่งที่เขาเรียนรู้แล้ว เรียกผู้เรียนตอบคำถามและยกตัวอย่าง และตอบคำถามของผู้เรียน

5. ประเมินผลสัมฤทธิ์และการปฏิบัติงานกลุ่ม

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ครูผู้สอนจะต้องรู้บทบาทของตนเอง เพื่อให้กิจกรรมการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และเกิดผลสัมฤทธิ์ที่ดีกับผู้เรียนมากที่สุด โดยผู้สอนจะต้องระบุจุดประสงค์การเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียนและทักษะการร่วมมือที่ต้องใช้ระหว่างทำกิจกรรม แบ่งกลุ่มผู้เรียนให้แต่ละกลุ่มจะมีผู้เรียนที่ความสามารถ

เก่ง ปานกลาง และอ่อน ผู้สอนควรเตรียมหัวข้อย่อยที่จะศึกษาไว้สำหรับผู้เรียนแต่ละกลุ่ม โดยให้มีปริมาณเนื้อหาใกล้เคียงกัน คอยสังเกตพฤติกรรมผู้เรียนให้ความช่วยเหลือด้านเนื้อหา ขณะทำกิจกรรม ซึ่งในระหว่างทำกิจกรรมผู้สอนและผู้ช่วยวิจัย 1 ท่าน จะประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และเมื่อหลังทำกิจกรรมเรียบร้อยนักเรียนทุกคนจะประเมินผลสัมฤทธิ์

บทบาทผู้เรียนในจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II

ชาติรี เกิดธรรม (2547, หน้า 18) ได้กล่าวถึงบทบาทผู้เรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ดังนี้

1. สมาชิกที่ได้เนื้อหาเดียวกันมารวมกลุ่มกัน เพื่อร่วมอภิปราย
2. สมาชิกในกลุ่มหาข้อสรุปของกลุ่มในเนื้อหาที่ได้รับมา
3. เมื่อกลับกลุ่มเดิมสมาชิกแต่ละคนผลัดเปลี่ยนกันนำเสนอเนื้อหาที่ได้รับมอบหมาย ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ผู้เรียนจะต้องรู้บทบาทของตนเอง เพื่อให้การเรียนมีประสิทธิภาพที่ดี โดยการร่วมมือกันภายในกลุ่ม ช่วยเหลือกัน ร่วมกันอภิปราย รับผิดชอบหน้าที่ของตนเองที่ได้รับมอบหมายให้ไปศึกษาในหัวข้อที่สนใจ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของกลุ่ม

ข้อดีและข้อจำกัดในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II

ชาติรี เกิดธรรม (2547, หน้า 14) ได้กล่าวถึงข้อดีในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ดังนี้

1. ช่วยให้เกิดแรงจูงใจ มีการเสริมแรงให้เกิดขึ้นทั้งรายกลุ่มและรายบุคคล และกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถของตนเอง
2. ช่วยเสริมและกระตุ้นให้เกิดความช่วยเหลือกันในกลุ่มของผู้เรียน ปลูกฝังนิสัยที่ดีในการอยู่ร่วมกันในสังคม เกิดการยอมรับในกลุ่ม โดยเด็กเก่งยอมรับเด็กอ่อนและเด็กอ่อนเห็นคุณค่าของเด็กเก่ง
3. สนองความสามารถและความแตกต่างระหว่างบุคคลได้เป็นอย่างดี เด็กที่เรียนช้า มีเวลาศึกษาและฝึกฝนเรื่องที่ไม่เข้าใจมากขึ้น และเด็กที่เรียนเร็วใช้เวลาศึกษาน้อย ทำให้ไม่เบื่อ และมีเวลาไปทำอย่างอื่น เช่น ช่วยเหลือเพื่อนที่อ่อนในกลุ่ม
4. สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาเด็กเรียนอ่อนในห้องเรียนได้
5. ช่วยแบ่งเบาภาระของครูในการสอนบางเรื่อง และมีเวลาที่จะช่วยสนับสนุนสร้างความสนใจ หรืออภิปรายปัญหากับนักเรียนเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มย่อย

6. ช่วยให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเองมากขึ้น และทราบความก้าวหน้าของตนเองตลอดเวลา

ณัฐวุฒิ กิจรุ่งเรือง (2545, หน้า 35) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ไว้ว่า การสอนแบบจิ๊กซอว์ II มีข้อจำกัดในการใช้เวลาสำหรับแบ่งกลุ่มผู้เรียนในการเข้าถึงสมาชิก “กลุ่มบ้าน” เพราะจะต้องให้ผู้เรียนมีความสามารถคละกัน ดังนั้น ผู้สอนจะต้องรู้ธรรมชาติและความสามารถผู้เรียนเป็นรายบุคคล และผู้สอนจำเป็นจะต้องวางแผนในการแบ่งกลุ่มผู้เรียนไว้อย่างดี เพื่อให้สมาชิกกลุ่มบ้านแต่ละกลุ่มมีความสามารถไม่แตกต่างกัน

จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II มีทั้งข้อดีและข้อจำกัด เป็นการจัดการเรียนที่ให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการเรียน และการแสดงความคิดเห็น ส่งเสริมให้มีการช่วยเหลือกันในกลุ่มของผู้เรียน มีทักษะกระบวนการกลุ่ม ปฏิสัมพันธ์ที่ดีในการอยู่ร่วมกันในสังคม มีความรับผิดชอบต่อบทบาทหน้าที่ของตนเอง ทำให้นักเรียนรู้สึกว่าคุณเองเป็นส่วนหนึ่งของความสำเร็จของกลุ่มทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนมากยิ่งขึ้น และในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ผู้สอนจะต้องรู้ธรรมชาติและความสามารถของผู้เรียนเป็นรายบุคคลเพื่อจัดกลุ่มให้ผู้เรียนให้มีความสามารถคละกัน ซึ่งจะช่วยให้การเรียนมีประสิทธิภาพและทำให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายของกลุ่ม โดยผู้เรียนจะรู้สึกว่ามีส่วนร่วมในความสำเร็จของกลุ่ม

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) โดยงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวคิดในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 32-33) โดยมี 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการสร้างความสนใจ (Engagement) 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และ 5) ขั้นประเมิน (Evaluation) นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ซึ่งได้ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากนักการศึกษาหลายท่าน ได้แก่ วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542, หน้า 36), ณัฐวุฒิ กิจรุ่งเรือง (2545, หน้า 34-35), ชนาธิป พรกุล (2543, หน้า 136-137) สุคนธ์ สินธพานนท์ และจินตนา วีรเกียรติสุนทร (2556, หน้า 167-168), ไสว พิภขาว (2544, หน้า 197) ,

กฤษตรี เพ็ชรทวีพรเดช (2550, หน้า 91) และ สมบัติ การจนารักพงศ์ (2547, หน้า 12-14) จากนั้นได้ทำการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II โดยมี 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมการ ขั้นที่ 2 ขั้นสอน ขั้นที่ 3 ขั้นกิจกรรมกลุ่ม ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและทดสอบ และขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ที่สังเคราะห์ขึ้น เข้าไปแทรกในขั้นสำรวจและค้นหา และขั้นประเมินของวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ขั้นการสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการสร้างความสนใจให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น หรือเป็นการเชื่อมโยงความรู้เดิมของผู้เรียน เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างคำถามและเกิดความสงสัย โดยครูอาจใช้วิธีการกระตุ้นความสนใจได้หลายแบบที่จะช่วยให้ผู้เรียนนำไปสู่ความเข้าใจเรื่อง หรือประเด็นเรื่องที่จะศึกษามากขึ้น เช่น การนำเสนอข้อมูล สาริต เล่าเรื่อง อภิปรายหรือสนทนา ใ้สื่อ ใ้เกม สร้างสถานการณ์ เป็นต้น

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อผู้เรียนทำความเข้าใจประเด็น หรือคำถามที่สนใจจะศึกษาแล้ว ก็กำหนดแนวทางในการสำรวจตรวจสอบ ค้นหา ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือทำและเก็บรวบรวมข้อมูล ในขั้นนี้จะมีการนำขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เพื่อให้ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสำรวจและค้นหาข้อมูล และช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม มีความรับผิดชอบต่อบทบาทหน้าที่ของตนเอง โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมการ ครูจัดกลุ่มให้นักเรียน โดยละความสามารถกลุ่มละ 5-6 คน โดยละเด็กที่ความสามารถต่างกันคือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน อยู่ในกลุ่มเดียวกัน เรียกว่า “ กลุ่มบ้าน ” (Home Groups)

ขั้นที่ 2 ขั้นสอน ให้นักเรียนมอบหมายให้สมาชิกแต่ละคนศึกษาหัวข้อที่แตกต่างกันตามความสนใจของนักเรียน ซึ่งเป็นหัวข้อย่อยที่ครูได้เตรียมไว้เท่ากับจำนวนสมาชิกในกลุ่ม

ขั้นที่ 3 ขั้นจัดกิจกรรมกลุ่ม ครูให้นักเรียนที่ศึกษาหัวข้อเดียวกันจากแต่ละกลุ่มมานั่งด้วยกัน เพื่อทำงานและศึกษาหาความรู้ร่วมกัน เรียกว่า “ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ” (Expert Groups)

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและทดสอบ เมื่อศึกษาหัวข้อที่ได้รับเสร็จเรียบร้อยแล้ว สมาชิกแต่ละคนออกจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลับไปยังกลุ่มเดิมของตนเอง เพื่อผลัดกันอธิบายถ่ายทอดความรู้ที่ตนได้ไปศึกษามาให้เพื่อนฟังจนครบทุกหัวข้อและมีการตอบคำถาม ชักถามเพื่อนในกรณีเกิดข้อสงสัย จากนั้นสรุปความรู้ที่ได้รับเป็นกลุ่ม

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้เพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบนำข้อมูลที่ได้อธิบาย แผลผล สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง ให้นักเรียนนำเสนอผลที่ได้โดยการนำเสนอมีหลายรูปแบบ อาจเป็นรูปวาด แผนผัง เป็นต้น

ครูให้ออกมาอธิบายหน้าชั้นเรียนเป็นกลุ่ม โดยวิธีการจับฉลากเลือกกลุ่ม ให้นำเสนอผลงานหัวข้อเรื่อง ที่ตนเองไปศึกษา หรือให้นำเสนอหัวข้อเรื่องอื่นที่ตนเองไม่ได้เป็นผู้เชี่ยวชาญแต่สมาชิกคนอื่น ได้อธิบายให้ฟัง เพื่อทดสอบว่าคนอื่นที่ไปศึกษาเข้าใจหรือไม่ จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกัน อภิปรายและสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาร่วมกัน

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำข้อค้นพบที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายเหตุการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างมากยิ่งขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ที่ได้เรียนของผู้เรียน โดยครู และนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน โดยในขั้นนี้เป็นการนำขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผลของการ จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เข้ามาใช้ด้วย ซึ่งครูจะประเมินผลการเรียนรู้โดยให้ ผู้เรียนทำแบบทดสอบเป็นรายบุคคล จากนั้นครูนำคะแนนทุกคนในกลุ่มมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม สำหรับกลุ่มที่ได้คะแนนหรือค่าเฉลี่ยสูงสุดจะได้รับรางวัลหรือคำชมเชย และจะติดประกาศไว้ ที่ป้ายประกาศภายในห้องเรียน

ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัด การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เพื่อเน้นกระบวนการแสวงหาความรู้และกระบวนการ กลุ่ม ให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้วิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการ ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจิตวิทยาศาสตร์ ในการทำกิจกรรม การเรียนรู้ผู้เรียนจะได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างแท้จริง มีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการ เตรียมสภาพแวดล้อมให้เกิดการเรียนรู้ โดยความรู้ที่ผู้เรียนได้รับนั้นจะคงทนถาวร เนื่องผู้เรียนได้ การลงมือทำด้วยตนเอง

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้
 นิภา เมทาวิชัย (2536, หน้า 65) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นความรู้และทักษะที่ได้รับ
 ก่อให้เกิดการพัฒนาจากการเรียนการสอน การฝึกฝน และได้รับการอบรมสั่งสอน โดยครูอาศัย
 เครื่องมือวัดผลช่วยในการศึกษาว่านักเรียนมีความรู้ และทักษะมากน้อยเพียงใด

ไพศาล หวังพานิช (2533, หน้า 137) ได้ให้ความหมายไว้ว่า คุณลักษณะของผู้เรียน
 และความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม
 และประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกอบรม หรือการสอน

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, หน้า 295) ได้ให้ความหมายไว้ว่า พฤติกรรมที่แสดงออก
 ถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้จากที่ไม่เคยกระทำได้ หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมี
 การเรียนรู้ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

ชัยฤทธิ์ สีลาเดช (2544, หน้า 57) ได้ให้ความหมายโดยสรุปได้ว่า เป็นความก้าวหน้า
 ในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ ประกอบไป
 ด้วยการจัดกิจกรรมจริง การร่วมมือกันทำงาน การคิด การแก้ปัญหา รวมทั้งทักษะและคุณลักษณะ
 อื่น ๆ ที่จำเป็นต่อการพัฒนา

พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ (2545, หน้า 109) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ขนาดของผลสัมฤทธิ์ที่ได้
 จากกระบวนการเรียนการสอน โดยการวัด หมายถึง การตรวจสอบสิ่งที่ต้องเรียนรู้นั้นมีปริมาณ
 และคุณภาพหรือไม่อย่างไร และมากน้อยเพียงใด

ปราณี กองจินดา (2549, หน้า 42) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นความสามารถ หรือผลสำเร็จ
 ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม และประสบการณ์
 เรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัยและทักษะพิสัย และยังได้จำแนกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ตาม
 ลักษณะของวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน

บุญชม ศรีสะอาด (2553, หน้า 56) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นความรู้ความสามารถ
 ของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระและตามจุดประสงค์ของวิชา
 ต่าง ๆ ที่เรียนในโรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัย หรือสถาบันการศึกษาต่าง ๆ

ชุมพร ลือราช (2554, หน้า 38) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นความสามารถของนักเรียน
 ที่ได้รับจากการฝึกฝนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่สามารถวัดได้จากคะแนนผลการเรียนรู้

ยฤษฎ์ เลิศอนันตกร (2554, หน้า 10) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นระดับความสำเร็จที่ได้ จากความสามารถทางร่างกายหรือสมอง ซึ่งอาจพิจารณาได้จากคะแนนที่กำหนดให้หรือคะแนน ที่ได้จากงานที่ผู้สอนมอบให้ หรือทั้งสององค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กู๊ด (Good, 1973, pp. 6-7) ได้ให้ความหมายโดยสรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ การเข้าถึงความรู้ (knowledge attained) หรือการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ โดยปกติพิจารณา จากคะแนนสอนที่กำหนดคะแนนที่ได้จากงานที่ครูผู้สอนมอบหมายให้หรือทั้งสองอย่าง จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดจากการเรียนการสอน การทำกิจกรรม การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การฝึกฝนหรือประสบการณ์ต่าง ๆ เป็นผลจากการเรียนรู้เนื้อหาสาระและตามจุดประสงค์ของวิชา ต่าง ๆ ที่สามารถวัดได้จากคะแนนผลการเรียนรู้ หรือคะแนนที่ได้จากงานที่ผู้สอนมอบให้ หรือทั้ง สององค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามหลักของโคลพเฟอร์ (Kolpfer) วัดได้จาก พฤติกรรม 4 ด้าน คือ 1) ความรู้ 2) ความเข้าใจ 3) กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ 4) การนำ ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2545, หน้า 110-113)

1. พฤติกรรมด้านความรู้ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนมีความจำเรื่องต่าง ๆ ที่ได้รับรู้จากการค้นคว้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการอ่านหนังสือ และการฟัง คำบรรยาย เป็นต้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 9 ประเภท ดังนี้

1.1 ความรู้เกี่ยวกับความจริงเดียว ความจริงเดียวเป็นอนุภาคที่เล็กที่สุด ของวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีอยู่ในธรรมชาติสามารถสังเกตได้โดยตรง และทดลองแล้วได้ผลเหมือนเดิม ทุกครั้ง

1.2 ความรู้เกี่ยวกับมโนมติหรือมโนทัศน์ คือ การนำความจริงเดียวหลายอันที่มีความ เกี่ยวข้องกันผสมผสานเป็นรูปใหม่ซึ่งเรียกว่า ความคิดรวบยอด

1.3 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎวิทยาศาสตร์ โดยหลักการเป็นความจริงที่ใช้เป็น หลักอ้างอิงได้จากการนำมโนมติหลายอันที่มีความเกี่ยวข้องกัน มาผสมผสานกันเป็นรูปใหม่ เรียกว่า หลักการกฎวิทยาศาสตร์ คือ หลักการที่เน้นในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับบุคคล เช่น กฎของเมนเดล กฎของโอห์ม กฎของอาร์คิมิดีส เป็นต้น

1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง หมายถึง ข้อตกลงร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ ในการใช้อักษรย่อ เครื่องหมายต่าง ๆ แทนคำพูดเฉพาะ

1.5 ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ปรากฏการณ์บางอย่างมีการหมุนเวียนเป็นวัฏจักรเป็นวงชีวิต ซึ่งสามารถบอกลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ถูกต้อง เช่น วัฏจักรของน้ำ วัฏจักรของก๊าซไนโตรเจน วงจรชีวิตของผึ้ง เป็นต้น

1.6 ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ในการแบ่งประเภทสิ่งของต่าง ๆ ในการแบ่งสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นประเภทนั้น ต้องมีกฎเกณฑ์เป็นมาตรฐานในการแบ่ง ดังนั้น ผู้เรียนจะต้องรู้เกณฑ์เพื่อใช้จัดจำพวกสิ่งต่าง ๆ เช่น ใช้เกณฑ์ชนิดของสิ่งมีชีวิตแบ่งสิ่งมีชีวิตเป็น โพรทิสต์ พืช สัตว์ หรือใช้เกณฑ์เกี่ยวกับวิวัฒนาการ การเกิดแบ่งสิ่งมีชีวิตเป็นสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำ สิ่งมีชีวิตชั้นสูง

1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ เทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์มีมากมายหลายวิธีที่นักวิทยาศาสตร์ทั้งหลายใช้กันอยู่ เช่น วิธีหาความถ่วงจำเพาะของปรอท วิธีศึกษาการเจริญเติบโตของเซลล์และการแบ่งเซลล์ เป็นต้น กรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์เน้นเฉพาะความสามารถที่จะบอกถึงสิ่งที่เรารู้เท่านั้น และความรู้นี้ได้มาจากการอ่านหนังสือหรือการบอกเล่าของครู ไม่ใช่ความรู้ที่ได้มาจากการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1.8 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาสตร์ ศัพท์วิทยาศาสตร์ซึ่งว่าด้วยคำนิยามต่าง ๆ และการใช้ศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์

1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี หมายถึง ข้อความที่ใช้อธิบายและพยากรณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น ทฤษฎีสัมพันธภาพ ทฤษฎีวิวัฒนาการ ทฤษฎีอะตอม

2. พฤติกรรมด้านความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนใช้ความคิดที่สูงกว่าความรู้ความจำ แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.1 ความเข้าใจข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการ และทฤษฎีต่าง ๆ คือ เป็นการบรรยายในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากที่เคยเรียนมา ตัวอย่างเช่น ผู้เรียนเคยเรียนรู้มโนคติของวัฏจักร เช่น วัฏจักรการเจริญเติบโตของพืช โดยเริ่มจากเมล็ดต่อมามากเป็นลำต้นแล้วกลายเป็นเมล็ดอีกครั้งหนึ่ง หลังจากนั้นให้ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำ แห้งน้ำ การระเหย การเกิดเมฆ และฝน เป็นต้น ผู้เรียนสามารถบอกได้ว่าการหมุนเวียนเปลี่ยนแปลงของน้ำอยู่ในรูปวัฏจักรเช่นกัน

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับการแปรความหมายของข้อเท็จจริง คำศัพท์ มโนคติ หลักการ และทฤษฎีที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นรูปของสัญลักษณ์อื่นได้

3. พฤติกรรมด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสวงหาความรู้ และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการดำเนินการต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (scientific method) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skills) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (scientific attitude)

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (scientific method) เป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้แสวงหาความรู้เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุปัญหา
2. ตั้งสมมุติฐาน
3. ทำการทดลอง
4. สังเกตขณะทดลอง
5. รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์
6. สรุปผลการทดลอง

การดำเนินการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์จะสัมฤทธิ์ผลมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับผู้ดำเนินการจะมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เปรียบเทียบบเสมือนเครื่องมือที่จำเป็นในการใช้แสวงหาความรู้และแก้ปัญหา โดย The American Association for the Advancement of Science : AAAS ได้แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (basic science process skills)
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม (integrated science process skills)

ทักษะทั้ง 2 ประเภท มีรายละเอียดดังนี้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วยทักษะที่สำคัญ 8 ประการ คือ 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการวัด 3) ทักษะในการใช้เลขจำนวน 4) ทักษะการจำแนกประเภท 5) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา 6) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 7) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และ 8) ทักษะการพยากรณ์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ประกอบด้วยทักษะสำคัญ 5 ประการ คือ 1) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 2) ทักษะการตั้งสมมุติฐาน 3) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 4) ทักษะการทดลอง และ 5) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

4. พฤติกรรมด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนนำความรู้ มโนทัศน์ หลักการ กฎ ทฤษฎี ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้โดยสามารถแก้ปัญหาได้อย่างน้อย 3 ประเภท คือ

4.1 แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน ส่วนมากเป็นสถานการณ์ทั่วไปในชั้นเรียนที่ผู้เรียนต้องนำความรู้ หรือทักษะที่ได้จากการเรียนไปใช้แก้ปัญหาเรื่องอื่นที่อยู่ในวิชาเดียวกัน

4.2 แก่ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ซึ่งเป็นปัญหาเดียวแต่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์ 2 สาขาขึ้นไป เช่น คำถามว่า “ถ้าหินปูนเกิดขึ้นได้อย่างไร” ปัญหานี้เกี่ยวกับวิชาฟิสิกส์และเคมี เป็นต้น

4.3 แก่ปัญหาที่นอกเหนือจากเรื่องวิทยาศาสตร์ ปัญหาที่นอกเหนือไปจากเรื่องของวิทยาศาสตร์นั้นหมายถึงเทคโนโลยี ตัวอย่างคำถามที่แสดงถึงการนำไปใช้แก้ปัญหาทางเทคโนโลยี ได้แก่ “ทำอะไรจึงจะเพิ่มผลผลิตข้าวโพดจากฟาร์มได้” เป็นต้น

บลูม (Bloom, 1956 อ้างถึงใน ภพ เลหาไพบุลย์, 2542, หน้า 97-99) ได้จำแนกประเภทของวัตถุประสงค์ทางการศึกษาออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive) 2) ด้านเจตพิสัย (Affective domain) และ 3) ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor domain)

1. พุทธิพิสัย เป็นวัตถุประสงค์ทางการศึกษาที่เกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจ การใช้ความคิด เป็นการเรียนรู้ทางด้านสติปัญญา การเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยแบ่งเป็น 6 ชั้น ซึ่งเรียงลำดับจากขั้นต่ำไปสู่ขั้นสูง ดังนี้

1.1 ความรู้ (Knowledge) เป็นความสามารถในการรับรู้และจำเรื่องต่าง ๆ อาจจำแนกย่อยได้เป็นความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์หรือเทอมเฉพาะ ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความรู้ในแบบแผน ข้อตกลงลำดับขั้นตอนและแนวโน้ม การจัดประเภท เกณฑ์ และเทคนิควิธีการ

1.2 ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นความสามารถในการแปลความ การตีความ การขยายความ สรุปอ้างอิง อธิบาย บรรยายในเรื่องราว และเหตุการณ์ต่าง ๆ

1.3 การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการนำหลักการ กฎเกณฑ์ ไปใช้การแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้

1.4 การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแยกแยะความรู้ต่าง ๆ เป็นการหาคู่ประกอบย่อย จนกระทั่งมองเห็นความสำคัญและหาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ข้อมูลย่อย ๆ เหล่านั้น และหาหลักการของความรู้นั้นได้

1.5 การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยเข้าเป็นเรื่องราวเดียวกัน การสังเคราะห์แบ่งออกได้เป็น การสังเคราะห์เป็นแผนงานหรือกิจกรรมที่จะปฏิบัติ การสังเคราะห์เป็นนามธรรมหรือการสร้างหลักการ ทฤษฎีต่าง ๆ

1.6 การประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการวินิจฉัย หรือตัดสินเกี่ยวกับคุณค่าของการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดลงไปโดยยึดถือเกณฑ์เป็นหลัก

2. เจตพิสัย เป็นวัตถุประสงค์ทางการศึกษาที่เกี่ยวกับความสนใจ เจตคติ คุณธรรม หรือ ค่านิยม ความซาบซึ้ง ซึ่งเป็นการเรียนรู้ทางด้านความรู้สึก ได้จำแนกระดับการเรียนรู้เจตพิสัยออกเป็นขั้นต่าง ๆ 5 ชั้น เรียงลำดับจากขั้นต่ำไปสู่ขั้นสูง ดังนี้

2.1 การรับรู้สิ่งเร้า (Receiving) คือ การที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ จากสภาพแวดล้อมต่าง ๆ แล้วเกิดความสนใจและรับรู้สิ่งแวดล้มนั้น โดยที่ผู้เรียนมีความรู้ตัว ตั้งใจ รับรู้ หรือตั้งใจที่ถูกควบคุมให้รับรู้

2.2 การตอบสนอง (Responding) เมื่อผู้เรียนได้รับรู้สิ่งแวดล้มนั้น ผู้เรียนเริ่มมีปฏิกิริยาโต้ตอบกับสิ่งแวดล้มนั้นที่รับเข้ามา มีความตั้งใจที่จะตอบสนอง มีความพึงพอใจในการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้มนั้น

2.3 การสร้างค่านิยม (Valuing) เมื่อผู้เรียนได้รับรู้และมีปฏิกิริยาโต้ตอบแล้ว ต่อมาเป็นการสร้างค่านิยม คือ การยอมรับคุณค่าของสิ่งนั้น มีความพึงพอใจในคุณค่าของสิ่งนั้น และมีความแน่ใจผูกพันในค่านิยมนั้น

2.4 การจัดระบบค่านิยม (Organization) เมื่อผู้เรียนได้สร้างค่านิยมแล้ว ผู้เรียนจะพิจารณาจัดรวบรวบค่านิยมเหล่านั้นที่มีความสัมพันธ์กันเป็นหมวดหมู่เดียวกัน และจัดเป็นระบบค่านิยม

2.5 การสร้างลักษณะนิสัยตามค่านิยม (Characterization) เป็นการผสมผสานค่านิยมที่สร้างขึ้นจนเป็นลักษณะนิสัยเฉพาะของแต่ละบุคคลจนกลายเป็นความประพฤติ บุคลิกภาพ อุดมคติของชีวิต

3. ทักษะพิสัย เป็นวัตถุประสงค์ทางการศึกษาที่เกี่ยวกับการกระทำอย่างมีทักษะในการดำเนินการเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ มีความสามารถในการใช้วิธะต่าง ๆ ของร่างกายปฏิบัติงาน การเรียนรู้ด้านการปฏิบัติแบ่งออกเป็น 7 ขั้น ซึ่งเรียงลำดับจากขั้นต่ำไปสู่อันดับสูง ดังนี้

3.1 การรับรู้ (Perception) เป็นขั้นแรกของการริเริ่มกิจกรรมใดก็ตาม เป็นการรับรู้ โดยการกระตุ้นต่อประสาทความรู้สึกอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ได้แก่ การได้ยินทางหู การเกิดภาพในสมองทางตา การสัมผัสทางมือ การกระตุ้นให้ได้รับรสทางลิ้น การกระตุ้นให้ได้กลิ่นทางจมูก การกระตุ้นทางกล้ามเนื้อ และเป็นการตัดสินใจว่าจะเลือกสิ่งเร้าใดที่จะตอบสนอง เป็นการแปลความเกี่ยวข้องของสิ่งเร้าและแสดงอาการตอบสนอง

3.2 การเตรียมพร้อมปฏิบัติ (Set) เป็นการเตรียมการปรับตัวทั้งทางร่างกาย สมองและอารมณ์ให้พร้อมที่จะทำการอย่างใดอย่างหนึ่ง การพร้อมทางสมองเป็นการพร้อมในเชิงความคิดที่ต้องมีมาก่อน อาศัยความรู้ที่มีมาก่อนประกอบด้วยพร้อมทางร่างกาย เป็นการจัดทำของร่างกายให้พร้อม และการพร้อมทางอารมณ์เป็นการปรับเจตคติให้เกิดความตั้งใจตอบสนอง

3.3 การตอบสนองตามแนวทางที่ให้ (Guided response) เป็นการแสดงพฤติกรรมของผู้เรียนแต่ละคนภายใต้คำแนะนำของผู้สอน จำแนกเป็นการเลียนแบบและการลองผิดลองถูก

การเลียนแบบเป็นการตอบสนองตามแบบที่ให้ เช่น การแสดงให้ดูแล้วให้ทำตาม การลองผิดลองถูกเป็นความพยายามที่จะตอบสนองในรูปแบบต่าง ๆ

3.4 กลไกในการปฏิบัติ (Mechanism) เป็นการสร้างระบบ วิธีการ จากประสบการณ์ ความรู้ที่สะสมไว้ เป็นการแสดงออกที่เกิดจากการเรียนรู้จนเป็นนิสัย ผู้เรียนมีความมั่นใจและมีความชำนาญพอที่จะปฏิบัติงานนั้น ๆ ได้

3.5 การตอบสนองที่ซับซ้อน (Complex overt response) เป็นการแสดงออกที่อาศัยทักษะมาก เพื่อให้สามารถแสดงออกอย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพเป็นการตอบสนองโดยอัตโนมัติแบบอัตโนมัติ คือ ใช้เวลาและพลังงานน้อยที่สุด

3.6 การดัดแปลงให้เหมาะสม (Adaptation) เป็นการเปลี่ยนแปลงกิจกรรม การเคลื่อนไหวทางร่างกาย ทางสมอง ให้สอดคล้องกับความต้องการในปัญหาแบบใหม่

3.7 การริเริ่มสิ่งใหม่ (Origination) เป็นการริเริ่มรูปแบบการเคลื่อนไหวใหม่ ๆ ที่เหมาะกับสถานการณ์เฉพาะอย่างหรือปัญหาเฉพาะอย่างโดยไม่เคยทำมาก่อน

ในขณะที่ (พิศิษฐ ตันทวนิช, 2557, หน้า 19-24) ได้กล่าวถึงการศึกษาด้านพุทธิพิสัยของบลูมที่ปรับปรุงใหม่ 6 ชั้น ซึ่งสามารถอธิบาย ดังนี้

1. การจำ (remembering) หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถจดจำสาระต่าง ๆ ที่เรียนรู้มาไว้ในสมอง พฤติกรรมการเรียนรู้ในส่วนนี้มุ่งวัดความสามารถในการจัดเก็บข้อความรู้ (retention) ไว้ในตัวผู้เรียน สามารถแยกย่อยได้เป็น 2 ส่วน คือ

1.1 การจำได้ (recognizing) หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถจดจำสาระต่าง ๆ ในลักษณะของการระบุแยกได้ว่า สิ่งเร้าที่เข้ามากระตุ้นตานั้น หมายถึงหรือมีความหมายว่าอย่างไร

1.2 การระลึกได้ (recalling) หมายถึง การที่บุคคลสามารถย้อนระลึกนึกไปถึงสาระต่าง ๆ ที่ตนเคยประสบมาโดยไม่มีสิ่งเร้าใด ๆ มาเป็นตัวช่วยกระตุ้นความจำทันทีในขณะนั้น เป็นส่วนความจำระยะยาวในสมองของนักเรียน

2. ความเข้าใจ (understanding) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสื่อสารข้อความรู้ที่ตนได้รู้มาให้กับบุคคลอื่น ได้รับทราบถึงข้อความนั้น ด้วยวิธีการอื่นใดด้วยวิธีที่เป็นของตนเอง ความเข้าใจถือได้ว่าเป็นจุดตั้งต้นของพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยที่กระบวนการจัดการศึกษาคาดหวังว่าควรเกิดขึ้นกับผู้เรียน พฤติกรรมของความเข้าใจเน้นตรงการที่ผู้เรียนต้องสามารถสื่อความหมายของสารบทเรียนที่ตนได้รู้มา ให้ปรากฏออกในลักษณะของการสื่อสารในลักษณะต่าง ๆ เพื่อถ่ายทอดสาระที่ตนรับรู้ได้ไปยังบุคคลซึ่งเป็นผู้รับให้สามารถรับสารดังกล่าวได้อย่างถูกต้องตรงตามความหมายของสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความเข้าใจ แบ่งออกได้เป็น 7 ส่วนย่อย คือ

2.1 การตีความ (interpreting) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสื่อความหมาย เรื่องใดเรื่องหนึ่งในรูปแบบใหม่ที่ต่างออกไปจากเดิมแต่คงความหมายเท่าเดิม

2.2 การยกตัวอย่าง (exemplifying) หมายถึง ความสามารถที่บุคคลยกตัวอย่าง หรือกรณีเฉพาะที่สอดคล้องกับสิ่งที่เรารู้มา เพื่อให้บุคคลอื่นรับรู้ได้

2.3 การจัดประเภท (classifying) หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถจัดประเภทสิ่งของ ปรากฏการณ์ใด ๆ ตามเกณฑ์การจัดประเภทที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง

2.4 การสรุปความ (summarizing) หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถจัดการข้อความ สั้น ๆ เพื่อแทนถ้อยคำหรือสาระเรื่องราวใด ๆ ที่มีเป็นจำนวนมาก ๆ โดยคงเนื้อเดิมที่สำคัญไว้ได้

2.5 การอ้างพาดพิง (inferring) หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถจับรูปแบบ หรือแบบแผนการเปลี่ยนแปลงสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้และใช้รูปแบบหรือแบบแผนดังกล่าวในการอธิบาย ปรากฏการณ์ดังกล่าวเป็นการเพิ่มเติม

2.6 การเปรียบเทียบ (comparing) หมายถึง การที่บุคคลสามารถจับประเด็นเทียบเคียง ความเหมือนและความแตกต่างของวัตถุ เหตุการณ์ปรากฏการณ์ใด ๆ จากส่วนหนึ่งไปยังอีกส่วน หนึ่งซึ่งอยู่ในภาวะสามารถเทียบเคียงกันได้

2.7 การอธิบาย (explaining) หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่จะถ่ายทอดเรื่องราว ปรากฏการณ์ เหตุการณ์หรือความเห็นใด ๆ ให้บุคคลอื่นได้รับรู้โดยวิธีการสื่อสารทางใดทางหนึ่ง เช่น การพูด การเขียน การใช้ท่าทาง หรือภาษาสัญลักษณ์โดยการนำเสนอถ่ายทอด ดังกล่าวนั้น โดยผู้นำเสนอใช้วิธีการถ่ายทอดเป็นของตนเอง

3. การปรับใช้ (applying) หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการนำความรู้ที่ตน ได้เรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ตนต้องเผชิญ หรือในชีวิตจริง ทั้งนี้สถานการณ์ที่เกิดขึ้น นั้นจะต้องเป็นสถานการณ์ที่มีความใหม่หรือต่างไปจากเดิม (หากสถานการณ์ที่กำหนดหรือเกิดขึ้น เป็นสถานการณ์ที่บุคคลคุ้นเคยแล้วเป็นอย่างมาก ก็จะเป็นลักษณะของพฤติกรรมการจำและความรู้ ที่เป็นขั้นตอนการดำเนินการ) การปรับใช้แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนย่อย ดังนี้

3.1 การลงมือกระทำตามขั้นตอน (executing) หมายถึง การกระทำที่บุคคล ลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาใด ๆ ไปตามขั้นตอนการดำเนินการที่ตนเรารู้มา โดยมีลักษณะของปัญหา ที่ผู้เรียนคุ้นเคย (familiar task) มาก่อน ลักษณะการดำเนินการมุ่งเน้นไปในทางด้านทักษะ และ โครงสร้างขั้นตอนการดำเนินการ (skills and algorithms) เป็นสำคัญ

3.2 การประยุกต์ (implementing) หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่มีคิดดำเนินการ แก้ปัญหา ที่ตนต้องประสบโดยปัญหานั้นเป็นปัญหาที่ตนไม่คุ้นเคย (unfamiliar tasks) หรือมี ลักษณะบางส่วนแตกต่างไปจากสภาพที่เรียนที่ตนเคยเรารู้มา และสภาพการแก้ปัญหาดังกล่าว

ไม่มีแบบแผนของคำตอบที่แน่นอนตายตัวหรืออาจมีแบบแผนการแก้ปัญหามากกว่าหนึ่งแบบ แต่วิธีการที่เลือกนำเสนอขึ้นนั้นควรจะเป็นวิธีการที่มีประสิทธิผล ประสิทธิภาพ และสามารถดำเนินการได้จริง (effectiveness, efficiency and affordability)

4. การวิเคราะห์ (analyzing) เป็นความสามารถของบุคคลในการที่จะพิจารณาแยกแยะเรื่องราวหรือปรากฏการณ์ใด ๆ แล้วสามารถหั่งถึงเบื้องหลัง ความเป็นมาเป็นไปหรือส่วนประกอบที่เป็นรายละเอียดที่ประกอบด้วยกันเข้าเป็นสังขันธ์นั้น โดยการพิจารณาดังกล่าวเกิดจากบุคคลใช้ปัญญาของตนคิดหาเหตุผลหรือคำตอบด้วยตนเอง โดยอาศัยข้อมูลพื้นฐานที่ตนสามารถรับรู้ได้ การวิเคราะห์เป็นความสามารถด้านสมองที่มีความจำเป็นมากในกรณีที่ต้องการสอนให้คนรู้จักคิด รู้จักหาเหตุผลมาอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น การวิเคราะห์สามารถแยกย่อยได้เป็น 3 ลักษณะ คือ

4.1 การชี้ระบุลักษณะสำคัญ (differentiating) หมายถึง การที่บุคคลสามารถระบุเรื่องราวหรือปรากฏการณ์ใด ๆ ที่มุ่งศึกษานั้นว่า มีสาระใดบ้างเป็นส่วนสำคัญ หรือการชี้ระบุประเด็นที่สำคัญของสังขันธ์นั้นให้เห็นได้ชัดเจน

4.2 การชี้ระบุระบบความสัมพันธ์ (organizing) หมายถึง การที่บุคคลสามารถมองเห็นความเชื่อมโยง ความต่อเนื่องของเรื่องราว ปรากฏการณ์หรือการใช้เหตุผลใด ๆ ว่าสังขันธ์เหล่านั้นมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันอย่างไร

4.3 การชี้ระบุคุณสมบัติภายใน (attributing) หมายถึง การที่บุคคลสามารถหั่งเห็นถึงแนวคิด ข้อคิด เจตนา หรือความตั้งใจที่ซ่อนอยู่ภายในของปรากฏการณ์ใด ๆ ที่เกิดขึ้น

5. การประเมิน (evaluating) หมายถึง การลงข้อตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับคุณค่าให้กับกิจกรรมสิ่งของการกระทำ หรือปรากฏการณ์ใด ๆ ไปตามเกณฑ์และมาตรฐานที่กำหนด ทั้งนี้ การประเมินจะเกิดขึ้นนั้นต้องเป็นการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับคุณค่า การประเมินสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนย่อย คือ

5.1 การตรวจสอบ (checking) หมายถึง การพิจารณาว่า ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมใด ๆ กับผลลัพธ์ที่ได้ หรือขั้นตอนการดำเนินงานนั้น ๆ มีความสอดคล้องลงที่ภายในหรือไม่ รวมทั้งมีคุณสมบัติหรือเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่

5.2 การลงข้อตัดสิน (critiquing or judging) หมายถึง การลงข้อประเมินให้กับผลผลิตหรือกระบวนการใด ๆ ว่าเป็นไปตามเกณฑ์และมาตรฐานภายนอกที่ได้รับการกำหนดช่วงหน้าหรือไม่อย่างไร

6. การสร้างสรรค์ (creating) เป็นความสามารถของบุคคลในการที่จะคิด พัฒนาประดิษฐ์สร้างหรือจัดกระทำสิ่งใหม่ ๆ ให้เกิดขึ้น โดยผลงานดังกล่าวนี้ เกิดจากความคิดของตัวผู้สร้างเอง

โดยมิได้ลอกเลียนงานของบุคคลใด ๆ มาในลักษณะของการลอกทั้งชิ้นงาน หรือการสร้างสรรค์ หมายถึง การนำเอาสิ่งต่าง ๆ ที่มีลักษณะเป็นส่วนย่อยมาผูกพันประสานให้เกิดขึ้นเป็นผลงานชิ้นใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม การสร้างสรรค์เป็นความคาดหวังของการจัดการศึกษาในประเด็นที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนแต่ละคนมีความเป็นตัวของตัวเอง มีความสามารถในการคิดประดิษฐ์สร้าง หรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อคนในสังคมไทย โดยปรากฏผลงานในรูปต่าง ๆ เช่น ข้อเขียนหรือบทความ ชิ้นงาน ผลงานประดิษฐ์ โครงการ ภาพวาด ตำรา หรือทฤษฎี ฯลฯ โดยมีขั้นตอนในการสร้างสรรค์ ดังนี้ ก. พบหรือเผชิญกับภาวะที่มีปัญหา ข. วางแผน นำเสนอแนวทางการพัฒนา ค. สร้างสรรค์ผลที่วางหรือคิดไว้ให้เกิดกับชิ้นงาน การสร้างสรรค์สามารถแยกย่อยออกได้เป็น 3 ส่วนย่อย คือ

6.1 การจัดกระทำใหม่ (generating or hypothesizing) หมายถึง การที่บุคคลสามารถให้ข้อเสนอแนะชี้แนะในแนวทางการพัฒนา สร้างสรรค์หรือเห็นแนวทาง ขั้นตอนในการจัดกระทำใหม่ให้กับปัญหาหรือขั้นตอนการดำเนินการใด ๆ ที่มีอยู่ โดยอาศัยแนวทางพื้นฐานวิธีการเดิมที่มีอยู่เป็นฐาน และแนวคิดในการแก้ไขพัฒนาต่อยอดเพื่อให้ได้สิ่งใหม่ที่ต่างออกไปจากเดิม

6.2 การวางแผน (planning) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการจัดลำดับขั้นตอน หรือสามารถกำหนดสิ่งที่จะต้องดำเนินการ เพื่อแก้ปัญหาหรือกระทำการบางอย่างให้ลุล่วงไป เพื่อให้เกิดผลตามที่ต้องการในกาลข้างหน้า

6.3 การสร้างและพัฒนา (producing) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการที่ใช้ความสามารถทางสมองของตนในการคิดค้น เขียน สร้าง วาด หรือพัฒนาสิ่งใหม่ให้เกิดขึ้น โดยการกระทำดังกล่าว ผู้สร้างใช้ความสามารถความคิดของตนเองเป็นสำคัญ มิได้เกิดจากการลอก หรือการเลียนแบบผลงานของบุคคลอื่นมาทั้งหมด

จากการศึกษาการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของบลูมที่ปรับปรุงใหม่ (Bloom , 2001 อ้างถึงใน พิศิษฐ ตัณฑวณิช 2557, หน้า 13-25) โดยมีพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย 6 ด้าน ได้แก่ 1) การจำ (Remembering) 2) ความเข้าใจ (Understanding) 3) การปรับใช้ (Applying) 4) การวิเคราะห์ (Analyzing) 5) การประเมิน (Evaluation) และ 6) การสร้างสรรค์ (Creating) มาใช้เป็นกรอบในการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาต่อไป

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) ได้จำแนกประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่นิยมใช้เป็น 5 ประเภท คือ

1. แบบความเรียง (Essay test) มีจุดประสงค์วัดความสามารถในการบรรยาย อธิบาย และแสดงเหตุผลตามความคิดเห็นของตน อาจจำกัดความยาวหรือให้เขียนตอบตามสบายก็ได้
2. แบบถูกผิด (True-false test) แบบทดสอบแบบนี้วัดความสามารถในการพิจารณาข้อความที่กำหนดให้ว่าถูกหรือผิด ใช่หรือไม่ใช่ จากความสามารถที่เรียนรู้มาแล้ว โดยทั่วไปจะเป็นการวัดความสามารถในด้านความจำ
3. แบบเติมคำ (Completion test) เป็นการวัดความสามารถในการหาคำ หรือข้อความมาเติมลงในช่องว่างของประโยคที่กำหนดให้ได้ถูกต้องแม่นยำ โดยไม่มีคำตอบขึ้นมาก่อน นอกจากข้อความหรือประโยคที่ให้ไว้เท่านั้น โดยธรรมชาตินั้นจะเป็นการวัดด้านความจำแต่ก็สามารถวัดความคิดได้
4. แบบจับคู่ (Matching test) เป็นลักษณะการวางข้อเท็จจริง เงื่อนไข คำ ตัวเลข หรือสัญลักษณ์ไว้ 2 ด้านขนานกัน และโดยทั่วไปคำถามมักจะมีน้อยกว่าคำตอบ เพื่อให้ได้ใช้ความสามารถในการจับคู่ให้มากขึ้น
5. แบบเลือกตอบ (Multiple choices test) แบบทดสอบนี้จะมีคำถามหนึ่งคำถาม และมีคำตอบที่ถูกต้องอยู่เพียงคำตอบเดียว และแบบทดสอบนี้สามารถวัดได้ครอบคลุมจุดประสงค์ที่ต้องการทั้งหมด

สมนึก ภัททิยธนี (2551, หน้า 73) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher-Made Test) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ใช้กันทั่ว ๆ ไปในโรงเรียนและสถาบันการศึกษา

แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น ที่นิยมใช้มี 6 แบบ ดังนี้

- 1.1 ข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or Essay Test) เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้และความคิดเห็นของแต่ละคน
- 1.2 ข้อสอบแบบกาถูก-กาผิด (True-false Test) เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่ และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่ จริง-ไม่จริง เหมือน-ต่างกัน เป็นต้น

1.3 ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion Test) เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์ แล้วให้เติมคำหรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้ เพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง

1.4 ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ (Short Answer Test) ข้อสอบประเภทนี้คล้ายกับข้อสอบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ ข้อสอบเติมคำเป็นประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์ แล้วให้ผู้ตอบเป็นคนเขียนคำตอบที่ต้องการจะสั้นและกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง

1.5 ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching Test) เป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีคำหรือข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่า แต่ละข้อความในชุดหนึ่ง (ตัวยื่น) จะจับคู่กับคำหรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้

1.6 ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) คำถามแบบเลือกคำตอบโดยทั่วไปจะประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกนี้ จะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณา แล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่น ๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่ดีนิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกัน คูณกัน จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมดแต่ความจริงมีน้ำหนักรวมกันน้อยต่างกัน

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไปแบบทดสอบชนิดนี้จะต้องผ่านการวิเคราะห์แล้วว่ามีความน่าเชื่อถือ มีมาตรฐาน คือ มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ และมาตรฐานในวิธีการแปลความหมายคะแนน

แบบทดสอบมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่มีคุณลักษณะความเป็นมาตรฐาน 2 ประเภท คือ

2.1 มาตรฐานในวิธีดำเนินการสอบ หมายถึง ไม่ว่าจะนำแบบสอบนี้ไปใช้ที่ไหน เมื่อไหร่ ต้องดำเนินการในการสอบเหมือนกันหมด แบบสอบนี้จะมีคู่มือซึ่งจะบอกว่าการใช้แบบสอบนี้ต้องทำอย่างไร

2.2 มาตรฐานการให้คะแนน แบบสอบประเภทนี้มีเกณฑ์ปกติไว้สำหรับใช้ในการเปรียบเทียบคะแนน เพื่อจะบอกว่าการที่ผู้สอบได้คะแนนอย่างหนึ่งอย่างใด หมายถึงว่ามีความสามารถอย่างไร

บุญชม ศรีสะอาด (2552, หน้า 57) ได้แบ่งแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นตาม จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ ที่กำหนดหรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้
2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm Referenced Test) เป็นแบบทดสอบที่มีมุ่งสร้างเพื่อวัดให้ ครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความสามารถในการจำแนกผู้สอบตาม ความเก่งอ่อนได้ดีเป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้ การรายงานผลการสอบ คะแนนมาตรฐาน ซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมายแสดงถึงสถานภาพความสามารถ ของบุคคลนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ที่ใช้กลุ่มเปรียบเทียบ

ราตรี นันทสุนทร (2553) ได้แบ่งประเภทแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการ (Achievement test) เป็นแบบทดสอบที่วัดเนื้อหา วิชาการต่าง ๆ ที่มีการเรียนการสอนในสถานศึกษา ซึ่งส่วนใหญ่จะวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย คือ วัดด้านความรู้ ความสามารถ
2. แบบทดสอบภาคปฏิบัติ (Performance test) เป็นแบบทดสอบที่วัดพฤติกรรม ด้านทักษะพิสัย ทักษะการปฏิบัติ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในงานวิจัย นี้ผู้วิจัยเลือกเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนคาราสุมทร เป็นแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์ สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ และเป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) หรือปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยแบบทดสอบนี้ครอบคลุมพฤติกรรมการณ์การเรียนรู้ 6 ด้าน ตามแนวคิด ของบลูมและคณะฉบับปรับปรุง (Bloom, 2001 อ้างถึงใน พิศิษฐ ตันชาวนิช 2557, หน้า 13-25) ได้แก่ 1) การจำ (Remembering) 2) ความเข้าใจ (Understanding) 3) การปรับใช้ (Applying) 4) การวิเคราะห์ (Analyzing) 5) การประเมิน (Evaluation) และ 6) การสร้างสรรค์ (Creating) เพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อน-หลัง และหลังเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ได้รับจัดการ เรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2548, หน้า 97) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

1. การวิเคราะห์หลักสูตรและการสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร การสร้างแบบทดสอบควรเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์หลักสูตร และการสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด ตารางวิเคราะห์หลักสูตรจะใช้เป็นกรอบในการออกข้อสอบ โดยระบุจำนวนข้อสอบในแต่ละเรื่อง และพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดได้
2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนที่ผู้สอนมุ่งหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ซึ่งผู้สอนจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน และการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง โดยการศึกษาตารางวิเคราะห์หลักสูตร และจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของข้อสอบที่จะใช้วัดว่าจะ เป็นแบบใด โดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน แล้วศึกษาวิธีเขียนข้อสอบชนิดนั้นให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักและวิธีการเขียนข้อสอบ
4. เขียนข้อสอบ ผู้ออกข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร และให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยอาศัยหลักและวิธีการเขียนข้อสอบที่ได้ศึกษามาแล้ว
5. ตรวจสอบข้อสอบ เพื่อให้ข้อสอบที่เขียนไว้มีความถูกต้องตามหลักวิชา มีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาทบทวนตรวจสอบข้อสอบอีกครั้งก่อนที่จะจัดพิมพ์ และนำไปใช้ต่อไป
6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง เมื่อตรวจสอบข้อสอบเสร็จแล้วให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมด จัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับทดลองโดยมีคำชี้แจง หรือคำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ (direction) และจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม
7. ทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ การทดลองและวิเคราะห์ข้อสอบเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับกลุ่มที่ต้องการสอบจริง แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ โดยสภาพการปฏิบัติจริงของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียน มักไม่ค่อยมีการทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ ส่วนใหญ่นำแบบทดสอบไปใช้ทดสอบแล้วจึงวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อปรับปรุงข้อสอบและนำไปใช้ในครั้งต่อไป

8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ หากพบว่าข้อใดไม่มีคุณภาพ หรือมีคุณภาพไม่ดีพอ อาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้น แล้วจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่จะนำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

จากการศึกษาขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนหลัก 8 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การวิเคราะห์หลักสูตรและการสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร 2) กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ 3) กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีการสร้าง 4) เขียนข้อสอบ 5) ตรวจสอบข้อสอบ 6) จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง 7) ทดสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ และ 8) จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง สามารถนำขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปใช้เป็นแนวทางในงานวิจัยครั้งนี้ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อให้ได้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาที่มีคุณภาพ และผ่านการปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมาย

คุณลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี

งานง พรายเข้มแข (2535, หน้า 29-30) ได้กล่าวว่าแบบทดสอบที่ดี ไม่ใช่จะทำหน้าที่ประเมินผลอย่างเดียวแต่จะทำหน้าที่ส่งเสริมการเรียนรู้อีกด้วย ดังนั้น การสร้างจึงต้องยึดหลักลักษณะของแบบทดสอบที่ดี ดังนี้

1. เทียงตรง ได้แก่ แบบทดสอบที่สามารถทำหน้าที่วัดสิ่งที่เราต้องการจะวัดได้อย่างถูกต้องตรงตามความมุ่งหมาย กล่าวคือ คะแนนจากการสอบนั้นสามารถให้ความหมายแก่เราได้ตามที่เราปรารถนา จะเห็นได้ว่าความเที่ยงนี้ย่อมขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของเรื่องที่เราจะวัดเป็นสำคัญซึ่งวัตถุประสงค์นี้เราถือว่าเป็นตัว “ เกณฑ์ ” (Criteria) ดังนั้น ข้อสอบใดมีความสัมพันธ์กับเกณฑ์มากก็ถือว่ามีความเที่ยงตรงมาก สัมพันธ์น้อยก็ถือว่ามีความเที่ยงตรงน้อย ความเที่ยงตรงแบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

- 1.1 เทียงตรงของเนื้อหา หมายถึง การออกข้อสอบตรงตามเนื้อเรื่อง เนื้อหาวิชาที่หลักสูตรกำหนดไว้อย่างครอบคลุมและทั่วถึง นั่นคือ สอนเรื่องไหนต้องสอบวัดเรื่องนั้น
- 1.2 เทียงตรงตามโครงสร้าง หมายถึง การออกข้อสอบที่เราสามารถจะวัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ได้ตรงตามที่หลักสูตรกำหนดไว้ในจุดมุ่งหมาย
- 1.3 เทียงตรงตามสภาพ หมายถึง แบบทดสอบนั้นช่วยให้เรากะประมาณสถานภาพอันแท้จริงของเด็กในปัจจุบันได้ถูกต้องปานใด หรืออาจจะกล่าวอีกหนึ่งได้ว่าแบบทดสอบนั้นสามารถจำแนกเด็กออกเป็นประเภท ๆ ได้ถูกต้องตามสภาพความเป็นจริงของเขาในปัจจุบันนั่นเอง

1.4 ความเที่ยงตรงพยากรณ์ หมายถึง แบบทดสอบซึ่งคะแนนได้สอดคล้องกับผลการเรียนในภายหน้าหรือผลสำเร็จในอนาคตของเด็กนั่นเอง

2. ยุติธรรม คือ โจทย์คำถามไม่เปิดช่องให้เด็กฉลาดใช้ไหวพริบเดาถูก และไม่เปิดโอกาสให้เด็กเกียจคร้านตอบได้ นั่นคือ ข้อสอบต้องครอบคลุมหลักสูตรทั้งเนื้อหาวิชาและสมรรถภาพสมอง

3. งามลึก คือ คำถามนั้นจะไม่ถามแต่เพียงความรู้ ความจำ หรือเนื้อหาความรู้ผิว ๆ ตามตำรา แต่จะถามให้เด็กนำความรู้ที่ไปวิเคราะห์ วิเคราะห์ และใช้สถานการณ์จริง ๆ ดังนั้น ข้อทดสอบจึงควรถามความลึกซึ่งของวิชาการตามแนวคิ่งมากกว่าแนวกว้าง

4. ชั่วยุติ คือ เป็นคำถามที่สามารถปลูกให้เด็กตื่นเต้น มีล่อมีชน กระจายที่จะลองสอบ ทำให้เด็กเกิดความคิดว่า ตัวเองต้องเตรียมตัวให้เรียนดีขึ้นอย่างไร

5. จำเพาะเจาะจง คือ ทั้งคำถามและคำตอบมุ่งถามเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างชัดเจน ไม่กำกวม ไม่ถามแบบครอบจักรวาล

6. ปรนัย ปรนัยในที่นี้ไม่ใช่แบบหรือรูปร่างของข้อสอบ แต่เป็นคุณสมบัติของข้อสอบ กล่าวคือ ข้อสอบที่เป็นปรนัยต้องมีคุณสมบัติ 3 ประการ ดังต่อไปนี้

6.1 ต้องเข้าใจคำถามตรงกัน คือ คำถามต้องชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจเหมือนกันหมด

6.2 ต้องตรวจได้คะแนนตรงกัน คือ มีมาตรฐานการให้คะแนนเป็นหลัก แม้ใครจะมาตรวจก็คน ๆ ก็ต้องได้คะแนนเท่ากัน

6.3 ต้องแปลความหมายของคะแนนอย่างแจ่มชัด คือ ต้องบอกได้อย่างถูกต้อง ว่าการที่ได้มากได้น้อยกว่านั้นเป็นเพราะเหตุใด คะแนนที่ได้นั้นต้องไม่คลุมเครือ

7. มีประสิทธิภาพ คือ สามารถให้คะแนนเที่ยงตรงและเชื่อถือมากที่สุด ภายในเวลาที่สอบน้อยที่สุดโดยไม่เปลืองแรงงาน และเปลืองเงินน้อยที่สุดด้วย

8. ยากง่ายพอเหมาะ คือ ข้อทดสอบแต่ละข้อมีความยากง่ายใกล้เคียง .05 และข้อสอบนั้นสามารถให้คะแนนเฉลี่ยของเด็กทั้งห้องราว ๆ 50% ของคะแนนเต็ม หรือสูงกว่านั้นเล็กน้อย

9. มีอำนาจจำแนก คือ เป็นข้อสอบที่สามารถแยกเด็กเก่ง และเด็กอ่อนออกจากกันได้จริง คือ ไม่มีค่าอำนาจการจำแนกตั้งแต่ .02 ขึ้นไป

10. ต้องเชื่อมั่นได้ คือ ข้อสอบที่สามารถให้คะแนนได้คงที่ กล่าวคือสอบกี่ครั้ง ๆ ก็ได้คะแนนปาน ๆ กันทุกครั้ง

ในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีควรยึดหลักลักษณะของแบบทดสอบ 10 ประการ ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เพื่อให้ได้แบบทดสอบที่สามารถวัดสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้อง มีความเที่ยงตรง ข้อสอบมีความครอบคลุมหลักสูตรทั้งเนื้อหาและสมรรถภาพ

สมอง ทั้งคำถามและคำตอบมีความชัดเจนไม่กำกวม มีความเป็นปรนัย กล่าวคือ ต้องเข้าใจตรงกัน ต้องตรวจได้คะแนนตรงกัน และต้องแปลความหมายของคะแนนอย่างแจ่มชัดไม่คลุมเครือ เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีประสิทธิภาพ มีความยากง่ายพอเหมาะ มีอำนาจจำแนกโดยสามารถแยกเด็กเก่งและเด็กอ่อนออกจากกันได้ มีความเชื่อมั่นได้

พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

ความหมายของพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

คำว่า “ พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ” มาจากการรวมกันของคำว่า “ พฤติกรรม ” และ คำว่า “ การทำงานกลุ่ม ” ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของพฤติกรรม และการทำงานกลุ่ม ดังนี้

อารี พันธุ์ณี (2534, หน้า 15) ได้กล่าวว่า พฤติกรรม หมายถึง กิจกรรมหรือการกระทำ ของอินทรีย์ที่บุคคลสามารถสังเกตเห็น ได้รู้ได้ หรือใช้เครื่องมือต่าง ๆ วัดหรือตรวจสอบได้

สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต (2536, หน้า 2) ได้กล่าวว่า พฤติกรรม หมายถึง สิ่งที่บุคคลกระทำ แสดงออก ตอบสนองหรือโต้ตอบสิ่งหนึ่งสิ่งใดในสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่งที่สามารถสังเกตเห็น ได้ ได้ยิน นับได้ อีกทั้งวัดได้ตรงด้วยเครื่องมือที่เป็นวัตถุ ไม่ว่าจะการแสดงออก หรือการตอบสนอง นั้นเป็นภายใน หรือภายนอกก็ตาม

ลักขณา สรวิวัฒน์ (2544) ได้ให้ความหมายของพฤติกรรม ไว้ว่า หมายถึง การกระทำ ซึ่งเป็นการแสดงออกถึงความรู้สึนึกคิด ความต้องการของจิตใจที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้าซึ่งอาจจะ สังเกตเห็นได้โดยทางตรงและทางอ้อม บางลักษณะอาจสังเกตได้โดยไม่ใช้เครื่องมือช่วย หรือต้องใช้ เครื่องมือช่วย

ทิสนา แคมมณี (2545, หน้า 10) ได้กล่าวถึงการทำงานกลุ่ม หมายถึง การที่บุคคลตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ร่วมกันทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยมีเป้าหมายร่วมกัน และทุกคนมีบทบาทในการช่วย ดำเนินงานของกลุ่ม มีการติดต่อสื่อสาร ประสานงาน และตัดสินใจร่วมกัน เพื่อให้งานบรรลุ ผลสำเร็จตามเป้าหมายเพื่อประโยชน์ร่วมกันของกลุ่ม

สุขสันต์ หัตถสาร (2549) ได้กล่าวว่า การทำงานกลุ่มเป็นวิธีการเรียนการสอน ที่ประกอบด้วยเนื้อหา การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ และแบบประเมินผลกระบวนการทำงาน ของกลุ่มให้แก่สมาชิกกลุ่ม ผู้เรียนมีความรับผิดชอบตามบทบาทหน้าที่ในการทำงานของกลุ่ม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ใช้หลักการสื่อสารในการทำงาน โดยเป้าหมาย ของกลุ่มร่วมกัน

อำนาจ แสงสว่าง (2540, หน้า 144) ได้กล่าวถึงการทำงานกลุ่ม หมายถึง กลุ่มบุคคล ที่จัดตั้ง โดยมีวัตถุประสงค์เดียวกัน เพื่อทำงานร่วมกัน มีเป้าหมายเดียวกัน เพื่อต้องการความสำเร็จ ในการทำงาน

วัชรา เล่าเรียนดี (2553, หน้า 187) ได้ให้ความหมายของพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม (Group working behaviors) ไว้ว่า การแสดงออกด้วยคำพูดและการปฏิบัติ เพื่อให้งานกลุ่ม ประสบความสำเร็จสูงสุด ซึ่งในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกันนั้น สมาชิกกลุ่มทุกคนต้องยอมรับ ว่าผลงานกลุ่มหรือผลสำเร็จของงานกลุ่มทุกครั้งนั้นเป็นผลงานของทุกคน ทุกคนในกลุ่มมีความ รับผิดชอบเท่าเทียมกันต่อผลงานกลุ่ม ทุกคนในกลุ่มจึงต้องมีส่วนร่วมในการคิด ปฏิบัติ ยอมรับ ความคิดเห็นของเพื่อน ร่วมเสนอและปฏิบัติด้วยความเต็มใจ

จากความหมายดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม หมายถึง กระบวนการที่ผู้เรียนใช้ในการทำงาน โดยมีเป้าหมายร่วมกัน มีความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แสดงความคิดเห็นรวมถึงแลกเปลี่ยนประสบการณ์ซึ่งกันและกัน โดยสมาชิกทุกคนภายในกลุ่มต้องรู้จักบทบาทและหน้าที่ของตนเอง เพื่อนำกลุ่มไปสู่เป้าหมาย ที่กำหนดไว้ร่วมกัน

ทฤษฎีการทำงานกลุ่ม

ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของ “กลุ่มสัมพันธ์” มีหลายทฤษฎี ได้แก่ (Cartwright & Zander, 1968; Shaw, M., 1971; Foresyth, 1990 อ้างอิงใน ทิศนา แคมณี, 2545, หน้า 6-9)

1. ทฤษฎีสถานม (Field Theory) ของเคิร์ท เลวิน (Kurt Lewin) ทฤษฎีนี้มีแนวคิดที่สำคัญสรุปได้ ดังนี้
 - 1.1 โครงสร้างของกลุ่มเกิดจากการรวมกลุ่มของบุคคลที่มีลักษณะแตกต่างกัน
 - 1.2 ในการรวมกลุ่มแต่ละครั้ง สมาชิกในกลุ่มจะมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันในรูปแบบของการกระทำ (act) ความรู้สึก (feel) และความคิด (think)
 - 1.3 องค์ประกอบต่าง ๆ มีผลต่อโครงสร้างของกลุ่ม ซึ่งจะมีลักษณะแตกต่างกันออกไปตามลักษณะของสมาชิกในกลุ่ม
 - 1.4 สมาชิกในกลุ่มจะมีการปรับตัวเข้าหากันและพยายามช่วยกันทำงาน ซึ่งการที่บุคคลพยายามปรับตัว จะก่อให้เกิดความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน (cohesion) และทำให้เกิดพลังหรือแรงผลักดันที่ทำให้กลุ่มสามารถดำเนินงานไปได้ด้วยดี
2. ทฤษฎีปฏิสัมพันธ์ (Interaction Theory) ของเบลล์ (Bales) โฮมาน (Homans) และไวท์ (Whyte) โดยแนวคิดพื้นฐานของทฤษฎีนี้ คือ

2.1 ปฏิสัมพันธ์ในกลุ่มจะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยการกระทำกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง (Activity)

2.2 ปฏิสัมพันธ์ คือ

2.2.1 ปฏิสัมพันธ์ทางร่างกาย (Physical Interaction)

2.2.2 ปฏิสัมพันธ์ทางวาจา (Verbal Interaction)

2.2.3 ปฏิสัมพันธ์ทางอารมณ์จิตใจ (Emotional Interaction)

2.3 กิจกรรมต่าง ๆ ที่กระทำผ่านการมีปฏิสัมพันธ์นี้จะก่อให้เกิดอารมณ์และความรู้สึก (Sentiment)

3. ทฤษฎีระบบ (System Theory) ทฤษฎีนี้มีแนวคิดสำคัญ คือ

3.1 กลุ่มมีโครงสร้างหรือระบบ ซึ่งประกอบด้วยกำหนัดบทบาทหน้าที่ของสมาชิก และการแสดงบทบาทของสมาชิกอันถือว่าการลงทุน (Input) เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ (Output) อย่างใดอย่างหนึ่ง

3.2 การแสดงบทบาทหน้าที่ของสมาชิกกระทำได้โดยผ่านทางระบบสื่อสาร (Communication) ซึ่งเป็นเครื่องมือในการแสดงออก

4. ทฤษฎีสังคมมิติ (Sociometric Orientation) ของโมเรโน (Moreno) ทฤษฎีนี้มีแนวคิดที่สำคัญ ดังนี้

4.1 ขอบเขตการกระทำของกลุ่มขึ้นอยู่กับ การตัดสินใจของสมาชิกในกลุ่มในการเลือกรูปแบบและวิธีการที่จะปฏิสัมพันธ์ต่อกัน (Interpersonal Choice)

4.2 เครื่องมือที่สามารถนำมาใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ได้ดี คือ การแสดงบทบาทสมมติ (Role Playing) และการใช้เครื่องมือวัดสังคมมิติ (Sociometric Test)

5. ทฤษฎีจิตวิเคราะห์ (Psychoanalytic Orientation) ของซิกมันด์ ฟรอยด์ (Sigmund Freud) ทฤษฎีนี้มีแนวคิดที่สำคัญ คือ

5.1 เมื่อบุคคลอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม จะต้องอาศัยกระบวนการจูงใจ (Motivation Process) ซึ่งอาจเป็นการให้รางวัล หรือการได้รับผลจากการทำงานในกลุ่ม

5.2 ในการรวมกลุ่ม บุคคลมีโอกาสดแสดงตนอย่างเปิดเผย หรือพยายามป้องกันปิดบังตนเองโดยวิธีต่าง ๆ (Defense Mechanism) การช่วยให้บุคคลแสดงออกตามความเป็นจริง โดยใช้วิธีการบำบัดทางจิต (Therapy) สามารถช่วยให้สมาชิกในกลุ่มเกิดความเข้าใจในตนเองและผู้อื่นได้ดียิ่งขึ้น

6. ทฤษฎีจิตวิทยาทั่วไป (General Psychology) ทฤษฎีนี้มีแนวคิดว่าการใช้หลักจิตวิทยาต่าง ๆ เช่น จิตวิทยาการเรียนรู้ การเรียนรู้ ความคิด ความเข้าใจ การให้แรงจูงใจ ฯลฯ สามารถช่วยให้เข้าใจพฤติกรรมของบุคคล

7. ทฤษฎีบุคลิกภาพของกลุ่ม (Group Syntality Theory) ของแคทเทล (Cattell) ทฤษฎีนี้อาศัยหลักจากทฤษฎีการเสริมแรง (Reinforcement Theory) คือ กฎแห่งผล (Law of Effect) เพื่ออธิบายพฤติกรรมของกลุ่ม แนวคิดในทฤษฎีนี้ประกอบด้วย

7.1 ลักษณะของกลุ่มโดยทั่วไป มีดังนี้

7.1.1 กลุ่มแต่ละกลุ่มมีสมาชิกซึ่งมีบุคลิกภาพเฉพาะตัว (Population Traits) ได้แก่ สติปัญญา ทัศนคติ บุคลิกภาพ เป็นต้น

7.1.2 กลุ่มแต่ละกลุ่มมีบุคลิกภาพเฉพาะกลุ่ม (Syntality Traits หรือ Personality Traits) ซึ่งเป็นผลจากสมาชิกกลุ่มที่มีลักษณะแตกต่างกันออกไป บุคลิกภาพของกลุ่ม ได้แก่ ความสามารถของกลุ่มที่มีอยู่ การกระทำของสมาชิกร่วมกัน การตัดสินใจ รวมทั้งพฤติกรรมหรือการแสดงออกของสมาชิก เป็นต้น

7.1.3 กลุ่มแต่ละกลุ่มมีโครงสร้างภายในเฉพาะตน (Characteristic of Internal Structure) ซึ่งหมายถึงความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก และแบบแผนหรือลักษณะในการรวมกลุ่ม

7.2 พลวัตอันเกิดจากบุคลิกภาพของกลุ่ม (Dynamics of Syntality) หมายถึง การแสดงกิจกรรมหรือความร่วมมือของสมาชิกในกลุ่มเพื่อจุดมุ่งหมายอย่างใดอย่างหนึ่ง การกระทำของสมาชิกมีลักษณะ 2 ประการ คือ

7.2.1 ลักษณะที่ทำให้กลุ่มรวมกันได้ (Maintenance Synergy) หมายถึง ลักษณะของความร่วมมือในการกระทำกิจกรรมของสมาชิกแต่ละกลุ่ม เพื่อให้ความสัมพันธ์ของสมาชิกเป็นไปได้อย่างราบรื่น และก่อให้เกิดความสามัคคี ร่วมแรงร่วมใจเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน (cohesion) ซึ่งทำให้กลุ่มไม่แตกแยกหรือมีสมาชิกถอนตัวออกจากกลุ่ม

8. ทฤษฎีสัมฤทธิ์ผลของกลุ่ม (A Theory of Group Achievement) โดยสโตกคิลล์ (Stogdill) ได้อธิบายทฤษฎีนี้ไว้ว่า สัมฤทธิ์ผลของกลุ่มโดยทั่วไปมี 3 ด้าน คือ

8.1 การลงทุนของสมาชิก (Member Inputs) เมื่อบุคคลมารวมกลุ่มกัน ต่างคนต่างจะแสดงออกและมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น รวมทั้งคาดหวังการตอบสนองตามความคิดเห็น และความเข้าใจของตน ซึ่งการกระทำต่าง ๆ ของสมาชิกกลุ่มถือเป็นการลงทุนของสมาชิก

8.2 โครงสร้างและผลสัมฤทธิ์ของกลุ่ม

8.2.1 โครงสร้างอย่างเป็นทางการ (Formal Structure) คือ สิ่งที่คาดหวังจากการมีปฏิสัมพันธ์ของสมาชิก เช่น การกำหนดตำแหน่งให้แก่สมาชิกแต่ละคนให้มีฐานะ และหน้าที่ตามที่

ควรจะเป็น เพื่อให้สมาชิกกระทำและตอบสนองตามที่คาดหวังไว้ และทำให้ผลของการทำงานเป็นจริงขึ้นมาได้

8.2.2 โครงสร้างเกี่ยวกับบทบาทของสมาชิก (Role Structure) คือ โครงสร้างของกลุ่มที่เชื่อว่าจะมีอยู่ภายในตัวสมาชิกแต่ละคน สมาชิกแต่ละคนจะมีอิสระที่จะแสดงบทบาทของตนได้อย่างเต็มที่ บทบาทที่กล่าวถึง ได้แก่ ความรับผิดชอบ (Responsibility) และอำนาจ (Authority) ในการทำตามตำแหน่งหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

8.3 ผลงานของกลุ่ม (Group Outputs) หรือสัมฤทธิ์ผลของกลุ่ม (Group Achievement) หมายถึง ผลที่ได้รับจากการลงทุนของสมาชิกซึ่งได้แก่การแสดงออก การปฏิสัมพันธ์ และการคาดหวังผล โดยผ่านการแสดงออกตาม โครงสร้างและการกระทำของกลุ่ม ผลที่ได้รับมี 3 ประการคือ

ก. ผลของการทำงาน (Productivity) ซึ่งเกิดจากความคาดหวังหรืออุดมมุ่งหมาย และการกระทำเพื่อให้บรรลุอุดมมุ่งหมาย

ข. ขวัญกำลังใจของกลุ่ม (Group Morale) หากกลุ่มมีโครงสร้างและกระบวนการที่ดี ขวัญและกำลังใจของกลุ่มจะมีมากขึ้น

ค. ความสามัคคี หรือการยึดเหนี่ยวเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน (Cohesion) เป็นผลที่เกิดขึ้นจากความพอใจของสมาชิกกลุ่มในการทำงานร่วมกัน

สัมฤทธิ์ผลของกลุ่มดังกล่าว เป็นผลที่เกิดจากการลงทุนของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม ซึ่งหมายถึง การแสดงออกของสมาชิกแต่ละคน การมีปฏิสัมพันธ์ของสมาชิก ความรับผิดชอบของสมาชิก การใช้อำนาจของผู้นำ บทบาทหน้าที่ของสมาชิก ทั้งที่เป็นทางการและที่เป็นบทบาทเฉพาะตน การคิดและตัดสินใจร่วมกันของสมาชิกกลุ่ม เป็นต้น

9. ทฤษฎีพื้นฐานความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล (Fundamental Interpersonal Relations Orientations) ชูทซ์ (Schutz) อธิบายทฤษฎีนี้ไว้ว่า สมาชิกกลุ่มทุกคนมีความต้องการที่จะเชื่อมโยงสัมพันธ์กับผู้อื่น ต้องการที่จะเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่ม/หมู่/คณะ (Inclusion) ต้องการที่จะได้รับการยอมรับนับถือและการยกย่องจากผู้อื่น นอกจากนั้นยังต้องการที่จะเป็นที่รักของบุคคลอื่น (Affection) และในขณะเดียวกันก็ต้องการที่จะมีอำนาจเหนือผู้อื่น ควบคุมผู้อื่น (Control) บุคคลแต่ละคนมีรูปแบบหรือลักษณะเฉพาะในการปฏิสัมพันธ์เชื่อมโยงและปรับตัวให้เข้ากับผู้อื่น ซึ่งความสัมพันธ์นั้นอาจเป็นไปในลักษณะที่เข้ากันได้ (Compatibility) หรือเข้ากันไม่ได้ (Incompatibility) ขึ้นกับความสัมพันธ์และการปรับตัวของสมาชิกในกลุ่ม

จากทฤษฎีการทำงานกลุ่มที่ได้กล่าวมา มีส่วนช่วยให้การทำงานกลุ่มพัฒนาขึ้นตามลำดับ เช่น กระบวนการของกลุ่ม ผู้นำและสมาชิกกลุ่ม พฤติกรรมกลุ่ม และธรรมชาติของกลุ่ม ความรู้เหล่านี้ได้นำไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางรวมถึงในวงการของการศึกษาคด้วย

องค์ประกอบที่สำคัญในการทำงานกลุ่ม

สงวน สุทธิเลิศอรุณ (2543, หน้า 255) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการทำงานกลุ่มที่สำคัญ 4 ด้าน ดังนี้

1. ผู้นำ จะต้องมียุคุณลักษณะผู้นำที่ดี ได้แก่
 - 1.1 ฉลาด
 - 1.2 มีลักษณะเป็นผู้ใหญ่ มีเหตุผล
 - 1.3 มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
 - 1.4 มีมนุษยสัมพันธ์ดี
2. สมาชิก สมาชิกในกลุ่มจะต้องยึดคุณลักษณะที่สำคัญ 3 ประการ
 - 2.1 มีความตั้งใจในการทำงาน
 - 2.2 มีทักษะในการทำงาน
 - 2.3 มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี
3. งานจะต้องจัดสรรงานให้ลงตัว คือ
 - 3.1 กำหนดเป้าหมายให้ชัดเจน
 - 3.2 กำหนดวัน เวลา การปฏิบัติงานหรือกำหนดงานแล้วเสร็จเวลาใดให้แน่นอน
4. ระบบงาน ผู้นำจะต้องระบบงานให้ดี คือ
 - 4.1 กำหนดเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของงานให้ชัดเจน
 - 4.2 แบ่งงานตามหน้าที่และความรับผิดชอบ
 - 4.3 จัดระบบติดต่อสื่อสารที่ดี
 - 4.4 จัดระบบการบริหารงานแบบจัดการคุณภาพรวม
 - 4.5 จัดให้มีการประชุมตามวัน เวลา ที่กำหนดเป็นประจำ
 - 4.6 จัดให้มีระบบการประเมินผลที่ดี

ทิสนา แคมมณี (2545, หน้า 12-13) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญในการทำงานกลุ่มซึ่งขาดไม่ได้มี 3 องค์ประกอบหลัก ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านผู้นำ ผู้นำนับเป็นบุคคลที่สำคัญมากในการดำเนินงานของกลุ่มใดขาดผู้นำก็ยากที่จะทำงานให้ประสบความสำเร็จ เพราะขาดแกนกลางที่สำคัญที่จะเป็นฟันเฟืองในการช่วยให้กลุ่มดำเนินงาน หากกลุ่มใดมีผู้นำที่มีคุณสมบัติที่ดี รู้และเข้าใจในบทบาทหน้าที่

ของตน และมีทักษะในการปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่นั้นแล้ว ก็นับได้ว่ากลุ่มนั้นมีแนวโน้มที่จะประสบความสำเร็จสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากผู้นำนั้นมีลักษณะผู้นำที่ดี และสามารถใช้ภาวะผู้นำได้เหมาะสมกับสถานการณ์แล้ว กลุ่มนั้นก็ย่อมบรรลุเป้าหมายได้อย่างราบรื่นและรวดเร็ว

2. องค์ประกอบด้านบทบาทสมาชิก ในการทำงานเป็นกลุ่มใด ๆ ก็ตาม หากกลุ่มมีผู้นำที่ดีถึงแม้ว่าจะดีเพียงใดก็ตาม แต่ถ้าสมาชิกกลุ่มขาดความเข้าใจในบทบาทหน้าที่ของตน และไม่ปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ของสมาชิกที่ดี กลุ่มนั้นจะทำงานให้บรรลุผลสำเร็จได้ยาก เพราะการทำงานเป็นกลุ่มต้องอาศัยความร่วมมือร่วมใจจากผู้ร่วมงานทุกคนเป็นสำคัญ ดังนั้นสมาชิกกลุ่มจึงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่จะช่วยให้การทำงานเป็นกลุ่มบรรลุเป้าหมาย หากสมาชิกกลุ่มทุกคนตระหนักในความสำคัญของตน และพยายามปฏิบัติตนในการทำงานในฐานะสมาชิกที่ดีของกลุ่ม การดำเนินงานของกลุ่มก็จะสามารถประสบความสำเร็จได้อย่างรวดเร็ว

3. องค์ประกอบด้านกระบวนการทำงาน กลุ่มใดก็ตาม หากมีผู้นำที่ดี มีสมาชิกกลุ่มที่เข้าใจและช่วยกลุ่มตามบทบาทหน้าที่ของตนอย่างเต็มใจแล้ว กลุ่มนั้นก็จะมีแนวโน้มที่จะดำเนินไปได้ดี อย่างไรก็ตามถึงแม้คนจะดีสักเพียงใด แต่กระบวนการดำเนินงานไม่เหมาะสม ผลงานของกลุ่มก็อาจไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้นกระบวนการทำงานจึงนับเป็นองค์ประกอบที่มีอิทธิพลยิ่งต่อการทำงานร่วมกัน กลุ่มใดมีความเข้าใจกระบวนการทำงานที่ดีและสามารถปฏิบัติได้อย่างเหมาะสม กลุ่มนั้นก็มักจะประสบความสำเร็จในการทำงาน

จากองค์ประกอบที่สำคัญในการทำงานกลุ่มสามารถสรุปได้ว่า การทำงานเป็นกลุ่มจะมีประสิทธิภาพและประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงใด จะต้องมียุทธศาสตร์หลักที่สำคัญในการทำงานกลุ่ม คือ ผู้นำกลุ่ม สมาชิกกลุ่ม และกระบวนการทำงานกลุ่มซึ่งลักษณะสำคัญของผู้นำจะต้องรู้และเข้าใจบทบาทหน้าที่ของตน สามารถใช้ภาวะผู้นำให้เหมาะสมกับสถานการณ์ มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี ส่วนสมาชิกของกลุ่มต้องมีความเข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเอง มีความตั้งใจทำงาน มีความสามัคคี และร่วมกันวางแผน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของกลุ่ม และนอกจากนี้ต้องมีกระบวนการในการทำงานกลุ่มที่ดี มีการวางแผนการทำงาน กำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมายให้มีความเข้าใจตรงกัน เพื่อไม่ให้มีปัญหาต่อการบรรลุเป้าหมายของกลุ่ม หากกลุ่มใดมีผู้นำที่ดี มีสมาชิกที่ดีและมีกระบวนการทำงานที่ดี กลุ่มนั้นก็มีโอกาสที่จะประสบความสำเร็จสูง

ทักษะสำคัญในการทำงานกลุ่ม

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงทักษะสำคัญในการทำงานกลุ่มไว้ ดังนี้

ทิสนา แคมมณี และเขาวพา เดชะคุปต์ (2531, หน้า 36-37) ได้กล่าวถึงทักษะที่สำคัญ

ในการทำงานกลุ่มไว้ 8 ประการ ดังนี้

1. ทักษะการวางแผน ทั้งผู้นำและสมาชิกต้องวางแผนภายใต้การนำและควบคุมของผู้นำ
2. ทักษะการสื่อความหมาย การสื่อความหมายที่สมบูรณ์มีองค์ประกอบ 3 ประการ คือ ผู้พูด ผู้ฟังและสื่อ ดังนั้น สมาชิกทุกคนจึงต้องมีทักษะที่สำคัญ คือ ทักษะการพูด ทักษะการฟัง ทักษะการเขียน และทักษะการอ่าน สำหรับทักษะการพูดและทักษะการฟังมีความสำคัญมากในการทำงานกลุ่ม
3. ทักษะการจูงใจ ระหว่างการทำงานหรืออภิปราย บรรยากาศของการทำงานกลุ่มบ่งชี้สำคัญ เช่น ยิ้มแย้มแจ่มใสต่อกัน ยอมรับซึ่งกันและกัน กล่าวชมเชย และดีเพื่อเกื้อแก่กันและกัน สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นแรงจูงใจในการทำงานกลุ่ม
4. ทักษะการตัดสินใจ กระบวนการตัดสินใจเป็นขั้นทักษะสำคัญที่มีผลต่อการดำเนินงาน เพื่อให้กลุ่มบรรลุเป้าหมายมี 7 ขั้นตอน ดังนี้
 - 4.1 พยายามศึกษาเรื่องที่จะตัดสินใจที่สามารถเป็นไปได้อย่างละเอียด
 - 4.2 พยายามสำรวจเป้าหมายและคุณค่าที่เกิดจากการตัดสินใจในเรื่องนั้น
 - 4.3 พยายามชั่งน้ำหนักระหว่างคุณค่า และข้อเสียที่เกิดขึ้นเมื่อการตัดสินใจเลือกเรื่องใดเรื่องหนึ่ง
 - 4.4 พยายามค้นคว้าข้อมูลใหม่ที่เกี่ยวข้องเพื่อประเมินผลการเลือก
 - 4.5 พยายามทำความเข้าใจอย่างถูกต้องเกี่ยวกับข้อมูลใหม่ที่ได้มาเพื่อสามารถตัดสินใจ
 - 4.6 สำรวจข้อดี ข้อบกพร่องเป็นครั้งสุดท้ายก่อนการตัดสินใจ
 - 4.7 จัดทำรายละเอียดสำหรับการนำเรื่องที่ได้รับการตัดสินใจไปใช้ และให้ความสนใจเป็นพิเศษในการวางแผนการทำงาน เพราะอาจมีข้อเสียต่าง ๆ มากมายเกิดขึ้นได้
5. ทักษะในการแก้ปัญหาความขัดแย้ง เมื่อสถานการณ์เกิดขึ้นในตนเอง บุคคลจำเป็นต้องตัดสินใจเลือกระหว่างสิ่งที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน โดยคู่กรณีไม่อาจตัดสินใจได้ หรือหาข้อยุติได้ของทั้ง 2 ฝ่ายได้สาเหตุข้อขัดแย้งระหว่างบุคคลซึ่งมีสาเหตุมาจากความคิดเห็นแตกต่างกัน การรับรู้ต่างกัน มีอคติต่อกัน ผลประโยชน์ขัดกัน เป็นต้น ซึ่งพื้นฐานของการแก้ความขัดแย้งมี 3 วิธี ดังนี้
 - 5.1 ยุทธวิธีแบบแพ้ – ชนะ คือ การแก้ปัญหาแบบนี้มักจะยุติที่ฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งเป็นผู้แพ้หรือผู้ชนะ

5.2 ยุทธวิธีแบบแพ้ – แพ้ คือ การแก้ปัญหาแบบนี้ผู้คิดตรงที่ทั้ง 2 ฝ่ายได้ตามที่ต้องการ มักใช้วิธีแบบอ้อมหอมหรืออาจให้คนช่วยตัดสินใจซึ่งอาจเป็นแพ้ - แพ้ หรือชนะ – แพ้ก็ได้

5.3 ยุทธวิธีแบบชนะ – ชนะ คือ การที่ทั้ง 2 ฝ่ายต่างก็ได้ตามที่ตนเองต้องการ โดยวิธีการร่วมมือกันแก้ปัญหา และพยายามหาวิธีการที่จะสามารถช่วยทั้ง 2 ฝ่าย ไม่มีฝ่ายใดแพ้ฝ่ายใดชนะ

6. ทักษะการแก้ปัญหา การรวมกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่มนั้นประสบความสำเร็จมากกว่า

6.1 การแก้ปัญหาเพียงคนเดียว วิธีการแก้ปัญหามีหลายวิธีแต่การแก้ปัญหานั้นต้องอาศัยวิธีการที่มีระบบระเบียบซึ่งการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพนั้น จะต้องรู้และเข้าใจปัญหาอย่างถ่องแท้ มีการรวบรวมความรู้และข้อมูล ข้อเท็จจริง หลักการต่าง ๆ เพื่อประกอบการวางแผนแนวทางแก้ปัญหาแล้วประเมินผลการแก้ปัญหา

7. ทักษะการประเมินผลการทำงานกลุ่ม การประเมินผลงานนั้นพิจารณาได้ทั้งคุณภาพของงานที่ปรากฏและคุณภาพของผู้ร่วมงาน ซึ่งทั้งสองส่วนนี้มีอิทธิพลต่อกัน ถ้าผู้ร่วมงานมีคุณภาพดีจะได้งานที่มีคุณภาพดี ถ้าผู้ร่วมงานไม่ดีก็จะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของงานให้ไม่ดี

8. ทักษะการนำเสนอผลงาน การนำเสนอผลงานเป็นขั้นสุดท้าย เป็นการถ่ายทอดเรื่องราวตลอดจนวิธีการต่าง ๆ ไปยังผู้ฟัง ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและกรรมวิธีที่สามารถโน้มน้าวให้ผู้ฟังเข้าใจอย่างชัดเจนและรวดเร็ว

อำนาจ แน่นอุดร (2553, หน้า 51) ได้ศึกษากระบวนการทำงานของผู้เรียน 4 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 ด้านบทบาทการเป็นผู้นำ ประกอบด้วย

1. การปฏิบัติหน้าที่ผู้นำด้วยความรับผิดชอบ
2. การดูแลให้สมาชิกแสดงความคิดเห็นได้ทั่วถึง
3. การแบ่งให้สมาชิกในกลุ่มได้ทำงานทั่วทุกคน
4. การให้กำลังใจเพื่อนสมาชิกในการทำงาน
5. การพูดทบทวนและสรุปให้ตรงประเด็น

ด้านที่ 2 ด้านบทบาทการเป็นสมาชิก ประกอบด้วย

1. กระตือรือร้นที่จะร่วมทำงานกับผู้อื่น
2. สนใจและตั้งใจฟังขณะที่มีการแสดงความคิดเห็น
3. การให้ความร่วมมือในการปฏิบัติกิจกรรม
4. รู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเองและสมาชิกในกลุ่ม
5. สามารถอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มเข้าใจได้ชัดเจน

ด้านที่ 3 ด้านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม ประกอบด้วย

1. มีการประชุมวางแผนการทำงาน
2. สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการทำงานตามแผน
3. งานที่รับผิดชอบสำเร็จตามเป้าหมายและเวลากำหนด
4. มีการหลอมรวมแนวคิดและแนวทางทำงานเป็นหนึ่งเดียว
5. มีการสรุปร่วมกันหลังจากที่ทำงานสำเร็จ

ด้านที่ 4 ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของกลุ่ม ประกอบด้วย

1. ไม่ทำเสียงดังรบกวนผู้อื่น
2. มีมารยาทในการฟังและการพูด
3. มีการอภิปราย แสดงความคิดเห็นในกลุ่ม
4. เคารพและยอมรับความคิดเห็นของผู้ร่วมงานในกลุ่ม
5. มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทำงานกลุ่ม

นิพิฐพร โกมลิตติกศักดิ์ (2553, หน้า 8-9) ได้ศึกษาทักษะการทำงานกลุ่มของผู้เรียน 6 ด้าน

ดังนี้

1. ด้านการวางแผนงาน
2. ด้านการอภิปรายกลุ่ม
3. ด้านการปฏิบัติงาน
4. ด้านการเสนอผลงาน
5. ด้านความสัมพันธ์ในกลุ่ม
6. ด้านมารยาททั่วไปในการทำงานกลุ่ม

จอห์นสันและจอห์นสัน (Johnson and Johnson, 1990) ได้กล่าวถึงทักษะสำคัญในการทำงานกลุ่ม ดังนี้

1. การสร้างความคุ้นเคยในการทำงานกลุ่ม ไว้วางใจ และยอมรับซึ่งกันและกัน
2. การสื่อสาร การสื่อความหมายที่ชัดเจนถูกต้อง ยอมรับความคิดเห็นซึ่งกันและกัน
3. การสนับสนุนช่วยเหลือให้กำลังใจซึ่งกันและกัน เข้าใจข้อโต้แย้งระหว่างสมาชิกกลุ่ม
4. การหาข้อยุติของกลุ่ม เข้าใจข้อโต้แย้งระหว่างสมาชิกกลุ่ม

จากทักษะในการทำงานกลุ่มที่กล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่ามีหลายปัจจัยที่ทำให้การทำงานกลุ่มมีประสิทธิภาพ สามารถทำให้บรรลุวัตถุประสงค์การทำงานกลุ่มได้ โดยงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้การประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม สามารถวัดได้จากแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มที่สามารถสังเกตได้ 5 ด้าน ซึ่งคัดแปลงจากแนวคิดของทิสนา แคมณี (2545, หน้า 226-227)

ได้แก่ 1) ด้านการวางแผน 2) ด้านการอธิบายและแสดงความคิดเห็นในกลุ่ม 3) ด้านการนำเสนอผลงาน 4) ด้านการปฏิบัติงาน และ 5) ด้านมารยาททั่วไปในการทำงานกลุ่ม เป็นแบบมาตรฐานประมาณค่าการปฏิบัติ (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 25 ข้อ โดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย 1 ท่าน เป็นผู้สังเกตและประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียน

การประเมินทักษะการทำงานกลุ่ม

การประเมินทักษะกระบวนการกลุ่มเป็นด้านที่วัดได้ยาก เนื่องจากมีกระบวนการที่ยุ่งยากและใช้เวลานาน ในการประเมินจึงต้องอาศัยการสังเกตพฤติกรรมและบันทึกลงในแบบสังเกตพฤติกรรม เพื่อให้ทราบทักษะการทำงานร่วมกันของสมาชิกในกลุ่มพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้ประเมินจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการวัดและประเมินทักษะกระบวนการกลุ่ม โดยมีนักการศึกษาได้กล่าวถึงการประเมินทักษะกระบวนการกลุ่มไว้ ดังนี้

1. ความหมายของการสังเกต

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2548, หน้า 79) ได้กล่าวว่า การสังเกตเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ในลักษณะของการเฝ้าดู ศึกษาเหตุการณ์ ปรากฏการณ์ เพื่อให้เข้าใจพฤติกรรมของสิ่งที่เราต้องการศึกษาอาจเป็น ลักษณะบุคลิกภาพ การใช้คำพูด ภาษาท่าทาง กิจกรรม ทักษะและความสามารถ รวมทั้งสภาพแวดล้อมต่าง ๆ การสังเกตแบ่งออกเป็น 2 ประเภท แบ่งตามโครงสร้าง คือ

1. การสังเกตแบบมีโครงสร้าง (Structured observation) เป็นการสังเกตที่ได้กำหนดเรื่องราว หรือขอบเขตของเนื้อหาไว้ล่วงหน้าแน่นอนว่าจะสังเกตพฤติกรรม หรือปรากฏการณ์อะไรมีการเตรียมเครื่องมือที่จะใช้ประกอบการสังเกตล่วงหน้า

2. การสังเกตแบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured observation) เป็นการสังเกตที่ไม่มีมีการกำหนดเรื่องราว หรือพฤติกรรมใดไว้ล่วงหน้า เป็นการสังเกตอิสระไม่มีการควบคุมเครื่องมือ

2. เครื่องมือประกอบการสังเกต

ทิสนา แคมมณี (2545, หน้า 224) ได้กล่าวว่า การวัดและการประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มในการวัดผลต้องอาศัยการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน รวมทั้งการวิเคราะห์และประเมินพฤติกรรมแต่ละพฤติกรรม โดยมีแนวทางการวัดและประเมินทักษะการทำงานกลุ่ม ดังนี้

1. กำหนดสถานการณ์การทำงานกลุ่มให้ผู้เรียนร่วมกันทำงาน สถานการณ์นั้นควรเป็นสถานการณ์ที่เอื้อให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่ต้องการวัด

2. ให้ผู้เรียนได้ดำเนินงานร่วมกัน โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนคิดหมายเลขประจำตัวไว้เพื่อสะดวกในการสังเกตและบันทึกพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกตามลำดับ และตามความเป็นจริง ทั้งนี้ควรมีการอัดเทปการพูดสื่อสารของกลุ่มไว้เพื่อใช้ในการตรวจสอบข้อมูล

3. กำหนดหรือระบุรายการพฤติกรรมการทำงานกลุ่มที่ต้องการวัดพร้อมทั้งกำหนดน้ำหนักคะแนนของแต่ละพฤติกรรม

4. นำบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียนที่บันทึกได้มาวิเคราะห์ว่าพฤติกรรมนั้น ๆ ตรงกับรายการพฤติกรรมที่ต้องการวัดอะไรบ้างและได้น้ำหนักคะแนนเท่าไร erto ไปจึงประเมินคุณภาพของพฤติกรรมหรือทักษะนั้น ๆ แล้วนำคะแนน x คะแนนคุณภาพได้เป็นคะแนนรวมของแต่ละพฤติกรรมเมื่อนำคะแนนทั้งหมดมารวมกันก็จะได้เป็นคะแนนรวมของกลุ่ม

กังวล เทียนกัณฑ์เทศน์ (2540, หน้า 152) กล่าวว่า แบบวัดผลที่ใช้บันทึกพฤติกรรมจากการสังเกตมี 4 ประเภท ดังนี้

1. ระเบียบสะสมบุคคล มีลักษณะเป็นการบันทึกพฤติกรรมของแต่ละบุคคล โดยทั่วไปผู้วัดต้องสังเกตพฤติกรรมเป็นระยะ ๆ ไปเป็นรายบุคคลจนกระทั่งเห็นว่าเพียงพอที่จะให้เห็นพฤติกรรมนั้นชัดเจน ระเบียบสะสมส่วนบุคคลจะเป็นการบันทึกพฤติกรรมอันเป็นผลมาจากการศึกษาด้านการปรับตัวของบุคคลในสังคม

2. แบบสำรวจ เป็นระบบที่จัดเตรียมไว้แล้ว ซึ่งมีลักษณะเป็นประโยคข้อความที่เกี่ยวกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยตรวจพฤติกรรมว่ามีหรือไม่มี ตามที่ผู้วัดหรือผู้ใช้แบบสำรวจสังเกตได้

3. การจัดระดับคุณภาพ ผู้ใช้แบบการจัดการจัดระดับคุณภาพนี้จะเป็นผู้สังเกตคุณภาพหรือลักษณะที่สังเกตได้แล้วกำหนดคุณลักษณะคุณภาพเหล่านั้น เช่น มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด เหมาะสำหรับการวัดการพูด การแสดงพฤติกรรมในระหว่างการเรียน และความร่วมมือในการทำงาน

4. เทคนิคสังคมมิติ เทคนิคนี้เป็นวิธีการที่ใช้สังเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลในกลุ่มกับกลุ่ม หรือการศึกษากลุ่มเพื่อนในชั้นเรียน ซึ่งกลุ่มเพื่อนมีอิทธิพลต่อค่านิยมต่อบรรยากาศของกลุ่มหรือโครงสร้างของกลุ่ม โดยครูจะเป็นผู้กำหนดสถานการณ์

จากการศึกษาการประเมินทักษะการทำงานกลุ่ม ผู้วิจัยได้ใช้การประเมินทักษะการทำงานกลุ่มโดยใช้แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มที่สามารถสังเกตได้จากพฤติกรรมของนักเรียน 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการวางแผน 2) ด้านการอภิปราย 3) ด้านการนำเสนอผลงาน 4) ด้านการปฏิบัติงาน และ 5) ด้านมารยาททั่วไปในการทำงานกลุ่ม โดยมีครูและผู้ช่วยวิจัย 1 ท่านเป็นผู้บันทึกข้อมูลที่เกิดขึ้นจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในขณะที่ได้รับจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค

จิกซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มและกำหนดเกณฑ์การประเมินตามกรอบแนวคิดของทิสนา เขมมณี (2545, หน้า 226-227) และมีการปรับใช้ให้เข้ากับงานวิจัยในครั้งนี้ มีรายละเอียดดังตารางที่ 2-9

ตารางที่ 2-9 แสดงรายการประเมินและพฤติกรรมบ่งชี้ทักษะการทำงานกลุ่มของนักเรียน

รายการประเมิน	พฤติกรรมบ่งชี้ทักษะการทำงานกลุ่ม
1. ด้านการวางแผน	1.1 ริเริ่มความคิดให้แก่กลุ่ม 1.2 เสนอหรือช่วยวางระเบียบในการทำงาน 1.3 ทำความเข้าใจในจุดประสงค์ของงาน 1.4 ปรึกษากันและระบุงานที่จะต้องทำ 1.5 ปรึกษากันว่าจะทำงานด้วยวิธีใด 1.6 ปรึกษากันว่าจะทำงานเป็นลำดับขั้นตอนอย่างไร 1.7 แบ่งงานให้ทุกคนในกลุ่มอย่างทั่วถึง 1.8 แบ่งงานโดยคำนึงถึงความสามารถ ความถนัด หรือความต้องการ
2. ด้านการอภิปราย	2.1 ให้ความคิดเห็นหรือข้อมูลแก่กลุ่ม 2.2 ให้เหตุผลประกอบการแสดงความคิดเห็น 2.3 แสดงความสนใจต่อการพูดคุยปรึกษาหารือกันของกลุ่ม 2.4 ฟังความคิดเห็นของผู้อื่น 2.5 พิจารณาความคิดเห็นของผู้อื่น 2.6 กระตุ้นผู้อื่นให้แสดงความคิดเห็น และช่วยกลุ่ม 2.7 สนับสนุนผู้อื่นเมื่อเห็นด้วย 2.8 คัดค้านผู้อื่นอย่างมีเหตุผล 2.9 ช่วยกลุ่มไม่ให้พูดออกนอกเรื่องที่กำลังทำอยู่ 2.10 ประสานความคิดเห็นของสมาชิกกลุ่ม 2.11 สรุปผลงานของกลุ่ม 2.12 สร้างบรรยากาศที่ดีให้แก่กลุ่ม

ตารางที่ 2-9 (ต่อ)

รายการประเมิน	พฤติกรรมบ่งชี้ทักษะการทำงานกลุ่ม
3. ด้านการนำเสนอผลงาน	3.1 เสนอผลงานได้ถูกต้องตามข้อสรุปของกลุ่ม 3.2 เสนอผลงานด้วยวิธีการที่ทำให้กลุ่มอื่น ๆ สนใจ
4. ด้านการปฏิบัติงาน	4.1 ทำความเข้าใจเกี่ยวกับงานและหน้าที่ของตนก่อนลงมือทำงาน 4.2 หัวหน้ากลุ่มดูแลเอาใจใส่ช่วยเหลือสมาชิกกลุ่มขณะปฏิบัติงาน 4.3 หัวหน้ากลุ่มให้กำลังใจ ยกย่อง ชมเชย สมาชิกกลุ่ม 4.4 หัวหน้ากลุ่มให้คำตักเตือน/แนะนำแก่สมาชิกกลุ่ม 4.5 รักษาระเบียบในการทำงาน 4.6 รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายจนสำเร็จ 4.7 ให้ความช่วยเหลือและความร่วมมือแก่กลุ่ม 4.8 ช่วยเหลือสมาชิกอื่น นอกเหนือจากงานในหน้าที่ของตน 4.9 ตรวจสอบผลงาน 4.10 หัวหน้าควบคุมกลุ่มให้ทำงานจนบรรลุเป้าหมาย
5. ด้านคุณสมบัติทั่วไป	5.1 พูดสื่อความหมายได้ชัดเจน 5.2 รักษามารยาทในการพูด 5.3 รักษามารยาทในการฟัง 5.4 ปรับความเข้าใจกับสมาชิกอื่น ๆ เมื่อมีการเข้าใจผิดหรือเข้าใจไม่ตรงกัน 5.5 แสดงความเคารพและให้เกียรติสมาชิกอื่น 5.6 ควบคุมอารมณ์ได้ 5.7 ตัดสินใจโดยใช้เหตุผลเป็นหลัก 5.8 เมื่อกลุ่มลงมติอย่างใดแล้ว ยอมรับมตินั้น และทำตามมตินั้น

จิตวิทยาศาสตร์

ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์ หรือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, หน้า 12) ได้ให้ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นความรู้สึกลึกซึ้ง การกระทำ ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งนักวิทยาศาสตร์จะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือแก้ปัญหาทางอื่น ๆ เพื่อศึกษาความรู้ให้ได้ผลดี

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2543, หน้า 2) ได้ให้ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นการที่ผู้เรียนมีความรู้สึกนึกคิดที่ก่อให้เกิดจินตภาพ และคุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็นเป็นพฤติกรรม ซึ่งได้แก่ ความเป็นผู้ช่างสังเกต ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุผล ความใจกว้าง ความเพียรพยายาม ความซื่อสัตย์ ความรอบคอบ

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2546, หน้า 11) ได้ให้ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นความรู้สึกลึกซึ้งของบุคคลที่มีการคิด การกระทำ และการตัดสินใจในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถปรากฏเป็นพฤติกรรมที่สำคัญ คือ ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น รอบคอบ อดทน ซื่อสัตย์ ความมีเหตุผล ความรับผิดชอบ ความใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และการทำงานร่วมกันกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2551, หน้า 106) ได้ให้ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดจากการศึกษาหาความรู้ โดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยคุณลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่นอดทน รอบคอบ รับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่น

นพมณี เชื้อวชิรินทร์ (2556, หน้า 6) ได้ให้ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นสิ่งที่ทำหน้าที่รู้ คิดและนึก โดยใช้การสังเกตร่วมกับการค้นคว้าจากปรากฏการณ์ และพฤติกรรมของสรรพสิ่งทั้งหลายที่มีอยู่ในธรรมชาติ แล้วนำมาจัดให้เป็นระเบียบ ซึ่งจะแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคลขึ้นอยู่กับความสามารถในการคิดและหาเหตุผล ระดับการศึกษา การได้รับการฝึกอบรม การมีเจตคติที่ดีหรือความรู้สึกลึกซึ้งที่ดีต่อสิ่งที่กำลังสังเกตหรือค้นคว้า ตลอดจนรวมถึงคุณธรรมในการนำผลหรือความรู้จากการทดลอง ค้นคว้าและชำนาญในด้านต่าง ๆ ไปใช้

จากความหมายของจิตวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า จิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่ผู้เรียนมีความรู้สึกนึกคิด หรือลักษณะนิสัย พฤติกรรมซึ่งเกิดจากการแสวงหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความเป็นคนช่างสังเกต ความมีเหตุผล รอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความมุ่งมั่นอดทน การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็น ของผู้อื่น ความเพียรพยายาม

ลักษณะของบุคคลที่มีจิตวิทยาศาสตร์

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, หน้า 12-13) ได้กล่าวถึงจิตวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์จะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการแก้ปัญหาอื่น ๆ เพื่อให้ การศึกษาหาความรู้ได้ผลดี ซึ่งขึ้นอยู่กับความคิด การกระทำที่อาจเป็นอุปนิสัยของนักวิทยาศาสตร์ ผู้ นั้น ความรู้สึกนึกคิดดังกล่าวนี้จัดเป็นจิตวิทยาศาสตร์ และผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ควรมีลักษณะ ดังนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็น นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นคนที่มีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับ ปรากฏการณ์ธรรมชาติ เพื่อหาคำตอบที่มีเหตุผลในข้อปัญหาต่าง ๆ และจะมีความยินดีมากที่ได้ ค้นพบความรู้ใหม่
2. ความเพียรพยายาม นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นคนที่มีความเพียรพยายามไม่ท้อถอย เมื่อมีอุปสรรค หรือมีความล้มเหลวในการทำการทดลอง มีความตั้งใจแน่วแน่ต้องการเสาะแสวงหา ความรู้ เมื่อได้คำตอบที่ไม่ถูกต้องก็จะ ได้ทราบว่ามีวิธีเดิมใช้ไม่ได้ ต้องหาแนวทางในการแก้ปัญหา ใหม่และความล้มเหลวที่เกิดขึ้นถือว่าเป็นข้อมูลที่ต้องบันทึกไว้
3. ความมีเหตุผล นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีเหตุผล ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐาน หรือข้อมูลเพียงพอ อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลหาความสัมพันธ์ของเหตุ และผลที่ เกิดขึ้นตรวจสอบความถูกต้อง สมเหตุสมผลของแนวคิดต่าง ๆ กับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ แสวงหา หลักฐานและข้อมูล จากการสังเกต หรือการทดลอง เพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านคำอธิบาย มีหลักฐานข้อมูลเพียงพอเสมอจะสรุปผล เห็นคุณค่าของการใช้เหตุผล ยินดีให้มีการพิสูจน์ ตามเหตุผล ข้อเท็จจริง
4. ความซื่อสัตย์ นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นคนที่มีความซื่อสัตย์ บันทึกข้อมูลตามความเป็น จริงด้วยความละเอียดถูกต้อง ผู้อื่นสามารถตรวจสอบได้ภายหลัง เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูล ตามความเป็นจริง
5. ความรอบคอบและยอมรับ ซึ่งมีประโยชน์ในการวางแผนการทำงานและจัดระบบ การทำงานนำวิธีการหลาย ๆ วิธีมาตรวจสอบผลการทดลอง ไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์ ละเอียดถี่ถ้วน ในการทำงาน ทำงานอย่างมีระเบียบ มีความละเอียดรอบคอบก่อนการตัดสินใจ

6. ความมีใจกว้าง นักวิทยาศาสตร์ต้องมีความใจกว้าง รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น โดยไม่ยึดในความคิดของตนฝ่ายเดียว ยอมรับการเปลี่ยนแปลง ยอมรับการพิจารณาข้อมูลความคิดเห็นที่ยังไม่ได้แน่นอน และพร้อมที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติม

พิมพันธ์ เตะชะคุปต์ และวรรณทิพา รอดแรงคำ (2542, หน้า 8) ได้กล่าวว่าคุณลักษณะของบุคคลที่มีจิตวิทยาาสตร์ไว้ ดังนี้

1. มีเหตุผล
2. มีความอยากรู้อยากเห็น
3. มีความใจกว้าง
4. ซื่อสัตย์ และมีใจเป็นกลาง
5. มีความเพียรพยายาม
6. มีการคิดรอบคอบก่อนตัดสินใจ

สรศักดิ์ แพรดำ (2544, หน้า 20-21) ได้จำแนกคุณลักษณะสำคัญของบุคคลที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 9 ประการ ดังนี้

1. ความมีเหตุ
 - 1.1 อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล
 - 1.2 หาความสัมพันธ์ของเหตุผลที่เกิดขึ้น
 - 1.3 มีหลักฐานข้อมูลอย่างเพียงพอ
 - 1.4 เห็นคุณค่าในการใช้เหตุผล
2. ความอยากรู้อยากเห็น
 - 2.1 ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง
 - 2.2 กระตือรือร้นที่จะแสวงหาความรู้ และประสบการณ์ใหม่อยู่เสมอ
 - 2.3 แสวงหาความรู้ด้วยวิธีต่าง ๆ
 - 2.4 ตระหนักถึงความสำคัญของการแสวงหาความรู้เพิ่มเติม
3. ความรับผิดชอบ
 - 3.1 ปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายจนเสร็จสิ้นและตรงเวลา
 - 3.2 ใช้และเก็บรักษาวัสดุอุปกรณ์อย่างมีระบบระเบียบและปลอดภัย
 - 3.3 ปฏิบัติการทดลองหรือกิจกรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องจนสิ้นสุดกระบวนการ
 - 3.4 ไม่ย่อท้อเมื่อทำงานมีอุปสรรคหรือล้มเหลว

4. ความร่วมมือในการทำงาน
 - 4.1 ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้และอาสาในการทำงาน
 - 4.2 สละเวลาในการทำงานและการศึกษาค้นคว้า
 - 4.3 มีความอดทน ความพยายาม และร่วมกิจกรรมด้วยความชื่นชม
 - 4.4 มีความตั้งใจแน่วแน่ต่อการเสาะแสวงหาความรู้
5. ความใจกว้าง
 - 5.1 รับฟังความคิดเห็นคำวิพากษ์วิจารณ์ หรือข้อขัดแย้ง
 - 5.2 ยอมรับความเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าใหม่ ๆ
 - 5.3 ยอมเปลี่ยนความคิดเห็นเมื่อผู้อื่นมีเหตุผลดีกว่า
 - 5.4 ปรับปรุงงานออกแบบการทดลองและสรุปเมื่อมีข้อมูลที่ดีกว่า
6. ความซื่อสัตย์
 - 6.1 รายงานหรือนำเสนอผลการทดลองหรือการศึกษาตามความเป็นจริง
 - 6.2 ปฏิบัติกิจกรรมตามข้อกำหนดและควบคุมตัวแปรอย่างรัดกุม
 - 6.3 บันทึกข้อมูลตามความจริงและละเอียดถูกต้อง
 - 6.4 เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลตามความจริง
7. ความมีระเบียบรอบคอบ
 - 7.1 ปฏิบัติตามระเบียบข้อตกลงหรือกติกาของกลุ่มห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ
 - 7.2 ปฏิบัติการทดลองด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
 - 7.3 ปฏิบัติการทดลองตามคำแนะนำในบทปฏิบัติการ
 - 7.4 ใช้วิจารณญาณก่อนที่จะตัดสินใจใด ๆ
8. ประหยัด
 - 8.1 เลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมห่างยวราคาถูก
 - 8.2 ใช้วัสดุอุปกรณ์อย่างประหยัด
 - 8.3 ซ่อมแซมและบำรุงรักษาวัสดุอุปกรณ์
 - 8.4 ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์
9. ความคิดสร้างสรรค์
 - 9.1 ออกแบบการทดลองการบันทึกผลและการรายงานการทดลอง
 - 9.2 สร้างหรือจัดหาวัสดุอุปกรณ์ทดแทนได้อย่างหลากหลายและประหยัด
 - 9.3 ตั้งคำถามบอกระโยชน์และคาดคะเนในสิ่งที่เกิดขึ้นมากที่สุดจากสถานการณ์
 - 9.4 เป็นนักทดลองนักคิดค้นนักพยากรณ์นักเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (2546, หน้า 137-139) ได้สรุปลักษณะของเจตคติทางวิทยาศาสตร์หรือจิตวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. ความสนใจใฝ่รู้หรืออยากรู้อยากเห็น
 - 1.1 มีความใส่ใจและพอใจใครควรจะสืบเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์ และปัญหาใหม่ ๆ อยู่เสมอ
 - 1.2 มีความกระตือรือร้นต่อกิจกรรมและเรื่องต่าง ๆ
 - 1.3 ชอบทดลองค้นคว้า
 - 1.4 ชอบสนทนา ซักถาม ฟัง อ่าน เพื่อให้ได้ความรู้เพิ่มขึ้น
2. ความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่น อดทน และเพียรพยายาม
 - 2.1 ยอมรับผลการกระทำของตนเองไม่ว่าจะเป็นผลดีหรือผลเสีย
 - 2.2 ทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สมบูรณ์ตามกำหนดและตรงต่อเวลา
 - 2.3 เว้นการกระทำอันเป็นผลเสียหยาตต่อส่วนรวม
 - 2.4 ทำงานเต็มความสามารถ
 - 2.5 ไม่ทอดขยในการทำงานเมื่อมีอุปสรรคหรือล้มเหลว
 - 2.6 มีความอดทนแม้การดำเนินการแก้ปัญหาจะยุ่งยากและใช้เวลา
3. ความมีเหตุผล
 - 3.1 ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐาน หรือข้อมูลมาสนับสนุนเพียงพอ
 - 3.2 พยายามอธิบายสิ่งต่าง ๆ ในแง่เหตุและผล ไม่เชื่อโชคกลางหรือคำทำนายที่สามารถมาอธิบายตามวิธีทางวิทยาศาสตร์ได้
 - 3.3 อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล
 - 3.4 ตรวจสอบความถูกต้อง หรือความสมเหตุสมผลกับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้
 - 3.5 รวบรวมข้อมูลเพียงพอก่อนที่จะลงข้อสรุปเรื่องราวต่าง ๆ
4. ความมีระเบียบและรอบคอบ
 - 4.1 เห็นคุณค่าของความมีระเบียบและรอบคอบ
 - 4.2 นำวิธีการหลาย ๆ วิธี มาตรวจสอบผลหรือวิธีการทดลอง
 - 4.3 มีการใคร่ครวญ ไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์
 - 4.4 มีความละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน
 - 4.5 มีการวางแผนการทำงานและจัดระบบการทำงาน
 - 4.6 ตรวจสอบความเรียบร้อย หรือคุณภาพของเครื่องมือก่อนการทดลอง
 - 4.7 ทำงานอย่างมีระเบียบเรียบร้อย

5. ความซื่อสัตย์

- 5.1 เสนอความจริงถึงแม้ผลจะแตกต่างจากผู้อื่น
- 5.2 เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง
- 5.3 บันทึกข้อมูลตามความจริง และไม่ใช้ความคิดเห็นของตนเอง
- 5.4 ไม่แอบอ้างผลงานของผู้อื่นว่าเป็นผลงานของตนเอง

6. ความใจกว้าง ร่วมแสดงความคิดเห็น และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

- 6.1 รับฟังวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้ง หรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น
- 6.2 ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเอง และยอมรับการเปลี่ยนแปลง
- 6.3 รับฟังความคิดเห็นที่ตนเองยังไม่เข้าใจพร้อมที่จะทำความเข้าใจ
- 6.4 ยอมพิจารณาข้อมูลหรือความคิดที่ยังสรุปแน่นอนไม่ได้ และพร้อมที่จะหาข้อมูล

เพิ่มเติม

นพพนธ์ เชื้อวัชรินทร์ (2556, หน้า 6-7) ได้สรุปลักษณะอุปนิสัยของผู้มีจิตวิทยาศาสตร์ว่าจิตวิทยาศาสตร์เป็นกลุ่มลักษณะเชิงซ้อนของความนึกคิดเชิงตรรกะ ซึ่งสามารถบรรยายออกมาเป็นลักษณะหลายแง่มุมของอุปนิสัย ดังนี้

1. มุ่งมั่นในการค้นหาคำตอบปัญหาในจิตใจ
2. มุ่งมั่นที่จะร่วมมือกันทำงานให้สำเร็จ
3. มีจิตวิญญาณของการสร้างสรรค์สิ่งแปลกใหม่
4. มีความกระตือรือร้นที่จะรับฟังการวิพากษ์วิจารณ์
5. มีจิตวิญญาณของการคิดแหวกแนว
6. อดทนทำความเข้าใจในงาน ความคิดเห็นที่เกี่ยวข้อง
7. มุ่งแสวงหาความร่วมมือร่วมใจ
8. มุ่งสร้างสรรค์เรื่องราวที่เกี่ยวกับความรู้ ความสามารถของมนุษย์
9. ความอดทนพยายามฟันฝ่าอุปสรรค ความยากลำบากเพื่อให้ประสบความสำเร็จ

ทั้งในแง่การรักษาความสมานฉันท์ การยอมสูญเสียเงินอย่างประหยัด สมเหตุสมผลและการรักษาความเป็นหนึ่งเดียว

10. มีจิตวิญญาณของการสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ บนความรู้เดิมที่พบว่ามีอยู่ก่อนหน้านี้อยู่แล้ว
11. มีจิตวิญญาณของการวางโครงสร้าง เริ่มตั้งแต่วางรากฐานและค่อย ๆ ต่อเติมจนเป็นรูปร่างชัดเจนสมบูรณ์ หรือมีจิตวิญญาณของการสร้างความเชื่อมั่น ความไว้วางใจ

Collete (1973, pp. 187) ได้กล่าวถึงผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. มีความอยากรู้อยากเห็น
2. ไม่ตัดสินใจอย่างรวดเร็ว จะเก็บข้อสงสัยไว้จนกว่ามีหลักฐานพิสูจน์ได้
3. มีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น โดยไม่อคติ
4. มีการตัดสินใจอย่างวิจิวเคราะห์พิจารณาอย่างรอบคอบก่อนตัดสินใจ
5. มีความเป็นปรนัยยึดความถูกต้องตามความเป็นจริงเป็นหลัก
6. มีความเชื่อในเกียรติยศ ซื่อตรง
7. มีความถ่อมตนไม่โอ้อวด

จากการศึกษาลักษณะของบุคคลที่มีจิตวิทยาศาสตร์สามารถสรุปได้ว่า คุณลักษณะของบุคคลที่มีจิตวิทยาศาสตร์จะทำให้การศึกษาหาความรู้ได้ผลดี โดยพฤติกรรมเกิดจากการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ลักษณะของบุคคลที่มีจิตวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยคุณลักษณะ 6 ด้าน ซึ่งได้ใช้กรอบแนวทางคุณลักษณะของบุคคลที่มีจิตวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 137-139) ได้แก่

1) ความสนใจใฝ่รู้ 2) ความรับผิดชอบ 3) ความมีระเบียบรอบคอบ 4) ความมีเหตุผล 5) ความซื่อสัตย์ และ 6) ความใจกว้าง สามารถวัดได้จากแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ จำนวน 30 ข้อ โดยนักเรียนประเมินตนเองมีรายละเอียด ดังนี้

1. ความสนใจใฝ่รู้ หมายถึง คุณลักษณะของบุคคลที่มีการสืบเสาะหาความรู้ใหม่ ๆ อยู่เสมอมีความแสดงความอยากรู้อยากเห็น ชอบซักถาม รวมทั้งพยายามศึกษาค้นคว้าเพื่อหาคำตอบที่ให้เหตุผลเมื่อเกิดปัญหา หรือข้อสงสัย มีความกระตือรือร้นในการเสาะแสวงหาข้อมูลที่ตนเองสนใจ

- 1.1 มีสืบเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์และปัญหาใหม่ ๆ อยู่เสมอ
- 1.2 มีความกระตือรือร้นที่จะแสวงหาความรู้และประสบการณ์ใหม่อยู่เสมอ
- 1.3 ชอบทดลองค้นคว้า
- 1.4 ชอบสนทนา ซักถาม ฟัง อ่าน เพื่อให้ได้ความรู้เพิ่มขึ้น
- 1.5 ศึกษา ค้นคว้าเพิ่มเติมอย่างเป็นระบบต่อเนื่อง

2. ความรับผิดชอบ มุ่งมั่นอดทนและเพียรพยายาม หมายถึง คุณลักษณะของบุคคลที่มีความมุ่งมั่นตั้งใจที่จะปฏิบัติงานให้สำเร็จด้วยดี มีความละเอียดรอบคอบ แม้จะต้องใช้เวลาหรือมีอุปสรรค สามารถยอมรับผลการกระทำของตนเองทั้งผลดีและผลเสียได้

- 2.1 ทำงานอย่างเต็มความสามารถ
- 2.2 ทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สมบูรณ์ตามกำหนดและตรงต่อเวลา
- 2.3 ไม่ทอดทิ้งในการทำงาน เมื่อมีอุปสรรคหรือลំเลว
- 2.4 ยอมรับในผลการกระทำของตนเอง
- 2.5 มีความอดทนแม้การดำเนินการแก้ปัญหาจะยุ่งยากและใช้เวลา

3. ความมีระเบียบรอบคอบ หมายถึง คุณลักษณะของบุคคลที่มีการวางแผนการทำงาน ทำงานอย่างเป็นระบบ มีการไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์อย่างละเอียดถี่ถ้วน มีการเก็บรวบรวมข้อมูล ที่เชื่อถือได้ให้เพียงพอก่อนที่จะตัดสินใจหรือสรุปทันที

- 3.1 ทำงานอย่างมีระเบียบ มีความเรียบร้อย
- 3.2 มีการใคร่ครวญ ไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์
- 3.3 วางแผนการทำงานและจัดระบบการทำงาน
- 3.4 รวบรวมข้อมูลที่น่าเชื่อถืออย่างเพียงพอที่จะลงข้อสรุปเรื่องราวต่าง ๆ
- 3.5 อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล
- 3.6 นำวิธีการหลาย ๆ วิธี มาตรวจสอบผลหรือวิธีการทดลอง
- 3.7 ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนเพียงพอ
- 3.8 เห็นคุณค่าของความมีระเบียบรอบคอบ

4. ความมีเหตุผล หมายถึง คุณลักษณะของบุคคลที่มีเหตุผล อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล รู้จักแสวงหาข้อมูลหลักฐาน จากการสังเกต หรือการทดลอง เพื่อหาความ สัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น ตรวจสอบความถูกต้อง มีข้อมูลจากแหล่งที่เชื่อถือได้อย่าง เพียงพอก่อนที่จะตัดสินใจหรือสรุป

- 4.1 รวบรวมข้อมูลอย่างเพียงพอตัดสินใจหรือลงข้อสรุป
- 4.2 หาความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น
- 4.3 อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล
- 4.4 ตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผล กับแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ
- 4.5 ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนเพียงพอ
- 4.6 เสาะแสวงหาหลักฐานหรือข้อมูลจากการสังเกต หรือการทดลองเพื่อสนับสนุน

คำอธิบาย

- 4.7 พยายามอธิบายสิ่งต่าง ๆ ในแง่เหตุและผล ไม่เชื่อเรื่อง โชคลางหรือคำทำนาย ที่ไม่สามารถอธิบายวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้
- 4.8 เห็นคุณค่าของการใช้เหตุและผล

5. ความซื่อสัตย์ หมายถึง คุณลักษณะของบุคคลที่นำเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง ปราศจากความลำเอียงหรือมีอคติ มีความหนักแน่นต่อผลที่ได้จากการพิสูจน์ บันทึกข้อมูลตามความเป็นจริงผู้อื่นสามารถตรวจสอบได้

- 5.1 เสนอความจริงถึงแม้ผลจะแตกต่างจากผู้อื่น
- 5.2 เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง
- 5.3 บันทึกข้อมูลตามความจริงและไม่ใช้ความคิดเห็นของตนเอง
- 5.4 ไม่แอบอ้างผลงานของผู้อื่นว่าเป็นผลงานของตนเอง

6. ความใจกว้าง หมายถึง คุณลักษณะของบุคคลที่ยอมรับฟังความคิดเห็น รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อคิดเห็น หรือข้อโต้แย้งของผู้อื่น มีความใจกว้าง ไม่ยึดติดกับความคิดของตนเองเป็นหลัก ยอมรับความเปลี่ยนแปลง รับฟังความคิดเห็นที่ตนเองไม่เข้าใจและพร้อมที่จะเปิดใจรับฟัง

- 6.1 ไม่ยึดติดกับความคิดของตนเองเป็นหลักและยอมรับการเปลี่ยนแปลง
- 6.2 เสนอความจริงถึงแม้ผลจะแตกต่างจากผู้อื่น
- 6.3 รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น
- 6.4 เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง
- 6.5 บันทึกข้อมูลตามความจริงและไม่ใช้ความคิดเห็นของตนเอง
- 6.6 ไม่แอบอ้างผลงานของผู้อื่นว่าเป็นผลงานของตนเอง
- 6.7 ยอมรับพิจารณาข้อมูลหรือมโนทัศน์ที่ยังสรุปแน่นอนไม่ได้ และพร้อมแสดง

ความคิดเห็น

แนวทางการพัฒนาจิตวิทยาาสตร์

ครูผู้สอนมีหน้าที่ในการปลูกฝังให้ผู้เรียนมีจิตวิทยาาสตร์หรือมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน โดยครูผู้สอนจะต้องมีแนวทางในการพัฒนาจิตวิทยาาสตร์ให้กับผู้เรียนได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวทางการพัฒนาจิตวิทยาาสตร์ ดังนี้

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ทบวงมหาวิทยาลัย (2525, หน้า 57-58) ได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกประสบการณ์เพื่อการเรียนรู้เพิ่มเติมที่ โดยเน้นวิธีการเรียนรู้จากการทดลอง ให้นักเรียนได้มีโอกาสใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์

2. การมอบหมายให้ทำกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะ การทดลอง ควรให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อฝึกการทำงานร่วมกันกับผู้อื่น ฟังความคิดเห็น ของผู้อื่น ฝึกความรับผิดชอบต่องานที่มอบหมาย

3. การใช้คำถามหรือการสร้างสถานการณ์ เพื่อเป็นการช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสามารถ สร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ได้ดี เช่น ขณะเรียนเรื่องการลำเลียงในสิ่งมีชีวิต ในหัวข้อที่ว่าทำไม จึงต้องมีการย่อยอาหาร

4. ในขณะที่การสอน ควรนำหลักจิตวิทยาการศึกษา มาใช้ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้ นักเรียนได้ฝึกประสบการณ์หลาย ๆ ด้าน หรือฝึกประสาทสัมผัสหลาย ๆ ทาง ได้แก่ กิจกรรมที่มีการ เคลื่อนไหว สถานการณ์ที่แปลกใหม่เพื่อเร้าใจให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น การให้ความเอาใจใส่ ของครูเหล่านี้ จะเป็นพลังสำคัญส่วนหนึ่งต่อการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ได้

5. ในการทำการสอนแต่ละครั้ง พยายามสอดแทรกลักษณะเจตคติแต่ละลักษณะตาม ความเหมาะสมของเนื้อหาบทเรียน และวัยของนักเรียนให้มีการพัฒนาลักษณะเจตคตินั้น ๆ ด้วย จากข้อเสนอแนะในการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียน จะพบว่าครูผู้สอนควรจัด สถานการณ์ให้นักเรียน ได้มีโอกาสใช้กระบวนการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจำเป็นต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานกลุ่มทั้งการ ปฏิบัติเจตคติทางวิทยาศาสตร์ตามความเหมาะสมของเนื้อหาและวัย

พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา (2537, หน้า 63) ได้เสนอแนวทางที่ผู้สอนจะพัฒนา จิตวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ให้นักเรียนได้รับการฝึกประสบการณ์ต่าง ๆ เพื่อเป็นการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ เน้นวิธีการเรียน โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

2. ให้นักเรียนมีส่วนร่วมรับผิดชอบกิจกรรม เช่น การทำงานกลุ่มเพื่อฝึกการทำงาน ร่วมกันฝึกการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และฝึกการแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล

3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนฝึกทักษะการสังเกต การใช้คำถามหรือสร้างสถานการณ์ต่าง ๆ ที่จะช่วยกระตุ้นผู้เรียนเพื่อพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์

4. ผู้สอนควรเตรียมกิจกรรมหลาย ๆ อย่างที่ฝึกฝนด้วยประสาทสัมผัสและให้ความ หลากหลายของประสบการณ์ ไม่เบื่อหน่ายและอยากรู้อยากเห็น

5. กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้เกิดความริเริ่มสร้างสรรค์

แนวการวัดประเมินจิตวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 152-177) ได้กล่าวถึงแนวการวัดประเมินจิตวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การประเมินโดยบุคคลภายนอก เป็นการประเมินจิตวิทยาศาสตร์ในตัวผู้เรียน โดยบุคคลภายนอกเป็นผู้ประเมิน ข้อดีของการประเมินโดยบุคคลภายนอก คือ ได้ข้อมูลที่เป็ข้อเท็จจริงจากการแสดงออกตามธรรมชาติของผู้เรียน ส่วนข้อจำกัดของการประเมินโดยบุคคลภายนอก คือ ขาดความเที่ยงตรงในการแปลความหมาย การมีผู้ประเมินต่างคนกันทำให้มีมุมมองหรือความคิดเห็นต่อคำพูดหรือพฤติกรรมที่แสดงออกแตกต่างกัน วิธีการและเครื่องมือที่ใช้ประเมินโดยบุคคลภายนอก มีดังนี้

1.1 การสัมภาษณ์หรือสอบถามโดยตรง รูปแบบของเครื่องมือจะมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดที่มีข้อความบ่งชี้ถึงลักษณะหรือพฤติกรรมทางจิตวิทยาศาสตร์ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตอบจากความคิดเห็น หรือความรู้สึกที่แท้จริงของผู้เรียนเอง

การสัมภาษณ์หรือการสอบถามโดยตรงเป็นวิธีการที่ง่ายและตรงไปตรงมา มากที่สุด เมื่อต้องการทราบว่าบุคคลมีจิตวิทยาศาสตร์ในคุณลักษณะที่ต้องการวัดเป็นอย่างไรก็ใช้วิธีการถามความคิดเห็น หรือความรู้สึกที่มีต่อวิทยาศาสตร์ของบุคคลนั้น ๆ โดยตรงแต่วิธีนี้มีข้อจำกัดที่ผู้ตอบให้คำตอบที่ไม่ตรงกับความคิดหรือความรู้สึกที่แท้จริงของตนเอง มีลักษณะเป็นไปตามความคาดหวังของสังคมและต้องใช้ระยะเวลาในการวัดค่อนข้างนาน

1.2 การสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออก เป็นการใช้ประสาทสัมผัสทางตาและหูเพื่อรวบรวมข้อมูลพฤติกรรมการแสดงออกของบุคคล และจดบันทึกลงในแบบบันทึกการสังเกตอย่างมีแบบแผน เพื่อนำผลการบันทึกมาตัดสินหรือสรุปผลในคุณลักษณะ หรือพฤติกรรมทางจิตวิทยาศาสตร์ที่ต้องการประเมิน

การสังเกตพฤติกรรมการแสดงออกเป็นวิธีการที่ง่าย สะดวก และทำให้ได้รายละเอียดเกี่ยวกับคุณลักษณะหรือพฤติกรรมทางจิตวิทยาศาสตร์ ที่สังเกตอย่างชัดเจนเป็นรูปธรรมแต่มีข้อจำกัด คือ การประเมินพฤติกรรมบางอย่างที่มีผู้สังเกตหลายคน อาจมองหรือมีความคิดเห็นแตกต่างกันได้ เครื่องมือที่ใช้ในการสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออกมีหลายรูปแบบ เช่น

1.2.1 ระเบียบพฤติกรรม หรือแบบบรรยายพฤติกรรม เป็นแบบบันทึกพฤติกรรมที่ผู้ถูกสังเกตแสดงออกในช่วงเวลาที่สังเกต ซึ่งผู้สังเกตจะจดบันทึกเฉพาะพฤติกรรมที่สังเกตเห็นแล้วจึงค่อยนำมาแปลความหมายภายหลัง

1.2.2 แบบบันทึกการสังเกตที่มีรูปแบบสำรวจรายการเป็นแบบบันทึกการสังเกตที่ประกอบด้วยรายการข้อความที่บ่งชี้ถึงคุณลักษณะหรือพฤติกรรมทางจิตวิทยาศาสตร์ ที่ต้องการ

สังเกตว่า มีเหตุการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นหรือไม่ ซึ่งผู้สังเกตจะบันทึกโดยใช้วิธีการขีดเขียนเครื่องหมาย ✓ ในคำตอบที่กำหนดเพียงคำตอบเดียวจากสองคำตอบ เช่น ใช่ ไม่ใช่ หรือ มี ไม่มี เท่านั้น

1.2.3 แบบบันทึกการสังเกตที่เป็นรูปแบบมาตรฐานประมาณค่า เป็นแบบบันทึกการสังเกตที่มีลักษณะคล้ายกับแบบสำรวจรายการ เพียงแต่มีการประเมินค่าพฤติกรรมที่สังเกตตามระดับความเข้มของพฤติกรรม เช่น มาก ปานกลาง น้อย หรืออยู่ในระดับดีมาก ดี พอใช้ ซึ่งการประเมินค่าพฤติกรรมอาจกำหนดเป็นคำ ข้อความ หรือเป็นตัวเลขก็ได้

1.2.4 จะเห็นได้ว่าทั้งวิธีการวัดแบบการสัมภาษณ์หรือสอบถามโดยตรง หรือวิธีการสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออกในการวัดจิตวิทยาศาสตร์ในตัวผู้เรียน ต่างมีข้อจำกัดที่เหมือนกัน คือ มีความเหมาะสมสำหรับใช้วัดรายบุคคลที่อยู่ในกลุ่มเล็กเท่านั้น

2. การประเมินตนเอง เป็นการประเมินจิตวิทยาศาสตร์ในตัวผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนรายงานความคิดเห็นหรือความรู้สึกของตนเองต่อข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนดผ่านการตอบแบบสอบถามหรือแบบประเมินเชิงสถานการณ์ ข้อดีของการประเมินตนเอง คือ ผู้เรียนสามารถตอบคำถาม หรือมีการแสดงออกได้โดยอิสระ ทำให้ได้ข้อมูลความคิดเห็นหรือความรู้สึกที่แท้จริงจากการรายงานตนเองของผู้เรียน นอกจากนี้ยังเหมาะสำหรับการวัดจิตวิทยาศาสตร์ในผู้เรียนกลุ่มใหญ่เนื่องจากใช้เวลาไม่มากนัก ส่วนข้อจำกัดของการประเมินตนเอง คือ การที่ผู้แปลความหมายหรือตัดสินผลไม่ได้เห็นการตอบสนองต่อสิ่งเร้า หรือเห็นการแสดงออกของผู้เรียนที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง ถ้าคำตอบที่ผู้เรียนตอบ ไม่ใช่คำตอบที่แท้จริง ก็จะมีผลให้การแปลความหมายหรือตัดสินการมีคุณลักษณะ หรือพฤติกรรมทางจิตวิทยาศาสตร์ขาดความเที่ยงตรงได้ วิธีการและเครื่องมือที่ใช้ประเมินตนเอง มีดังนี้

2.1 การใช้แบบสอบถาม รูปแบบของเครื่องมือจะมีลักษณะคล้ายเครื่องมือที่ใช้ในการสังเกต แต่ในแบบสอบถามผู้เรียนจะเป็นผู้ตอบคำถามด้วยตนเอง โดยการสร้างข้อความหรือสถานการณ์คำถามเกี่ยวกับอารมณ์ ความรู้สึกนึกคิด ที่บ่งชี้พฤติกรรมที่ต้องการวัด แล้วให้ผู้ตอบพิจารณาว่าเห็นด้วยหรือไม่ หรือมีความรู้สึกนึกคิดต่อข้อความ หรือสถานการณ์นั้น ๆ ในระดับใด เครื่องมือวัดจิตวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบสอบถาม มีรูปแบบแตกต่างกัน ดังนี้

2.1.1 แบบสอบถามที่มีรูปแบบสำรวจรายการ เป็นรูปแบบเครื่องมือที่ประกอบด้วย รายการข้อคำถามเกี่ยวกับคุณลักษณะ หรือพฤติกรรมทางจิตวิทยาศาสตร์ในตัวผู้เรียนต้องการทราบว่า มีเหตุการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นหรือไม่ โดยผู้เรียนจะเป็นผู้ตอบคำถามด้วยตนเอง ด้วยการเลือกตอบอย่างใดอย่างหนึ่งในสองคำตอบที่ตรงกับความคิดเห็น หรือความเป็นจริงของตน เช่น ใช่ ไม่ใช่ หรือ มี ไม่มี

2.1.2 แบบสอบถามที่มีรูปแบบเป็นมาตรฐานประมาณค่า รูปแบบของเครื่องมือ มีลักษณะคล้ายกับแบบสำรวจรายการ แต่มีการกำหนดระดับความคิดเห็น ความรู้สึกหรือความถี่ ในการเกิดเหตุการณ์ ให้ผู้เรียนประเมินเพื่อใช้ตอบคำถามได้ละเอียดมากกว่า เช่น เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

2.2 การใช้แบบประเมินสถานการณ์ แบบประเมินเชิงสถานการณ์เป็นเครื่องมือ ที่สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงออกถึงพฤติกรรมบ่งชี้บางอย่างที่ต้องการในช่วงเวลาที่วัด ถึงแม้ บางพฤติกรรมอาจเกิดขึ้นในสภาพความเป็นจริงได้ยาก และต้องอาศัยเงื่อนไขหรือสภาพแวดล้อมที่ เหมาะสม ซึ่งหากจะทำการวัดพฤติกรรมดังกล่าวโดยวิธีการสังเกตในสถานการณ์จริงจะทำได้ยาก หรือต้องเสียเวลารอคอย

2.2.1 การยกสถานการณ์ที่คล้ายคลึง หรือเลียนแบบสถานการณ์จริง หรือภาพ เหตุการณ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการแสดงออก หรือพฤติกรรมบ่งชี้ของคุณลักษณะ จิตวิทยาศาสตร์ที่ต้องการประเมินมาให้ผู้เรียนพิจารณา และตั้งข้อคำถามเพื่อให้ผู้เรียนตอบ ด้วยวิธีการเขียนหรือเลือกตัวเลือกคำตอบ ในลักษณะของการแสดงอารมณ์ ความรู้ ความคิดเห็นต่อ สถานการณ์ ต่อการกระทำของบุคคลในสถานการณ์ หรือพิจารณาเลือกปฏิบัติจากการสมมติว่า ตนเป็นบุคคลในสถานการณ์ โดยคาดหวังว่า คำตอบของผู้เรียนจะสะท้อนให้เห็นถึงพัฒนา การทางด้านจิตวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน แบบประเมินเชิงสถานการณ์ประกอบด้วยส่วนประกอบ สำคัญ 2 ส่วน คือ

2.2.2 สถานการณ์ เป็นเหตุการณ์ เรื่องราว ที่มีความเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมบ่งชี้ ของคุณลักษณะด้านจิตวิทยาศาสตร์ที่ต้องการประเมิน โดยนำสถานการณ์เหล่านี้มาให้ผู้เรียน พิจารณา

2.2.3 คำถาม เป็นข้อคำถามเพื่อให้ผู้เรียนตอบด้วยวิธีการเขียนตอบ หรือเลือกตอบ ในลักษณะของการแสดงอารมณ์ความรู้สึก ความคิดเห็นต่อสถานการณ์ ต่อการกระทำของบุคคล ในสถานการณ์ หรือพิจารณาเลือกปฏิบัติจากสมมติว่าตนเป็นบุคคลในสถานการณ์

3. การแปลความหมายการประเมินจิตวิทยาศาสตร์

ในการประเมินจิตวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปนั้น สามารถแปลผลคะแนนได้เป็น 2 รูปแบบ คือ แบบวิเคราะห์องค์ประกอบ และแบบรวมทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายของการประเมินว่าต้องนำ ผลการประเมินไปใช้อย่างไร ถ้ามีจุดมุ่งหมายเพื่อต้องการทราบถึงการมีจิตวิทยาศาสตร์ใน คุณลักษณะด้านต่าง ๆ ว่ามีอยู่ในระดับใด เพื่อการพัฒนาผู้เรียนในคุณลักษณะที่ขาด หรือด้านที่มีอยู่ ในระดับน้อย ก็ควรจะแปลผลในลักษณะการวิเคราะห์องค์ประกอบ แต่ถ้าประเมินภาพรวมของการ มีจิตวิทยาศาสตร์ก็สามารถกระทำโดยการแปลผลแบบรวม

จากการศึกษาแนวการวัดประเมินจิตวิทยาศาสตร์ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการประเมินจิตวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบคือ 1) การประเมินโดยบุคคลภายนอก ซึ่งอาจจะเป็นการประเมินจากการสัมภาษณ์โดยตรง หรือการสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออก 2) การประเมินตนเอง โดยการใช้แบบสอบถามหรือการใช้แบบประเมินเชิงสถานการณ์ การประเมินแต่ละลักษณะมีข้อดีและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การประเมิน ขนาดจำนวนคนที่ประเมิน เป็นต้น สำหรับการแปลความหมายของการประเมินจิตวิทยาศาสตร์ ขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายของการประเมิน สามารถแปลผลคะแนนได้ 2 รูปแบบ คือ แบบวิเคราะห์องค์ประกอบ เพื่อต้องการทราบถึงการมีจิตวิทยาศาสตร์ในคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ว่ามีอยู่ในระดับใด แต่ถ้าประเมินภาพรวมของการมีจิตวิทยาศาสตร์ก็สามารถทำได้โดยการแปลผลแบบรวมได้ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบประเมินตนเองหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่องยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้วิจัยใช้ลักษณะของบุคคลที่มีจิตวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยคุณลักษณะ 6 ด้าน ซึ่งใช้กรอบแนวทางคุณลักษณะของบุคคลที่มีจิตวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 137-139) และมีการปรับใช้ให้เข้ากับงานวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ 1) ความสนใจใฝ่รู้ 2) ความรับผิดชอบ 3) ความมีระเบียบรอบคอบ 4) ความมีเหตุผล 5) ความซื่อสัตย์ และ 6) ความใจกว้าง สามารถวัดได้จากแบบแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบวัดประมาณค่าการปฏิบัติ (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 30 ข้อ ที่สร้างขึ้นโดยผู้วิจัย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

งานวิจัยในประเทศ

ปานิสรา ศิริพรรณ (2553) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลทำให้นักเรียนร้อยละ 82.75 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

รัชช ยะสุคำ (2555) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ($\bar{X} = 28.62, SD = 3.73$) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 21.18, SD = 3.40$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมบัติ แซ่มชื่น (2555) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยผู้เรียนมีผลคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 34.04 ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.50

ขวัญตา เจริญไชย (2556) ได้ศึกษาการพัฒนาการเรียนรู้ เรื่อง การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อับดุลเลาะ อุมาร์ (2562) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เรื่อง สมดุลเคมี ที่มีต่อแบบจำลองทางความคิด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

Fazelian, Ebrahim and Soraghi (2010) ได้ศึกษาผลของรูปแบบการเรียนการสอนแบบ 5E ต่อการเรียนรู้และความคงทนในการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลการเรียนรู้และความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้รูปแบบการเรียนการสอนแบบ 5E ยังกระตุ้นให้นักเรียนเพิ่มระดับการเรียนรู้และขยาย โดเมนของความรู้ เป็นผลให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการสอนแบบปกติ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์

สมใจ เพ็ชรสุกใส (2548) ได้ศึกษาผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการทำงานร่วมกัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการเรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II มีความสามารถในการทำงานร่วมกันสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชนิตา เชื้อกุล (2556) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบ STAD ร่วมกับรูปแบบ Jigsaw II วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ STAD ร่วมกับรูปแบบ Jigsaw II หลังได้รับการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อศึกษาแต่ละคุณลักษณะของจิตวิทยาศาสตร์ พบว่า หลังได้รับการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พรทิพย์ จำลองเพลง (2558) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบจิ๊กซอว์ II และการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบจิ๊กซอว์ II กับการสอนแบบปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พิจิตรา ศรีพิทยศ (2558) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 วิชาชีววิทยา เรื่อง การตอบสนองของพืช เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ชลบุรี จำนวน 24 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาโดยใช้วัฏจักรสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนอยู่ในเกณฑ์ระดับดี

สาริณี มณีเนียม (2559) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ร่วมกับผังมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ร่วมกับผังมโนทัศน์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และดีกว่าการจัดการเรียนแบบปกติจากการประเมินเจตคติของนักเรียน พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ร่วมกับผังมโนทัศน์ อยู่ในระดับมากที่สุด การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนส่วนมากตื่นตัวและยังพบว่าทักษะในด้านพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียน การเขียนผังมโนทัศน์ และการนำเสนองานมีพัฒนาการสูงขึ้น

ดาริกา พงษ์เผ่าพงษ์ (2559) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ เรื่อง ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหอวัง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นภดล ศิลปะชัย (2560) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทำงานกลุ่ม เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ทักษะการสื่อสารวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และทักษะการทำงานกลุ่ม หลังเรียนอยู่ในระดับดี

สุรชวดี สุภาพ (2562) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 (Jigsaw II) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงขึ้น แต่ไม่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2

งานวิจัยต่างประเทศ

Matlingly and Vansickle (1991) ได้ศึกษาการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาสังคมศึกษา โดยได้จัดทำการศึกษาวิจัยกับนักเรียนระดับ 9 จำนวน 2 ห้องเรียน โดยได้สุ่มนักเรียนจำนวน 23 คน ให้ได้รับการสอนโดยการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II และสุ่มนักเรียนอีก 2 คน ให้ได้รับการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Ilker (2013) ได้ศึกษาการใช้วิธีการสอน โดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เกี่ยวกับคำศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการเรียนชื่อสารเคมี ในรายวิชาเคมีทั่วไป และเพื่อศึกษาความคิดเห็น เจตคติของผู้เรียนที่มีต่อการวิธีการสอน โดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนจำนวน 2 ห้องเรียน ที่เรียนในวิชาเคมีทั่วไป แผนการสอนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาของมหาวิทยาลัยในประเทศตุรกี ในปีการศึกษา 2008-2009 จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งนักศึกษาสองกลุ่มมีความสามารถพื้นฐานความรู้ใกล้เคียงกัน โดยกำหนดเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมใช้การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า วิธีการสอนโดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ นักศึกษากลุ่มนี้มีผลการเรียนสูงกว่านักศึกษากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ และการสัมภาษณ์ของนักศึกษากลุ่มทดลอง พบว่า นักศึกษาไม่คิดว่าวิธีการสอนแบบปกติจะทำให้ประสบความสำเร็จ นอกจากนี้ยังพบว่าหลังการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาทั้งสองกลุ่มพบปัญหาในการเรียนชื่อสารเคมี จึงควรมีการวิจัยพัฒนาเพื่อลดข้อบกพร่องนี้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาาสตร์

จิตวิทยาาสตร์เป็นคุณลักษณะที่ครอบคลุมไปถึงเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำเสนอเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาาสตร์ ดังนี้

นุชริย์ แนวเฉลียว (2552) ได้ศึกษาผลของการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่เรียนแบบร่วมมือ มีคะแนนจิตวิทยาาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ธนัดดา คงมีทรัพย์ (2554) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ (เทคนิค TGT) กับแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า จิตวิทยาาสตร์ของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (เทคนิค TGT) สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เสาวรัตน์ จุลมณี (2556) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการแสดงทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และจิตวิทยาาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า จิตวิทยาาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการแสดงทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เอกพจน์ เศษฤทธิ์ (2563) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ผลการวิจัยพบว่า จิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

Partin (2008) ได้ทำการวิเคราะห์อิทธิพลกำกับของเจตคติและแรงจูงใจที่ส่งผลต่อสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ และการปฏิบัติของนักเรียนในรายวิชาชีววิทยา ผลการวิจัยพบว่า แม้ว่าสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่นั่นอาจส่งผลโดยตรงต่อการปฏิบัติในรายวิชาเพียงเล็กน้อย แต่จะเป็นตัวกำกับที่ส่งผลต่อการรับรู้ความสามารถของตนเองและการกำหนดเป้าหมาย สภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ยังมีอิทธิพลโดยอ้อมต่อเจตคติ นอกจากนี้เจตคดียังมีอิทธิพลโดยตรงต่อการปฏิบัติในรายวิชาและการรับรู้ความสามารถในตนเองมีอิทธิพลโดยตรงต่อการปฏิบัติและเจตคติ จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองถือเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนรู้ อย่างไรก็ตามองค์ประกอบทั้งสามประการล้วนมีความสำคัญกับการเรียนการสอนในระดับสูง

จึงควรส่งเสริมปัจจัยทั้งสามให้กับนักเรียน ถ้านักเรียนเรียนรู้ที่จะสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง จำเป็นต้องมีแรงจูงใจที่เหมาะสมมีเจตคติเชิงบวกที่จะสนับสนุนให้พวกเขามีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ในชั้นเรียนจากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ ผู้วิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความคงทนในการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการทำงานกลุ่ม ความสามารถในการทำงานร่วมกัน และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

Shafqat Hussain et al. (2011) ได้ศึกษาผลการเปรียบเทียบวิธีการสอนแบบสืบเสาะ และวิธีการสอนแบบดั้งเดิมที่มีต่อจิตวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ในปากีสถาน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีจิตวิทยาศาสตร์ดีกว่านักเรียน ที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ผลการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II สามารถช่วยพัฒนาด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา เจตคติ ความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการทำงานกลุ่ม มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการสื่อสารวิทยาศาสตร์ รวมถึงจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยคาดหวังว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ ที่เน้นการแสวงหาความรู้ โดยผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการ และกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ร่วมกับการส่งเสริมให้ผู้เรียน ได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ร่วมกัน รู้จักบทบาทหน้าที่ ของตนเอง มีการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างสมาชิกภายในกลุ่ม และร่วมกันทำงานเพื่อความสำเร็จ ของกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ในการจัดการเรียนรู้นั้นมีครูเป็นผู้อำนวยการ ความสะดวกในการเตรียมสภาพแวดล้อมให้ผู้เรียนส่งผลให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาชีววิทยา พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจิตวิทยาศาสตร์ได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน โดยมีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. วิธีการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนดาราสมุทร อำเภอสัตหิรา จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 91 คน ซึ่งมีการจัดห้องเรียนแบบลดความสามารถทางการเรียน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนดาราสมุทร อำเภอสัตหิรา จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) รวมทั้งสิ้น 45 คน โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม เพราะมีการจัดห้องเรียนแบบลดความสามารถทางการเรียน

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ One group pretest-posttest design (ลิวัน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 249) ซึ่งมีรายละเอียดแบบแผนการทดลอง ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 แบบแผนการทดลองแบบ One group pretest-posttest design

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E	แทน	กลุ่มทดลอง
T ₁	แทน	การทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่าง (Pretest)
X	แทน	การจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II
T ₂	แทน	การทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่าง (Posttest)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา
3. แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
4. แบบวัดจิตวิทยาาสตร์

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II มีขั้นตอนการสร้าง ดังต่อไปนี้

1.1 ศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนคาราสุมทร

1.2 ศึกษาวิธีการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อกำหนดขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.3 ดำเนินการวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้จากหนังสือรายวิชาเพิ่มเติมชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่มที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง ยีนและโครโมโซม การจัดการเรียนรู้ใช้เวลาทั้งสิ้น 18 คาบ มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้สาระที่ 5 เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เวลา 18 คาบ

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (คาบ)
1. อธิบายการถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม ยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซมและยีนบนโครโมโซมเพศ	แผนที่ 1 การค้นพบสารพันธุกรรม	1. อธิบาย ประยุกต์ใช้และสรุปผลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับการค้นพบสารพันธุกรรมได้	3
2. สืบค้นข้อมูล อธิบายสมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของ DNA ได้		2. อธิบาย วิเคราะห์ ประเมินและตรวจสอบสมมติฐานผลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการค้นพบของสารพันธุกรรมได้	

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (คาบ)
	แผนที่ 2 โครโมโซม - รูปร่าง ลักษณะ และจำนวน โครโมโซม	1. อธิบาย ประยุกต์ใช้ และเขียน โครงสร้าง องค์ประกอบของ โครโมโซม และหลักการจำแนก ของโครโมโซมได้	3
	แผนที่ 3 ดีเอ็นเอ - องค์ประกอบทาง เคมีของดีเอ็นเอ - โครงสร้างของ ดีเอ็นเอ	1. อธิบาย และวิเคราะห์ องค์ประกอบทางเคมีและ โครงสร้างของดีเอ็นเอได้ 2. อธิบาย วิเคราะห์และสร้าง แบบจำลองโครงสร้างโมเลกุล ของดีเอ็นเอได้	3
3. อธิบายและระบุขั้นตอน ในกระบวนการสังเคราะห์ โปรตีนและหน้าที่ ของ DNA และ RNA แต่ละชนิดในกระบวนการ สังเคราะห์โปรตีนได้	แผนที่ 4 สมบัติ ของสารพันธุกรรม - การสังเคราะห์ ดีเอ็นเอ - การควบคุม ลักษณะทาง พันธุกรรม ของดีเอ็นเอ	1. อธิบายสมบัติของสาร พันธุกรรม 2. ระบุ อธิบาย และประเมิน เกี่ยวกับการสังเคราะห์ดีเอ็นเอได้ 3. อธิบาย วิเคราะห์ และระบุ ขั้นตอนในกระบวนการ สังเคราะห์โปรตีนได้ 4. อธิบายหน้าที่ของ DNA และ RNA แต่ละชนิดในกระบวนการ สังเคราะห์โปรตีนได้ 5. วิเคราะห์และเปรียบเทียบ การสังเคราะห์โปรตีนของ โพรคาริโอตและยูคาริโอตได้	6
4. สรุปความสัมพันธ์ ระหว่างสารพันธุกรรม แอลลีล โปรตีน ลักษณะ ทางพันธุกรรม และ เชื่อมโยงกับความรู้ เรื่องพันธุศาสตร์เมนเดล			

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (คาบ)
5. สืบค้นข้อมูล และอธิบาย การเกิดมิวเทชันและระดับ โครโมโซม สาเหตุการเกิด มิวเทชันรวมทั้งยกตัวอย่าง โรคและกลุ่มอาการที่เป็น ผลของการเกิดมิวเทชัน	แผนที่ 5 มิวเทชัน - การกลายระดับ ยีน - การกลายระดับ โครโมโซม	1. ระบุ และอธิบายสาเหตุและผล การเกิดมิวเทชันระดับยีนและ ระดับโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตได้ 2. ประยุกต์ใช้และวิเคราะห์ ตัวอย่างโรคและกลุ่มอาการที่เป็น ผลของการเกิดมิวเทชันระดับยีน และระดับโครโมโซม	3
รวม			18

1.4 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II วิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 5 แผน ทั้งหมด 20 คาบ ซึ่งโครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ประกอบด้วย

1.4.1 มาตรฐานการเรียนรู้

1.4.2 ผลการเรียนรู้

1.4.3 สาระสำคัญ

1.4.4 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.4.5 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1.4.6 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1.4.7 สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา)

1.4.8 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)

ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ดำเนินกิจกรรมตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.4.8.1 ขั้นการสร้างความสนใจ (Engagement)

1.4.8.2 ขั้นการสำรวจและค้นหา (Exploration) ในขั้นนี้จะมีการนำขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เพื่อให้ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสำรวจและค้นหาข้อมูลและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม มีความรับผิดชอบต่อบทบาทหน้าที่ของตนเอง โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมการ

ขั้นที่ 2 ขั้นสอน

ขั้นที่ 3 ขั้นจัดกิจกรรมกลุ่ม

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและทดสอบ

1.4.8.3 ขั้นตอนิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

1.4.8.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

1.4.8.5 ขั้นการประเมิน (Evaluation) โดยในขั้นนี้เป็นการนำขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผลของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เข้ามาใช้ด้วย

1.4.9 อุปกรณ์ สื่อ และแหล่งเรียนรู้

1.4.10 การวัดและประเมินผล

1.4.11 บันทึกหลังการสอน (ปัญหา อุปสรรค และแนวทางแก้ไข)

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ที่เขียนเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องของส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผน ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และเครื่องมือการประเมินตามสภาพจริง และนำไปแก้ไขปรับปรุง

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ซึ่งประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ด้านเนื้อหาวิชาชีววิทยา และด้านการวัดประเมินผล เพื่อประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียน และการวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดและเกณฑ์ในการประเมิน ดังนี้

การประเมินความสามารถ ใช้เปรียบเทียบกับมาตราในแบบสอบถาม โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนน ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

นำคะแนนที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน หาค่าเฉลี่ยโดยเทียบกับเกณฑ์ของ บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 163) มีเกณฑ์ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม คือ ถ้าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 117) จะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพเหมาะสมในเบื้องต้น สำหรับในงานวิจัยนี้ พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II มีค่าเฉลี่ยระดับความเหมาะสมขององค์ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ อยู่ระหว่าง 4.61-4.67 ซึ่งถือว่าความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด (ดังภาคผนวก ข หน้า 209-216)

1.7 ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในประเด็นที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ และนำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ยีนและโครโมโซม ไปเข้าตรวจสอบจริยธรรมต่อไป

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 46 คน โรงเรียนดาราสุมุท ภาควิชาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผนการจัดการเรียนรู้และทำการบันทึกปัญหาต่าง ๆ ที่พบเพื่อนำมาแก้ไขและปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง โดยพบปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหา ดังนี้ 1) นักเรียนเกิดความสับสนในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ทำให้เกิดความวุ่นวายในระหว่างทำกิจกรรม ดังนั้น ในการจัดการเรียนรู้ครั้งถัดไปผู้สอนควรชี้แจงกติกาในการเรียน บทบาทหน้าที่ของนักเรียน และขั้นตอนการทำกิจกรรม เพื่อให้ นักเรียนไม่เกิด

ความสับสนหรือเกิดปัญหาในระหว่างทำกิจกรรม 2) จัดกิจกรรมกลุ่ม ซึ่งเป็นขั้นที่นักเรียนที่ได้รับหัวข้อเดียวกันในแต่ละกลุ่มมารวมกลุ่มใหม่ เรียกว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert Groups) เพื่อมาศึกษาหาความรู้ร่วมกันในหัวข้อที่ตนเองได้รับ ซึ่งเป็นขั้นที่นักเรียนใช้เวลาในการศึกษาค่อนข้างมากและเกินเวลาที่ครูกำหนด ดังนั้น ผู้สอนควนยืดหยุ่นเวลาให้เหมาะสมกับนักเรียน โดยกระชับเนื้อหาในขั้นอื่นให้มีความรวบรัดมากขึ้น

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 45 คน โรงเรียนคาราสุมทร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ต่อไป

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.1 ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ยีนและโครโมโซม เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบโดยวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย 6 ด้าน ตามรูปแบบของบลูมและคณะฉบับปรับปรุง (Bloom, 2001 อ้างถึงใน พิศิษฐ ตันชาวนิช, 2557) ได้แก่ 1) การจำ 2) ความเข้าใจ 3) การปรับใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การประเมิน และ 6) การสร้างสรรค์ มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ						รวม (ข้อ)
		การจำ	ความเข้าใจ	การปรับใช้	การวิเคราะห์	การประเมิน	การสร้างสรรค์	
การค้นพบ	1. อธิบาย ประยุกต์ใช้	-	2	2	-	-	-	4
สารพันธุกรรม	และสรุปผลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการค้นพบสารพันธุกรรมได้		(1)	(1)				(2)

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ					รวม (ข้อ)	
		การจำ	ความเข้าใจ	การปรับใช้	การวิเคราะห์	การประเมิน		
	2. อธิบาย วิเคราะห์ ประเมิน และ ตรวจสอบสมมติฐาน ผลการทดลองของ นักวิทยาศาสตร์ที่ เกี่ยวข้องกับการค้นพบ ของสารพันธุกรรมได้	-	-	-	2 (1)	2 (1)	- (2)	4
โครโมโซม	1. อธิบาย ประยุกต์ใช้ และเขียนโครงสร้าง องค์ประกอบของ โครโมโซม และ หลักการจำแนก ของโครโมโซมได้	2 (1)	2 (1)	2 (1)	-	-	2 (1)	8 (4)
ดีเอ็นเอ	1. อธิบาย และวิเคราะห์ องค์ประกอบทางเคมี และโครงสร้างของ ดีเอ็นเอได้	2 (1)	2 (1)	-	2 (1)	-	-	6 (3)
	2. อธิบาย วิเคราะห์ และสร้างแบบจำลอง โครงสร้างโมเลกุลของ ดีเอ็นเอได้	-	4 (2)	-	2 (1)	-	2 (1)	8 (4)

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ						รวม (ข้อ)
		การจำ	ความเข้าใจ	การปรับใช้	การวิเคราะห์	การประเมิน	การสร้างสรรค์	
สมบัติของ สารพันธุกรรม	1. อธิบายสมบัติ ของสารพันธุกรรม	-	2 (1)	-	-	-	-	2 (1)
	2. ระบุ อธิบาย และ ประเมินเกี่ยวกับการ สังเคราะห์ดีเอ็นเอได้	2 (1)	2 (1)	-	-	2 (1)	-	6 (3)
	3. อธิบาย วิเคราะห์ และระบุขั้นตอน ในกระบวนการ สังเคราะห์โปรตีนได้	2 (1)	2 (1)	-	6 (3)	-	-	10 (5)
	4. อธิบายหน้าที่ของ DNA และ RNA แต่ละ ชนิดในกระบวนการ สังเคราะห์โปรตีนได้	-	2 (1)	-	-	-	-	2 (1)
	5. วิเคราะห์และ เปรียบเทียบการ สังเคราะห์โปรตีน ของโพรคาริโอต และยูคาริโอตได้	-	-	-	2 (1)	-	-	2 (1)
มิวแทน	1. ระบุ และอธิบาย สาเหตุและผลการเกิด มิวแทนระดับยีนและ ระดับโครโมโซมของ สิ่งมีชีวิตได้	2 (1)	2 (1)	-	-	-	-	4 (2)

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ						รวม (ข้อ)
		การจำ	ความเข้าใจ	การปรับใช้	การวิเคราะห์	การประเมิน	การสร้างสรรค์	
	2. ประยุกต์ใช้และวิเคราะห์ตัวอย่างโรคและกลุ่มอาการที่เป็นผลของการมีเวทซ์ในระดับยีนและระดับโครโมโซม	-	-	2 (1)	2 (1)	-	-	4 (2)
	รวม	10 (5)	20 (10)	6 (3)	16 (8)	4 (2)	4 (2)	60 (30)

หมายเหตุ : ตัวเลขที่อยู่ในวงเล็บ หมายถึง จำนวนข้อของแบบทดสอบที่ต้องการใช้จริง
ตัวเลขที่ไม่ได้อยู่ในวงเล็บ หมายถึง จำนวนข้อของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ใช้จริงจำนวน 30 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยมีสัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ตรงตามตารางวิเคราะห์ มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-3

2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการวัดของข้อคำถามในแต่ละข้อ รวมทั้งความเหมาะสมของภาษาที่ใช้เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ด้านเนื้อหาวิชาชีววิทยา และด้านการวัดประเมินผล เพื่อประเมินค่าดัชนีความ

สอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการวัด โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการวัด
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการวัด
- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการวัด

2.6 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 117) ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้องและเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) แต่ถ้าหากต่ำกว่าผู้วิจัยจะดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ สำหรับในงานวิจัยนี้ พบว่า ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.80-1.00 สามารถนำไปใช้ได้ (ดังภาคผนวก ข หน้า 217-219)

2.7 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำไปเข้าตรวจสอบจริยธรรม เมื่อผ่านการตรวจสอบจริยธรรมเรียบร้อยแล้วนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 49 คน โรงเรียนคาราสุมุทธภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างซึ่งผ่านการเรียน เรื่อง ยีนและโครโมโซมมาแล้ว เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา มาตรวจสอบให้คะแนน โดยให้คะแนนสำหรับข้อที่ตอบถูก 1 คะแนน และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบเกิน 1 คำตอบในข้อเดียวกัน แล้วนำมาวิเคราะห์คะแนนรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก โดยแบ่งกลุ่มสูงกลุ่มต่ำด้วยเทคนิค 50 % แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 (สมนึก กัททิษณี, 2549, หน้า 229)

2.9 ดำเนินการคัดเลือกข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยคำนึงถึงความครอบคลุมจุดมุ่งหมายการเรียนรู้และโครงสร้างข้อสอบที่กำหนด สำหรับในงานวิจัยนี้ พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยามีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.23-0.88 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.21-0.67 (ดังภาคผนวก ค หน้า 226-228)

2.10 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 30 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ทั้งฉบับแบบอิงเกณฑ์ ตามวิธีของโลเวทท์ (Lovett Method) (สมนึก ภัททิยธนี, 2553, หน้า 229) สำหรับในงานวิจัยนี้ พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยามีค่าความเชื่อมั่น ทั้งฉบับ เท่ากับ 0.86 (ดังภาคผนวก ค หน้า 228-229)

2.11 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 ข้อ ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วและจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 45 คน โรงเรียนคาราสุมทร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563

3. แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม เป็นแบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนซึ่งสังเกตจากพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม 5 ด้าน โดยใช้กรอบแนวคิดของทิสนา แจมมณี (2545, หน้า 226-227) และมีการปรับให้เข้ากับงานวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ 1) ด้านการวางแผน 2) ด้านการอภิปรายและแสดงความคิดเห็นในกลุ่ม 3) ด้านการนำเสนอผลงาน 4) ด้านการปฏิบัติงาน และ 5) ด้านมารยาททั่วไปในการทำงานกลุ่ม มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าการปฏิบัติ (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 25 ข้อ โดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย 1 ท่าน เป็นผู้สังเกตและประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียน มีขั้นตอน ดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้อง เรื่อง พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

3.2 สร้างแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ตามขอบเขตพฤติกรรมนักเรียนที่กำหนดไว้ 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการวางแผน 2) ด้านการอภิปรายและแสดงความคิดเห็นในกลุ่ม 3) ด้านการนำเสนอผลงาน 4) ด้านการปฏิบัติงาน และ 5) ด้านมารยาททั่วไปในการทำงานกลุ่ม มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 วิเคราะห์ขอบเขตพฤติกรรมในแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

ขอบเขตพฤติกรรมนักเรียน	จำนวน(ข้อ)
1. ด้านการวางแผน	5
2. ด้านการอภิปรายและแสดงความคิดเห็นในกลุ่ม	5
3. ด้านการนำเสนอผลงาน	5
4. ด้านการปฏิบัติงาน	5
5. ด้านมารยาททั่วไปในการทำงานกลุ่ม	5
รวม	25

3.3 กำหนดแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ตามขอบเขตพฤติกรรมนักเรียนที่กำหนดไว้ 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการวางแผน 2) ด้านการอภิปรายและแสดงความคิดเห็นในกลุ่ม 3) ด้านการนำเสนอผลงาน 4) ด้านการปฏิบัติงาน และ 5) ด้านมารยาททั่วไปในการทำงานกลุ่ม โดยมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าการปฏิบัติ (Rating Scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด จำนวน 25 ข้อ ซึ่งมีเกณฑ์การประเมินค่า และการแปลความหมายของค่าเฉลี่ยคะแนนพฤติกรรมการทำงานกลุ่มมีเกณฑ์ ดังนี้

การประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม มีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

นักเรียนมีระดับพฤติกรรมมากที่สุด	ให้	5 คะแนน
นักเรียนมีระดับพฤติกรรมมาก	ให้	4 คะแนน
นักเรียนมีระดับพฤติกรรมปานกลาง	ให้	3 คะแนน
นักเรียนมีระดับพฤติกรรมน้อย	ให้	2 คะแนน
นักเรียนมีระดับพฤติกรรมน้อยที่สุด	ให้	1 คะแนน

การแปลผลแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ผู้วิจัยได้พิจารณาจากค่าเฉลี่ยของคะแนนพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และแปลความหมายในภาพรวมเป็นระดับพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม โดยใช้แนวทางของบุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 163) ตามเกณฑ์ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	4.51 – 5.00	หมายถึง	มีพฤติกรรมการทำงานกลุ่มในระดับดีมาก
ค่าเฉลี่ย	3.51 – 4.50	หมายถึง	มีพฤติกรรมการทำงานกลุ่มในระดับดี
ค่าเฉลี่ย	2.51 – 3.50	หมายถึง	มีพฤติกรรมการทำงานกลุ่มในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.51 – 2.50	หมายถึง	มีพฤติกรรมการทำงานกลุ่มในระดับไม่ดี
ค่าเฉลี่ย	1.00 – 1.50	หมายถึง	มีพฤติกรรมการทำงานกลุ่มในระดับไม่ดีมาก

3.4 นำแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของพฤติกรรมที่ต้องการวัด และความชัดเจนของภาษาที่ใช้ จากนั้นนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข

3.5 นำแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมการทำงานกลุ่มที่ต้องการวัด โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามตรงกับพฤติกรรมการทำงานกลุ่มที่ต้องการวัด

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามตรงกับพฤติกรรมการทำงานกลุ่มที่ต้องการวัด

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่ตรงกับพฤติกรรมการทำงานกลุ่มที่ต้องการวัด

3.6 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือกแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 117) ซึ่งถือว่าเป็นแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มที่มีความสอดคล้องและเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) แต่ถ้าหากต่ำกว่าผู้วิจัยจะดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ได้แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มที่มีคุณภาพ สำหรับในงานวิจัยนี้ พบว่า ผลการประเมิน โดยผู้เชี่ยวชาญของแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มมีค่าดัชนีความสอดคล้อง อยู่ระหว่าง 0.80-1.00 สามารถนำไปใช้ได้ (ดังภาคผนวก ข หน้า 220-221)

3.7 นำแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มที่ผ่านการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญนำไปเข้าตรวจสอบจริยธรรม เมื่อผ่านการตรวจสอบจริยธรรมเรียบร้อยแล้วนำแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มไปหาค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน 2 คน ที่ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 46 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียน จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน 2 คน เพื่อประเมินความน่าเชื่อถือระหว่างผู้สังเกต (Inter-rater Reliability) โดยใช้สัมประสิทธิ์แคปปาของโคเฮน (Cohen's kappa) (อรพินทร์ ชูชม, 2545, หน้า 310-312) สำหรับในงานวิจัยนี้ พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน 2 คน เท่ากับ 0.83 (ดังภาคผนวก ค หน้า 230-233)

3.8 จัดพิมพ์แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มฉบับจริง เพื่อให้ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย 1 ท่าน นำไปใช้สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนในระหว่างจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II

4. แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

4.2 สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของจิตวิทยาศาสตร์ และนำหนักในแบบวัด โดยมีเนื้อหาครอบคลุมองค์ประกอบของจิตวิทยาศาสตร์ 6 ด้าน โดยใช้กรอบแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 137-139) และมีการปรับให้เข้ากับงานวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ 1) ความสนใจใฝ่รู้ 2) ความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม 3) ความมีระเบียบรอบคอบ 4) ความมีเหตุผล 5) ความซื่อสัตย์ และ 6) ความใจกว้าง มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 วิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของจิตวิทยาศาสตร์และน้ำหนักในแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

เนื้อหาองค์ประกอบของจิตวิทยาศาสตร์	ข้อคำถาม	ข้อคำถาม	รวม
	เชิงนิมิต (Positive)	เชิงนิเสธ (Negative)	
1. ความสนใจใฝ่รู้	5(3)	5(2)	10(5)
2. ความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม	5(3)	5(2)	10(5)
3. ความมีระเบียบรอบคอบ	5(3)	5(2)	10(5)
4. ความมีเหตุผล	5(3)	5(2)	10(5)
5. ความซื่อสัตย์	5(3)	5(2)	10(5)
6. ความใจกว้าง	5(3)	5(2)	10(5)
รวม	30(18)	30 (12)	60(30)

หมายเหตุ: ตัวเลขที่อยู่ในวงเล็บ หมายถึง จำนวนข้อของแบบวัดที่ต้องการใช้จริง
 ตัวเลขที่ไม่ได้อยู่ในวงเล็บ หมายถึง จำนวนข้อของแบบวัดที่สร้างขึ้น

4.3 สร้างแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ตามวิธีการวัดของลิเคิร์ต (Likert) ซึ่งเป็นข้อคำถามที่มีลักษณะการตอบแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating scale) 5 ระดับ ประกอบด้วยข้อคำถามเชิงนิมิต (Positive) จำนวน 30 ข้อ ใช้จริง 15 ข้อ และข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative) จำนวน 30 ข้อ ใช้จริง 15 ข้อ ซึ่งแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ในงานวิจัยนี้จะมีทั้งข้อคำถามเชิงนิมิต และข้อคำถามเชิงนิเสธทั้งหมด 30 ข้อ โดยการให้คะแนนแต่ละข้อมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ข้อคำถามเชิงนิมิต (Positive)

- 5 คะแนนเมื่อตอบว่า เห็นด้วยอย่างยิ่ง
- 4 คะแนนเมื่อตอบว่า เห็นด้วย
- 3 คะแนนเมื่อตอบว่า ไม่แน่ใจ
- 2 คะแนนเมื่อตอบว่า ไม่เห็นด้วย
- 1 คะแนนเมื่อตอบว่า ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative)

- 5 คะแนนเมื่อตอบว่า ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
- 4 คะแนนเมื่อตอบว่า ไม่เห็นด้วย
- 3 คะแนนเมื่อตอบว่า ไม่แน่ใจ
- 2 คะแนนเมื่อตอบว่า เห็นด้วย
- 1 คะแนนเมื่อตอบว่า เห็นด้วยอย่างยิ่ง

การแปลผลคะแนนจากแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้พิจารณาจากค่าเฉลี่ยของคะแนนระดับความคิดเห็น และแปลความหมายในภาพรวมเป็นระดับพฤติกรรมจิตวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวทางของบุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 163) ตามเกณฑ์ดังนี้

คะแนนจิตวิทยาศาสตร์	ระดับพฤติกรรม
ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00	หมายถึง ดีมาก
ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50	หมายถึง ดี
ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50	หมายถึง ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50	หมายถึง ไม่ดี
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50	หมายถึง ไม่ดีมาก

4.4 นำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์เสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องให้ข้อเสนอแนะ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

4.5 นำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของจิตวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามตรงกับองค์ประกอบของจิตวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามตรงกับองค์ประกอบของจิตวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด
- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่ตรงกับองค์ประกอบของจิตวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด

4.6 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือกแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 117) ซึ่งถือว่าเป็นแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่มีความสอดคล้องและเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) แต่ถ้าหากต่ำกว่าผู้วิจัยจะดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ได้แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ สำหรับในงานวิจัยนี้พบว่า ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์มีดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 สามารถนำไปใช้ได้ (ดังภาคผนวก ข หน้า 222-224)

4.7 นำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำไปเข้าตรวจสอบจริยธรรม เมื่อผ่านการตรวจสอบจริยธรรมเรียบร้อยแล้ว นำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 46 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนคาราสุมุท ที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำผลมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก (r_{xy}) เป็นรายข้อ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Correlation) เพื่อเลือกข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2538, หน้า 215-217)

4.8 คัดเลือกข้อคำถามจำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด สำหรับในงานวิจัยนี้ พบว่า มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.29-0.67 (ดังภาคผนวก ค หน้า 234-236) แล้วนำมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ โดยการหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 125-126) พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.92 (ดังภาคผนวก ค หน้า 237)

4.9 จัดพิมพ์แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ฉบับจริง เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 45 คน โรงเรียนคาราสุมุท ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โดยให้นักเรียนประเมินตนเองหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II

วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II
2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ ปรับปรุงและแก้ไขแล้ว ใช้เวลาในการทดสอบ 1 คาบ

3. ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม จำนวน 5 แผน ใช้เวลาสอน 18 คาบ โดยผู้วิจัยจะเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง ระหว่างนักเรียน ทำกิจกรรมผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย 1 ท่าน จะผู้สังเกตและประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ของนักเรียน

4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียน กลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และแบบวัด จิตวิทยาศาสตร์ ใช้เวลาในการทดสอบ 1 คาบ

5. นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจิตวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์โดยวิธีทางสถิติด้วย โปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลหลังจากดำเนินการเก็บ รวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือต่าง ๆ ดังนี้

1. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II โดยใช้สถิติการทดสอบค่าที่ สองกลุ่มไม่เป็นอิสระกัน (Dependent sample *t*-test) (ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1)

2. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการ เรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติการทดสอบค่าที่ กลุ่มเดียว (One sample *t*-test) (ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2)

3. วิเคราะห์พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II มาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์คะแนนที่ตั้งไว้ โดยใช้การหา คะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) หลังเรียนสูงกว่า 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) โดยใช้ สถิติการทดสอบค่าที่กลุ่มเดียว (One sample *t*-test) (ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3)

เกณฑ์ที่ใช้ในการแปลผลแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้พิจารณาจากค่าเฉลี่ยของพฤติกรรมการทำงานกลุ่มรายด้าน และแปลความหมายระดับของพฤติกรรมการทำงานกลุ่มตามเกณฑ์ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 163)

ค่าเฉลี่ย	4.51 – 5.00	หมายถึง	มีพฤติกรรมการทำงานกลุ่มในระดับดีมาก
ค่าเฉลี่ย	3.51 – 4.50	หมายถึง	มีพฤติกรรมการทำงานกลุ่มในระดับดี
ค่าเฉลี่ย	2.51 – 3.50	หมายถึง	มีพฤติกรรมการทำงานกลุ่มในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.51 – 2.50	หมายถึง	มีพฤติกรรมการทำงานกลุ่มในระดับไม่ดี
ค่าเฉลี่ย	1.00 – 1.50	หมายถึง	มีพฤติกรรมการทำงานกลุ่มในระดับไม่ดีมาก

4. วิเคราะห์จิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II มาวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์คะแนนที่ตั้งไว้ โดยใช้ในการหาคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) หลังเรียนสูงกว่า 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) โดยใช้สถิติการทดสอบค่าทีกรณีกกลุ่มเดียว (One sample t -test) (ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 4)

เกณฑ์ที่ใช้ในการแปลผลแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้พิจารณาจากค่าเฉลี่ยของจิตวิทยาศาสตร์รายด้าน และแปลความหมายระดับของจิตวิทยาศาสตร์ ตามเกณฑ์ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 163)

ค่าเฉลี่ย	4.51 – 5.00	หมายถึง	มีจิตวิทยาศาสตร์ในระดับดีมาก
ค่าเฉลี่ย	3.51 – 4.50	หมายถึง	มีจิตวิทยาศาสตร์ในระดับดี
ค่าเฉลี่ย	2.51 – 3.50	หมายถึง	มีจิตวิทยาศาสตร์ในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.51 – 2.50	หมายถึง	มีจิตวิทยาศาสตร์ในระดับไม่ดี
ค่าเฉลี่ย	1.00 – 1.50	หมายถึง	มีจิตวิทยาศาสตร์ในระดับไม่ดีมาก

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนน (\bar{X}) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 306)

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

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากกลุ่มตัวอย่าง
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	n	แทน	จำนวนของคะแนนทั้งหมดในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 307)

$$SD = \sqrt{\frac{N\sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ	SD	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum x^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละด้านยกกำลังสอง
	$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ โดยใช้หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยคำนวณจากสูตร (สม โภชน์ อเนกสุข, 2559, หน้า 108)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
	ΣR	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด ซึ่งให้คะแนนข้อคำถามแต่ละข้อ ดังนี้
			เห็นด้วย ให้ 1
			ไม่เห็นด้วยหรือไม่แน่ใจ ให้ 0
			ไม่เห็นด้วย ให้ -1
n		แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา โดยคำนวณจากสูตร (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559, หน้า 124) ดังนี้

2.2.1 ค่าความยากง่าย (p) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้

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

เมื่อ	p	แทน	ดัชนีความยากง่าย
	R	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูก
	N	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

2.2.2 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา โดยใช้เทคนิค 50 % โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้

$$D_c = \frac{R_u}{N_u} - \frac{R_l}{N_l}$$

เมื่อ	D_c	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
	R_u	แทน	จำนวนผู้สอบที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	R_l	แทน	จำนวนผู้สอบที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	N_u	แทน	จำนวนผู้สอบในกลุ่มสูง
	N_l	แทน	จำนวนผู้สอบในกลุ่มต่ำ

2.2.3 หาค่าความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา โดยใช้สูตรโลเวทท์ (Lovett Method) โดยคำนวณจากสูตร (สมนึก ภัททิยชนี, 2553, หน้า 229)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum x_i - \sum x_i^2}{(k-1) \sum (x_i - C)^2}$$

เมื่อ	r_{cc}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	k	แทน	จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	x_i	แทน	คะแนนของนักเรียนแต่ละคน
	$\sum x_i$	แทน	ผลรวมของคะแนนทุกคน
	$\sum x_i^2$	แทน	ผลทั้งหมดของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
	C	แทน	คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน ของแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม โดยคำนวณได้ (อรพินทร์ ชูชม, 2545, หน้า 310-312) ดังนี้

2.3.1 Cohen's kappa เป็นค่าดัชนีหาความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมินเพื่อจัดความสอดคล้องที่เกิดขึ้นโดยบังเอิญ มีสูตรในการประมาณค่า k (kappa) ดังนี้

$$AR \text{ หรือ } P_0 = \frac{P_0 - P_e}{1 - P_e}$$

เมื่อ	k	แทน	Cohen's kappa ชนิดไม่ถ่วงน้ำหนัก
	P_0	แทน	อัตราความสอดคล้องที่สังเกตได้ ได้แก่ AR หาได้จาก
			$AR \text{ หรือ } P_0 = \frac{\text{จำนวนการสังเกตที่เห็นสอดคล้อง}}{\text{จำนวนรวมทั้งหมดของการสังเกต}}$
	P_e	แทน	อัตราความสอดคล้องที่คาดหวัง หรือสัดส่วนความสอดคล้องโดยบังเอิญ

การหาค่า P_e มีวิธีการคำนวณเช่นเดียวกับค่าไคสแควร์ที่ใช้ทดสอบความสัมพันธ์ (Chi-square test of association) ดังนี้

$$P_e = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^C n_{i.} \cdot n_{.i}$$

เมื่อ	n	แทน	จำนวนการสังเกต
	C	แทน	จำนวนประเภทการตอบ
	$n_{i.}$	แทน	จำนวนคนทั้งหมดในแถว i
	$n_{.i}$	แทน	จำนวนคนทั้งหมดในคอลัมน์ i

2.4 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) โดยคำนวณจากสูตรของครอนบาค (Cronbach) (พวงรัตน์ ทีวีรัตน์, 2543)

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

เมื่อ	α	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อ
	S_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนแต่ละข้อ
	S_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนทั้งฉบับ

2.5 หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Correlation) โดยคำนวณจากสูตร (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2549, หน้า 92)

$$r_{xy} = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{\{N \sum x^2 - (\sum x)^2\} \{N \sum y^2 - (\sum y)^2\}}}$$

เมื่อ	r_{xy}	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามวัดจิตวิทยาศาสตร์
	X	แทน	คะแนนรวม
	Y	แทน	คะแนนรายข้อ
	N	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ใช้สถิติการทดสอบค่าที่สองกลุ่มไม่เป็นอิสระกัน (Dependent sample t -test) เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยที่เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยคำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทีวีรัตน์, 2543)

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาแจกแจงแบบ t
	D	แทน	ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
	ΣD	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการสอบก่อน-หลังเรียน
	ΣD^2	แทน	ผลรวมยกกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนการสอบก่อนเรียน-หลังเรียน
	n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

3.2 ใช้สถิติการทดสอบค่าทีกลุ่มเดียว (One sample t -test) เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พฤติกรรมการทำงานกลุ่มหลังเรียน และจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียน โดยคำนวณจากสูตร (สมโภชน์ อเนกสุข, 2553, หน้า 111)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \quad \text{และ } df = n - 1$$

เมื่อ	n	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
	\bar{x}	แทน	ค่าเฉลี่ยที่หาได้จากกลุ่มตัวอย่าง
	μ	แทน	ค่าเฉลี่ยหรือค่าคงที่ของประชากร
	S	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจิตวิทยาศาสตร์ มีการนำเสนอผลการวิจัย ดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสื่อความหมายในการเสนอผลการวิจัยให้เข้าใจตรงกัน ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย
SD	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าสถิติในการแจกแจงแบบที (t -test)
df	แทน	ระดับแห่งความเป็นอิสระ (Degrees of freedom)
p	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อน
*	แทน	นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์

3. ผลการเปรียบเทียบพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ 3.51 (ระดับดีขึ้นไป)

4. ผลการเปรียบเทียบจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ 3.51 (ระดับดีขึ้นไป)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน แสดงดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ก่อนเรียน และหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

พฤติกรรม การเรียนรู้	คะแนน <i>n</i>	คะแนน เต็ม	ก่อนเรียน			หลังเรียน			<i>df</i>	<i>t</i>	<i>P</i> (1-tailed)
			\bar{X}	<i>SD</i>	$\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$	\bar{X}	<i>SD</i>	$\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$			
การจำ	45	5	1.67	1.02	33.40	4.22	0.85	84.40	44	12.79*	.000
ความเข้าใจ	45	10	2.80	1.53	28.00	7.84	1.41	78.40	44	17.86*	.000
การปรับใช้	45	3	1.11	0.88	37.00	2.60	0.58	86.67	44	9.85*	.000
การวิเคราะห์	45	8	1.98	0.94	24.75	5.71	1.39	71.38	44	16.38*	.000
การประเมิน	45	2	0.44	0.62	22.00	1.51	0.51	75.50	44	6.00*	.000
การสร้างสรรค์	45	2	0.51	0.55	25.50	1.71	0.46	85.50	44	11.09*	.000
ภาพรวม	45	30	8.51	3.01	28.37	23.60	3.13	78.67	44	27.37*	.000

* $p \leq .05$

จากตารางที่ 4-1 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและ

โครโมโซม มีภาพรวมของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาก่อนเรียน ($\bar{X} = 8.51, SD = 3.01$) และหลังเรียน ($\bar{X} = 23.60, SD = 3.13$) เมื่อนำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

เมื่อพิจารณาพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ ด้านพุทธิพิสัย 6 ด้าน ได้แก่ 1) การจำ 2) ความเข้าใจ 3) การปรับใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การประเมิน และ 6) การสร้างสรรค์ พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาทุกด้านของพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้วยเช่นกัน โดยสามารถเรียงลำดับพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้หลังเรียน จากคะแนนค่าเฉลี่ยร้อยละสูงสุดไปหาต่ำสุดตามลำดับ ดังนี้ ด้านการปรับใช้ ($\bar{X}_{\text{ร้อยละ}} = 86.67$), ด้านการสร้างสรรค์ ($\bar{X}_{\text{ร้อยละ}} = 85.50$), ด้านการจำ ($\bar{X}_{\text{ร้อยละ}} = 84.40$), ด้านความเข้าใจ ($\bar{X}_{\text{ร้อยละ}} = 78.40$), ด้านการประเมิน ($\bar{X}_{\text{ร้อยละ}} = 75.50$) และด้านการวิเคราะห์ ($\bar{X}_{\text{ร้อยละ}} = 71.38$)

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ ร้อยละ 70 แสดงดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (21 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน)

พฤติกรรม การเรียนรู้	คะแนน เต็ม	คะแนนเกณฑ์ ร้อยละ 70	หลังเรียน		df	t	P (1-tailed)	
			\bar{X}	SD				
การจำ	45	5	3.5	4.22	0.85	44	5.70*	.000
ความเข้าใจ	45	10	7	7.84	1.41	44	4.01*	.000
การปรับใช้	45	3	2.1	2.60	0.58	44	5.78*	.000
การวิเคราะห์	45	8	5.6	5.71	1.39	44	0.54	.298
การประเมิน	45	2	1.4	1.51	0.51	44	1.47	.074
การสร้างสรรค์	45	2	1.4	1.71	0.46	44	4.55*	.000
ภาพรวม	45	30	21	23.60	3.13	44	5.57*	.000

* $p \leq .05$

จากตารางที่ 4-2 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม มีภาพรวมของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาหลังเรียน ($\bar{X} = 23.60$, $SD = 3.13$) เมื่อนำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

เมื่อพิจารณาพฤติกรรมการเรียนรู้ ด้านพุทธิพิสัย 6 ด้าน เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ได้แก่ 1) การจำ 2) ความเข้าใจ 3) การปรับใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การประเมิน และ 6) การสร้างสรรค์ พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาจำแนกตามพฤติกรรมการเรียนรู้หลังเรียน ดังนี้ ด้านการจำ ($\bar{X} = 4.22$, $SD = 0.85$), ด้านความเข้าใจ ($\bar{X} = 7.84$, $SD = 1.41$), ด้านการปรับใช้ ($\bar{X} = 2.60$, $SD = 0.58$) และด้านการสร้างสรรค์ ($\bar{X} = 1.71$, $SD = 0.46$) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนพฤติกรรมการเรียนรู้หลังเรียนด้านการวิเคราะห์ ($\bar{X} = 5.71$, $SD = 1.39$) และด้านการประเมิน ($\bar{X} = 1.51$, $SD = 0.51$) มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการเปรียบเทียบพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) แสดงดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ 3.51 (ระดับดีขึ้นไป)

รายการพฤติกรรม	n	ค่าสถิติ		ระดับพฤติกรรม	df	t	P (1-tailed)
		\bar{X}	SD				
ด้านที่ 1 การวางแผน	45	4.57	0.41	ดีมาก	44	17.12*	.000
1. นักเรียนประชุมเพื่อวางแผนในการทำงานกลุ่ม	45	4.09	0.77	ดี	44	5.04*	.000
2. นักเรียนทำความเข้าใจงานและบทบาทหน้าที่ของตนก่อนลงมือปฏิบัติ	45	4.58	0.56	ดีมาก	44	12.71*	.000
3. นักเรียนมอบหมายงานโดยคำนึงถึงความถนัดของสมาชิกภายในกลุ่ม	45	4.78	0.33	ดีมาก	44	25.81*	.000
4. นักเรียนรวบรวมข้อมูล และหาข้อสรุปร่วมกัน	45	4.58	0.51	ดีมาก	44	14.02*	.000
5. นักเรียนสามารถปฏิบัติงานเสร็จตรงตามเวลาที่ครูกำหนดไว้	45	4.81	0.32	ดีมาก	44	26.87*	.000
ด้านที่ 2 การอภิปรายและแสดงความคิดเห็นในกลุ่ม	45	4.35	0.60	ดี	44	9.40*	.000
6. นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น และให้ข้อมูลแก่สมาชิกในกลุ่ม	45	4.36	0.74	ดี	44	7.63*	.000
7. นักเรียนสามารถอธิบายถ่ายทอดความรู้ให้สมาชิกในได้	45	4.50	0.62	ดี	44	10.68*	.000

* $p \leq .05$

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

รายการพฤติกรรม	n	ค่าสถิติ		ระดับ พฤติกรรม	df	t	P (1-tailed)
		\bar{X}	SD				
8. นักเรียนแสดงความสนใจในหัวข้อที่ กำลังอภิปรายร่วมกัน	45	4.28	0.58	ดี	44	8.89*	.000
9. นักเรียนซักถามกับสมาชิกในกลุ่มเมื่อ เกิดข้อสงสัย	45	4.08	0.75	ดี	44	5.06*	.000
10. นักเรียนช่วยกันสรุปผลการอภิปราย ได้	45	4.56	0.63	ดีมาก	44	11.09*	.000
ด้านที่ 3 การนำเสนอผลงาน	45	4.41	0.36	ดี	44	16.56*	.000
11. นักเรียนเตรียมความพร้อมก่อน การนำเสนอ	45	4.52	0.59	ดีมาก	44	11.45*	.000
12. นักเรียนแบ่งหน้าที่การนำเสนอผลงาน ได้อย่างเหมาะสม	45	4.57	0.48	ดีมาก	44	14.65*	.000
13. นักเรียนมีเทคนิคการนำเสนอ ที่น่าสนใจ	45	3.78	0.61	ดี	44	2.95*	.003
14. นักเรียนนำเสนอผลงานโดยมีเนื้อหา ที่ถูกต้อง ชัดเจน	45	4.34	0.47	ดี	44	11.79*	.000
15. นักเรียนใช้เวลาในการนำเสนอ เหมาะสม	45	4.82	0.36	ดีมาก	44	24.72*	.000
ด้านที่ 4 การปฏิบัติงาน	45	4.44	0.56	ดี	44	11.12*	.000
16. นักเรียนให้ความร่วมมือ และความ ช่วยเหลือแก่สมาชิกกลุ่ม	45	4.60	0.63	ดีมาก	44	11.66*	.000
17. นักเรียนมีความรับผิดชอบงานที่ได้รับ มอบหมายจนบรรลุเป้าหมายตามแผนที่ วางไว้	45	4.56	0.60	ดีมาก	44	11.78*	.000
18. นักเรียนปฏิบัติตามกฎระเบียบ ข้อตกลงของกลุ่ม	45	4.62	0.64	ดีมาก	44	11.64*	.000

* $p \leq .05$

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

รายการพฤติกรรม	n	ค่าสถิติ		ระดับ พฤติกรรม	df	t	P (1-tailed)
		\bar{X}	SD				
19. นักเรียนให้ความช่วยเหลือหัวหน้า กลุ่ม สมาชิกกลุ่มในการทำงาน นอกเหนือจากหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	45	4.32	0.69	ดี	44	7.87*	.000
20. นักเรียนตรวจสอบผลงานกลุ่ม เป็นระยะ ๆ	45	4.11	0.64	ดี	44	6.31*	.000
ด้านที่ 5 มารยาททั่วไปในการทำงานกลุ่ม	45	4.53	0.36	ดีมาก	44	18.84*	.000
21. นักเรียนรักษามารยาทในการรับฟัง ความคิดเห็นของสมาชิกคนอื่น	45	4.57	0.54	ดีมาก	44	13.14*	.000
22. นักเรียนยิ้มแย้มแจ่มใส เป็นกันเอง กับสมาชิกในกลุ่ม	45	4.70	0.49	ดีมาก	44	16.19*	.000
23. นักเรียนช่วยเหลือสมาชิกในกลุ่ม อย่างเต็มที่	45	4.49	0.59	ดี	44	11.16*	.000
24. เมื่อสมาชิกกลุ่มลงมติอย่างใดแล้ว จะยอมรับและทำตามมตินั้น	45	4.33	0.45	ดี	44	12.21*	.000
25. นักเรียนปฏิบัติตนเป็นสมาชิกกลุ่มที่ดี ให้ความร่วมมือในการทำงาน	45	4.57	0.61	ดีมาก	44	11.65*	.000
ภาพรวม	45	4.46	0.43	ดี	44	14.73*	.000

* $p \leq .05$

จากตารางที่ 4-3 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม มีภาพรวมของค่าเฉลี่ยคะแนนพฤติกรรมการทำงานกลุ่มหลังเรียน ($\bar{X} = 4.46$, $SD = 0.43$) เมื่อนำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) พบว่า พฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

เมื่อพิจารณาพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนเป็นรายด้านทั้ง 5 ด้าน เทียบกับเกณฑ์ 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) พบว่า ทุกด้านของพฤติกรรมการทำงานกลุ่มหลังเรียนสูงกว่า 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นกัน โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนของพฤติกรรมการทำงาน

กลุ่มในแต่ละด้านเรียงลำดับจากค่าเฉลี่ยคะแนนสูงสุดไปหาต่ำสุดตามลำดับ ดังนี้ ด้านการวางแผน ($\bar{X} = 4.57, SD = 0.41$) อยู่ในระดับดีมาก, ด้านมารยาททั่วไปในการทำงานกลุ่ม ($\bar{X} = 4.53, SD = 0.36$) อยู่ในระดับดีมาก, ด้านการปฏิบัติงาน ($\bar{X} = 4.44, SD = 0.56$) อยู่ในระดับดี, ด้านการนำเสนอผลงาน ($\bar{X} = 4.41, SD = 0.36$) อยู่ในระดับดี และด้านการอภิปรายและแสดงความคิดเห็นในกลุ่ม ($\bar{X} = 4.35, SD = 0.60$) อยู่ในระดับดี

เมื่อพิจารณารายละเอียดย่อยของพฤติกรรมการทำงานกลุ่มทั้ง 5 ด้าน เทียบกับเกณฑ์ 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) พบว่า 1) ด้านการวางแผน มีรายละเอียดย่อยของพฤติกรรมการทำงานกลุ่มหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนสามารถปฏิบัติงานเสร็จตรงตามเวลาที่ครูกำหนดไว้ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 4.81, SD = 0.32$) อยู่ในระดับดีมาก และนักเรียนประชุมเพื่อวางแผนในการทำงาน มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด ($\bar{X} = 4.09, SD = 0.77$) อยู่ในระดับดี 2) ด้านการอภิปรายและแสดงความคิดเห็นในกลุ่ม มีรายละเอียดย่อยของพฤติกรรมการทำงานกลุ่มหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนช่วยกันสรุปผลการอภิปราย มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 4.56, SD = 0.63$) อยู่ในระดับดีมาก และนักเรียนซักถามกับสมาชิกในกลุ่มเมื่อเกิดข้อสงสัย มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด ($\bar{X} = 4.08, SD = 0.75$) อยู่ในระดับดี 3) ด้านการนำเสนอผลงาน มีรายละเอียดย่อยของพฤติกรรมการทำงานกลุ่มหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนใช้เวลาในการนำเสนอเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 4.82, SD = 0.36$) อยู่ในระดับดีมาก และนักเรียนมีเทคนิคการนำเสนอที่น่าสนใจ มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด ($\bar{X} = 3.78, SD = 0.61$) อยู่ในระดับดี 4) ด้านการปฏิบัติงาน มีรายละเอียดย่อยของพฤติกรรมการทำงานกลุ่มหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนปฏิบัติตามกฎระเบียบ ข้อตกลงของกลุ่มมีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 4.62, SD = 0.64$) อยู่ในระดับดีมาก และนักเรียนตรวจสอบผลงานกลุ่มเป็นระยะ ๆ มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด ($\bar{X} = 4.11, SD = 0.64$) อยู่ในระดับดี และ 5) ด้านมารยาททั่วไปในการทำงานกลุ่ม มีรายละเอียดย่อยของพฤติกรรมการทำงานกลุ่มหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนยิ้มแย้มแจ่มใส เป็นกันเองกับสมาชิกในกลุ่ม มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 4.70, SD = 0.49$) อยู่ในระดับดีมาก และเมื่อสมาชิกกลุ่มลงมติอย่างใดแล้ว จะยอมรับและทำตามมตินั้น มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด ($\bar{X} = 4.33, SD = 0.45$) อยู่ในระดับดี

4. ผลการเปรียบเทียบจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) แสดงดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ 3.51 (ระดับดีขึ้นไป)

รายการพฤติกรรม	n	ค่าสถิติ		ระดับพฤติกรรม	df	t	P (1-tailed)
		\bar{X}	SD				
ด้านที่ 1 ความสนใจใฝ่รู้	45	4.11	0.46	ดี	44	8.84*	.000
1. นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์และปัญหาใหม่ ๆ อยู่เสมอ	45	4.02	0.54	ดี	44	6.33*	.000
2. นักเรียนชอบซักถามข้อสงสัยหรือปัญหากับครูผู้สอนเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนมา หรือข้อสงสัยที่เกี่ยวกับการทดลองทางวิทยาศาสตร์	45	3.93	0.81	ดี	44	3.51*	.000
3. นักเรียนอยากเข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	45	4.42	0.69	ดี	44	8.86*	.000
4. เมื่อนักเรียนเกิดความสงสัยหรือไม่เข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์นักเรียนก็จะไม่ปล่อยผ่านโดยจะแสวงหาคำตอบ	45	4.00	0.80	ดี	44	4.12*	.000
5. นักเรียนชอบการเข้าร่วมนิทรรศการวิทยาศาสตร์	45	4.18	0.89	ดี	44	5.05*	.000

* $p \leq .05$

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

รายการพฤติกรรม	n	ค่าสถิติ		ระดับ พฤติกรรม	df	t	P (1-tailed)
		\bar{X}	SD				
ด้านที่ 2 ความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม	45	4.02	0.56	ดี	44	6.16*	.000
6. นักเรียนไม่ทอดทิ้งในการทำการทดลองวิทยาศาสตร์ หรือศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมทางวิทยาศาสตร์ แม้จะมีอุปสรรค	45	3.98	0.72	ดี	44	4.34*	.000
7. หากนักเรียนได้รับมอบหมายงานและไม่สามารถทำได้ตรงตามกำหนด นักเรียนจะยอมรับผลของการกระทำและชี้แจงเหตุผล	45	4.04	0.71	ดี	44	5.08*	.000
8. นักเรียนมีสมาธิกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แม้จะต้องใช้เวลานานกว่าจะได้มาซึ่งคำตอบ	45	3.89	0.75	ดี	44	3.41*	.000
9. นักเรียนสามารถจดจ่อกับกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ได้นาน และไม่ลี้เลืกความพยายามเมื่อไม่ได้คำตอบ	45	3.98	0.84	ดี	44	3.74*	.000
10. เมื่อทำการทดลอง หรือทำกิจกรรมกลุ่มเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์นักเรียนจะช่วยเหลือในการทำงาน	45	4.22	0.93	ดี	44	5.16*	.000
ด้านที่ 3 ความมีระเบียบรอบคอบ	45	4.10	0.53	ดี	44	7.47*	.000
11. นักเรียนได้มีการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งที่น่าเชื่อถือได้ ก่อนลงข้อสรุป	45	4.11	0.71	ดี	44	5.65*	.000
12. เมื่อนักเรียนต้องหาคำตอบทางวิทยาศาสตร์ถ้าเป็นเรื่องการคำนวณ นักเรียนจะคิดซ้ำหลาย ๆ รอบเพื่อเป็นการตรวจสอบคำตอบ	45	3.87	0.73	ดี	44	3.30*	.001

* $p \leq .05$

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

รายการพฤติกรรม	n	ค่าสถิติ		ระดับ พฤติกรรม	df	t	P (1-tailed)
		\bar{X}	SD				
13. นักเรียนบันทึกผลการทดลองอย่าง รอบคอบ เพื่อป้องกันการบันทึกผลการ ทดลองผิด	45	4.22	0.77	ดี	44	6.24*	.000
14. นักเรียนไม่คิดว่าการวางแผนการ ทดลองมาก่อนทำให้เสียเวลาในการทำ กิจกรรมอย่างอื่น	45	4.09	0.85	ดี	44	4.58*	.000
15. นักเรียนจะพิจารณาผลการทดลอง ก่อน แล้วค่อยบันทึกผลการทดลอง ก่อนที่จะส่งครูเพื่อเอาคะแนน	45	4.22	0.88	ดี	44	5.45*	.000
ด้านที่ 4 ความมีเหตุผล	45	4.17	0.48	ดี	44	9.20*	.000
16. ก่อนการตัดสินใจหรือลงข้อสรุป นักเรียนมีการรวบรวมข้อมูลอย่าง เพียงพอจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้เสมอ	45	4.24	0.71	ดี	44	6.92*	.000
17. นักเรียนยอมรับในคำอธิบายเมื่อมี หลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่าง เพียงพอ	45	4.47	0.63	ดี	44	10.26*	.000
18. นักเรียนสามารถอธิบายคำตอบ ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีเหตุผล	45	3.96	0.71	ดี	44	4.24*	.000
19. นักเรียนจะไม่เชื่อคำพูดของคนอื่น เสมอ หากไม่มีเหตุผลมาประกอบ	45	3.96	0.88	ดี	44	3.41*	.000
20. นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของการ ให้เหตุผลในการอธิบาย หรือตอบคำถาม เรื่องต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์	45	4.22	0.95	ดี	44	5.03*	.000

* $p \leq .05$

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

รายการพฤติกรรม	n	ค่าสถิติ		ระดับ พฤติกรรม	df	t	P (1-tailed)
		\bar{X}	SD				
ด้านที่ 5 ความซื่อสัตย์	45	4.19	0.48	ดี	44	9.43*	.000
21. นักเรียนไม่แอบอ้างผลงานของผู้อื่น มาเป็นของตนเอง และเมื่อนักเรียนนำ งานของผู้อื่นมานักเรียนจะใส่แหล่งที่มา เสมอ	45	4.24	0.86	ดี	44	5.75*	.000
22. นักเรียนบันทึกผลการทดลอง และรายงานผลการทดลองตามความเป็น จริงโดยไม่แก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูล	45	4.13	0.84	ดี	44	4.97*	.000
23. นักเรียนปฏิบัติขั้นตอนการทดลอง มากกว่าปฏิบัติตามคนอื่น	45	4.13	0.84	ดี	44	4.97*	.000
24. นักเรียนไม่ชอบลอกเลียนแบบ คำตอบของเพื่อน	45	3.84	0.82	ดี	44	2.72*	.005
25. นักเรียนไม่นำผลงานทาง วิทยาศาสตร์ของคนอื่น มาบอกครูว่าเป็น ของตนเอง	45	4.58	0.75	ดีมาก	44	9.51*	.000
ด้านที่ 6 ความใจกว้าง	45	4.22	0.47	ดี	44	10.14*	.000
26. นักเรียนรับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้ง หรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผล ของผู้อื่นเสมอ	45	4.53	0.55	ดีมาก	44	12.53*	.000
27. นักเรียนพร้อมที่จะทบทวน และเปลี่ยนแปลงแนวคิดของตนเอง เมื่อความคิดของผู้อื่นถูกต้อง	45	4.33	0.60	ดี	44	9.16*	.000
28. นักเรียนคิดว่าข้อคิดเห็นของผู้อื่น มีประโยชน์ต่อตัวนักเรียน	45	4.13	0.69	ดี	44	6.02*	.000

* $p \leq .05$

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

รายการพฤติกรรม	n	ค่าสถิติ		ระดับ พฤติกรรม	df	t	P (1-tailed)
		\bar{X}	SD				
29. นักเรียนยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ หรือข้อโต้แย้งที่มีต่อผลงานของนักเรียน	45	3.96	0.88	ดี	44	3.41*	.000
30. นักเรียนยอมรับฟังความคิดเห็น ของผู้อื่น	45	4.16	0.93	ดี	44	4.67*	.000
ภาพรวม	45	4.14	0.37	ดี	44	11.24*	.000

* $p \leq .05$

จากตารางที่ 4-4 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม มีภาพรวมของค่าเฉลี่ยคะแนนจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียน ($\bar{X} = 4.14$, $SD = 0.37$) เมื่อนำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) พบว่า จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4

เมื่อพิจารณาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายด้านทั้ง 6 ด้าน เทียบกับเกณฑ์ 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) พบว่า ทุกด้านของจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่า 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นกัน โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนของจิตวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านเรียงลำดับจากคะแนนค่าเฉลี่ยสูงสุดไปหาลำดับตามลำดับ ดังนี้ ด้านความใจกว้าง ($\bar{X} = 4.22$, $SD = 0.47$) อยู่ในระดับดี, ด้านความซื่อสัตย์ ($\bar{X} = 4.19$, $SD = 0.48$) อยู่ในระดับดี, ด้านความมีเหตุผล ($\bar{X} = 4.17$, $SD = 0.48$) อยู่ในระดับดี, ด้านความสนใจใฝ่รู้ ($\bar{X} = 4.11$, $SD = 0.46$) อยู่ในระดับดี, ด้านความมีระเบียบรอบคอบ ($\bar{X} = 4.10$, $SD = 0.53$) อยู่ในระดับดี และด้านความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม ($\bar{X} = 4.02$, $SD = 0.56$) อยู่ในระดับดี

เมื่อพิจารณารายละเอียดย่อยของจิตวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 ด้าน เทียบกับเกณฑ์ 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) พบว่า 1) ด้านความสนใจใฝ่รู้ มีรายละเอียดย่อยของจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนอยากเข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 4.42$, $SD = 0.69$) อยู่ในระดับดี และนักเรียนชอบซักถามข้อสงสัย หรือปัญหากับครูผู้สอนเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนมา หรือข้อสงสัยที่เกี่ยวกับการทดลองทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด ($\bar{X} = 4.09$, $SD = 0.73$) อยู่ในระดับดี

2) ด้านความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม มีรายละเอียดย่อยของจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเมื่อทำการทดลอง หรือทำกิจกรรมกลุ่มเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์นักเรียนจะช่วยเหลือในการทำงาน มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 4.22$, $SD = 0.93$) อยู่ในระดับดี และนักเรียนมีสมาธิกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แม้จะต้องใช้เวลานานกว่าจะได้มาซึ่งคำตอบ มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด ($\bar{X} = 3.89$, $SD = 0.75$) อยู่ในระดับดี 3) ด้านความมีระเบียบรอบคอบ มีรายละเอียดย่อยของจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนบันทึกผลการทดลองอย่างรอบคอบ เพื่อป้องกันการบันทึกผลการทดลองผิด มีค่าเท่ากับ ($\bar{X} = 4.22$, $SD = 0.77$) และนักเรียนจะพิจารณาผลการทดลองก่อน แล้วค่อยบันทึกผลการทดลองก่อนที่จะส่งครูเพื่อเอาคะแนน มีค่าเท่ากับ ($\bar{X} = 4.22$, $SD = 0.88$) อยู่ในระดับดีซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยสูงสุด ส่วนเมื่อนักเรียนต้องหาคำตอบทางวิทยาศาสตร์ ถ้าเป็นเรื่องการคำนวณนักเรียนจะคิดซ้ำหลาย ๆ รอบเพื่อเป็นการตรวจสอบคำตอบ มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด ($\bar{X} = 3.87$, $SD = 0.73$) อยู่ในระดับดี 4) ด้านความมีเหตุผล มีรายละเอียดย่อยของจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 4.47$, $SD = 0.63$) อยู่ในระดับดี ส่วนนักเรียนสามารถอธิบายคำตอบทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีเหตุผล ($\bar{X} = 3.96$, $SD = 0.71$) และนักเรียนจะไม่เชื่อคำพูดของคนอื่นเสมอ หากไม่มีเหตุผลมาประกอบ ($\bar{X} = 3.96$, $SD = 0.88$) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด อยู่ในระดับดี 5) ด้านความซื่อสัตย์ มีรายละเอียดย่อยของจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนไม่นำผลงานทางวิทยาศาสตร์ของคนอื่น มาบอกครูว่าเป็นของตนเอง มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 4.58$, $SD = 0.75$) อยู่ในระดับดีมาก และนักเรียนไม่ชอบลอกเลียนแบบคำตอบของเพื่อน มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด ($\bar{X} = 3.84$, $SD = 0.82$) อยู่ในระดับดี และ 6) ด้านความใจกว้าง มีรายละเอียดย่อยของจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนรับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้ง หรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่นเสมอ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 4.53$, $SD = 0.55$) อยู่ในระดับดีมาก และนักเรียนยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์หรือข้อโต้แย้งที่มีต่อผลงานของนักเรียน มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด ($\bar{X} = 3.96$, $SD = 0.88$) อยู่ในระดับดี

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ก่อนเรียนและหลังเรียน 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 3) ศึกษาพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังรับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II และ 4) เพื่อศึกษาจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังรับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนดาราสมุทร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) รวมทั้งสิ้น 45 คน โดยใช้ห้องเรียน เป็นหน่วยในการสุ่ม เพราะมีการจัดห้องเรียนแบบความสามารถทางการเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักร การสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม จำนวน 5 แผน โดยมีค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.61-4.67 ซึ่งถือว่ามีความเหมาะสมมากที่สุด 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.23-0.88 ค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.21-0.67 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับแบบอิงเกณฑ์ตามวิธีของโลเวทท์ (Lovett Method) เท่ากับ 0.86 3) แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม เป็นแบบมาตรฐานประมาณค่า การปฏิบัติ 5 ระดับ จำนวน 25 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน 2 คน โดยใช้สัมประสิทธิ์ แคลปป์ของโคเฮน (Cohen's kappa) เท่ากับ 0.83 และ 4) แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ เป็นแบบมาตรฐานประมาณค่าการปฏิบัติ 5 ระดับ จำนวน 30 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกโดยใช้สัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Correlation) อยู่ระหว่าง 0.29-0.67 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) เท่ากับ 0.92

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) ซึ่งดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเดียว และมีการสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ (One group pretest-posttest design)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบค่าที่สองกลุ่มไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent sample *t*-test) และสถิติทดสอบค่าทีกลุ่มเดียว (One-sample *t*-test)

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II มีพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม หลังเรียนสูงกว่า 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II มีจิตวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่า 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา จากผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และข้อที่ 2 ผลการศึกษาดังกล่าวอาจมีสาเหตุมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีครูผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกจัดเตรียมสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการเรียนรู้ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดข้อคำถาม

ความคิดเห็น การลงมือปฏิบัติ การทดลอง การสืบค้นข้อมูลเพื่อหาเหตุผลนำมาตอบคำถาม และหาข้อสรุปด้วยตนเอง ซึ่งความรู้ที่นักเรียนได้รับจากการเรียนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองนี้จะคงทนถาวรอยู่ในความทรงจำระยะยาว อันเป็นผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาส่งขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของนักการศึกษา ที่กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ ที่จะให้นักเรียนค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง ได้ฝึกคิด ลงมือปฏิบัติ หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง เพื่อมาตอบคำถามหรือหาข้อสรุปด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ ซึ่งความรู้ที่นักเรียนได้รับจะคงทนถาวร และอยู่ในความทรงจำระยะยาว (ภพ เลหาไพบุลย์, 2542; พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์, 2544; ทิศนา แจมมณี, 2551; ศศิธร เวียงวะลัย, 2556) งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้จักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) มี 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการสร้าง ความสนใจ (Engagement) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนจาก สื่อ เกม อภิปรายหรือสนทนา เพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัยในประเด็นที่จะศึกษา 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) นักเรียนกำหนดแนวทางในการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือทำและเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อนำผลที่ได้มาอธิบายตามความเข้าใจของตนเอง 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) นักเรียนนำข้อมูลที่ได้อธิบายและสรุปผลเพื่อนำเสนอตามความเข้าใจของตนเอง 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) นักเรียนและครูนำความรู้ที่ได้มาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน ทำให้ความรู้กว้างมากขึ้น และ 5) ขั้นประเมิน (Evaluation) นักเรียนประเมินความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม โดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน ซึ่งจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เป็นกระบวนการที่สามารถทำให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดคำถาม ความคิด ปฏิบัติทดลอง และสามารถนำผลที่ได้จากการสืบเสาะมาอธิบายตามความเข้าใจของตนเองได้ โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก อันจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของสุธารพิงค์ โนนศรีชัย (2550) ได้ศึกษาการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยามีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 75 คิดเป็นร้อยละ 80.95 ของนักเรียนทั้งหมด ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของนงลักษณ์ ทาประโคน (2553) ได้ศึกษาการใช้ชุดกิจกรรมวัฏจักรการเรียนรู้ 5E เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแรงจูงใจในการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัย

พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II อันจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนดีขึ้นด้วย เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีความร่วมมือระหว่างสมาชิก เน้นการจัดสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ให้นักเรียนได้เรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย มีการศึกษาแลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์กันซึ่งกันและกัน จนสามารถเข้าใจในหัวข้อที่ได้รับมอบหมายและสามารถกลับไปสอนหรืออธิบายให้สมาชิกในกลุ่มของตนเองฟังได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของนักการศึกษา ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เป็นการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้มีการร่วมมือระหว่างสมาชิกในกลุ่ม และมีการถ่ายทอดความรู้ระหว่างกลุ่ม ซึ่งสมาชิกทุกคนในกลุ่มจะมีบทบาทหน้าที่ของตน โดยให้สมาชิกในกลุ่มเลือกศึกษาหาความรู้คนละหัวข้อและจะต้องที่ไม่ซ้ำหัวข้อกัน จากนั้นสมาชิกแต่ละกลุ่มที่ได้หัวข้อเดียวกันมาเข้ากลุ่มใหม่ จะเรียกกลุ่มนี้ว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ เพื่อมาแลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกันอภิปราย รวบรวมข้อมูลจนแต่ละคนมีความเข้าใจในหัวข้อที่ได้รับมอบหมายอย่างชัดเจนจากนั้นกลับไปเล่าให้เพื่อนกลุ่มเดิมฟังจนครบทุกคน แล้วสรุปความรู้ที่ได้เป็นกลุ่ม (อุไรวรรณ พรน้อย, 2542; ณัฐวุฒิ กิจรุ่งเรือง, 2545; สมบัติ กาญจนารักพงศ์, 2547; กุณชาติ เพ็ชรทวีเดช และคณะ, 2550) งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนจากนักการศึกษาในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II มี 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมการ เป็นขั้นที่ครูชี้แจงวัตถุประสงค์ของการเรียน แนะนำบทบาทและหน้าที่ของสมาชิกกลุ่ม แนะนำวิธีการศึกษา และแบ่งกลุ่มให้นักเรียนแบบละความสามารถทางการเรียน กลุ่มละ 6 คน เรียกกลุ่มนี้ว่า กลุ่มบ้าน (Home Groups) นอกจากนี้ครูได้แบ่งหัวข้อออกเป็นหัวข้อย่อย ๆ เท่ากับจำนวนสมาชิกกลุ่ม ขั้นที่ 2 ขั้นสอน เป็นขั้นที่ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้สื่อต่าง ๆ เช่น เกม วิดีทัศน์ การอภิปรายทบทวนความรู้เดิมเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ หรือเป็นการใช้คำถาม เพื่อให้นักเรียนเกิดคำถาม กระตุ้นให้นักเรียนเกิดข้อสงสัย เป็นต้น หลังจากนั้นให้สมาชิกกลุ่มบ้านเลือกหัวข้อที่สนใจคนละ 1 หัวข้อ โดยที่จะต้องไม่ซ้ำหัวข้อกัน ขั้นที่ 3 ขั้นจัดกิจกรรมกลุ่ม นักเรียนที่ได้รับหัวข้อเดียวกันจากแต่ละกลุ่มจะมานั่งรวมกัน เพื่อมาทำกิจกรรมร่วมกัน และศึกษาหาความรู้ร่วมกันจนมีความเข้าใจในหัวข้อที่ได้รับมอบหมายอย่างชัดเจน เรียกกลุ่มนี้ว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert Groups) จากนั้นสมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลับไปยังกลุ่มบ้าน และผลัดกันอภิปรายถ่ายทอดความรู้ในหัวข้อที่ตนไปศึกษามาให้สมาชิกในกลุ่มฟังจนครบทุกหัวข้อ จากนั้นทำสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาร่วมกัน ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและทดสอบ นักเรียนออกมาอธิบายความรู้ที่ได้จากการศึกษาร่วมกันหน้าชั้นเรียน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุป

ความรู้ร่วมกัน และขั้นที่ 5 ขึ้นประเมินผล นักเรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบเกี่ยวกับเนื้อหาทั้งหมด ทุกหัวข้อ โดยครูจะนำคะแนนของสมาชิกในกลุ่มมารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ยเป็นคะแนนกลุ่ม สำหรับกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดถือว่ามีความร่วมมือกันเป็นอย่างดี จะได้รับคำชมเชยหรือรางวัลเป็นการเสริมแรงแก่ผู้เรียน และเพื่อเป็นการกระตุ้นกลุ่มที่เหลือให้มีความพยายามมากขึ้นในครั้งต่อไป ซึ่งจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II นี้ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นสูงขึ้นเช่นกัน เนื่องจากนักเรียนทุกคนมีบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบต่อตนเอง และต่อกลุ่มในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ มีความร่วมมือกันของสมาชิกภายในกลุ่ม และตั้งใจศึกษาในหัวข้อที่ตนเองได้รับมอบหมาย เพื่อที่จะนำความรู้ที่ได้รับกลับไปสอน อธิบายถ่ายทอดความรู้ให้แก่สมาชิกในกลุ่มของตนเองอย่างเต็มความสามารถ เพื่อเป้าหมายและความสำเร็จของกลุ่มที่จะได้คะแนนสูงสุดและได้รับคำชมเชยหรือรางวัล ซึ่งเป็นความภาคภูมิใจของนักเรียน โดยในตอนท้ายของกิจกรรมจะมีการทดสอบรายบุคคลและนำคะแนนที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยเป็นคะแนนของกลุ่ม ทำให้นักเรียนตระหนักและมีความรับผิดชอบในการถ่ายทอดความรู้ให้แก่สมาชิกกลุ่ม ทั้งนี้ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของสมใจ เพ็ชรสุกใส (2548) ได้ศึกษาผลการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของเปี่ยมสุข ไชยผา (2554) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลการทดสอบหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .05$)

สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ที่จะช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาให้สูงขึ้น เนื่องจากเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ โดยให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเองใช้วิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เน้นกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างแท้จริง โดยมีครูเป็นผู้อำนวยการควบคุมในการเตรียมสภาพแวดล้อมให้เกิดการเรียนรู้และพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ซึ่งผู้วิจัยได้นำการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เข้าไปแทรกในขั้นสำรวจและค้นหา และขั้นประเมินในวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อเป้าหมายและความสำเร็จของกลุ่มที่จะได้คะแนนสูงสุดและได้รับคำชมเชยหรือรางวัล เป็นการส่งเสริมความร่วมมือระหว่างสมาชิกในการสืบ

เสาะหาความรู้ ซึ่งการจัดการเรียนรู้นี้เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยความรู้หรือทักษะที่ผู้เรียนได้รับจะคงทนถาวร สอดคล้องกับแนวคิดของพิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ (2544) ที่กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมาย ซึ่งจะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของการเรียน และสอดคล้องกับแนวคิดของสุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และจินตนา วีรเกียรติสุนทร (2556, หน้า 166-167) ที่กล่าวว่า เทคนิคการต่อเรื่องราว (Jigsaw) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้มีการร่วมมือระหว่างสมาชิกในกลุ่ม และมีการถ่ายทอดความรู้ระหว่างกลุ่ม ดังนั้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II จะช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ เรื่อง ยีนและโครโมโซม โดยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการกลุ่มซึ่งมีการจัดกลุ่มแบบคละความสามารถทางการเรียน เพื่อให้ผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนในระดับที่เก่งช่วยเหลือคนที่มีความสามารถทางการเรียนในระดับที่อ่อนกว่า จนสามารถพัฒนาให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 สอดคล้องกับงานวิจัยของ นภดล ศิลปะชัย (2560) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทำงานกลุ่ม เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของปรัชญา ละงู (2560) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ร่วมกับแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการทำงานกลุ่ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Çagatay and Demircioğlu (2013) ได้ทำการศึกษา ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I ที่มีต่อความเข้าใจเรื่อง เคมิอินทรีย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาพฤติกรรมการเรียนรู้ ด้านพุทธิพิสัย 6 ด้าน ได้แก่ 1) การจำ 2) ความเข้าใจ 3) การปรับใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การประเมิน และ 6) การสร้างสรรค์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาทุกด้านของพฤติกรรมการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยด้านการปรับใช้มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาคือ ด้านการสร้างสรรค์ ด้านการจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการประเมิน และด้านการวิเคราะห์ ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ทำให้ผู้เรียน ได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองโดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับการระดมการทำงานกลุ่ม ซึ่งสมาชิกกลุ่มคนที่มีความสามารถทางการเรียนในระดับที่เก่งสามารถช่วยเหลือคนที่มีความสามารถทางการเรียนในระดับที่อ่อนกว่าให้เกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้นทั้งผู้ถ่ายทอดความรู้และผู้ฟัง อีกทั้งกระบวนการสอนยังช่วยให้นักเรียนรู้จักคิด หาเหตุผล ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างแท้จริง โดยความรู้ที่ได้จะคงทนถาวรอยู่ในความทรงจำระยะยาว และนักเรียนสามารถนำความรู้ไปแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ที่นักเรียนต้องเผชิญได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับงานวิจัยของนิวัฒน์ ประสานพันธ์ (2551) ที่กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค Jigsaw ร่วมกับ STAD เป็นการเรียนรู้โดยใช้ทักษะการทำงานกลุ่ม สมาชิกกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน สมาชิกทุกคนในกลุ่มจะต้องมีส่วนร่วมในการทำงานให้ประสบความสำเร็จ โดยนักเรียนจะพยายามทำความเข้าใจเนื้อหาทุกประเด็น นักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนอยู่ในระดับเก่งจะต้องช่วยเหลือสมาชิกในกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนที่อ่อนกว่าให้เข้าใจ ด้วยการชี้แจง อธิบาย ยกตัวอย่าง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้และสามารถคิดได้ด้วยตนเอง ดังนั้น ในการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้ทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาใช้ในการแก้สถานการณ์ หรือปัญหาที่ต้องเผชิญในชีวิตจริงได้ แต่อย่างไรก็ตามพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการวิเคราะห์ สำหรับการเรียนวิชาชีววิทยานี้ นักเรียนจะต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในหลาย ๆ ด้าน รวมถึงมีประสบการณ์ที่สั่งสมมาเพื่อที่นักเรียนจะสามารถนำความรู้พื้นฐานและประสบการณ์มาประกอบกันในการจำแนก แยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ รู้จักหาเหตุผลมาอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นได้ ซึ่งค่อนข้างยากสำหรับนักเรียน เนื่องจากนักเรียนอาจจะยังไม่เคยเรียน หรือเรียนมาแล้วแต่ไม่ได้ใช้เป็นประจำทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้มาใช้ได้ สอดคล้องกับแนวคิดของ (Bloom อ้างถึงใน พิศิษฐ์ ตันทาวณิช, 2557) กล่าวว่า การวิเคราะห์เกิดจากบุคคลใช้ปัญญาของตนคิดหาเหตุผลหรือคำตอบด้วยตนเองโดยอาศัยข้อมูลพื้นฐานที่ตนสามารถรับรู้ได้ การวิเคราะห์เป็นสมรรถด้านสมองที่ทำให้รู้จักหาเหตุผลมา

อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ และนอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นกัน โดยด้านความเข้าใจ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมา คือ ด้านการจำ ด้านการปรับใช้ และด้านการสร้างสรรค์ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนพฤติกรรมการเรียนรู้หลังเรียนด้านการวิเคราะห์และด้านการประเมิน มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ และทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยนักเรียนจะได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน และได้ผลัดกันสอนตามความเข้าใจของตนเองในหัวข้อที่ตนได้ไปสืบเสาะหาความรู้มาให้แก่สมาชิกในกลุ่ม จากนั้นสรุปความรู้ที่ได้และออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในหัวข้อที่ตนได้ไปศึกษาส่งผลให้ด้านความเข้าใจทำให้ผู้เรียนทำได้ดีที่สุด สอดคล้องกับแนวคิดของ Bloom อ้างถึงใน พิเศษฐ์ ตันทวนิช, (2557) กล่าวว่า ความเข้าใจเป็นความสามารถของบุคคลในการสื่อสารข้อความที่ตนได้รับรู้มาให้บุคคลอื่นได้รับทราบถึงข้อความรู้นั้น ด้วยวิธีการสื่อสารที่เป็นของตนเอง จึงส่งผลทำให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมด้านความเข้าใจสูงสุด และสอดคล้องกับผลการวิจัยของอรอุมา พันธุ์เกตุ (2561) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เมื่อเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยกับเกณฑ์ที่กระทรวงศึกษาธิการกำหนดผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 พบว่า หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ และเมื่อเปรียบเทียบการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า ด้านความเข้าใจ มีค่าเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม จากผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II มีพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม หลังเรียนสูงกว่า 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้มีความร่วมมือระหว่างสมาชิกในกลุ่ม ซึ่งสมาชิกภายในกลุ่มจะลดความสามารถทางการเรียนคือ เก่ง ปานกลาง และอ่อนอยู่ในกลุ่มเดียวกัน โดยสมาชิกแต่ละคนจะมีบทบาทหน้าที่ และความรับผิดชอบของตนเอง ส่งเสริมให้มีความช่วยเหลือซึ่งกันและกันทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์กันในกลุ่ม มีความ

เอื้อเพื่อเอื้อแผ่ ขอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน มีน้ำใจ มีความเสียสละ รวมถึงมีมารยาท และให้เกียรติกัน สอดคล้องกับแนวคิดของสุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2554), Hasnah Faizah (2017) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นวิธีการสอนที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน สมาชิกในกลุ่มจะมีความสามารถแตกต่างกัน ทำให้เกิดความกระตือรือร้นในการช่วยเหลือกัน โดยคนที่เก่งกว่าจะช่วยเหลือคนที่อ่อนกว่า สมาชิกในกลุ่มจะต้องร่วมกันรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของเพื่อนสมาชิกทุกคนในกลุ่ม เพราะยึดตามแนวคิดที่ว่าความสำเร็จของสมาชิกทุกคนจะรวมเป็นความสำเร็จของกลุ่ม และสอดคล้องกับแนวคิดของจอห์นสัน และจอห์นสัน (Johnson & Johnson, 1994, p. 55) ที่กล่าวโดยสรุปว่า การจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้ร่วมมือ และช่วยเหลือกันในการเรียนรู้โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกันมาทำงานร่วมกัน เพื่อเป้าหมายของกลุ่ม สมาชิกมีความรับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนตนและส่วนรวม มีการฝึกฝน และใช้ทักษะการทำงานกลุ่มร่วมกัน ซึ่งผลงานของกลุ่มขึ้นอยู่กับผลงานของสมาชิกแต่ละคน ในกลุ่มสมาชิกต่างได้รับความสำเร็จร่วมกัน โดยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เป็นเทคนิคหนึ่งของการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative learning) ซึ่งมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคม (Social learning theory) ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเหมือนกับการอยู่ร่วมกันในสังคม ซึ่งการทำงานแบบร่วมมือจะสร้างความสัมพันธ์อันดีต่อกัน เรียนรู้ซึ่งกันและกัน และเทคนิคจิ๊กซอว์ II ยังมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา (Cognitive theory) ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ช่วยเหลือร่วมกันคิด แก้ปัญหา ได้ลงมือทำ ค้นหาความรู้ด้วยตนเองจนเกิดความรู้ ความเข้าใจที่ชัดเจน และสร้างผลงานเป็นความสำเร็จของกลุ่ม รวมทั้งทฤษฎีการเสริมแรงของสกินเนอร์ และทฤษฎีความต้องการของมาสโลว์ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2558, หน้า 190) ดังนั้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ทำให้นักเรียนมีพฤติกรรมการทำงานกลุ่มอยู่ในระดับดีขึ้นไป สอดคล้องกับงานวิจัยของสมใจ เพ็ชรสุกใส (2548) ได้ศึกษาผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการทำงานร่วมกัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II มีความสามารถในการทำงานร่วมกันสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของนพดล ศิลปะชัย (2560) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทำงานกลุ่ม เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ

สืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการทำงานกลุ่ม ของนักเรียนหลังเรียนอยู่ในระดับดี

เมื่อพิจารณาพฤติกรรมการทำงานกลุ่มเป็นรายด้านทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการวางแผน
2) ด้านการอภิปรายและแสดงความคิดเห็นในกลุ่ม 3) ด้านการนำเสนอผลงาน 4) ด้านการปฏิบัติงาน
5) ด้านมารยาททั่วไปในการทำงานกลุ่ม เทียบกับเกณฑ์ 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) พบว่า ทุกด้านของ
พฤติกรรมการทำงานกลุ่มหลังเรียนสูงกว่า 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ
.05 เช่นกัน โดยด้านการวางแผนมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด อยู่ในระดับดีมาก, ด้านมารยาททั่วไปในการ
ทำงานกลุ่ม อยู่ในระดับดีมาก, ด้านการปฏิบัติงาน อยู่ในระดับดี, ด้านการนำเสนอผลงาน อยู่ใน
ระดับดี และด้านการอภิปรายและแสดงความคิดเห็นในกลุ่ม อยู่ในระดับดี ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเป็น
ผลมาจากการทำกิจกรรมกลุ่มนักเรียนจะต้องพูดคุยปรึกษากับสมาชิกในกลุ่ม เพื่อทำความเข้าใจ
งานก่อนลงมือปฏิบัติจริง มีการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบให้เหมาะสมกับความสามารถและความ
สนใจของสมาชิกในกลุ่ม โดยการวางแผนที่ดีจะส่งผลให้การทำงานกลุ่มประสบความสำเร็จ
หากขาดการวางแผนที่ดีจะทำให้การทำงานกลุ่มเกิดปัญหาในภายหลัง และทำให้ทำงานโดยไม่มี
เป้าหมาย ดังนั้น นักเรียนทุกคนจึงให้ความสำคัญของการวางแผนสูงสุดในระดับดีมาก
สอดคล้องกับแนวคิดของทิสนา แคมมณี (2545, หน้า 12-13) ได้กล่าวถึงกระบวนการทำงานกลุ่ม
โดยสรุปว่า การมีผู้นำที่ดี มีสมาชิกที่เข้าใจและช่วยกลุ่มตามบทบาทหน้าที่ กลุ่มนั้นมีแนวโน้ม
ที่จะดำเนินไปได้ดี แต่ถึงแม้สมาชิกจะดีเพียงใด ถ้าหากกระบวนการดำเนินงานไม่เหมาะสม
ผลงานของกลุ่มก็อาจจะไม่ดีเท่าที่ควร แต่อย่างไรก็ตามการทำงานกลุ่มจะต้องอาศัยพฤติกรรม
หลาย ๆ ด้านประกอบกันให้อยู่ในระดับดีขึ้นไป เนื่องจากความสำเร็จของทุกคนก็คือความสำเร็จ
ของกลุ่ม สมาชิกจะต้องร่วมมือร่วมใจกัน เพื่อที่จะนำพากลุ่มไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับ
งานวิจัยของสุภารัตน์ พันหา (2563, หน้า 110-118) ผลการวิจัยพบว่า ผลการเปรียบเทียบพฤติกรรม
การทำงานกลุ่ม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ก่อนเรียนและ
หลังเรียน ในรายด้านและภาพรวมได้คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ 0.5

3. จิตวิทยาศาสตร์

จิตวิทยาศาสตร์ จากผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักร
การสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II
มีจิตวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่า 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4 ทั้งนี้เนื่องมาจากเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้
สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม สมาชิกทุกคนจะต้องร่วมกัน

วางแผน สืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ปฏิบัติทดลอง รวมถึงอภิปรายและสรุปผลร่วมกันจากข้อมูลที่ได้ไปสืบเสาะมา จากนั้นนำเสนอผลงานของกลุ่มตนเอง อันเป็นผลมาจากการนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ สอดคล้องกับแนวคิดของพัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา (2537, หน้า 63) ที่ได้เสนอแนวทางพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ให้นักเรียนได้รับการฝึกฝนประสบการณ์ต่าง ๆ เพื่อเป็นการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ เน้นวิธีการเรียนโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงให้นักเรียนมีส่วนร่วมรับผิดชอบกิจกรรม เช่น การทำงานกลุ่มเพื่อฝึกการทำงานร่วมกัน ฝึกการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ฝึกการแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล ผู้สอนควรเตรียมกิจกรรมหลาย ๆ อย่างที่ฝึกฝนด้วยประสาทสัมผัสและให้ความหลากหลายของประสบการณ์ ไม่เบื่อหน่ายและอยากรู้ อยากเห็น ซึ่งวิธีการจัดการเรียนรู้นี้จะส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้สึกนึกคิดที่ก่อให้เกิดเป็นจินตนิมิต และแสดงให้เห็นพฤติกรรมเพื่อใช้ในการสืบเสาะหาความรู้โดยลักษณะของผู้มีจิตวิทยาศาสตร์จะแสดงออกมา ได้แก่ 1) ความสนใจใฝ่เรียนรู้ เป็นลักษณะที่แสดงถึงการสืบเสาะความรู้ใหม่ ๆ อยู่เสมอ มีความอยากรู้อยากเห็น ชอบทดลอง ชอบซักถาม พยายามศึกษาค้นคว้าเพื่อหาคำตอบ มีความกระตือรือร้นในการเสาะแสวงหาข้อมูลที่ตนเองสนใจ 2) ความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม เป็นลักษณะที่แสดงถึงความมุ่งมั่นตั้งใจที่จะปฏิบัติงานให้สำเร็จด้วยดีและตรงต่อเวลา มีความละเอียดรอบคอบ ไม่ทอดทิ้งในการทำงาน 3) ความมีระเบียบรอบคอบ มีการวางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบ พินิจพิเคราะห์อย่างถี่ถ้วน มีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เชื่อถือได้ก่อนที่จะตัดสินใจหรือสรุปทันที 4) การมีเหตุผล เป็นลักษณะที่แสดงถึงความมีเหตุผล อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล มีการตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของแนวคิดต่าง ๆ กับแหล่งข้อมูลที่นำเชื่อถือ 5) ความซื่อสัตย์ มีการนำเสนอตามความเป็นจริง ปราศจากความลำเอียงหรือมีอคติ ไม่แอบอ้างผลงานของผู้อื่นว่าเป็นผลงานของตนเอง และ 6) ความใจกว้าง มีการยอมรับฟังความคิดเห็น รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ข้อคิดเห็น หรือข้อโต้แย้งของผู้อื่น ไม่ยึดติดกับความคิดของตนเองเป็นหลัก ดังนั้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II นี้ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้มีจิตวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยในครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของวาชิณี บุญญาพวงศ์ (2552) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พืชและสัตว์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า จิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของนุชรีย์ แนวเฉลียว (2552) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่เรียนแบบร่วมมือ มีคะแนนจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่าง

มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ผลการวิจัยยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Harty และ Al-Faleh (1983) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการเปรียบเทียบของวิธีการสอนแบบบรรยายโดยการสาธิตและวิธีการสอนแบบกลุ่ม ได้ทดลองกับนักเรียนระดับ 11 จำนวน 47 คน ซึ่งจะแบ่งการทดลองของชาวซาอุดีอาระเบียเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มบรรยาย-สาธิต และกลุ่มที่สอนแบบกลุ่มย่อย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่สอนแบบกลุ่มย่อยมีจิตวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบบรรยาย-สาธิต อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายด้านทั้ง 6 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความสนใจใฝ่รู้ 2) ด้านความรับผิดชอบและเพียรพยายาม 3) ด้านความมีระเบียบรอบคอบ 4) ด้านความมีเหตุผล 5) ด้านความซื่อสัตย์ และ 6) ด้านความใจกว้าง เทียบกับเกณฑ์ 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) พบว่าทุกด้านของจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่า 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นกัน โดยด้านความใจกว้าง มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดในระดับดี, ด้านความซื่อสัตย์ อยู่ในระดับดี, ด้านความมีเหตุผล อยู่ในระดับดี, ด้านความสนใจใฝ่รู้ อยู่ในระดับดี, ด้านความมีระเบียบรอบคอบ อยู่ในระดับดี และด้านความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม อยู่ในระดับดี ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากในการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้ทำให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ โดยทำงานร่วมกับผู้อื่นเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะต้องมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อคิดเห็นของผู้อื่น และไม่ยึดติดความคิดของตนเอง ดังนั้น ทำให้ด้านความใจกว้างมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดในระดับดี สอดคล้องกับแนวคิดของภพ เลาหไพบูลย์ (2542, หน้า 12-13) ที่กล่าวว่าผู้มีจิตวิทยาศาสตร์จะต้องมีความใจกว้าง รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น โดยไม่ยึดในความคิดของตนฝ่ายเดียว ยอมรับการเปลี่ยนแปลง สอดคล้องกับงานวิจัยของพิจิตรา ศรีพัศยศ (2558) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 วิชาชีววิทยา เรื่อง การตอบสนองของพืช เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า จิตวิทยาศาสตร์ หลังเรียนด้านความใจกว้างร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดในระดับดีมาก และภาพรวมของจิตวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี แต่อย่างไรก็ตามพฤติกรรมของผู้มีจิตวิทยาศาสตร์ในด้านอื่น ๆ ได้แก่ ด้านความซื่อสัตย์ ด้านความมีเหตุผล ด้านความสนใจใฝ่รู้ ด้านความมีระเบียบรอบคอบ และด้านความรับผิดชอบและเพียรพยายาม หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II มีจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่า 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) เช่นกัน ผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของนุชนาจ ประภาวะเก (2560) ได้ศึกษา

การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาผลการเรียนกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดตรีทศเทพ สำนักงาน เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ โดยมีพฤติกรรม ความสนใจ ความรับผิดชอบ ความมีเหตุผล ความซื่อสัตย์ และความใจกว้างและยอมรับฟังความ คิดเห็นของผู้อื่น มีแนวโน้มพฤติกรรมดี และมีผลของคะแนนอยู่ในระดับดีเยี่ยม ดี มากกว่าระดับ พอใช้และระดับควรปรับปรุง และสอดคล้องกับงานวิจัยของกนกพิชญ์ ฤทธิ์ร่วม (2562) ได้ศึกษา การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหา ความรู้ (5Es) ร่วมกับรูปแบบการสอนของโพลยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า จิตวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน โดยรวมอยู่ในระดับน้อย ($\bar{X} = 2.36, SD = 0.13$) หลังเรียนอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.62, SD = 0.21$) และมีจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไปสำหรับงานวิจัย

1.1 ก่อนจะมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรชี้แจงกติกาการเรียน บทบาทหน้าที่ ของนักเรียน และขั้นตอนการทำกิจกรรม เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจ ไม่เกิดความสับสน หรือเกิดปัญหา ในระหว่างทำกิจกรรม และควรชี้ให้นักเรียนเห็นประโยชน์ของการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยการ ช่วยเหลือกันและรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เป็นการสร้างบรรยากาศในการเรียนให้แก่ผู้เรียน

1.2 ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ในบางขั้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนอาจจะใช้เวลาค่อนข้างมาก ดังนั้น ครูผู้สอนควรยืดหยุ่นเวลาเพื่อให้เหมาะสมกับนักเรียน และกระชับเนื้อหาในบางขั้นตอนให้รวบรัดมากขึ้น

1.3 ในชั้นประเมินที่มีการให้รางวัลและคำชมเชยกับนักเรียนนับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างมากในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II โดยครูจะให้รางวัลและคำชมเชยสำหรับ กลุ่มที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด แต่ทั้งนี้ครูก็ควรคำนึงถึงกลุ่มที่เหลือที่ไม่ได้คะแนนสูงที่สุดแต่มีความ พยายาม ซึ่งครูอาจจะมอบรางวัลปลอบใจและคำพูดให้กำลังใจนักเรียน เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิด ความรู้สึกท้อแท้ เบื่อหน่าย และเป็นการสร้างแรงจูงใจในการเรียนมากขึ้น โดยมีความพยายามมาก ขึ้นเพื่อไปสู่เป้าหมายความสำเร็จของกลุ่ม

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 จากการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของค่าเฉลี่ยร้อยละผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ ด้านการวิเคราะห์หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยร้อยละต่ำที่สุด เนื่องจากพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ด้านการวิเคราะห์ เป็นพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ในระดับสูงซึ่งเกิดจากการที่นักเรียนสามารถคิดแบบแยกแยะ คิดเป็นเหตุและผลและคิดเชื่อมโยงสัมพันธ์ได้ ดังนั้นสำหรับการวิจัยครั้งต่อไปในการจัดการเรียนรู้ในขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) หรือขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ควรแนะนำให้เสนอข่าวเหตุการณ์ในปัจจุบันหรือสร้างสถานการณ์ที่เชื่อมโยงกับบทเรียน โดยใช้คำถามที่ขึ้นต้น เช่น ใคร ทำอะไร ที่ไหน อย่างไร เพราะอะไร โดยครูควรพยายามสอดแทรกให้นักเรียนอย่างต่อเนื่อง เพื่อเป็นการส่งเสริมความสามารถในการวิเคราะห์สำหรับนักเรียน

2.2 จากการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของค่าเฉลี่ยพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ด้านการอภิปรายและแสดงความคิดเห็นในกลุ่มหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยร้อยละต่ำที่สุด เนื่องจากนักเรียนใช้เวลาไปกับการสืบค้นข้อมูลเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ในหัวข้อที่ตนได้รับมอบหมาย ทำให้มีการอภิปรายและแสดงความคิดเห็นในกลุ่มน้อยลง ดังนั้น สำหรับการวิจัยครั้งต่อไปผู้สอนควรจัดทำใบงานที่มีประเด็นคำถามในทุกหัวข้อที่มอบหมายให้นักเรียนไปศึกษา เพื่อให้นักเรียนในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert Groups) ร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นร่วมกัน โดยการตอบคำถามร่วมกันลงในใบงานเป็นกลุ่ม และยังส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจในหัวข้อที่ได้รับอย่างลึกซึ้งขึ้น ก่อนที่จะนำกลับไปถ่ายทอดความรู้ให้สมาชิกในกลุ่มบ้าน (Home Groups) ฟังตามความเข้าใจของตนเอง

2.3 จากการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของค่าเฉลี่ยจิตวิทยาศาสตร์ ด้านความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยร้อยละต่ำที่สุด เมื่อเรียนจบบทเรียนแล้ว นักเรียนจะไม่ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม และส่งงานตามเวลาที่ครูกำหนดตามที่ตกลงกันไว้ สำหรับการวิจัยครั้งต่อไปครูหากิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจ เช่น การทดลองทางวิทยาศาสตร์ เกมทางวิทยาศาสตร์ การทำโครงการทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น แทรกเข้าไปในกระบวนการจัดการเรียนรู้ เพื่อฝึกให้นักเรียนมีความรับผิดชอบและเพียรพยายามที่จะไปศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ

บรรณานุกรม

- กนกพิชญ์ ฤทธิร่วม. (2562). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับรูปแบบการสอนของโพลยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, 11(30), 63-73.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). เอกสารชุดเทคนิคการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสำคัญที่สุด " การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ". กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา กรมการศาสนา.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). แนวทางการวัดและประเมินผลในชั้นเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตาม หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: ครุสภาลาดพร้าว.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: ครุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช ๒๕๕๑. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.
- กังวล เทียนกัญท์เทศน์. (2540). การวัดการวิเคราะห์การประเมินผลทางการศึกษาเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพฯ.
- คุณารี เพ็ชรทวีพรเดช และคณะ. (2550). สูดยอดวิธีการสอนวิทยาศาสตร์นำไปสู่...การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์ อจท. จำกัด.
- ขวัญตา เจริญไชย. (2556). การพัฒนาการเรียนรู้ เรื่อง การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารบัณฑิตศึกษา, 10(49), 119-126.
- จ่านง พรายเข้มแแบ. (2535). เทคนิคการวัดและประเมินผลการเรียนรู้กับการสอนซ่อมเสริม (ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ชนาธิป พรกุล. (2545). แดทส์รูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นศูนย์กลาง (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ชนิดา เชื้อกุล. (2556). *ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ.*
- ชวลิต ชูกำแพง. (2553). *การประเมินการเรียนรู้ (Learning Assessment) (พิมพ์ครั้งที่ 3).* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ ที คิว พี.
- ชัยฤทธิ์ สีลาเดช. (2544). *คู่มือการเขียนแผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญระดับชั้นมัธยมศึกษา แนวคิดและวิธีปฏิบัติที่เป็นรูปธรรม. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์.*
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2558). *80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (พิมพ์ครั้งที่ 6).* นนทบุรี: ฟ้าลั่นซัดไซค์แอนปรีนติ้ง.
- ชาติร์ เกิดธรรม. (2547). *เทคนิคการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (พิมพ์ครั้งที่ 2).* กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2533). *เทคโนโลยีการศึกษา ทฤษฎีและการวิจัย. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.*
- ณัชชาภรณ์ วิรัตน์ชัยวรรณ. (2555). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.*
- ณัฐวุฒิ กิจรุ่งเรือง. (2545). *ผู้เรียนเป็นสำคัญและการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ของครูมืออาชีพ. กรุงเทพฯ: สถาพรบุ๊คส์.*
- ณิรดา เวชญาลักษณ์. (2561). *หลักการจัดการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.*
- คาริกา พงษ์เผ่าพงษ์. (2559). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ เรื่องระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหอวัง. คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.*
- ทพวงมหาวิทยาลัย. (2525). *ชุดส่งเสริมสำหรับครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: คณะกรรมการพัฒนาการสอนและอุปกรณ์.*
- ทรายทอง พวงสันเทียะ. (2553). *การพัฒนาแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา. ศูนย์นิพนธ์ครุศาสตร์ดุสิตบัณฑิต, สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.*

- ทิสนา แจมมณี. (2545). *กลุ่มสัมพันธ์เพื่อการทำงานและการจัดการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: นิชินแอคเอดเวอรี่ไทเซ็งกรุ๊ป.
- ทิสนา แจมมณี. (2560). *ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 21). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิสนา แจมมณี และเขาวพา เดชะคุปต์. (2531). “*ทฤษฎีกลุ่มสัมพันธ์ในการสอน*” ใน *กลุ่มสัมพันธ์ ทฤษฎีและแนวปฏิบัติ* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: บุรพาศิลป์การพิมพ์.
- ชนัดดา คงมีทรัพย์. (2554). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและจิตวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ (เทคนิค TGT) กับแบบปกติ*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.
- ธวัช ชะสุคำ. 2555. *การพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง อัตรากาเกิดปฏิกิริยาเคมี*. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 14(2), 23-33.
- ธีระพัฒน์ ฤทธิ์ทอง. (2543). *30 รูปแบบการจัดกิจกรรมโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เฟื่องฟ้า พรินติ้ง.
- นพมณี เชื้อวัชรินทร์. 2556. *จิตวิทยาศาสตร์กับธรรมะทางพุทธศาสนา*. *วารสารศึกษาศาสตร์*, 24(3), 1-14.
- นภดล ศิลปชัย. (2560). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์และทักษะการทำงานกลุ่ม เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบรูพา.
- นัจรีภรณ์ สิมมาธ. (2559). *การพัฒนาโปรแกรมสร้างเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการความสามารถในการคิดวิเคราะห์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการบูรณาการประเมินตามสภาพจริง : การวิจัยผสานวิธี*. *คุณิณีพนธ์ปรัชญาคุษณิบัณฑิต*, สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- นันทยา บุญเคลือบ. (2540). *การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Constructivism*. *วารสาร สสวท*. 96, 11-15.

- นิพิฐพร โกมลกิจศีศักดิ์. (2553). การวิเคราะห์ผลของกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานกลุ่ม และการเห็นคุณค่าในตนเองของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น : การทดลองแบบอนุกรมเวลา. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิภา เมธชาวิชัย. (2536). การประเมินผลการเรียน. กรุงเทพฯ: สำนักส่งเสริมวิชาการ สถาบันราชภัฏธนบุรี.
- นิวัฒน์ ประสานพันธ์. (2551). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การจำลอง โมเลกุล DNA ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดย การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค jigsaw ร่วมกับ Student Team Achievement Division. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- นุชนาจ ประภาวเก. (2560). การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาผลการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดตรีทศเทพ สำนักงานเขตพระนคร กรุงเทพมหานคร. วารสารวิชาการบัณฑิตวิทยาลัยสวนดุสิต, 13(1), 30-42.
- นุชริย์ แนวเฉลียว. (2552). ผลของการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2552). พื้นฐานการวิจัยการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 6). กทม: ประสานการพิมพ์.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). การวิจัยสำหรับครู (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2558). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรัชญา ละงู. (2560). ผลการจัดการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ร่วมกับแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการทำงานกลุ่ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาชีววิทยาศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ปสาสน์ กงตาล. (2535). “การร่วมมือกันเรียนรู้”. วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 15(1-2), 19.

- ปาณิสรา ศิริพรรณ. (2553). ผลการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ธาตุ และสารประกอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้. *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 4(3), 46-52.
- เปี่ยมสุข ไชยผา. (2554). การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส. *วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*.
- พรรณรศม์ เก้าธรรมสาร. (2533). “การเรียนแบบทำงานรับผิดชอบร่วมกัน”. *สารพัฒนาหลักสูตร*, 2(3), 49-66.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). *วิจัยการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา. (2537). *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิชาวิทยาศาสตร์*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- พันธ์ ทองชุมนุม. (2547). *การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: โอ. เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์.
- พิจิตรา ศรีพัฒยศ. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 วิชาชีววิทยา เรื่อง การตอบสนองของพืช เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา*.
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2548). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: เฮ้าส์ ออฟ เคอร์มีสท์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และวรรณทิพา รอดแรงคำ. (2542). *การพัฒนาการคิดของครูด้วยกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: มาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนเจอร์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิด วิธีและเทคนิคการสอน 1*. กรุงเทพฯ: บริษัท เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมนเนจเม้นท์ จำกัด.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2545). *พฤติกรรมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- พิศิษฐ ตัฒนาวิช. (ตุลาคม 2557-มีนาคม 2558). *แนวคิดการจำแนกพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์การจัดการศึกษาด้านพุทธิพิสัยตามแนวคิดของบลูมและคณะฉบับปรับปรุง*. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง*, 3(2), 13-25.

- ไพฑูรย์ สุขศรีงาม. (2545). *ความรู้วิทยาศาสตร์*. มหาสารคาม: คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. เอกสารประกอบการสอนวิชาสัมมนาการสอนวิทยาศาสตร์.
- ไพศาล หวังพานิช. (2533). *การวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ไพศาล หวังพานิช. (2556). *การวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง)* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: บริษัท โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด.
- ยชญ์ เลิศอนันตกร. (2554). *ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของนักศึกษา คณะเศรษฐศาสตร์ (ภาคพิเศษ) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*. (รายงานคณะเศรษฐศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)
- รัตนารณ รัตนารักษ์. 2547. *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จิตวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญด้วยวัฏจักรการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.*
- ราตรี นันทสุนันท์. (2553). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา (ฉบับปรับปรุง)*. กรุงเทพฯ: จุดทอง.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ลักขณา สริวัฒน์. (2544). *จิตวิทยาในชีวิตประจำวัน*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2542). *การพัฒนาการคิดของครูด้วยกิจกรรมทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้น.
- วัชรา เล่าเรียนดี. (2548). *เทคนิคและยุทธวิธีพัฒนาทักษะการคิด การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. นครปฐม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วัชรา เล่าเรียนดี. (2553). *รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด (Thinking Skills Instructional Models and Strategies)* (พิมพ์ครั้งที่ 5). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2541). *การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: บริษัท ดันอ้อ ๑๕๕๕ จำกัด.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). *แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง* (พิมพ์ครั้งที่ 2). [ม.ป.ท. : ม.ป.พ.].

วาชิณี บุญญาพาพงศ์. (2552). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พีชและสัตว์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.

วิจารณ์ พานิช. (2555). วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.

วิไลวรรณ แสนนาน. (2553). สารการเรียนรู้และการออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). การจัดการเรียนรู้ (Learning Management). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

สงวน สุทธิเลิศอรุณ. (2543). พฤติกรรมมนุษย์กับการพัฒนาตน. กรุงเทพฯ: ทิพย์วิสุทธิ.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2560). ค่าสถิติพื้นฐานผลการสอบ O-NET ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2557-2560. เรียกใช้เมื่อ 21 ตุลาคม 2560 จากสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน):

<https://www.niets.or.th/th/catalog/view/3865>.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2549). คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2555). ผู้สอนวิทยาศาสตร์มีอาชีพ แนวทางสู่การเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: อินเทอร์เน็ตคูเคชั่น ซัพพลายส์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ครูสภาลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2548). เอกสารประกอบการเผยแพร่ขยายและอบรมรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้. กรุงเทพฯ: [ม.ป.พ.]

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ครูวิทยาศาสตร์มีอาชีพ แนวทางสู่การเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: อินเทอร์เน็ตคูเคชั่น ซัพพลายส์.

- สมจิต สวชนไพบูลย์. (2546). รายงานการวิจัย การวิจัยและพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมใจ เพ็ชรสุกใส. (2548). การศึกษาการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการทำงานร่วมกันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- สมชาย วรจิเกษมสกุล. (2554). สถิติประยุกต์เพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. อุดรธานี: อักษรศิลป์
- สมนึก กัททิษณิ. (2553). การวัดผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 7). กทม.: ประสานการพิมพ์.
- สมบัติ กาญจนารักพงศ์. (2547). นวัตกรรมการศึกษาชุด 29 เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย. กรุงเทพฯ: ชารอักษร.
- สมบัติ กาญจนารักพงศ์. (2547). ๒๕ เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย : การเรียนแบบร่วมมือ. กรุงเทพฯ: บริษัท ๒๑ เซ็นจูรี่ จำกัด.
- สมบัติ แซ่มชื่น. (2555). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารบัณฑิตศึกษา, 9(44), 231-238.
- สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2549). การวัดและประเมินผลการศึกษา. กทม.: ประสานการพิมพ์.
- สมโภชน์ อเนกสุข. (2553). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. ชลบุรี: ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สมโภชน์ อเนกสุข. (2559). การวิจัยทางการศึกษา (Education research) (พิมพ์ครั้งที่ 8). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต. (2536). “แนวทางการแก้ไขพฤติกรรมที่เป็นปัญหาของนักเรียน”. วารสารครูปริทัศน์. กรกฎาคม.
- สมศักดิ์ ภู่วิภาดาพรรณ. (2554). หลักการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนและการประเมินตามสภาพจริง. กรุงเทพฯ: ดวงกมลพับลิชชิ่ง.
- สรศักดิ์ แพรดำ. (2544). ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. อุบลราชธานี: ครุศาสตร์มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

สาริณี มณีเนียม. (2559). ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ร่วมกับผังโน้ตค้น
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเคมีศึกษา,
คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สำนักงานทดสอบทางการศึกษา. (2560). รายงานผลการประเมินคุณภาพผู้เรียนระดับนานาชาติ
ปีการศึกษา 2559 : บทสรุปและข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุม
สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๖๐-๒๕๖๕. กรุงเทพฯ:
บริษัท พริกหวานกราฟฟิค จำกัด.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2561). สภาวะการศึกษาไทยปี ๒๕๕๕/๒๕๖๐ แนวทาง
การปฏิรูปการศึกษาไทยเพื่อก้าวสู่ Thailand ๔.๐. กรุงเทพฯ: บริษัท พริกหวานกราฟฟิค
จำกัด.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2551). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการ
เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2557). แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ (พิมพ์ครั้งที่ 4).
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สิริภัทร์ พรหมณีย์. (2548). *หลักชีววิทยา*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุขสันต์ หัตถสาร. (2549). ผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบร่วมมือที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนทักษะการทำงานกลุ่มการเห็นคุณค่าในตนเองและเจตคติต่อการเรียน
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ฉบับพิเศษ*, 5(19),195-210.

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และคณะ. (2554). *วิธีสอนตามแนวปฏิรูปการศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพของ
เยาวชน*. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิครื่นดี.

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และจินตนา วีระเกียรติสุนทร. (2556). *การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่...สู่
ประชาคมอาเซียน*. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิครื่นดี.

สุดารัตน์ พันหา. (2563). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้ การบอก การลบ
การคูณ การหารเศษส่วน และพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 6 จากการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ. *วารสารราชพฤกษ์*, 18(1), 110-118.

- สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2543). *การเสริมสร้างศักยภาพด้านวิทยาศาสตร์และมิติสัมพันธ์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- สุรัชวี สุภาพ. (2562). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 (Jigsaw II). *วารสารวิจัยรำไพพรรณี*, 13(3), 80-89.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). *ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้*. กรุงเทพฯ: เจเนอรัลบุ๊ค เซ็นเตอร์.
- เสาวรัตน์ จุลมณี. (2556). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการแสดงออกทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- ไสว พักขาว. (2542). *การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: เอ็มพันธ์.
- ไสว พักขาว. (2561). *การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21*. คณะศึกษาศาสตร์ : มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.
- อรพินทร์ ชูชม. (2545). *เอกสารคำสอน วิชา การสร้างและพัฒนาเครื่องมือวัดทางพฤติกรรมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อรอุมา พันธุ์เกตุ. (2561). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 12(3), 232-247.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2546). *หลักการสอน (ฉบับปรับปรุง) (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- อับดุลเลาะ อุมาร์. (2562). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เรื่องสมมูลเคมีที่มีต่อแบบจำลองทางความคิด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*, 30(1), 181-194.
- อารี พันธุ์มณี. (2534). *จิตวิทยาการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: เลิฟแอนด์ลิฟเฟิล.
- อำนาจ แน่นอุดร. (2553). *การศึกษาระบวนการกลุ่มและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคม ศาสนา และวัฒนธรรม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกัน เรียนรู้แบบ STAD โรงเรียนบ้านกุศดึก อำเภอกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- อุไรวรรณ พรน้อย. (2542). *ร่วมปฏิรูปการเรียนรู้กับครูต้นแบบ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา.
- เอกพจน์ เศษฤทธิ์. (2563). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้
แบบร่วมมือ. *วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*, 12(33),
27-38.
- เอี่ยมพร หลินเจริญ และคณะ. (2552). รายงานการวิจัยเรื่อง ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ทำให้คะแนนการ
ทดสอบ O-NET ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ต่ำ. เรียกใช้
เมื่อ 21 ตุลาคม 2562 จากสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน):
<https://www.niets.or.th>
- American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for Science Literacy
Project 2061*. Washington, D.C.: AAAS.
- Arend, R.J. (1994). *Learning to teach*. 3rd.ed. New York : McGraw-Hill.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Carlson Powell, J., Westbrook, A.,
& Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness*.
Colorado Springs, CO: BSCS.
- Çagatay & Demircioğlu. (2013). The effect of jigsaw-I cooperative learning technique on students'
understanding about basic organic chemistry concept. *Educational Researchers*.
4(2), 30-37.
- Duangkamol Sinpeng. (2553) *The development of student toward learning society: Student-entered
learning Social Religion and Cultural studies*. Bangkok: V. Print (1991) CO., LTD.
- Fazalian, p., Ebrahim, A.N. and Soraghi, S. (2010). "The effect of 5E instructional design model on
learning and retention of science for middle class students", *Procedia Social and
Behavioral Sciences*. 5: 140-143; March.
- Harty, H. and N. Al-Faleh. (1983). "Saudi Arabian Students Chemistry Achievement and Science
Attitudes Stemming from Lecture Demontstration and Small Group Teaching Method." *Journal of Research in Science Teaching*.
- Hasnah Faizah. (2017). The Effect of Cooperative Learning Model-Jigsaw Type towards High
school Students Achievement on History Subject in Pekanbaru. *Education and
Humanities Research*. 174, 419-423.

- Hussain, S., Alam, M., Bukkhari, M., Ahmad, S. & N. Ahmad. (2011). The Effectiveness of scientific attitude toward Physics teaching through Inquiry Method Verses Traditional Teaching Lecture Method of female students at Secondary School Level in Pakistan. *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*. 3(4), 441-446.
- İlker TURACOGLU, Şenol ALPAT, A. Murat ELLEZ., (2013), "Effects of Jigsaw on Teaching Chemical Nomenclature", *Journal of Education and Science*, 38, 167.
- Jonhson, D. W., & Jonhson, R.T. (1990). *Meaningful and Manageable Assessment through Cooperative Learning*. New York: Interaction Book Company.
- Jonhson, D. W., & Jonhson, R.T. (1994). *Learning together and alone: Cooperation and individualistic learning* (4th ed). NJ: Prentice Hall.
- Jonhson, D. W., & Jonhson, R.T. (1994). *Learning together and alone cooperation , competitive and individualistic learning*. Boston: Allyn and Bacon.
- Llewelly. (2005). *Teaching High School Science Through Inquiry*. The United States of America.
- Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness*. Colorado Springs, CO: BSCS. Collete, Alfred. T. *Science Teaching in Secondary School*. Boston: Allyn and Bacon, Inc.
- Mattingly, R. M.; & Vansickie, Ronald L. (1991). Cooperative Learning and Achievement in Social Studies: Jigsaw II. *Social Education*. 55(6): 392-395.
- O'Byrne, B.J. (2003). The Paradox of Cross-age, Multicultural Collaboration. *Journal of Adolescent & Adult Literacy* 47(1): 50-63.
- Partin, B.M. (2008). *THE CLEM : Path Analysis of The Mediating Effects of Perceived Learning Environment and Course Performance in Undergraduate Non Major Biology Course*. Doctoral Dissertation of Education Graduate College of Bowling Green State University, USA.
- Serbero, M. E. (2008). *Outcome measures for effective teamwork in inpatient care*. Los Angeles : RAND Corporation.
- Slavin, R.E. (1995). *Cooperative Learning: Theory, Research, and Practice*. 2nd ed. Boston: Allyn and Bacon.

Werner, L.L., Hanks, B., and McDowell, C. (2004). Pair-programming helps Female Computer Science Students. *Journal on Educational Resource in Computing* 4(1): 20-27.





ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมพงษ์ ปันหุ่น อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและจิตวิทยา
ประยุกต์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
(ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล)
2. ดร. กิตติมา พันธุ์พฤกษา อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
(ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอน
วิทยาศาสตร์)
3. ดร. ภาสกร ภักดิ์ศรีแพง รองผู้อำนวยการ ฝ่ายวิชาการ โรงเรียนสาธิต”
พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา
(ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและด้านการสอน
วิทยาศาสตร์)
4. คุณครูณงลักษณ์ อริยชนพงศ์ คุณครูสอน วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษา
ตอนปลาย โรงเรียนคาราสมุทร อ. ศรีราชา
จ. ชลบุรี (ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาชีววิทยา)
5. คุณครูเสาวณี เสถียรกุลพิทักษ์ คุณครูสอน วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษา
ตอนปลาย โรงเรียนคาราสมุทร อ. ศรีราชา
จ. ชลบุรี (ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้โดย
ใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการ
จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II)

(สำเนา)

ที่ อว ๘๑๑๘ / ว. ๑๐๐๔

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

๑๖๕ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข

อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๔ ธันวาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้ําโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวธัญชา นวนกระโทก นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ ๕ ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจิตวิทยาาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ชนาวุฒิ ลาตวงษ์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) เศรษฐ์ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เศรษฐ์ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้อำนวยการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๕

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๕๘-๕๗๖๒๕๓๖

(สำเนา)

ที่ อว ๘๑๓๗ / ๓๔๐

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

๑๖๕ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข

อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๓๐ มิถุนายน ๒๕๖๓

เรื่อง ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนคาราสุมุท

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เอกสารรับรองจริยธรรมของมหาวิทยาลัยบูรพา ๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
(หาคุณภาพ)

ด้วยนางสาวธนัชชา นวนกระโทก รหัสนิต ๖๕๑๐๐๘๔ หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ ๕ ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจิตวิทยาาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ โดยมี ดร.ชนาวุฒิ ลาดวงษ์ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และเสนอโรงเรียนท่านในการหาคุณภาพจากเครื่องมือวิจัยนั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขออนุญาตให้นิตดั่งรายนามข้างต้น ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ แผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ จำนวน ๑ ห้องเรียน รวม ๔๕ คน ระหว่างวันที่ ๑๓-๑๗ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๓ ทั้งนี้ สามารถติดต่อนิตดั่งรายนามข้างต้น ได้ที่เบอร์โทร ๐๕๘-๕๗๖๒๕๓๖

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) นุจรี ไชยมงคล

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา

โทร ๐๓๘ ๒๓๐ ๐๐๐ ต่อ ๓๐๗, ๓๐๕

E-mail: grd.buu@go.buu.ac.th

(สำเนา)

ที่ อว ๘๑๓๗ / ๓๔๑

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

๑๖๕ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข

อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๓๐ มิถุนายน ๒๕๖๓

เรื่อง ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนคาราสุมุท

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เอกสารรับรองจริยธรรมของมหาวิทยาลัยบูรพา ๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วยนางสาวธนัชชา นวนกระโทก รหัสนิสิต ๖๑๕๑๐๐๘๔ หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ ๕ ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา พฤติกรรมการทำงานกลุ่มและจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ โดยมี ดร.ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และเสนอโรงเรียนท่านในการเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัยนั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขออนุญาตให้นิสิตตั้งรายนามข้างต้น ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ แผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ จำนวน ๑ ห้องเรียน รวม ๔๕ คน ระหว่างวันที่ ๒๐ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๓ ถึง วันที่ ๑๔ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๓ ทั้งนี้ สามารถติดต่อนิสิตตั้งรายนามข้างต้น ได้ที่เบอร์โทร ๐๕๘-๕๗๖๒๕๓๖

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) นุจรี ไชยมงคล

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา

โทร ๐๓๘ ๒๗๐ ๐๐๐ ต่อ ๗๐๗, ๗๐๕

E-mail: grd.buu@go.buu.ac.th

ภาคผนวก ข

การตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- การวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II
- การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา
- การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
- การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น
(5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II

ตารางที่ ข-1 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การค้นพบสาร
พันธกรรม

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่			
	1	2	3	4	5			
1. ด้านสาระสำคัญ								
1.1 ความถูกต้อง	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถ วัดและประเมินได้ชัดเจน	5	3	5	5	5	4.60	0.89	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	4	4	5	4.40	0.55	มาก
3. ด้านสาระการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
4. ด้านกระบวนการจัด การเรียนรู้								
4.1 เรียงลำดับกิจกรรม ได้เหมาะสม	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับเวลา	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วม ในกิจกรรม	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่			
	1	2	3	4	5			
5. ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	5	3	5	4	5	4.40	0.89	มาก
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	4	5	5	4.40	0.55	มาก
ภาพรวม						4.61	0.58	มากที่สุด

จากตารางแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ที่ 1 เรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรม ซึ่งมีความเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ ข-2 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โครโมโซม

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น					ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับความเหมาะสม
	ของผู้เชี่ยวชาญ							
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. ด้านสาระสำคัญ								
1.1 ความถูกต้อง	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3. ด้านสาระการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
4. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้								
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับเวลา	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5. ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5.2 เร้าความสนใจของผู้เรียน	4	3	4	5	5	4.20	0.84	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	5	3	5	5	5	4.60	0.89	มากที่สุด

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่			
	1	2	3	4	5			
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	4	5	5	4.40	0.55	มาก
ภาพรวม						4.67	0.54	มากที่สุด

จากตารางแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ที่ 2 เรื่อง โครโมโซม ซึ่งมีความเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ ข-3 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ดีเอ็นเอ

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่			
	1	2	3	4	5			
1. ด้านสาระสำคัญ								
1.1 ความถูกต้อง	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	5	3	5	5	5	4.60	0.89	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	4	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่			
	1	2	3	4	5			
3. ด้านสาระการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
4. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้								
4.1 เรียงลำดับกิจกรรม ได้เหมาะสม	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับเวลา	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วม ในกิจกรรม	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5. ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลา ในการสอน	5	3	5	5	5	4.60	0.89	มากที่สุด
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหา สาระ	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผล ได้เหมาะสม	4	4	4	5	5	4.40	0.55	มาก
ภาพรวม						4.67	0.57	มากที่สุด

จากตารางแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ที่ 3 เรื่อง ดีเอ็นเอ ซึ่งมีความเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ ข-4 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สมบัติของสาร
พันธูกรรม

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น					ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับความ เหมาะสม
	ของผู้เชี่ยวชาญ							
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. ด้านสาระสำคัญ								
1.1 ความถูกต้อง	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถ วัดและประเมินได้ชัดเจน	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3. ด้านสาระการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
4. ด้านกระบวนการจัด การเรียนรู้								
4.1 เรียงลำดับกิจกรรม ได้เหมาะสม	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับเวลา	4	4	5	5	4	4.40	0.55	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วม ในกิจกรรม	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5. ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5.2 เร้าความสนใจของผู้เรียน	4	3	5	4	5	4.20	0.84	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลา ในการสอน	5	3	5	5	5	4.60	0.89	มากที่สุด

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น					ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับความเหมาะสม
	ของผู้เชี่ยวชาญ							
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	4	5	5	4.40	0.55	มาก
ภาพรวม						4.65	0.54	มากที่สุด

จากตารางแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ที่ 4 เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรม ซึ่งมีความเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ ข-5 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง มิวเทชัน

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น					ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับความเหมาะสม
	ของผู้เชี่ยวชาญ							
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. ด้านสาระสำคัญ								
1.1 ความถูกต้อง	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	5	3	5	5	5	4.60	0.89	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	4	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่			
	1	2	3	4	5			
3. ด้านสาระการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
4. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้								
4.1 เรียงลำดับกิจกรรม ได้เหมาะสม	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับเวลา	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วม ในกิจกรรม	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5. ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลา ในการสอน	5	3	5	5	5	4.60	0.89	มากที่สุด
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหา สาระ	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผล ได้เหมาะสม	4	4	4	5	5	4.40	0.55	มาก
ภาพรวม						4.65	0.58	มากที่สุด

จากตารางแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ที่ 5 เรื่อง มิวเทชัน (mutation) ซึ่งมีความเหมาะสมมากที่สุด

การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาชีววิทยา

ตารางที่ ข-6 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการวัด ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จุดประสงค์ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	IOC ($\frac{\sum R}{N}$)
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	1	1	1	1	1	5	1.00
	2	1	1	1	1	1	5	1.00
	3	1	1	1	1	1	5	1.00
	4	1	1	0	1	1	4	0.80
2	5	1	1	1	1	1	5	1.00
	6	1	1	1	1	1	5	1.00
	7	1	1	1	1	1	5	1.00
	8	1	1	1	1	1	5	1.00
3	9	1	1	1	1	1	5	1.00
	10	1	1	1	1	1	5	1.00
	11	1	1	1	1	1	5	1.00
	12	1	1	1	1	1	5	1.00
	13	1	1	0	1	1	4	0.80
	14	1	1	0	1	1	4	0.80
	15	1	0	1	1	1	4	0.80
	16	1	1	1	1	1	5	1.00
4	17	1	1	1	1	1	5	1.00
	18	1	1	1	1	1	5	1.00
	19	1	1	1	1	1	5	1.00
	20	1	1	1	1	1	5	1.00
	21	1	1	1	1	1	5	1.00
	22	1	1	1	1	1	5	1.00

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

จุดประสงค์ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	IOC ($\sum RN$)
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
5	23	1	1	1	1	1	5	1.00
	24	1	1	1	1	1	5	1.00
	25	1	1	1	1	1	5	1.00
	26	1	1	1	1	1	5	1.00
	27	1	1	1	1	1	5	1.00
	28	1	1	1	1	1	5	1.00
	29	1	1	0	1	1	4	0.80
	30	1	1	1	1	1	5	1.00
6	31	1	1	1	1	1	5	1.00
	32	1	1	1	1	1	5	1.00
7	34	1	1	1	1	1	5	1.00
	35	1	1	1	1	1	5	1.00
	36	1	1	1	1	1	5	1.00
	37	1	1	1	1	1	5	1.00
	38	1	1	1	1	1	5	1.00
	8	39	1	1	1	1	1	5
40		1	1	1	1	1	5	1.00
41		1	1	1	1	1	5	1.00
42		1	1	1	1	1	5	1.00
43		1	1	1	1	1	5	1.00
44		1	1	1	1	1	5	1.00
45		1	1	1	1	1	5	1.00
46		1	1	1	1	1	5	1.00
47		1	1	1	1	1	5	1.00
48		1	1	1	1	1	5	1.00
9	49	1	1	1	1	1	5	1.00
	50	1	1	1	1	1	5	1.00

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

จุดประสงค์ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	IOC ($\sum R/N$)
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
10	51	1	1	1	1	1	5	1.00
	52	1	1	1	1	1	5	1.00
11	53	1	1	1	1	1	5	1.00
	54	1	1	1	1	1	5	1.00
	55	1	1	1	1	1	5	1.00
	56	1	1	1	1	1	5	1.00
12	57	1	1	1	1	1	5	1.00
	58	1	1	0	1	1	4	0.80
	59	1	1	1	1	1	5	1.00
	60	1	1	1	1	1	5	1.00

หมายเหตุ : การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการวัด ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาที่สามารถนำมาใช้ได้มีค่า IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป

จากตารางผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการวัด ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.80-1.00

การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

ตารางที่ ข-7 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมการทำงานกลุ่มที่ต้องการวัดของแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม เรื่อง ยืนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

พฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	ข้อคำถาม ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	IOC ($\sum R/N$)
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ด้านการวางแผน	1	1	1	1	1	1	5	1
	2	1	1	1	1	1	5	1
	3	1	1	1	1	1	5	1
	4	1	1	1	1	1	5	1
	5	1	1	1	1	0	4	0.8
2. ด้านการอภิปราย และแสดงความคิดเห็น	6	1	1	0	1	1	4	0.8
	7	1	1	1	1	1	5	1
	8	1	1	1	1	1	5	1
	9	1	1	1	1	1	5	1
	10	1	1	1	1	1	5	1
3. ด้านการนำเสนอ ผลงาน	11	1	1	1	1	1	5	1
	12	1	1	1	1	1	5	1
	13	1	1	1	0	1	4	0.8
	14	1	1	1	1	1	5	1
	15	1	1	1	1	1	5	1
4. ด้านการปฏิบัติงาน	16	1	1	1	1	1	5	1
	17	1	1	1	1	1	5	1
	18	1	1	1	1	1	5	1
	19	1	1	1	1	1	5	1
	20	1	1	1	0	1	4	0.8

ตารางที่ ข-7 (ต่อ)

พฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	ข้อความ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	IOC ($\sum R/N$)
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
5. ด้านมารยาททั่วไป ในการทำงานกลุ่ม	21	1	1	1	1	1	5	1
	22	1	1	1	1	1	5	1
	23	1	1	1	1	1	5	1
	24	1	1	1	1	1	5	1
	25	1	1	1	1	1	5	1

หมายเหตุ : การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อความกับพฤติกรรม
การทำงานกลุ่มที่ต้องการวัดของแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มที่สามารถ
นำมาใช้ได้มีค่า IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป

จากตารางผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อความกับ
พฤติกรรมการทำงานกลุ่มที่ต้องการวัดของแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ได้ค่าดัชนีความ
สอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.80-1.00

การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

ตารางที่ ข-8 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบ
ของจิตวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัดของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ เรื่อง ยีนและโครโมโซม
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

องค์ประกอบ ของจิตวิทยาศาสตร์	ข้อคำถาม ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	IOC ($\sum R/N$)
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ด้านความสนใจใฝ่รู้	1	1	1	1	1	1	5	1.00
	2	1	1	1	1	1	5	1.00
	3	1	1	1	0	1	4	0.80
	4	1	1	1	1	1	5	1.00
	5	1	1	1	1	1	5	1.00
	6	1	1	1	0	1	4	0.80
	7	1	1	1	0	1	4	0.80
	8	1	1	1	1	1	5	1.00
	9	1	1	1	0	1	4	0.80
	10	1	1	1	1	1	5	1.00
2. ด้านความรับผิดชอบ	11	1	1	1	1	1	5	1.00
	12	1	1	1	1	1	5	1.00
	13	1	1	1	1	1	5	1.00
	14	1	1	1	1	1	5	1.00
	15	1	1	1	1	1	5	1.00
	16	1	1	1	1	1	5	1.00
	17	1	1	1	1	1	5	1.00
	18	1	1	1	1	1	5	1.00
	19	1	1	1	1	1	5	1.00
	20	1	1	1	1	1	5	1.00
3. ด้านความมีระเบียบ รอบคอบ	21	1	1	1	1	1	5	1.00
	22	1	1	1	1	1	5	1.00
	23	1	1	1	1	1	5	1.00

ตารางที่ ข-8 (ต่อ)

องค์ประกอบ ของจิตวิทยาศาสตร์	ข้อความ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	IOC ($\sum RN/N$)
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
	24	1	1	0	1	1	4	0.80
	25	1	1	1	1	1	5	1.00
	26	1	1	1	1	1	5	1.00
	27	1	1	1	1	1	5	1.00
	28	1	1	1	1	1	5	1.00
	29	1	1	1	1	1	5	1.00
	30	1	1	1	1	1	5	1.00
4. ด้านความมีเหตุผล	31	1	1	1	1	1	5	1.00
	32	1	1	1	1	1	5	1.00
	33	1	1	1	1	1	5	1.00
	34	1	1	1	1	1	5	1.00
	35	1	0	0	1	1	3	0.60
	36	1	1	1	1	1	5	1.00
	37	1	1	1	1	1	5	1.00
	38	1	1	0	1	1	4	0.80
	39	1	1	0	1	1	4	0.80
	40	1	1	1	1	1	5	1.00
5. ด้านความซื่อสัตย์	41	1	1	1	1	1	5	1.00
	42	1	1	1	1	1	5	1.00
	43	1	1	1	1	1	5	1.00
	44	1	1	1	1	1	5	1.00
	45	1	1	1	1	1	5	1.00
	46	1	1	0	1	1	4	0.80
	47	1	1	1	0	1	4	0.80
	48	1	1	1	1	1	5	1.00
	49	1	1	0	1	1	4	0.80
	50	1	1	1	1	1	5	1.00

ตารางที่ ข-8 (ต่อ)

องค์ประกอบ ของจิตวิทยาศาสตร์	ข้อความ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	IOC ($\sum R/N$)
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
6. ด้านความใจกว้าง	51	1	1	1	1	1	5	1.00
	52	1	1	1	1	1	5	1.00
	53	1	1	1	1	1	5	1.00
	54	1	1	1	0	1	4	0.80
	55	1	1	1	1	1	5	1.00
	56	1	1	1	0	1	4	0.80
	57	1	1	1	1	1	5	1.00
	58	1	1	1	1	1	5	1.00
	59	1	1	0	1	1	4	0.80
	60	1	1	1	1	1	5	1.00

หมายเหตุ : การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อความกับองค์ประกอบของจิตวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัดของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ ที่สามารถนำมาใช้ได้มีค่า IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป

จากตารางผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อความกับองค์ประกอบของจิตวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัดของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60-1.00

The logo of Burdapha University is a circular emblem. It features a central five-pointed star or wheel-like symbol. The Thai text "มหาวิทยาลัยบูรพา" is written in a circular path around the top, and the English text "BURAPHA UNIVERSITY" is written around the bottom. The logo is rendered in a light yellow/gold color with a semi-transparent effect.

ภาคผนวก ค

การทดลองใช้และหาคุณภาพเครื่องมือ

- การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา
- การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
- การวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาชีววิทยา

ตารางที่ ค-9 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (จำนวน 60 ข้อ)

ข้อ	p	r	แปลผล	นำไปใช้จริงข้อที่
1	0.60	0.29	ใช้ได้	1
2	0.73	0.21	ใช้ได้	-
3	0.90	0.04	ตัดทิ้ง	-
4	0.79	0.33	ใช้ได้	2
5	0.56	-0.21	ตัดทิ้ง	-
6	0.67	0.25	ใช้ได้	3
7	0.10	-0.13	ตัดทิ้ง	-
8	0.48	0.21	ใช้ได้	4
9	0.23	0.21	ใช้ได้	5
10	0.75	-0.17	ตัดทิ้ง	-
11	0.94	-0.13	ตัดทิ้ง	-
12	0.67	0.25	ใช้ได้	6
13	0.85	0.21	ใช้ได้	7
14	0.08	-0.17	ตัดทิ้ง	-
15	0.83	0.25	ใช้ได้	8
16	0.94	0.04	ตัดทิ้ง	-
17	0.58	0.17	ตัดทิ้ง	-
18	0.71	0.25	ใช้ได้	9
19	0.54	0.42	ใช้ได้	10
20	0.21	0.25	ใช้ได้	-
21	0.75	0.25	ใช้ได้	-
22	0.44	0.46	ใช้ได้	11

ตารางที่ ค-9 (ต่อ)

ข้อ	<i>p</i>	<i>r</i>	แปลผล	นำไปใช้จริงข้อที่
23	0.67	0.17	ตัดทิ้ง	-
24	0.52	0.29	ใช้ได้	12
25	0.46	0.42	ใช้ได้	-
26	0.69	0.46	ใช้ได้	13
27	0.79	0.25	ใช้ได้	-
28	0.69	0.38	ใช้ได้	14
29	0.38	0.25	ใช้ได้	15
30	0.27	-0.04	ตัดทิ้ง	-
31	0.52	-0.04	ตัดทิ้ง	-
32	0.52	0.38	ใช้ได้	16
33	0.46	0.42	ใช้ได้	17
34	0.65	0.21	ใช้ได้	-
35	0.44	0.29	ใช้ได้	-
36	0.48	0.46	ใช้ได้	18
37	0.65	0.21	ใช้ได้	-
38	0.58	0.42	ใช้ได้	19
39	0.50	0.67	ใช้ได้	20
40	0.71	0.42	ใช้ได้	-
41	0.56	0.46	ใช้ได้	21
42	0.67	0.25	ใช้ได้	-
43	0.63	-0.17	ตัดทิ้ง	-
44	0.69	0.38	ใช้ได้	22
45	0.92	0.17	ตัดทิ้ง	-
46	0.58	0.25	ใช้ได้	23
47	0.67	0.08	ตัดทิ้ง	-
48	0.71	0.42	ใช้ได้	24
49	0.52	0.38	ใช้ได้	-

ตารางที่ ค-9 (ต่อ)

ข้อ	<i>p</i>	<i>r</i>	แปลผล	นำไปใช้จริงข้อที่
50	0.75	0.42	ใช้ได้	25
51	0.50	0.42	ใช้ได้	26
52	0.67	0.25	ใช้ได้	-
53	0.56	-0.04	ตัดทิ้ง	-
54	0.50	0.25	ใช้ได้	27
55	0.60	0.21	ใช้ได้	28
56	0.33	-0.25	ตัดทิ้ง	-
57	0.44	0.13	ตัดทิ้ง	-
58	0.83	0.25	ใช้ได้	29
59	0.88	0.25	ใช้ได้	30
60	0.94	0.13	ตัดทิ้ง	-

หมายเหตุ : การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (*p*) และค่าอำนาจจำแนก (*r*) ของแบบทดสอบวัดผล

สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ที่สามารถนำมาใช้ได้มีค่าความยากง่าย (*p*) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (*r*) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 และในการตัดข้อสอบบางส่วนที่มีค่าความยากง่าย (*p*) และค่าอำนาจจำแนก (*r*) ที่นั้น เนื่องจากผู้วิจัยต้องการข้อสอบที่ครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยและจำนวนข้อสอบเพียง 30 ข้อ ตามที่ได้กำหนดไว้

จากตารางวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (*p*) และค่าอำนาจจำแนก (*r*) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาที่คัดเลือกมา 30 ข้อ มีค่าความยากง่าย (*p*) อยู่ระหว่าง 0.23-0.88 และค่าอำนาจจำแนก (*r*) อยู่ระหว่าง 0.21-0.67 และเมื่อนำมาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับแบบอิงเกณฑ์ตามวิธีของโลเวทท์ (Lovett Method) เท่ากับ 0.86

โดยสามารถคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ตามวิธีของโลเวทท์ (Lovett Method) ดังนี้

$$r_{cc} = 1 - \frac{k\sum x_i - \sum x_i^2}{(k-1)\sum (x_i - C)^2}$$

เมื่อ	r_{cc}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	k	แทน	จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	x_i	แทน	คะแนนของนักเรียนแต่ละคน
	$\sum x_i$	แทน	ผลรวมของคะแนนทุกคน
	$\sum x_i^2$	แทน	ผลทั้งหมดของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
	C	แทน	คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ

แทนค่าลงในสูตร

$$r_{cc} = 1 - \frac{k\sum x_i - \sum x_i^2}{(k-1)\sum (x_i - C)^2}$$

$$r_{cc} = 1 - \frac{(30 \times 875) - 17549}{(30-1) \times 2099}$$

$$= 0.857058$$

$$\approx 0.86$$

การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

ตารางที่ ค-10 ข้อมูลที่ได้จากการประเมินค่า 5 ระดับ ของผู้ให้คะแนน 2 คน ของแบบประเมิน
พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม เรื่อง ยืนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	ผู้ให้คะแนน	
	ผู้สังเกตคนที่ 1 (X)	ผู้สังเกตคนที่ 2 (Y)
1.	4	4
2.	5	5
3.	5	5
4.	4	4
5.	4	4
6.	4	4
7.	4	4
8.	4	4
9.	4	4
10.	5	5
11.	4	4
12.	4	5
13.	4	4
14.	4	4
15.	3	4
16.	4	4
17.	4	4
18.	4	4
19.	4	4
20.	3	3
21.	4	4

ตารางที่ ค-10 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้ให้คะแนน	
	ผู้สังเกตคนที่ 1 (X)	ผู้สังเกตคนที่ 2 (Y)
22.	5	5
23.	5	5
24.	4	4
25.	5	5
\bar{X}, \bar{Y}	4.16	4.24
S_x, S_y	0.55	0.52

หมายเหตุ : การประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม มีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

นักเรียนมีระดับพฤติกรรมการทำงานกลุ่มมากที่สุด	ให้	5 คะแนน
นักเรียนมีระดับพฤติกรรมการทำงานกลุ่มมาก	ให้	4 คะแนน
นักเรียนมีระดับพฤติกรรมการทำงานกลุ่มปานกลาง	ให้	3 คะแนน
นักเรียนมีระดับพฤติกรรมการทำงานกลุ่มน้อย	ให้	2 คะแนน
นักเรียนมีระดับพฤติกรรมการทำงานกลุ่มน้อยที่สุด	ให้	1 คะแนน

สามารถคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน 2 คน เพื่อประเมินความน่าเชื่อถือระหว่างผู้สังเกต (Inter-rater Reliability) โดยใช้สัมประสิทธิ์แคปปาของโคเฮน (Cohen's kappa) ของแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม เรื่อง ยินและ โคร โม โชม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังนี้

1. อัตราความสอดคล้อง (agreement rate) หรือ เปอร์เซ็นความสอดคล้อง ซึ่งมีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$AR \text{ หรือ } P_0 = \frac{\text{จำนวนการสังเกตที่เห็นสอดคล้อง}}{\text{จำนวนรวมทั้งหมดของการสังเกต}}$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } AR \text{ หรือ } P_0 \text{ แทน อัตราความสอดคล้องที่สังเกตได้} \\ \text{แทนค่าลงในสูตร} &= \frac{23}{25} \\ &= 0.92 \end{aligned}$$

ดังนั้น มีอัตราความสอดคล้องที่สังเกตได้ เท่ากับ 0.92

ตารางที่ ค-11 คะแนนจำนวนความถี่ในแต่ละช่องจากข้อมูลในตารางที่ ค-10 ของผู้ให้คะแนน 2 คน ของแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม เรื่อง ยินและโครโมโซม ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4

	ค่า	ผู้สังเกตคนที่ 1					รวม
		1	2	3	4	5	
ผู้สังเกตคนที่ 2	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	1	0	0	1
	4	0	0	1	16	0	17
	5	0	0	0	1	6	7
รวม		0	0	2	17	6	

2. Cohen's kappa เป็นค่าดัชนีหาความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมินเพื่อขจัดความสอดคล้องที่เกิดขึ้นโดยบังเอิญ มีสูตรในการประมาณค่า k (kappa) ดังนี้

$$k = \frac{P_0 - P_e}{1 - P_e}$$

เมื่อ k	แทน	Cohen's kappa ชนิดไม่ถ่วงน้ำหนัก
P_0	แทน	อัตราความสอดคล้องที่สังเกตได้ ได้แก่ AR
P_e	แทน	อัตราความสอดคล้องที่คาดหวัง หรือสัดส่วนความสอดคล้องโดยบังเอิญ

การหาค่า P_e มีวิธีการคำนวณเช่นเดียวกับค่าไคสแควร์ที่ใช้ทดสอบความสัมพันธ์ (Chi-square test of association) ดังนี้

$$P_e = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^C n_{i.} \cdot n_{.i}$$

เมื่อ n	แทน	จำนวนการสังเกต
C	แทน	จำนวนประเภทการตอบ
$n_{i.}$	แทน	จำนวนคนทั้งหมดในแถว i
$n_{.i}$	แทน	จำนวนคนทั้งหมดในคอลัมน์ i

แทนค่าลงในสูตร $P_e = \frac{1}{25^2} \times (0 \times 0) + (0 \times 0) + (1 \times 2) + (17 \times 17) + (7 \times 6)$

$$= \frac{1}{625} \times (0 + 0 + 2 + 289 + 42)$$

$$= \frac{1}{625} \times 333$$

$$= 0.5328$$

ดังนั้น มีค่าอัตราความสอดคล้องที่คาดหวังเท่ากับ 0.53

จากนั้นนำค่า P_e ลงในสูตร $k = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e}$

แทนค่าลงในสูตร $= \frac{0.92 - 0.53}{1 - 0.53}$

$$= \frac{0.39}{0.47}$$

$$= 0.83$$

ดังนั้น มีค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน 2 คน เท่ากับ 0.83

การวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

ตารางที่ ค-12 ผลการค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ เรื่อง ยินและโครโมโซม
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (จำนวน 60 ข้อ)

ข้อ	r_{xy}	แปลผล	นำไปใช้จริงข้อที่
1	0.61	ใช้ได้	1
2	0.57	ใช้ได้	2
3	0.47	ใช้ได้	-
4	0.62	ใช้ได้	3
5	0.47	ใช้ได้	-
6	0.51	ใช้ได้	-
7	0.67	ใช้ได้	4
8	0.45	ใช้ได้	-
9	0.60	ใช้ได้	5
10	0.51	ใช้ได้	6
11	0.51	ใช้ได้	7
12	0.45	ใช้ได้	-
13	0.41	ใช้ได้	-
14	0.62	ใช้ได้	8
15	0.38	ใช้ได้	-
16	0.57	ใช้ได้	9
17	0.53	ใช้ได้	-
18	0.55	ใช้ได้	10
19	0.29	ใช้ได้	-
20	0.16	ตัดทิ้ง	-
21	0.30	ใช้ได้	-
22	0.42	ใช้ได้	11
23	0.28	ใช้ได้	-

ตารางที่ ค-12 (ต่อ)

ข้อ	r_{xy}	แปลผล	นำไปใช้จริงข้อที่
24	0.39	ใช้ได้	12
25	0.44	ใช้ได้	13
26	0.28	ใช้ได้	-
27	0.58	ใช้ได้	14
28	0.20	ใช้ได้	-
29	0.43	ใช้ได้	15
30	0.17	ตัดทิ้ง	-
31	0.63	ใช้ได้	16
32	0.31	ใช้ได้	-
33	0.57	ใช้ได้	17
34	0.50	ใช้ได้	18
35	0.40	ใช้ได้	-
36	0.41	ใช้ได้	-
37	0.51	ใช้ได้	19
38	0.49	ใช้ได้	-
39	0.45	ใช้ได้	-
40	0.61	ใช้ได้	20
41	0.33	ใช้ได้	21
42	0.29	ใช้ได้	22
43	0.44	ใช้ได้	23
44	0.27	ใช้ได้	-
45	0.26	ใช้ได้	-
46	0.14	ตัดทิ้ง	-
47	0.45	ใช้ได้	24
48	0.45	ใช้ได้	25
49	0.43	ใช้ได้	-
50	0.28	ใช้ได้	-

ตารางที่ ค-12 (ต่อ)

ข้อ	r_{xy}	แปลผล	นำไปใช้จริงข้อที่
51	0.56	ใช้ได้	26
52	0.45	ใช้ได้	27
53	0.24	ใช้ได้	-
54	0.45	ใช้ได้	28
55	0.23	ใช้ได้	-
56	0.23	ใช้ได้	-
57	0.50	ใช้ได้	29
58	0.48	ใช้ได้	30
59	0.39	ใช้ได้	-
60	0.35	ใช้ได้	-

หมายเหตุ : การวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (r_{xy}) เป็นรายข้อ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Correlation) ของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำมาใช้ได้มีค่าอำนาจจำแนก (r_{xy}) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และในการตัดข้อคำถามบางส่วนที่มีค่าอำนาจจำแนก (r_{xy}) ที่ถึงนั้น เนื่องจากผู้วิจัยต้องการข้อคำถามที่ครอบคลุมองค์ประกอบของจิตวิทยาศาสตร์และจำนวนข้อคำถามเพียง 30 ข้อ ตามที่ได้กำหนดไว้

จากตารางวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (r_{xy}) ของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่คัดเลือกมา 30 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก (r_{xy}) โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Correlation) อยู่ระหว่าง 0.29-0.67 และเมื่อนำมาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้สัมประสิทธิ์ (α -Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) เท่ากับ 0.92

ตารางที่ ค-13 การคำนวณหาความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (α -Cronbach)
ของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ เรื่อง ยินและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	46	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	46	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.917	30

ภาคผนวก ง

การทดสอบสมมติฐานการวิจัยทางสถิติ

- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II
- การคำนวณค่า t -test ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป
- คะแนนพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II
- การคำนวณค่า t -test ของแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป
- คะแนนจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II
- การคำนวณค่า t -test ของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้
 วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วย
 เทคนิคจิ๊กซอว์ II

ตารางที่ ง-14 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียน
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 30)

คน ร.น.	ก่อนเรียน						หลังเรียน						ภาพรวม (30)	
	การจำ (5)	การเข้าใจ (10)	การปรับใช้ (3)	การวิเคราะห์ (8)	การประเมิน (2)	การสร้างสรรค์ (2)	การจำ (5)	การเข้าใจ (10)	การปรับใช้ (3)	การวิเคราะห์ (8)	การประเมิน (2)	การสร้างสรรค์ (2)		
1	1	3	2	4	0	1	11	5	8	3	7	1	2	26
2	3	5	1	2	1	1	13	4	9	2	7	2	1	25
3	3	5	1	2	0	0	11	3	6	3	4	1	2	19
4	1	1	0	2	1	0	5	5	7	2	7	1	2	24
5	2	0	0	1	2	0	5	4	8	3	4	1	2	22
6	2	2	0	1	0	1	6	3	8	3	6	1	2	23
7	2	3	1	2	0	0	8	5	8	2	6	1	2	24
8	2	5	0	2	0	0	9	4	9	2	7	2	2	26
9	0	0	0	3	0	0	3	4	10	3	7	2	1	27
10	2	4	2	1	0	0	9	2	5	1	3	2	1	14
11	4	2	1	3	0	1	11	4	7	2	7	2	2	24
12	1	1	1	1	1	0	5	3	8	2	3	2	2	20
13	1	3	2	1	2	0	9	4	7	2	4	2	2	21
14	1	3	1	1	0	0	6	5	8	2	6	2	2	25
15	2	3	0	1	0	1	7	5	8	3	7	1	2	26
16	1	2	1	1	0	0	5	4	8	2	4	2	1	21
17	2	3	1	1	0	0	7	5	10	3	5	2	2	27
18	2	3	1	2	0	0	8	4	7	3	5	2	2	23

ตารางที่ ง-14 (ต่อ)

คน ที่	ก่อนเรียน						หลังเรียน						ภาพรวม (30)	
	การจำ (5)	การเข้าใจ (10)	การปรับใช้ (3)	การวิเคราะห์ (8)	การประเมิน (2)	การสร้างสรรค์ (2)	ภาพรวม (30)	การจำ (5)	การเข้าใจ (10)	การปรับใช้ (3)	การวิเคราะห์ (8)	การประเมิน (2)		การสร้างสรรค์ (2)
19	0	3	1	2	0	0	6	5	8	3	6	1	1	24
20	1	3	1	2	0	0	7	5	10	3	7	1	1	27
21	0	0	1	1	1	0	3	3	6	2	3	2	2	18
22	1	3	0	3	0	2	9	3	8	3	4	2	2	22
23	4	5	1	2	0	1	13	5	8	3	6	1	1	24
24	1	2	2	1	0	0	6	3	5	3	6	2	2	21
25	2	5	1	1	0	1	10	5	7	3	6	2	2	25
26	2	1	0	1	0	0	4	3	9	2	8	1	2	25
27	2	3	1	1	2	0	9	5	8	3	7	1	2	26
28	2	2	2	3	1	1	11	3	7	3	5	2	1	21
29	1	2	2	2	0	1	8	3	8	2	3	1	2	19
30	3	5	2	3	0	1	14	5	10	3	7	1	1	27
31	2	1	1	3	1	1	9	4	6	3	5	2	1	21
32	0	4	2	3	1	0	10	5	8	3	6	1	2	25
33	1	4	1	3	0	1	10	5	7	3	6	1	1	23
34	2	3	0	2	1	1	9	5	10	3	7	2	2	29
35	2	2	3	3	0	1	11	5	10	3	8	1	2	29
36	3	4	2	1	1	1	12	4	9	2	5	1	2	23
37	2	0	0	1	0	0	3	4	7	1	7	2	1	22
38	1	3	1	2	1	1	9	4	6	2	5	2	2	21
39	0	3	0	1	0	1	5	5	8	3	6	1	1	24
40	1	2	1	3	1	1	9	4	7	3	4	1	2	21
41	3	1	1	4	0	0	9	4	7	3	5	1	2	22

ตารางที่ ง-14 (ต่อ)

คน ที่-	ก่อนเรียน						หลังเรียน						ภาพรวม (30)	
	การจำ (5)	การเข้าใจ (10)	การปรับใช้ (3)	การวิเคราะห์ (8)	การประเมิน (2)	การสร้างสรรค์ (2)	การจำ (5)	การเข้าใจ (10)	การปรับใช้ (3)	การวิเคราะห์ (8)	การประเมิน (2)	การสร้างสรรค์ (2)		
42	3	3	4	2	1	1	14	5	10	3	6	2	2	28
43	2	5	2	2	1	1	13	5	8	3	7	1	2	26
44	2	6	2	2	0	1	13	5	10	3	7	2	2	29
45	0	3	1	4	1	0	9	5	5	3	6	2	2	23
\bar{X}	1.67	2.80	1.11	1.98	0.44	0.51	8.51	4.22	7.84	2.60	5.71	1.51	1.71	23.60
<i>SD</i>	1.02	1.53	0.88	0.94	0.62	0.55	3.01	0.85	1.41	0.58	1.39	0.51	0.46	3.13

การคำนวณหาค่า t -test ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา
โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ตารางที่ ง-15 การทดสอบค่า t -test ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา
เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน
(คะแนนเต็ม 30) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Posttest	23.6000	45	3.12904	.46645
	Pretest	8.5111	45	3.01226	.44904

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Posttest & Pretest	45	.275	.067

Paired Samples Test

		Paired Differences		
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Posttest - Pretest	15.08889	3.69780	.55124

Paired Samples Test

		Paired Differences		t	df	Sig (2-tailed)
		95% Confidence Interval of the Difference				
		Lower	Upper			
Pair 1	Posttest - Pretest	16.19983	13.97795	27.373	44	.000

ตารางที่ ง-16 การทดสอบค่า t -test ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้แยกเป็นรายด้าน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	การจำ (ก่อนเรียน)	1.6667	45	1.02247	.15242
	การจำ (หลังเรียน)	4.2222	45	.84984	.12669
Pair 2	ความเข้าใจ (ก่อนเรียน)	2.8000	45	1.53149	.22830
	ความเข้าใจ (หลังเรียน)	7.8444	45	1.41350	.21071
Pair 3	การปรับใช้ (ก่อนเรียน)	1.1111	45	.88478	.13189
	การปรับใช้ (หลังเรียน)	2.6000	45	.57997	.08646
Pair 4	การวิเคราะห์ (ก่อนเรียน)	1.9778	45	.94120	.14031
	การวิเคราะห์ (หลังเรียน)	5.7111	45	1.39190	.20749
Pair 5	การประเมิน (ก่อนเรียน)	.4444	45	.62361	.09296
	การประเมิน (หลังเรียน)	1.5111	45	.50553	.07536
Pair 6	การสร้างสรรค์ (ก่อนเรียน)	.5111	45	.54864	.08179
	การสร้างสรรค์ (หลังเรียน)	1.7111	45	.45837	.06833

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	การจำ(ก่อนเรียน) & การจำ(หลังเรียน)	45	-.017	.909
Pair 2	ความเข้าใจ(ก่อนเรียน) & ความเข้าใจ(หลังเรียน)	45	.174	.252
Pair 3	การปรับใช้(ก่อนเรียน) & การปรับใช้(หลังเรียน)	45	.089	.563
Pair 4	การวิเคราะห์(ก่อนเรียน) & การวิเคราะห์(หลังเรียน)	45	.186	.222
Pair 5	การประเมิน(ก่อนเรียน) & การประเมิน(หลังเรียน)	45	.056	.714
Pair 6	การสร้างสรรค์(ก่อนเรียน) & การสร้างสรรค์(หลังเรียน)	45	-.032	.834

ตารางที่ ง-16 (ต่อ)

Paired Samples Test

		Paired Differences		
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	การจำ (ก่อนเรียน) & การจำ (หลังเรียน)	-2.55556	1.34089	.19989
Pair 2	ความเข้าใจ (ก่อนเรียน) & ความเข้าใจ (หลังเรียน)	-5.04444	1.89444	.28241
Pair 3	การปรับใช้ (ก่อนเรียน) & การปรับใช้ (หลังเรียน)	-1.48889	1.01404	.15116
Pair 4	การวิเคราะห์ (ก่อนเรียน) & การวิเคราะห์ (หลังเรียน)	-3.73333	1.52852	.22786
Pair 5	การประเมิน (ก่อนเรียน) & การประเมิน (หลังเรียน)	-1.06667	.78044	.11634
Pair 6	การสร้างสรรค (ก่อนเรียน) & การสร้างสรรค (หลังเรียน)	-1.20000	.72614	.10825

Paired Samples Test

		Paired Differences		t	df	Sig (2-tailed)
		95% Confidence Interval of the Difference				
		Lower	Upper			
Pair 1	การจำ (ก่อนเรียน) - การจำ (หลังเรียน)	-2.95840	-2.15271	-12.785	44	.000
Pair 2	ความเข้าใจ (ก่อนเรียน) - ความเข้าใจ (หลังเรียน)	-5.61360	-4.47529	-17.862	44	.000
Pair 3	การปรับใช้ (ก่อนเรียน) - การปรับใช้ (หลังเรียน)	-1.79354	-1.18424	-9.849	44	.000
Pair 4	การวิเคราะห์ (ก่อนเรียน) - การวิเคราะห์ (หลังเรียน)	-4.19255	-3.27412	-16.384	44	.000
Pair 5	การประเมิน (ก่อนเรียน) - การประเมิน (หลังเรียน)	-1.30114	-.83220	-9.168	44	.000
Pair 6	การสร้างสรรค (ก่อนเรียน) - การสร้างสรรค (หลังเรียน)	-1.41816	-.98184	-11.086	44	.000

ตารางที่ ง-17 การทดสอบค่า t -test ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยากับเกณฑ์ร้อยละ 70 เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน (21 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Posttest	45	23.6000	3.12904	.46645

One-Sample Test

	Test Value = 21					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Posttest	5.574	44	.000	2.60000	1.6599	3.5401

ตารางที่ ง-18 การทดสอบค่า t -test ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยากับเกณฑ์ร้อยละ 70 เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้แยกเป็นรายด้าน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
การจำ	45	4.2222	.84984	.12669

One-Sample Test

	Test Value = 3.5					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
การจำ	5.701	44	.000	.72222	.4669	.9775

ตารางที่ ง-18 (ต่อ)

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ความเข้าใจ	45	7.8444	1.41350	.21071

One-Sample Test

	Test Value = 7					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
ความเข้าใจ	4.008	44	.000	.84444	.4198	1.2691

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
การปรับใช้	45	2.6000	.57997	.08646

One-Sample Test

	Test Value = 2.1					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
การปรับใช้	5.783	44	.000	.50000	.3258	.6742

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
การวิเคราะห์	45	5.7111	1.39190	.20749

ตารางที่ ง-18 (ต่อ)

One-Sample Test

	Test Value = 5.6					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
การวิเคราะห์	.535	44	.595	.11111	-.3071	.5293

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
การประเมิน	45	1.5111	.50553	.07536

One-Sample Test

	Test Value = 1.4					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
การประเมิน	1.474	44	.147	.11111	-.0408	.2630

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
การสร้างสรรค	45	1.7111	.45837	.06833

One-Sample Test

	Test Value = 1.4					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
การสร้างสรรค	4.553	44	.000	.31111	.1734	.4488

**คะแนนพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้
โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ
ด้วยเทคนิคจิกซอว์ II**

ตารางที่ ง-19 คะแนนพฤติกรรมการทำงานกลุ่มหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คน ที่-	ด้านที่ 1 การวางแผน														
	ข้อที่ 1			ข้อที่ 2			ข้อที่ 3			ข้อที่ 4			ข้อที่ 5		
	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (X̄)	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (X̄)	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (X̄)	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (X̄)	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (X̄)
1	3	3	3	4	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4
2	4	5	4.5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4
3	3	3	3	4	3	3.5	4	5	4.5	4	4	4	4	4	4
4	3	3	3	4	4	4	5	5	5	4	4	4	5	5	5
5	4	4	4	5	4	4.5	5	5	5	4	4	4	5	5	5
6	4	3	3.5	5	5	5	5	5	5	5	4	4.5	5	5	5
7	4	3	3.5	5	5	5	5	4	4.5	5	4	4.5	4	4	4
8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
9	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
10	3	3	3	4	4	4	4	5	4.5	4	4	4	5	4	4.5
11	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
12	3	3	3	4	3	3.5	4	4	4	4	4	4	5	4	4.5
13	4	3	3.5	5	4	4.5	5	4	4.5	5	4	4.5	5	5	5
14	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4.5
15	3	3	3	4	3	3.5	4	4	4	4	4	4	5	4	4.5
16	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3.5	5	5	5
17	4	3	3.5	4	4	4	5	5	5	4	4	4	5	4	4.5
18	4	3	3.5	5	5	5	5	5	5	5	4	4.5	5	5	5
17	4	4	4	5	5	5	4	5	4.5	5	5	5	5	5	5
20	5	5	5	5	5	5	4	5	4.5	4	5	4.5	5	5	5
21	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
22	4	4	4	4	3	3.5	5	4	4.5	5	4	4.5	5	4	4.5

ตารางที่ ง-19 (ต่อ)

คน ที่	ด้านที่ 1 การวางแผน														
	ข้อที่ 1			ข้อที่ 2			ข้อที่ 3			ข้อที่ 4			ข้อที่ 5		
	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (\bar{X})
23	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
24	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4.5	5	5	5
25	4	5	4.5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
26	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
27	4	5	4.5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
28	3	3	3	4	3	3.5	4	5	4.5	4	3	3.5	5	5	5
29	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3.5	5	5	5
30	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
31	4	5	4.5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
32	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
33	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
34	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
35	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
36	3	3	3	4	4	4	4	5	4.5	4	3	3.5	5	5	5
37	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4.5	5	5	5
38	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
39	4	4	4	5	5	5	4	5	4.5	4	4	4	4	5	4.5
40	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4.5	5	4	4.5
41	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
42	4	5	4.5	4	5	4.5	4	5	4.5	5	5	5	5	5	5
43	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
44	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
45	4	4	4	4	4	4	4	5	4.5	5	4	4.5	5	4	4.5
\bar{X}	4.09	4.09	4.09	4.64	4.51	4.58	4.71	4.84	4.78	4.71	4.44	4.58	4.89	4.73	4.81
<i>SD</i>	0.73	0.87	0.77	0.48	0.69	0.56	0.46	0.37	0.33	0.46	0.66	0.51	0.32	0.45	0.32

ตารางที่ ง-19 (ต่อ)

ด้านที่ 2 การอภิปรายและแสดงความคิดเห็น															
คน ที่	ข้อที่ 6			ข้อที่ 7			ข้อที่ 8			ข้อที่ 9			ข้อที่ 10		
	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})
26	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
27	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
28	4	3	3.5	4	3	3.5	4	3	3.5	3	4	3.5	4	3	3.5
29	4	3	3.5	4	3	3.5	3	4	3.5	3	3	3	4	3	3.5
30	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
31	4	4	4	4	5	4.5	4	4	4	5	5	5	5	5	5
32	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
33	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
34	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
35	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
36	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
37	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	5
38	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
39	5	5	5	4	5	4.5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
40	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5
41	5	5	5	5	5	5	4	5	4.5	4	4	4	5	5	5
42	5	5	5	5	5	5	4	5	4.5	4	5	4.5	5	5	5
43	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
44	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
45	4	4	4	3	4	3.5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
\bar{x}	4.36	4.36	4.36	4.47	4.53	4.50	4.27	4.29	4.28	3.98	4.18	4.08	4.60	4.51	4.56
<i>SD</i>	0.74	0.80	0.74	0.63	0.69	0.62	0.62	0.69	0.58	0.75	0.81	0.75	0.58	0.73	0.63

ตารางที่ ง-19 (ต่อ)

คน ที่	ด้านที่ 3 การนำเสนอผลงาน														
	ข้อที่ 11			ข้อที่ 12			ข้อที่ 13			ข้อที่ 14			ข้อที่ 15		
	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (X̄)	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (X̄)	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (X̄)	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (X̄)	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (X̄)
1	5	5	5	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4
2	5	5	5	5	5	5	3	3	3	4	5	4.5	4	5	4.5
3	4	4	4	4	4	4	3	4	3.5	3	4	3.5	5	5	5
4	4	4	4	5	4	4.5	4	4	4	4	4	4	5	5	5
5	4	4	4	5	5	5	3	3	3	4	4	4	5	5	5
6	5	5	5	5	5	5	4	3	3.5	4	5	4.5	5	5	5
7	4	3	3.5	5	5	5	3	3	3	4	4	4	4	4	4
8	5	5	5	5	5	5	3	3	3	4	4	4	5	5	5
9	5	5	5	5	5	5	4	5	4.5	5	5	5	5	5	5
10	4	4	4	5	5	5	3	3	3	4	4	4	5	5	5
11	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5
12	4	4	4	4	3	3.5	4	3	3.5	4	4	4	4	4	4
13	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4.5
14	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5
15	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3.5	5	5	5
16	4	3	3.5	4	4	4	3	3	3	4	4	4	5	4	4.5
17	4	3	3.5	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4
18	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
19	4	5	4.5	5	5	5	4	4	4	4	5	4.5	5	5	5
20	5	5	5	4	4	4	4	5	4.5	4	4	4	4	5	4.5
21	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4
22	5	4	4.5	4	4	4	4	4	4	4	5	4.5	5	5	5
23	5	5	5	5	5	5	4	5	4.5	5	5	5	5	5	5
24	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5
25	5	5	5	5	5	5	4	5	4.5	5	5	5	5	5	5

ตารางที่ ง-19 (ต่อ)

ด้านที่ 3 การนำเสนอผลงาน															
คน ที่	ข้อที่ 11			ข้อที่ 12			ข้อที่ 13			ข้อที่ 14			ข้อที่ 15		
	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})
26	4	4	4	5	5	5	4	5	4.5	5	5	5	5	5	5
27	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	4.5	5	5	5
28	4	3	3.5	4	4	4	3	3	3	4	4	4	5	5	5
29	3	3	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	5	5	5
30	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
31	5	5	5	4	5	4.5	3	4	3.5	4	4	4	5	5	5
32	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5
33	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5
34	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
35	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
36	4	4	4	5	4	4.5	3	3	3	4	4	4	5	5	5
37	5	5	5	4	5	4.5	3	4	3.5	4	5	4.5	5	5	5
38	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5
39	4	5	4.5	4	5	4.5	3	3	3	4	4	4	5	5	5
40	5	5	5	4	5	4.5	4	4	4	4	5	4.5	5	5	5
41	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5
42	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5
43	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
44	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
45	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5
\bar{x}	4.56	4.49	4.52	4.56	4.58	4.57	3.71	3.84	3.78	4.27	4.42	4.34	4.80	4.84	4.82
<i>SD</i>	0.55	0.69	0.59	0.50	0.54	0.48	0.59	0.71	0.61	0.50	0.54	0.47	0.40	0.37	0.36

ตารางที่ ง-19 (ต่อ)

ด้านที่ 4 การปฏิบัติงาน															
คน ที่	ข้อที่ 16			ข้อที่ 17			ข้อที่ 18			ข้อที่ 19			ข้อที่ 20		
	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (X̄)	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (X̄)	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (X̄)	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (X̄)	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (X̄)
1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4
2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4.5
3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	5	4	4.5	4	4	4	3	4	3.5	4	4	4	4	4	4
5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	3	3	3
6	5	5	5	4	5	4.5	4	5	4.5	4	5	4.5	4	4	4
7	4	4	4	5	5	5	3	3	3	4	4	4	3	4	3.5
8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4
9	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
10	4	4	4	4	3	3.5	4	4	4	3	3	3	3	3	3
11	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4.5
12	4	4	4	4	3	3.5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
13	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	5	4.5	4	4	4
14	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4
15	3	3	3	4	3	3.5	3	3	3	3	3	3	3	3	3
16	3	3	3	4	4	4	4	3	3.5	3	3	3	3	3	3
17	3	3	3	4	3	3.5	4	3	3.5	3	3	3	3	3	3
18	4	4	4	5	5	5	5	4	4.5	4	4	4	4	4	4
19	5	5	5	5	4	4.5	5	5	5	4	5	4.5	4	4	4
20	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	4.5
21	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4
22	5	5	5	5	4	4.5	5	5	5	4	4	4	4	4	4
23	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
24	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
25	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4.5

ตารางที่ ง-19 (ต่อ)

ด้านที่ 4 การปฏิบัติงาน															
คน ที่	ข้อที่ 16			ข้อที่ 17			ข้อที่ 18			ข้อที่ 19			ข้อที่ 20		
	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})
26	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
27	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4.5
28	4	4	4	4	3	3.5	5	5	5	4	3	3.5	3	3	3
29	4	3	3.5	3	3	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4
30	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
31	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4.5	4	4	4
32	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4
33	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4
34	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
35	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
36	5	5	5	4	4	4	4	5	4.5	4	4	4	4	4	4
37	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4
38	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
39	5	5	5	4	5	4.5	5	5	5	4	4	4	4	4	4
40	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
41	5	5	5	4	5	4.5	5	5	5	5	4	4.5	4	4	4
42	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4.5	4	4	4
43	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
44	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5
45	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
\bar{x}	4.62	4.58	4.60	4.60	4.51	4.56	4.62	4.62	4.62	4.29	4.36	4.32	4.04	4.18	4.11
<i>SD</i>	0.61	0.66	0.63	0.54	0.73	0.60	0.65	0.68	0.64	0.69	0.74	0.69	0.64	0.68	0.64

ตารางที่ ง-19 (ต่อ)

ด้านที่ 5 มารยาททั่วไปในการทำงานกลุ่ม															
คน ที่	ข้อที่ 21			ข้อที่ 22			ข้อที่ 23			ข้อที่ 24			ข้อที่ 25		
	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ผู้ประเมินคนที่ 1	ผู้ประเมินคนที่ 2	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})
26	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5
27	4	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5
28	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
29	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	3	3	3
30	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
31	4	4	4	5	5	5	5	5	5	4	5	4.5	5	5	5
32	5	5	5	3	3	3	5	5	5	4	4	4	5	5	5
33	4	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5
34	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
35	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
36	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
37	4	5	4.5	5	5	5	4	5	4.5	4	4	4	5	4	4.5
38	5	4	4.5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
39	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5
40	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
41	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5
42	5	4	4.5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5
43	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
44	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
45	5	5	5	4	5	4.5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
\bar{x}	4.58	4.56	4.57	4.71	4.69	4.70	4.49	4.49	4.49	4.29	4.38	4.33	4.56	4.58	4.57
<i>SD</i>	0.58	0.55	0.54	0.51	0.51	0.49	0.59	0.63	0.59	0.46	0.49	0.45	0.62	0.62	0.61

การคำนวณหาค่า t -test ของประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ตารางที่ ง-20 การทดสอบค่า t -test ของแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม เรื่อง ยินและ
โคร โม โชม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่า 3.51 (ระดับดีขึ้นไป)
โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Group Working Behaviors	45	4.4600	.43254	.06448

One-Sample Test

	Test Value = 3.51					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Group Working Behaviors	14.733	44	.000	.95000	.8201	1.0799

ตารางที่ ง-21 การทดสอบค่า t -test ของแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม เรื่อง ยินและ
โคร โม โชม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่า 3.51 (ระดับดีขึ้นไป)
ซึ่งแสดงรายการพฤติกรรมการทำงานกลุ่มแยกเป็นรายด้าน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ด้านที่ 1 การวางแผน	45	4.5667	.41396	.06171
ด้านที่ 2 การอภิปรายและแสดง ความคิดเห็นในกลุ่ม	45	4.3533	.60174	.08970
ด้านที่ 3 การนำเสนอผลงาน	45	4.4067	.36332	.05416
ด้านที่ 4 การปฏิบัติงาน	45	4.4422	.56226	.08382
ด้านที่ 5 มารยาททั่วไปในการ ทำงานกลุ่ม	45	4.5311	.36358	.05420

ตารางที่ ง-21 (ต่อ)

One-Sample Test

	Test Value = 3.51					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
ด้านที่ 1 การวางแผน	17.123	44	.000	1.05667	.9323	1.1810
ด้านที่ 2 การอภิปราย และแสดงความคิดเห็น ในกลุ่ม	9.401	44	.000	.84333	.6626	1.0241
ด้านที่ 3 การนำเสนอ ผลงาน	16.556	44	.000	.89667	.7875	1.0058
ด้านที่ 4 การปฏิบัติงาน	11.122	44	.000	.93222	.7633	1.1011
ด้านที่ 5 มารยาททั่วไป ในการทำงานกลุ่ม	18.840	44	.000	1.02111	.9119	1.1303

**คะแนนจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้
โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ
ด้วยเทคนิคจิกซอว์ II**

ตารางที่ ง-22 คะแนนจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คนที่	ด้านที่ 1 ความสนใจใฝ่รู้ (ข้อที่ 1-5)					\bar{X}	ด้านที่ 2 ความรับผิดชอบ และเพียรพยายาม (ข้อที่ 6-10)					\bar{X}
	1.	2.	3.	4.	5.		6.	7.	8.	9.	10.	
1	4	5	4	4	4	4.2	4	5	4	3	5	4.2
2	5	4	5	5	5	4.8	5	5	4	5	5	4.8
3	5	3	3	4	1	3.2	3	4	4	4	3	3.6
4	4	4	4	3	3	3.6	3	3	4	5	2	3.4
5	4	3	4	4	4	3.8	4	4	4	4	4	4
6	4	4	5	4	4	4.2	4	4	4	4	4	4
7	3	2	4	4	4	3.4	4	3	3	3	4	3.4
8	4	4	5	4	5	4.4	4	4	3	5	5	4.2
9	4	4	5	3	5	4.2	4	4	5	5	5	4.6
10	4	3	5	5	5	4.4	5	5	4	5	5	4.8
11	3	3	4	4	4	3.6	5	4	3	4	4	4
12	4	5	5	5	5	4.8	5	5	5	5	5	5
13	4	2	3	3	3	3	4	3	5	4	4	4
14	3	3	4	4	4	3.6	4	4	5	5	5	4.6
15	4	5	5	4	5	4.6	4	4	4	3	5	4
16	4	3	5	4	4	4	3	4	3	3	2	3
17	5	4	4	5	5	4.6	5	5	5	5	5	5
18	4	4	4	5	3	4	3	3	3	3	3	3
19	4	4	5	4	4	4.2	3	3	3	3	4	3.2
20	4	5	4	3	2	3.6	5	4	5	4	4	4.4
21	3	4	5	2	4	3.6	4	4	3	3	4	3.6
22	4	5	5	3	5	4.4	4	5	4	4	5	4.4

ตารางที่ ง-22 (ต่อ)

คนที่	ด้านที่ 1 ความสนใจใฝ่รู้ (ข้อที่ 1-5)						ด้านที่ 2 ความรับผิดชอบ และเพียรพยายาม (ข้อที่ 6-10)					
	1.	2.	3.	4.	5.	\bar{X}	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{X}
23	4	3	3	3	4	3.4	4	4	3	2	1	2.8
24	4	4	4	5	4	4.2	4	4	3	4	5	4
25	4	5	5	5	5	4.8	5	4	4	5	4	4.4
26	5	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3.8
27	4	4	5	4	4	4.2	4	4	3	4	4	3.8
28	4	5	4	3	4	4	3	3	3	4	5	3.6
29	4	4	5	5	5	4.6	3	4	4	5	4	4
30	4	4	4	4	4	4	4	3	3	5	4	3.8
31	4	4	5	4	5	4.4	4	5	5	4	5	4.6
32	4	4	4	5	5	4.4	4	5	4	5	5	4.6
33	3	3	4	4	5	3.8	4	4	4	3	4	3.8
34	5	5	5	3	5	4.6	3	3	4	4	5	3.8
35	4	4	5	3	4	4	4	4	4	3	4	3.8
36	4	4	5	5	5	4.6	5	4	4	5	5	4.6
37	4	4	4	3	3	3.6	3	3	3	3	4	3.2
38	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
39	5	5	5	4	3	4.4	4	5	5	4	3	4.2
40	4	4	5	4	5	4.4	5	4	4	3	4	4
41	3	4	5	4	4	4	3	4	3	3	4	3.4
42	4	3	5	5	5	4.4	4	5	4	4	5	4.4
43	4	4	4	3	4	3.8	5	5	4	3	5	4.4
44	4	5	3	5	4	4.2	4	3	3	4	4	3.6
45	4	3	5	4	4	4	3	4	5	4	5	4.2
\bar{X}	4.02	3.93	4.42	4.00	4.18	4.11	3.98	4.04	3.89	3.98	4.22	4.02
<i>SD</i>	0.54	0.81	0.69	0.80	0.89	0.46	0.72	0.71	0.75	0.84	0.93	0.56

ตารางที่ ง-22 (ต่อ)

คนที่	ด้านที่ 3 ความมีระเบียบรอบคอบ (ข้อที่ 11-15)						ด้านที่ 4 ความมีเหตุผล (ข้อที่ 16-20)					
	11.	12.	13.	14.	15.	\bar{X}	16.	17.	18.	19.	20.	\bar{X}
1	5	4	4	4	5	4.4	4	4	3	4	5	4
2	5	4	5	4	4	4.4	5	5	4	4	5	4.6
3	3	3	3	4	2	3	3	3	3	2	2	2.6
4	5	2	3	4	5	3.8	4	4	4	3	4	3.8
5	4	5	4	4	4	4.2	4	4	3	3	5	3.8
6	4	5	5	3	4	4.2	4	5	4	4	2	3.8
7	3	4	4	3	4	3.6	3	5	2	3	4	3.4
8	4	3	4	4	5	4	4	5	4	5	4	4.4
9	5	4	4	5	5	4.6	4	5	4	5	5	4.6
10	4	3	5	5	5	4.4	4	4	4	4	5	4.2
11	4	4	5	5	5	4.6	5	5	4	5	3	4.4
12	5	4	5	5	5	4.8	5	5	5	5	5	5
13	3	3	4	3	3	3.2	4	4	3	4	4	3.8
14	4	4	4	3	2	3.4	5	4	4	3	5	4.2
15	4	4	5	5	4	4.4	4	5	3	5	5	4.4
16	3	5	4	3	4	3.8	5	4	5	3	2	3.8
17	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	5	4.4
18	4	4	4	2	2	3.2	3	4	4	3	3	3.4
19	4	4	4	3	3	3.6	3	5	4	4	5	4.2
20	3	3	3	4	3	3.2	4	5	4	5	4	4.4
21	3	3	3	4	4	3.4	4	4	4	5	5	4.4
22	3	4	4	4	4	3.8	4	5	4	4	4	4.2
23	4	3	3	5	5	4	5	4	4	4	4	4.2
24	5	4	5	5	5	4.8	5	5	5	5	5	5
25	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	4.6
26	4	4	5	4	4	4.2	4	3	4	3	4	3.6
27	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3.8

ตารางที่ ง-22 (ต่อ)

คนที่	ด้านที่ 3 ความมีระเบียบรอบคอบ (ข้อที่ 11-15)					ด้านที่ 4 ความมีเหตุผล (ข้อที่ 16-20)						
	11.	12.	13.	14.	15.	\bar{X}	16.	17.	18.	19.	20.	\bar{X}
28	5	3	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4.4
29	4	5	5	3	4	4.2	4	5	5	4	5	4.6
30	3	3	3	2	5	3.2	3	3	3	4	5	3.6
31	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	5	4.6
32	4	4	5	3	5	4.2	3	4	3	4	5	3.8
33	3	3	3	4	4	3.4	3	4	4	5	5	4.2
34	5	4	4	5	5	4.6	5	5	5	5	5	5
35	4	5	5	4	4	4.4	4	4	4	3	4	3.8
36	4	4	5	5	5	4.6	5	4	5	5	4	4.6
37	4	4	3	4	5	4	4	4	4	3	4	3.8
38	5	4	5	5	5	4.8	5	5	5	5	4	4.8
39	4	4	5	5	3	4.2	5	5	4	3	3	4
40	4	3	5	4	5	4.2	5	5	4	4	5	4.6
41	5	5	5	5	4	4.8	4	4	3	5	5	4.2
42	4	4	5	5	5	4.6	4	4	4	4	2	3.6
43	5	4	4	5	5	4.6	4	5	4	4	5	4.4
44	4	4	3	4	4	3.8	5	5	4	4	4	4.4
45	5	3	4	4	4	4	5	5	3	3	5	4.2
\bar{X}	4.11	3.87	4.22	4.09	4.22	4.10	4.24	4.47	3.96	3.96	4.22	4.17
<i>SD</i>	0.71	0.73	0.77	0.85	0.88	0.53	0.71	0.63	0.71	0.88	0.95	0.48

ตารางที่ ง-22 (ต่อ)

คนที่	ด้านที่ 5 ความซื่อสัตย์ (ข้อที่ 21-25)					ด้านที่ 6 ความใจกว้าง (ข้อที่ 26-30)						
	21.	22.	23.	24.	25.	\bar{X}	26.	27.	28.	29.	30.	\bar{X}
1	5	5	5	3	5	4.6	5	5	5	5	5	5
2	3	4	5	5	5	4.4	5	3	3	4	5	4
3	3	5	2	5	3	3.6	4	4	3	3	4	3.6
4	3	5	4	3	4	3.8	4	4	4	3	4	3.8
5	4	4	3	4	5	4	5	4	4	4	4	4.2
6	4	5	5	4	5	4.6	4	4	4	4	5	4.2
7	4	3	4	3	4	3.6	4	3	4	3	4	3.6
8	4	5	4	3	5	4.2	4	4	4	3	4	3.8
9	5	3	4	3	5	4	5	5	5	4	5	4.8
10	5	5	5	3	5	4.6	4	5	4	5	4	4.4
11	5	5	5	4	5	4.8	5	4	5	5	5	4.8
12	5	5	4	5	5	4.8	5	5	4	3	3	4
13	3	4	3	3	3	3.2	3	3	4	3	2	3
14	4	4	4	4	5	4.2	4	4	4	5	5	4.4
15	5	3	5	3	5	4.2	5	5	5	5	5	5
16	4	5	3	5	5	4.4	4	5	3	2	3	3.4
17	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
18	3	3	4	4	3	3.4	5	5	5	5	3	4.6
19	5	4	4	3	5	4.2	5	4	5	3	2	3.8
20	3	3	4	3	4	3.4	5	5	4	5	3	4.4
21	5	4	4	3	4	4	5	5	4	5	5	4.8
22	5	4	3	4	5	4.2	5	4	4	5	5	4.6
23	5	5	5	4	4	4.6	5	5	5	4	4	4.6
24	4	2	5	5	5	4.2	4	4	3	4	4	3.8
25	3	5	5	3	5	4.2	4	5	5	5	5	4.8
26	5	4	4	3	2	3.6	4	4	4	3	3	3.6
27	4	3	4	3	4	3.6	5	4	4	3	4	4

ตารางที่ ง-22 (ต่อ)

คนที่	ด้านที่ 5 ความซื่อสัตย์ (ข้อที่ 21-25)					ด้านที่ 6 ความใจกว้าง (ข้อที่ 26-30)						
	21.	22.	23.	24.	25.	\bar{X}	26.	27.	28.	29.	30.	\bar{X}
28	5	4	3	4	5	4.2	5	4	4	5	5	4.6
29	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4.6
30	4	4	3	5	5	4.2	4	4	3	5	5	4.2
31	4	5	5	4	5	4.6	5	4	4	5	3	4.2
32	2	5	5	5	5	4.4	4	4	4	4	5	4.2
33	4	3	5	5	5	4.4	4	4	4	3	5	4
34	5	4	5	3	5	4.4	5	5	4	3	5	4.4
35	5	4	4	4	5	4.4	4	4	3	3	4	3.6
36	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	5	4.4
37	3	5	4	3	4	3.8	4	4	4	3	4	3.8
38	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4.8
39	5	4	4	3	3	3.8	5	5	5	3	4	4.4
40	5	4	4	4	5	4.4	4	4	4	4	3	3.8
41	4	3	4	4	5	4	5	5	3	4	2	3.8
42	5	4	3	4	5	4.2	5	5	4	3	4	4.2
43	5	4	4	3	5	4.2	4	4	5	4	5	4.4
44	3	3	2	3	4	3	5	4	3	4	4	4
45	4	3	4	4	5	4	5	5	5	4	4	4.6
\bar{X}	4.24	4.13	4.13	3.84	4.58	4.19	4.53	4.33	4.13	3.96	4.16	4.22
SD	0.86	0.84	0.84	0.82	0.75	0.48	0.55	0.60	0.69	0.88	0.93	0.47

การคำนวณค่า t -test ของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ตารางที่ ง-23 การทดสอบค่า t -test ของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ เรื่อง ยืนและโครโมโซม
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่า 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) โดยใช้
โปรแกรมสำเร็จรูป

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Scientific Mind	45	4.1356	.37326	.05564

One-Sample Test

	Test Value = 3.51					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Scientific Mind	11.243	44	.000	.62556	.5134	.7377


ตารางที่ ง-24 การทดสอบค่า t -test ของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ เรื่อง ยืนและโครโมโซม
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่า 3.51 (ระดับดีขึ้นไป) ซึ่งแสดง
รายการพฤติกรรมของจิตวิทยาศาสตร์แยกเป็นรายด้าน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ด้านที่ 1 ความสนใจใฝ่รู้	45	4.1111	.45638	.06803
ด้านที่ 2 ความรับผิดชอบและความ เพียรพยายาม	45	4.0222	.55795	.08317
ด้านที่ 3 ความมีระเบียบรอบคอบ	45	4.1022	.53193	.07930
ด้านที่ 4 ความมีเหตุผล	45	4.1689	.48045	.07162
ด้านที่ 5 ความซื่อสัตย์	45	4.1867	.48129	.07175
ด้านที่ 6 ความใจกว้าง	45	4.2222	.47140	.07027

ตารางที่ ง-24 (ต่อ)

One-Sample Test						
	Test Value = 3.51					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
ด้านที่ 1 ความสนใจใฝ่รู้	8.836	44	.000	.60111	.4640	.7382
ด้านที่ 2 ความรับผิดชอบ และความเพียรพยายาม	6.158	44	.000	.51222	.3446	.6799
ด้านที่ 3 ความมีระเบียบ รอบคอบ	7.469	44	.000	.59222	.4324	.7520
ด้านที่ 4 ความมีเหตุผล	9.200	44	.000	.65889	.5145	.8032
ด้านที่ 5 ความซื่อสัตย์	9.431	44	.000	.67667	.5321	.8213
ด้านที่ 6 ความใจกว้าง	10.135	44	.000	.71222	.5706	.8538

The logo of Burapha University is a large, circular emblem in the background. It features a central figure, possibly a deity or a historical figure, surrounded by Thai script and the English text "BURAPHA UNIVERSITY".

ภาคผนวก จ

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา
- แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
- แบบวัดจิตวิทยาาสตร์

(ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

ภาคเรียนที่ 2 / 2562 (รายวิชาเพิ่มเติม)

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ รหัสวิชา ว31241 วิชา ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 : ยีนและโครโมโซม ระยะเวลา 18 คาบ

เรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรม จำนวน 3 คาบ เวลา 150 นาที

ผู้สอน นางสาวรัชชา นวนกระโทก วันที่สอน

อาจารย์ที่ปรึกษา 1. ดร. ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ 2. ดร. สมศิริ สิงห์ลพ

1. มาตรฐานการเรียนรู้

เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบน โครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีดีเอ็นเอ หลักฐาน ข้อมูล และแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล อธิบายสมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของ DNA และสรุปการจำลอง DNA

3. สาระสำคัญ

สารพันธุกรรมเป็นแหล่งข้อมูลทั้งหมดสำหรับ โครงสร้าง และการทำงานของกระบวนการต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ ดีเอ็นเอ และอาร์เอ็นเอ ซึ่งได้มีนักวิทยาศาสตร์หลายท่านศึกษาเกี่ยวกับสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทำการทดลองและหาข้อสรุปในข้อสงสัยต่าง ๆ ได้แก่ โยฮันน์ ฟรีดริช มิเชอร์ (Johann Friedrich Miescher) โรเบิร์ต ฟอยล์เกน (Robert Feulgen) เฟรเดอริก กริฟฟิท (Frederick Griffith) และ ออสวอลด์ ที แอเวอรี (Oswald T. Avery) และคณะ

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้ (พุทธิพิสัย / K)

4.1.1 สืบค้นข้อมูล อธิบายและสรุปผลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับการค้นพบสารพันธุกรรมได้

4.1.2 อธิบาย วิเคราะห์ ประเมิน และตรวจสอบสมมติฐานผลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการค้นพบของสารพันธุกรรมได้

4.2 ด้านทักษะกระบวนการ (ทักษะพิสัย / P)

4.2.1 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับการค้นพบสารพันธุกรรมได้

4.2.2 นักเรียนสามารถนำการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับการค้นพบสารพันธุกรรมไปประยุกต์ใช้ได้

4.2.3 นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม เพื่ออภิปรายความรู้ที่ได้เกี่ยวกับผลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในการค้นพบสารพันธุกรรมได้

4.3 ด้านคุณลักษณะ (จิตพิสัย / A)

4.3.1 มีความใฝ่เรียนรู้

4.3.2 สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

4.3.3 ตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมและการเข้าชั้นเรียน

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

5.1 ความสามารถในการสื่อสาร

5.2 ความสามารถในการคิด

5.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา

5.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

5.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

6.1 มีวินัย

6.2 ใฝ่เรียนรู้

6.3 มุ่งมั่นในการทำงาน

6.4 มีจิตสาธารณะ

7. สาระการเรียนรู้

นักวิทยาศาสตร์หลายท่าน ได้ทำการค้นคว้าเกี่ยวกับสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ดังนี้

- โยฮันน์ ฟรีดริช มิเชอร์ (Johann Friedrich Miescher) ค้นพบว่า กรดนิวคลีอิกจากสารเคมีที่สกัดจากนิวเคลียสของเซลล์เม็ดเลือดขาว ซึ่งไม่สามารถถูกย่อยด้วยเอนไซม์เพปซิน

- โรเบิร์ต ฟอยล์เกน (Robert Feulgen) พัฒนาสีฟุคซิน (fuchsin) ย้อมเซลล์ซึ่งจะย้อมติดสีแดง พบว่า สารที่ย้อมติดสีคือ ดีเอ็นเอ และสีจะติดบริเวณนิวเคลียสและรวมตัวหนาแน่นที่โครโมโซม

- เฟรเดอริก กริฟฟิท (Frederick Griffith) ค้นพบสารบางอย่างจากแบคทีเรียสายพันธุ์ S ที่ทำให้ตายด้วยความร้อนสามารถเข้าไปยังแบคทีเรียสายพันธุ์ R ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของแบคทีเรียสายพันธุ์ R เป็นแบคทีเรียสายพันธุ์ S ซึ่งสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกหลานของแบคทีเรีย

- ออสวอลด์ ที แอเวอรี (Oswald T. Avery) แมคลิน แมคคาร์ที (Maclyn McCarty) และคอลิน แมคลอคด์ (Colin MacLeod) ค้นพบว่า สารที่เปลี่ยนแปลงพันธุกรรมของแบคทีเรียสายพันธุ์ R เป็นสายพันธุ์ S คือ DNA

8. วิธีการจัดการเรียนรู้

8.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) (5 นาที)

8.1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยการตั้งคำถาม และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อทบทวนความรู้เดิม ซึ่งครูจะใช้โปรแกรม Supersoom ในการสุ่มเลขที่ให้นักเรียนตอบคำถามประมาณ 3 คน ต่อ 1 คำถาม โดยมีแนวคำถาม ดังนี้

- นักเรียนคิดว่าสารพันธุกรรมของมนุษย์ คืออะไร

(แนวคำตอบ สารพันธุกรรมของมนุษย์ คือ ดีเอ็นเอ)

- นักเรียนคิดว่า DNA มีบทบาทสำคัญต่อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตอย่างไร

(แนวคำตอบ DNA เป็นสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ทำหน้าที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตและสามารถถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากรุ่นพ่อแม่สู่รุ่นลูกได้)

- นักเรียนทราบหรือไม่ว่าสารพันธุกรรมถูกค้นพบโดยนักวิทยาศาสตร์ท่านใดบ้าง และทำการทดลองอย่างไร

(แนวคำตอบ นักเรียนอาจจะตอบได้หรือไม่ได้ขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของนักเรียน)

8.1.2 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยนความรู้ว่า สารพันธุกรรมเป็นแหล่งข้อมูลสำหรับโครงสร้าง และการทำงานของกระบวนการต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต โดยแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ ดีเอ็นเอ และอาร์เอ็นเอ ซึ่งก่อนหน้านี้ที่เราจะรู้จักสารพันธุกรรมได้มีนักวิทยาศาสตร์หลายท่านทำการศึกษาสารพันธุกรรม โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และได้ทำการทดลอง เพื่อหาข้อสรุปในข้อสงสัย โดยวันนี้เราจะเรียน เรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรมของนักวิทยาศาสตร์ท่านต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ โยฮันน์ ฟรีดริช มิเชอร์, โรเบิร์ต ฟอยล์เกน, เฟรเดอริก กริฟฟิท, ออสวอลด์ ที แอเวอริ, แมคลิน แมคคาร์ที และคอลิน แมคลอยด์

8.2 ชั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (90 นาที)

นักเรียนทำการศึกษาค้นคว้าและทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกัน เรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรม โดยครูจะแบ่งหัวข้อย่อยให้นักเรียน เกี่ยวกับการค้นพบสารพันธุกรรมของนักวิทยาศาสตร์หลายท่าน ได้แก่ โยฮันน์ ฟรีดริช มิเชอร์ (Johann Friedrich Miescher) โรเบิร์ต ฟอยล์เกน (Robert Feulgen) เฟรเดอริก กริฟฟิท (Frederick Griffith) และ ออสวอลด์ ที แอเวอริ (Oswald T. Avery) และคณะ เพื่อให้นักเรียนไปศึกษา แลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกัน โดยครูได้นำการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ชั้นเตรียมการ (2 นาที)

- ครูแบ่งกลุ่มให้นักเรียนโดยละความสามารถ คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน อยู่ในกลุ่มเดียวกัน กลุ่มละ 6 คน ทั้งหมด 8 กลุ่ม เรียกว่า กลุ่มบ้าน (home group) เพื่อทำกิจกรรมเรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรม พร้อมให้นักเรียนตั้งชื่อกลุ่ม

ขั้นที่ 2 ชั้นสอน (3 นาที)

- นักเรียนแต่ละกลุ่มในกลุ่มบ้าน (home group) เลือกหัวข้อนักวิทยาศาสตร์ที่ทำการค้นคว้าเกี่ยวกับสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตตามความสนใจของนักเรียน โดยครูแบ่งหัวข้อการศึกษา ดังนี้

หัวข้อที่ 1 โยฮันน์ ฟรีดริช มิเชอร์ (Johann Friedrich Miescher)

หัวข้อที่ 2 โรเบิร์ต ฟอยล์เกน (Robert Feulgen)

หัวข้อที่ 3 เฟรเดอริก กริฟฟิท (Frederick Griffith)

หัวข้อที่ 4 ออสวอลด์ ที แอเวอริ (Oswald T. Avery) แมคลิน แมคคาร์ที

(Maclyn McCarty) และ คอลิน แมคลอยด์ (Colin MacLeod)

ขั้นที่ 3 ขั้นกิจกรรมกลุ่ม (45 นาที)

- นักเรียนแต่ละกลุ่มที่สนใจศึกษาหัวข้อเดียวกันของทุกกลุ่ม มานั่งด้วยกัน เรียกว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert Groups) เพื่อช่วยกันศึกษา อภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้
- นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านคำชี้แจงจากบัตรคำสั่ง เพื่อทำกิจกรรมร่วมกัน
- นักเรียนร่วมกันเรียนรู้โดยการสืบค้นข้อมูล อภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็น จากหนังสือเรียนชีววิทยา หรือใช้โทรศัพท์มือถือสแกนคิวอาร์โค้ด (QR Code) ใบบทความรู้ ที่ครูแจกให้ทุกกลุ่ม เพื่อเข้าไปศึกษา เรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรม
- นักเรียนร่วมกันสรุป และนำข้อสรุปที่ได้เขียนลงในใบบันทึกกิจกรรม เรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรม

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและทดสอบ (40 นาที)

- นักเรียนแต่ละคนออกจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert Groups) กลับไปยังกลุ่มบ้าน (home group) เพื่อนำความรู้ในหัวข้อที่ได้ไปศึกษามาอธิบาย ถ่ายทอดความรู้ให้สมาชิกในกลุ่มฟัง (โดยให้อธิบายแบบเรียงตามลำดับหัวข้อที่ได้รับจาก หัวข้อที่ 1 – หัวข้อที่ 4)
- นักเรียนในกลุ่มบ้าน (home group) ร่วมกันสรุปความรู้ในหัวข้อ เรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรม ลงในกระดาษปฐพี

8.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) (30 นาที)

8.3.1 นักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยครูใช้โปรแกรม Supersoom ในการสุ่ม ทั้งหมด 3 กลุ่ม เพื่อให้ นักเรียนออกมานำเสนอ แลกเปลี่ยนความรู้ และอภิปรายร่วมกัน โดยนักเรียนสามารถนำเสนอรูปแบบใดก็ได้ตามความคิดของนักเรียนเอง

8.3.2 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการทดลองของ โยฮันน์ ฟรีดริช มิเชอร์ (Johann Friedrich Miescher) โรเบิร์ต ฟอยล์เกน (Robert Feulgen) และ เฟรเดอริก กริฟฟิท (Frederick Griffith) เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป เรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรม นำเสนอโดยใช้สื่อ powerpoint ใช้คำถาม ดังนี้

- โยฮันน์ ฟรีดริช มิเชอร์ (Johann Friedrich Miescher) ได้ศึกษาค้นพบอะไร (แนวคำตอบ ได้ค้นพบ กรดนิวคลีอิก (nucleic acid) ที่สกัดจากนิวเคลียสของ เซลล์เม็ดเลือดขาวที่ไม่สามารถย่อยด้วยเอนไซม์เปปซิน โดยพบว่ามีธาตุไนโตรเจน (N) และฟอสฟอรัส (P) เป็นองค์ประกอบ)

- โรเบิร์ต ฟอยล์เกน (Robert Feulgen) ได้ศึกษาค้นพบอะไร

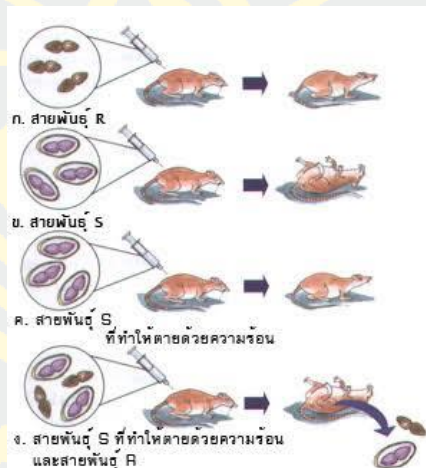
(แนวคำตอบ ได้พัฒนาสีฟุคซิน (*fuchsin*) ย้อมเซลล์ซึ่งจะย้อมดีดีสีแดง พบว่า สารที่ย้อมดีดีคือ ดีเอ็นเอ และสีจะติดบริเวณนิวเคลียสและรวมตัวหนาแน่นที่โครโมโซม)

- เฟรเดอริก กริฟฟิท (Frederick Griffith) ได้ศึกษาค้นพบอะไร

(แนวคำตอบ ค้นพบสารบางอย่างจากแบคทีเรียสายพันธุ์ S ที่ทำให้ตายด้วยความร้อนสามารถเข้าไปยังแบคทีเรียสายพันธุ์ R ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของแบคทีเรียสายพันธุ์ R เป็นแบคทีเรียสายพันธุ์ S ซึ่งสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกหลานของแบคทีเรีย แต่กริฟฟิทยังไม่รู้ว่าสารนั้นคืออะไร)

8.3.3 ครุณาเสนอรูปภาพ การทดลองของเฟรเดอริก กริฟฟิท (Frederick Griffith)

นำเสนอโดยใช้โปรแกรม powerpoint แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและตอบคำถาม โดยมีคำถาม ดังนี้



รูปภาพ การทดลองของเฟรเดอริก กริฟฟิท (Frederick Griffith)

ที่มา : <https://ksnattie.wordpress.com>

- ถ้าทำการทดลองเฉพาะชุด ค และชุด ง โดยไม่มีชุดการทดลอง ก และ ข นักเรียนคิดว่าจะสามารถสรุปผลได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

(แนวคำตอบ ไม่สามารถสรุปการทดลองได้ เพราะชุดทดลอง ก และ ข เป็นชุดควบคุม (ชุด ก เป็น *negative control* และชุด ข เป็น *positive control*)

- ถ้านำเลือดของหนูจากชุดการทดลอง ข และ ค มาตรวจ นักเรียนคิดว่าจะพบแบคทีเรียหรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ พบแบคทีเรียในเลือดของหนูชุด ข แต่ไม่พบแบคทีเรียในเลือดของหนูชุด ค)

- ในชุด ง พบทั้งแบคทีเรียสายพันธุ์ S และสายพันธุ์ R ในเลือดของหนูที่ตาย นักเรียนคิดว่าแบคทีเรียสายพันธุ์ใดที่ทำให้หนูตาย เพราะเหตุใด

(แนวคำตอบ เมื่อพิจารณาชุดการทดลอง ก และ ข พบว่า ชุดการทดลอง ก มีแบคทีเรียสายพันธุ์ R ที่มีชีวิตให้หนู แล้วหนูไม่ตาย ส่วนชุดการทดลอง ข มีแบคทีเรียสายพันธุ์ S ที่มีชีวิตให้หนู แล้วหนูตาย ดังนั้น ในชุด ง ที่พบแบคทีเรียสายพันธุ์ S และสายพันธุ์ R แบคทีเรียที่ทำให้หนูตาย ควรเป็นสายพันธุ์ S)

8.3.4 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการการค้นพบของออสวอลด์ ที แอเวอรี (Oswald T. Avery) แมคลิน แมคคาร์ที (Maclyn McCarty) และคอลิน แมคลอยด์ (Colin MacLeod) ว่าสารที่เปลี่ยนแปลงพันธุกรรมของแบคทีเรีย สายพันธุ์ R เป็นสายพันธุ์ S คือ DNA

8.4 ขยายความรู้ (Elaboration) (10 นาที)

8.4.1 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยนความรู้ ว่าจากการทดลองของออสวอลด์ ที แอเวอรี (Oswald T. Avery) แมคลิน แมคคาร์ที (Maclyn McCarty) และคอลิน แมคลอยด์ (Colin MacLeod) ว่าการใช้เอนไซม์ต่าง ๆ ได้แก่ DNase RNase และ โปรตีนเอสไปรวมกับสารสกัดจากแบคทีเรียสายพันธุ์ S เพื่อให้แน่ใจว่า เมื่อ DNA ถูกย่อยสลายโดย DNase จะไม่มี DNA ที่จะเปลี่ยนแบคทีเรียสายพันธุ์ R ให้ไปเป็นแบคทีเรียสายพันธุ์ S ได้ ส่วนหลอดอื่น ๆ DNA ไม่ถูกย่อยสลายจะพบแบคทีเรียสายพันธุ์ S นอกจากนี้ นักวิทยาศาสตร์บางท่านคิดว่าโปรตีนเป็นสารพันธุกรรม ดังนั้น การทดลองนี้ที่เติมเอนไซม์โปรตีนเอส เมื่อย่อยสลายโปรตีนแล้วพบว่ามีแบคทีเรียสายพันธุ์ S เกิดขึ้น เป็นการยืนยันได้ว่าสารพันธุกรรม คือ DNA ไม่ใช่โปรตีน

8.5 ประเมินผล (Evaluation) (15 นาที)

โดยในขั้นนี้เป็นการนำของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II เข้ามาใช้ ดังนี้

8.5.1 ขั้นที่ 5 ประเมินผล นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรม จำนวน 10 ข้อ ในคาบเรียน

8.5.2 ครูประเมินความรู้ของนักเรียนจากการนำเสนอหน้าชั้นเรียน ที่ได้สืบค้นข้อมูลในห้องเรียน

8.5.3 ครูประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน จากการสังเกตพฤติกรรม การเรียนรู้ในห้องเรียน

8.5.4 ครูประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียน จากการสังเกตพฤติกรรม การเรียนรู้ในห้องเรียน

9. อุปกรณ์ สื่อ และแหล่งการเรียนรู้

- 9.1 โปรแกรมนำเสนองาน Power Point เรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรม
- 9.2 หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 2
- 9.3 QR Code ใบความรู้ เรื่อง การค้นพบของ โยฮันน์ ฟรีดริช มิเชอร์ (Johann Friedrich Miescher)
- 9.4 QR Code ใบความรู้ เรื่อง การค้นพบของ โรเบิร์ต ฟอยล์เกน (Robert Feulgen)
- 9.5 QR Code ใบความรู้ เรื่อง การค้นพบของเฟรเดอริก กริฟฟิท (Frederick Griffith)
- 9.6 QR Code ใบความรู้ เรื่อง การค้นพบของออสวอลด์ ที แอเวอรี (Oswald T. Avery) แมคลิน แมคคาร์ที (Maclyn McCarty) และคอลิน แมคลอยด์ (Colin MacLeod)
- 9.7 โทรศัพท์มือถือ เพื่อสืบค้นข้อมูล
- 9.8 กระดาษปรีฟ
- 9.9 บัตรคำสั่ง
- 9.10 ใบบันทึกกิจกรรมรายบุคคล เรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรม
- 9.11 โปรแกรมซูม Supersoom
- 9.12 ปากกาเมจิก
- 9.13 internet

10. การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
1. ด้านพุทธิพิสัย - สืบค้นข้อมูล อธิบาย และสรุปผลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับการค้นพบสารพันธุกรรมได้ - อธิบาย วิเคราะห์ ประเมินและตรวจสอบ สมมติฐานผล การทดลองของ นักวิทยาศาสตร์ที่ เกี่ยวข้องกับการค้นพบ ของสารพันธุกรรมได้	การทำแบบทดสอบ หลังเรียน เรื่อง การค้นพบสาร พันธุกรรม	แบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง การค้นพบ สารพันธุกรรม	ทำได้ถูกต้อง 70 % ขึ้นไป
2. ด้านทักษะพิสัย - วิเคราะห์ และสรุปผล การทดลองของ นักวิทยาศาสตร์ที่ เกี่ยวกับการค้นพบสาร พันธุกรรมได้	- การนำเสนอหน้า ชั้นเรียน	- แบบประเมินการ นำเสนอหน้าชั้น เรียน	นักเรียนได้คะแนน ในระดับดีขึ้นไป

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนสามารถนำการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการค้นพบสารพันธุกรรมไปประยุกต์ใช้ได้ - นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มเพื่ออภิปรายความรู้ที่ได้เกี่ยวกับการค้นพบสารพันธุกรรมได้ 	<ul style="list-style-type: none"> - การนำเสนอหน้าชั้นเรียน - พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม 	<ul style="list-style-type: none"> - แบบประเมินการนำเสนอหน้าชั้นเรียน - แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม 	<p>นักเรียนได้คะแนนในระดับดีขึ้นไป</p> <p>นักเรียนได้คะแนนในระดับดีขึ้นไป</p>
<p>3. ด้านคุณลักษณะ</p> <ul style="list-style-type: none"> - มีความใฝ่เรียนรู้ - สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ - ตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมและการเข้าชั้นเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - การประเมินคุณลักษณะ 	<ul style="list-style-type: none"> - แบบประเมินคุณลักษณะ 	<p>นักเรียนได้คะแนนระดับดีขึ้นไป</p>

11. ปัญหา อุปสรรค และแนวทางแก้ไข

- นักเรียนใช้เวลาในการศึกษาหาข้อมูลและทำกิจกรรมกลุ่มของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญนานเกินไป ทำให้ระยะเวลาในการทำกิจกรรมในขั้นถัดไปน้อยลง ครูจึงกระชับเวลาและเนื้อหาในขั้นอธิบาย และลงข้อสรุปให้ใช้เวลาลดลง

(นางสาว ธนัชชา นวนกระโทก)

ครูผู้สอน

แบบประเมินการนำเสนอหน้าชั้นเรียน

คำชี้แจง แบบประเมินการนำเสนอหน้าชั้นเรียนฉบับนี้ให้ผู้สอน สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างการนำเสนอหน้าชั้นเรียนของนักเรียน โดยลงระดับคะแนนในตารางให้ตรงกับพฤติกรรมของนักเรียน

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน					รวม คะแนน (20)	ผ่าน /ไม่ ผ่าน
		นำเสนอเนื้อหาในผลงาน ได้ถูกต้อง (4)	การนำเสนอมีความ น่าสนใจ (4)	นำเสนอเหมาะสม กับเวลา (4)	บุคลิกภาพและการ แสดงออก (4)	การนำเสนอมีความ ต่อเนื่องเป็นลำดับ (4)		

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติสมบูรณ์ชัดเจน	ให้	4	คะแนน
ปฏิบัติยังมีข้อบกพร่องในจุดที่ไม่สำคัญ	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติยังมีข้อบกพร่องเป็นส่วนใหญ่	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติไม่ได้เลย	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

นักเรียนสามารถนำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยมีคะแนนรวมในการประเมินการนำเสนอหน้าชั้นเรียนอยู่ในระดับดีขึ้นไป

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
17-20	ดีมาก
13-16	ดี
9-12	พอใช้
5-8	ปรับปรุง

แบบประเมินคุณลักษณะ

คำชี้แจง แบบประเมินคุณลักษณะในชั้นเรียนฉบับนี้ให้ผู้สอน สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยลงระดับคะแนนในตารางให้ตรงกับพฤติกรรมของนักเรียน

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน					รวม คะแนน (15)	ผ่าน / ไม่ ผ่าน
		มิวินัย		ใฝ่เรียนรู้				
		ตรงต่อเวลาในการปฏิบัติ กิจกรรม (3)	ตั้งใจเรียนรู้ (3)	เอาใจใส่และพยายาม ในการเรียนรู้ (3)	เข้าร่วมกิจกรรมการ เรียนรู้ต่าง ๆ (3)	ศึกษาค้นคว้าความรู้ จากแหล่งต่าง ๆ (3)		

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

นักเรียนมีคุณลักษณะ โดยมีคะแนนรวมในการประเมินคุณลักษณะอยู่ในระดับดีขึ้นไป

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
12-15	ดีมาก
9-11	ดี
ต่ำกว่า 8	พอใช้

บัตรคำสั่ง (กลุ่มที่ 1)

หัวข้อเรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรมของ โยฮันน์ ฟรีดริช มิเชอร์
(Johann Friedrich Miescher)

สื่อ และ อุปกรณ์

1. ใบความรู้ เรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรมของโยฮันน์ ฟรีดริช มิเชอร์
(Johann Friedrich Miescher)
2. ใบบันทึกกิจกรรมรายบุคคล เรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรม
3. โทรศัพท์มือถือ เพื่อสืบค้นข้อมูล
4. อินเทอร์เน็ต
5. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 2

คำสั่ง :

1. ให้นักเรียนใช้โทรศัพท์สแกน QR Code เพื่อเข้าไปศึกษาใบความรู้ เรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรมของโยฮันน์ ฟรีดริช มิเชอร์ (Johann Friedrich Miescher) หรือจากหนังสือเรียนชีววิทยา หน้า 35 โดยศึกษาในหัวข้อ เรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรมของโยฮันน์ ฟรีดริช มิเชอร์ (Johann Friedrich Miescher)
2. ร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ เพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน
3. เมื่อนักเรียนได้ข้อสรุปจากการศึกษาร่วมกันแล้ว ให้นักเรียนเขียนสรุปลงในใบบันทึกกิจกรรมรายบุคคล เรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรม



ตัวอย่าง : ใ้ความรู้จากการสแกน QR Code

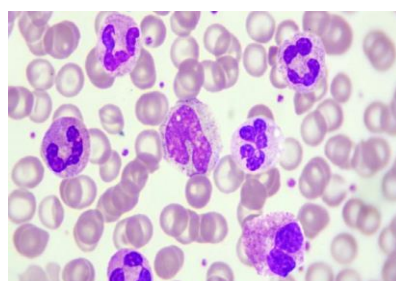


SCAN ME

ใ้ความรู้

เรื่อง การค้นพบของโยฮันน์ ฟรีดริช มิเชอร์

(Johann Friedrich Miescher)



เซลล์เม็ดเลือดขาว

ชื่อ : โยฮันน์ ฟรีดริช มิเชอร์

ปีพ.ศ 2412

- ได้ทำการศึกษาสารเคมีที่สกัดได้จากนิวเคลียสของเซลล์เม็ดเลือดขาวที่ได้จากฝ้ายพันแผล

พบว่ามีสารหนึ่งประกอบด้วยธาตุหลักคล้ายโปรตีน คือ มี C, H, O, N และมีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วยมีสีขาวและมีความเป็นเล็กน้อย มีชื่อสารเคมีนี้ว่า นิวคลีอิน (nuclein)

- ต่อมาเปลี่ยนชื่อใหม่เป็นกรดนิวคลีอิก ซึ่งมี 2 ชนิด คือ ดีเอ็นเอ และ อาร์เอ็นเอ

บัตรคำสั่ง (กลุ่มที่ 2)

หัวข้อเรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรมของ โรเบิร์ต ฟอยล์เกน

(Robert Feulgen)

สื่อ และ อุปกรณ์

1. ใบความรู้ เรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรมของ โรเบิร์ต ฟอยล์เกน

(Robert Feulgen)

2. ใบบันทึกกิจกรรมรายบุคคล เรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรม
3. โทรศัพท์มือถือ เพื่อสืบค้นข้อมูล
4. อินเทอร์เน็ต
5. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 2

คำสั่ง :

1. ให้นักเรียนใช้โทรศัพท์สแกน QR Code เพื่อเข้าไปศึกษาใบความรู้ เรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรมของ โรเบิร์ต ฟอยล์เกน (Robert Feulgen) หรือจากหนังสือเรียนชีววิทยา หน้า 35 โดยศึกษาในหัวข้อ เรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรมของ โรเบิร์ต ฟอยล์เกน (Robert Feulgen)
2. ร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ เพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน
3. เมื่อนักเรียนได้ข้อสรุปจากการศึกษาร่วมกันแล้ว ให้นักเรียนเขียนสรุปลงใน ใบบันทึกกิจกรรมรายบุคคล เรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรม



ตัวอย่าง : ใบความรู้จากการสแกน QR Code

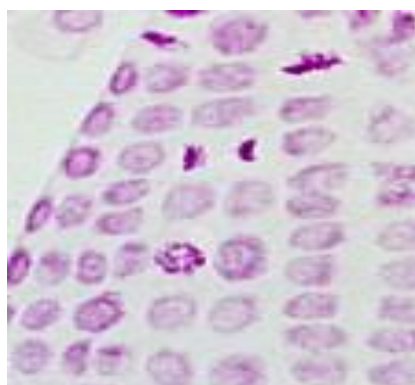


SCAN ME

ใบความรู้

เรื่อง การค้นพบของโรเบิร์ต ฟอยล์เกน

(Robert Feulgen)



ชื่อ : โรเบิร์ต ฟอยล์เกน (Robert Feulgen)

ปีพ.ศ 2457

- ได้ทำการศึกษาและพัฒนาเทคนิคการย้อมดีเอ็นเอ ซึ่งทำหลัง Johann Friedrich Miescher 2-3 ปี

- โรเบิร์ต ฟอยล์เกน ใช้สีฟุคซิน (fuchsin) ย้อมเซลล์ และพบว่าสีนี้จะย้อมติดสารในนิวเคลียสให้สีม่วงแดงและสารที่ย้อมติดสีนั้น คือ DNA (deoxyribonucleic acid) นอกจากนี้ยังพบว่าสีนี้จะย้อมติดเฉพาะสารภายในนิวเคลียสเท่านั้น

- ในสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันไม่ว่าจะเป็นเซลล์ตับ ไต กล้ามเนื้อ หัวใจ ผิวหนัง จะมีปริมาณ DNA เท่า ๆ กัน ส่วนในเซลล์สืบพันธุ์จะมีปริมาณของ DNA ประมาณครึ่งหนึ่งของเซลล์ร่างกายของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ

บัตรคำสั่ง (กลุ่มที่ 3)

หัวข้อเรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรมของ เฟรเดอริก กริฟฟิท

(Frederick Griffith)

สื่อ และ อุปกรณ์

1. ใบความรู้ เรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรมของ เฟรเดอริก กริฟฟิท

(Frederick Griffith)

2. ใบบันทึกกิจกรรมรายบุคคล เรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรม
3. โทรศัพท์มือถือ เพื่อสืบค้นข้อมูล
4. อินเทอร์เน็ต
5. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 2

คำสั่ง :

1. ให้นักเรียนใช้โทรศัพท์สแกน QR code เพื่อเข้าไปศึกษาใบความรู้ เรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรมของเฟรเดอริก กริฟฟิท (Frederick Griffith) หรือจากหนังสือเรียนชีววิทยา หน้า 35-36 โดยศึกษาในหัวข้อ เรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรมของ เฟรเดอริก กริฟฟิท (Frederick Griffith)

2. ร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ เพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน

3. เมื่อนักเรียนได้ข้อสรุปจากการศึกษาร่วมกันแล้ว ให้นักเรียนเขียนสรุปลงในใบบันทึกกิจกรรมรายบุคคล เรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรม



ตัวอย่าง : ใบความรู้จากการสแกน QR Code



SCAN ME

ใบความรู้

เรื่อง การค้นพบของเฟรเดอริก กริฟฟิท

(Frederick Griffith)



ชื่อ : เฟรเดอริก กริฟฟิท (Frederick Griffith)

ปีพ.ศ 2471

นายแพทย์ ชาวอังกฤษ ได้ทำการพิสูจน์สารพันธุกรรมเพื่อสนับสนุนว่า DNA เป็นสารพันธุกรรมไม่ใช่โปรตีน เนื่องจากในสมัยนั้นมีการถกเถียงกันมากกว่า สารพันธุกรรมนั้นควรจะเป็นกรดนิวคลีอิก โดยเฉพาะ DNA หรือ โปรตีนกันแน่ มีทั้งผู้สนับสนุนว่าโปรตีนเป็นสารพันธุกรรมและก็มีผู้ที่สนับสนุนว่า DNA เป็นสารพันธุกรรม

ประสงค์ หล้าสะอาด และ จิตเกษม หล้าสะอาด. (2554). *คัมภีร์ ชีววิทยา ENTRANC*

ฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ พ.ศ. พัฒนา จำกัด.

การทดลองของเฟรเดอริก กริฟฟิท

(Frederick Griffith)

กริฟฟิท เริ่มการทดลองโดยใช้แบคทีเรีย *Streptococcus pneumoniae* ซึ่งทำให้เกิดโรคปอดบวม ซึ่งมี 2 ชนิด ดังนี้

1. ชนิดที่ทำให้เกิดโรคปอดบวม เป็นชนิดสร้างแคปซูล (capsule) ห่อหุ้มเซลล์ได้และสร้างโคโลนีขอบเรียบ (smooth colony) ใช้ตัวอักษรย่อว่า S

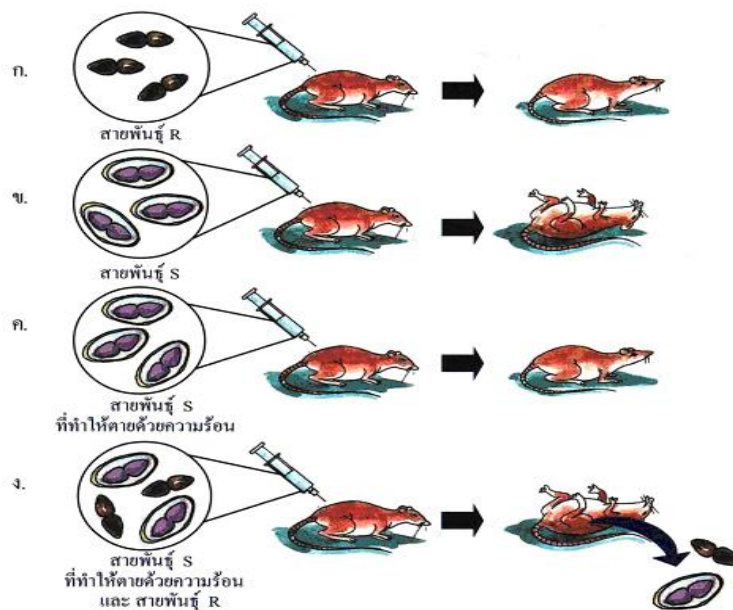
2. ชนิดที่ไม่ทำให้เกิดโรคปอดบวมเป็นชนิดที่ไม่สร้างแคปซูลห่อหุ้มเซลล์และสร้างโคโลนีขอบขรุขระ (rough colony) ใช้ตัวอักษรย่อว่า R

การทดลองของกริฟฟิท ทำดังนี้

กลุ่มควบคุม 1. ฉีดเชื้อชนิด R เข้าไปในหนู ปรากฏว่าหนูไม่ตายและตรวจไม่พบเชื้อ R

2. ฉีดเชื้อชนิด S ซึ่งฆ่าด้วยความร้อนแล้วเข้าไปในหนู พบว่าหนูไม่ตายและตรวจไม่พบเชื้อ S

ภาพการทดลองของเฟรเดอริก กริฟฟิท (Frederick Griffith)



จากการทดลองชุดนี้แสดงให้เห็นว่าเชื้อชนิด R ต้องรับสารบางอย่างจากเชื้อชนิด S มา จึงทำให้เชื้อ R เปลี่ยนเป็นเชื้อชนิด S ได้ การเปลี่ยนแปลงสภาพจากชนิด R เป็นชนิด S เรียกว่า ทรานส์ฟอร์เมชัน (transformation) และสารที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพนี้เรียกว่า ฟอรั่มิงแฟกเตอร์ (transforming factor) ซึ่งกริฟฟิท ไม่ทราบว่าสารนี้เป็นสารชนิดใด

ใบบันทึกกิจกรรมรายบุคคล
เรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรม



ข้อมูลผู้ค้นพบสารพันธุกรรม

ชื่อ _____

ปี พ.ศ. _____

วาดแผนภาพการทดลอง
พร้อมบรรยายละเอียด



บัตรคำสั่ง (กลุ่มที่ 4)

หัวข้อเรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรมของ ออสวอลด์ ที แอเวอรี (Oswald T. Avery) แมคลิน แมคคาร์ที (Maclyn McCarty) และคอลิน แมคลอยด์ (Colin MacLeod)

สื่อ และ อุปกรณ์

1. ใบความรู้ เรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรมของออสวอลด์ ที แอเวอรี (Oswald T. Avery) แมคลิน แมคคาร์ที (Maclyn McCarty) และคอลิน แมคลอยด์ (Colin MacLeod)
2. ใบบันทึกกิจกรรมรายบุคคล เรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรม
3. โทรศัพท์มือถือ เพื่อสืบค้นข้อมูล
4. อินเทอร์เน็ต
5. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 2

คำสั่ง :

1. ให้นักเรียนใช้โทรศัพท์สแกน QR Code เพื่อเข้าไปศึกษาใบความรู้ เรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรมของออสวอลด์ ที แอเวอรี (Oswald T. Avery) แมคลิน แมคคาร์ที (Maclyn McCarty) และคอลิน แมคลอยด์ (Colin MacLeod) หรือจากหนังสือเรียน ชีววิทยา หน้า 36-37 โดยศึกษาในหัวข้อ เรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรมของออสวอลด์ ที แอเวอรี (Oswald T. Avery) แมคลิน แมคคาร์ที (Maclyn McCarty) และคอลิน แมคลอยด์ (Colin MacLeod)
2. ร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ เพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน
3. เมื่อนักเรียนได้ข้อสรุปจากการศึกษาร่วมกันแล้ว ให้นักเรียนเขียนสรุปลงในใบบันทึกกิจกรรมรายบุคคล เรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรม



ตัวอย่าง : ใบความรู้จากการสแกน QR Code



SCAN ME

ใบความรู้

เรื่อง การค้นพบของออสวอลด์ ที แอเวอรี (Oswald T. Avery) แมคลิน แมคคาร์ที (Maclyn McCarty) และ คอลิน แมคลอยด์ (Colin MacLeod)



Oswald T. Avery



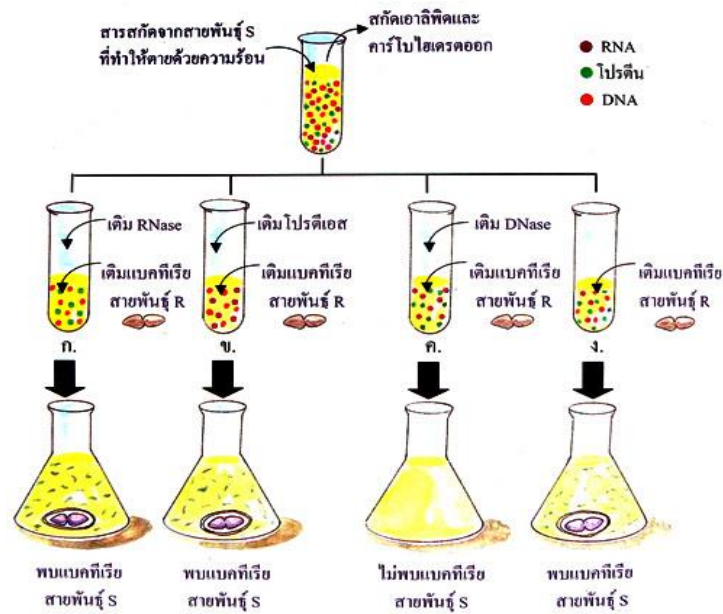
Colin MacLeod



Maclyn McCarty

ออสวอลด์ ที แอเวอรี (Oswald T. Avery) แมคลิน แมคคาร์ที (Maclyn McCarty) และ คอลิน แมคลอยด์ (Colin MacLeod) นักวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกัน แห่งสถาบันรอกกีเฟลเลอร์ (Rockefeller Institute) ปี พ.ศ. 2487 ได้ทำการทดลอง โดยการแยกสารต่าง ๆ คือ DNA โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรตจากแบคทีเรีย ชนิด S แล้วนำสารเหล่านี้ใส่ร่วมกับแบคทีเรียชนิด R ในหลอดทดลองทีละอย่างแล้ว สังเกตผลการทดลอง

การทดลองของออสวอลด์ ที แอเวอรี่ (Oswald T. Avery)
แมคลิน แมคคาร์ที (Maclyn McCarty) และ คอลิน แมคลอยด์ (Colin MacLeod)



ที่มา : https://kas-kasanapharayat.blogspot.com/2013/08/blog-post_8.html

ขั้นตอนการศึกษา ดังนี้

นำเบคทีเรียสายพันธุ์ S มาฆ่าให้ตายด้วยความร้อน แล้วสกัดเอาสารจากสายพันธุ์ S ออกมา ซึ่งสารที่สกัดได้แยกใส่หลอดทดลองแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ

กลุ่มที่ 1 เติมเอนไซม์ย่อยโปรตีน (protease)

กลุ่มที่ 2 เติมเอนไซม์ที่ใ้ย่อย RNA (RNase)

กลุ่มที่ 3 เติมเอนไซม์ที่ใ้ย่อย DNA (DNase)

จากนั้น จึงนำสารที่ได้ไปเติมในเบคทีเรียสายพันธุ์ R ที่ยังมีชีวิตอยู่ลงในหลอดทดลอง ทิ้งไว้สักกระยะหนึ่งแล้วจึงนำไปตรวจเชื่อว่าเกิดการ transformation ได้หรือไม่

ผลการทดลอง

มีเพียงกลุ่มที่ 3 ซึ่งเป็นหลอดทดลองที่เติม DNase ลงไปเท่านั้นที่ไม่สามารถเกิดการ transformation ได้ แสดงว่าเมื่อ DNA ถูกทำลายการ transformation ไม่สามารถเกิดขึ้นได้ ดังนั้น DNA จึงทำหน้าที่เป็น transformation substance ในการทำให้เกิดการ transformation แบคทีเรีย S. pneumoniae จากสายพันธุ์ R เป็นสายพันธุ์ S ได้

ใบบันทึกกิจกรรมรายบุคคล
เรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรม



ข้อมูลผู้ค้นพบสารพันธุกรรม

ชื่อ _____

ปี พ.ศ. _____

วาดแผนภาพการทดลอง

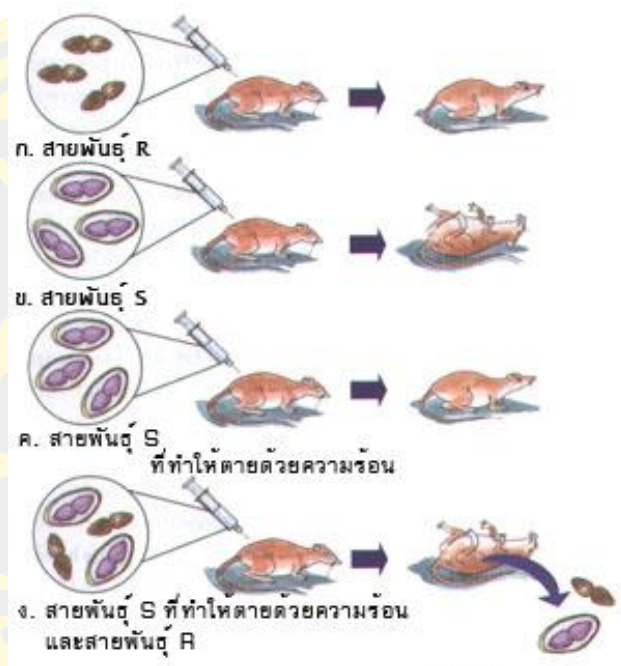
พร้อมบรรยายละเอียด



5. สิ่งมีชีวิตในข้อใดมีสารพันธุกรรมแตกต่างจากข้ออื่น

- ก. มนุษย์ ข. อะมีบา ค. พารามีเซียม ง. ไวรัส

6. จากภาพเป็นการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ท่านใด



ที่มา: <https://ksnattie.wordpress.com/>

- ก. Frederick Griffith ข. Oswald T. Avery
 ค. Robert Feulgen ง. Macllyn McCarty

7. พิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อใดผิด

- ก. แคปซูล (capsule) ของแบคทีเรียเป็นสารประเภท polysaccharide และ polypeptide
 ข. แบคทีเรียสายพันธุ์ S (smooth) มีแคปซูลหุ้มป้องกันตัวจากระบบภูมิคุ้มกัน
 ค. แบคทีเรียสายพันธุ์ S (smooth) และสายพันธุ์ R (rough) มีแคปซูลหุ้มป้องกันตัวจากระบบภูมิคุ้มกัน
 ง. โครงสร้างแคปซูลของแบคทีเรียทำหน้าที่ช่วยให้แบคทีเรียยึดเกาะกับพื้นผิวของเซลล์ที่อาศัยอยู่

8. จากการทดลองของออสวอลด์ ที แอเวอรี (Oswald T. Avery) และคณะข้อใดสรุปถูกต้อง

ก. DNA เป็นสารที่สามารถเปลี่ยนสารพันธุกรรมของแบคทีเรียสายพันธุ์ R ให้เป็นแบคทีเรียสายพันธุ์ S

ข. DNA คือ สารพันธุกรรมที่เป็น โปรตีน

ค. แบคทีเรียสายพันธุ์ R กับสารสกัดจากแบคทีเรียสายพันธุ์ S ที่ทำให้ตายด้วยความร้อนที่มีเอนไซม์ DNase จะพบสายพันธุ์ S ที่เกิดใหม่

ง. แบคทีเรียสายพันธุ์ R กับสารสกัดจากแบคทีเรียสายพันธุ์ S ที่ทำให้ตายด้วยความร้อนที่มีเอนไซม์ RNase จะไม่พบสายพันธุ์ S ที่เกิดใหม่

9. สารชนิดใดที่สามารถเปลี่ยนแบคทีเรียสายพันธุ์ R ให้กลายเป็นสายพันธุ์ S ได้

ก. DNase

ข. DNA

ค. Protease

ง. RNase

10. ข้อใดจับคู่กับนักวิทยาศาสตร์กับสิ่งที่ค้นพบได้ถูกต้อง

ก. Johann Friedrich Miescher - fuchsin

ข. Robert Feulgen – โครโมโซมอยู่บนดีเอ็นเอ

ค. Frederick Griffith - สารสกัด nuclein

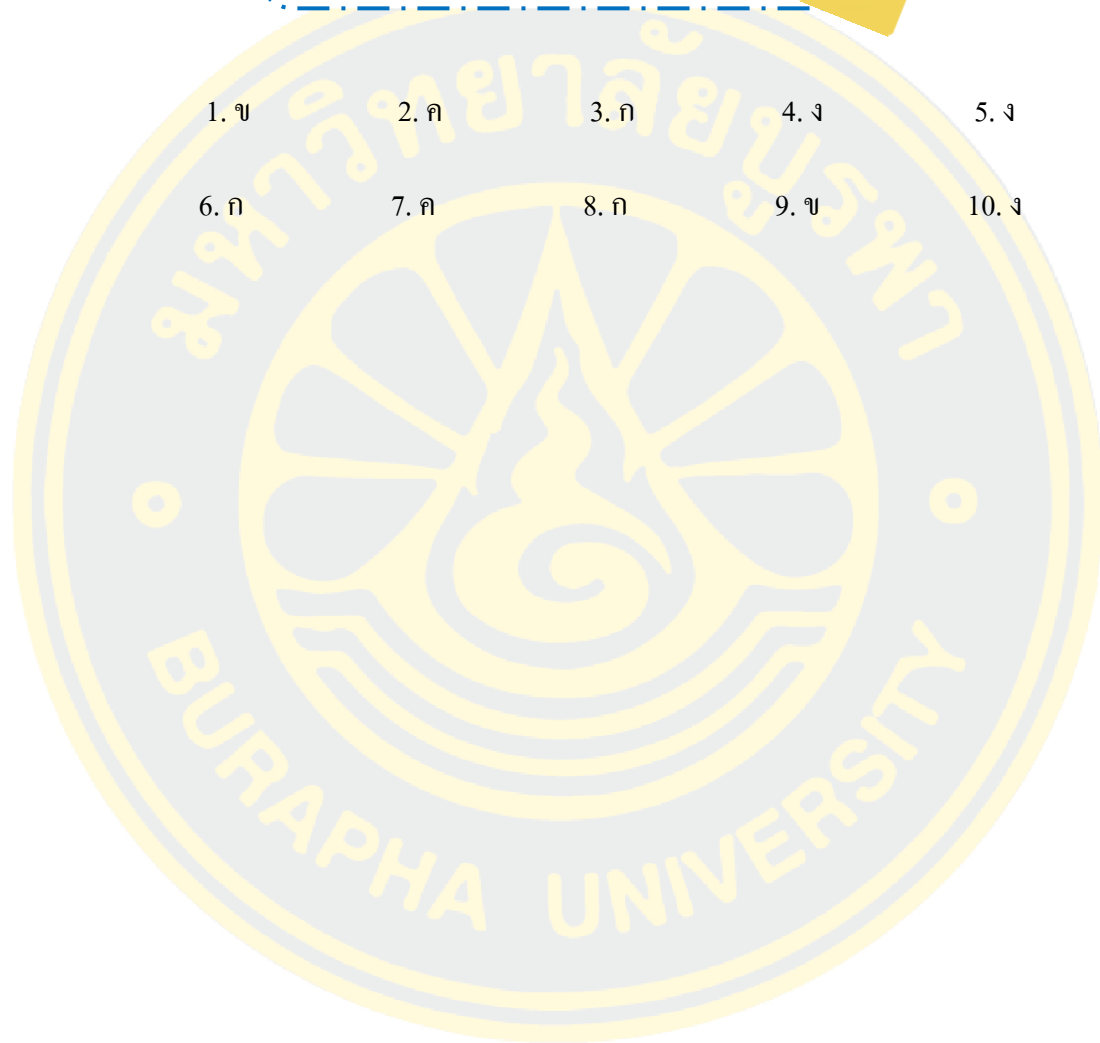
ง. Oswald T. Avery – ดีเอ็นเอเป็นสารพันธุกรรม

Good Luck!

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน
เรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรม



1. ข 2. ค 3. ก 4. ง 5. ง
6. ก 7. ค 8. ก 9. ข 10. ง



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา

เรื่อง ยีนและโครโมโซม

รายวิชา ชีววิทยา 2 รหัสวิชา ว 31241

คำชี้แจงการทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ
ตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1	X			

ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีดทับข้อ ๆ นั้น แล้วเลือกข้อใหม่ เช่น เปลี่ยน ก เป็น ง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1	X			X

- อนุญาตให้นักเรียนสามารถขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในตัวข้อสอบได้
- ห้ามนำแบบทดสอบออกจากห้องสอบ และห้ามทำการคัดลอกข้อสอบโดยเด็ดขาด
- เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา 50 นาที

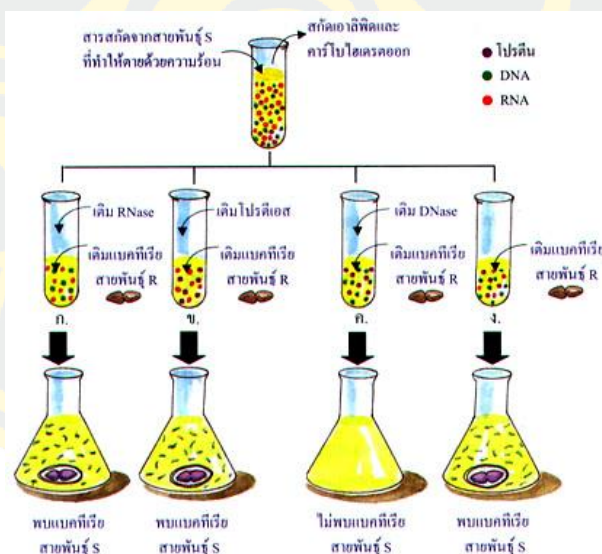
1. ข้อใดอธิบายผลการทดลองของ Oswald T. Avery และคณะได้ถูกต้อง

- ก. แบคทีเรียสายพันธุ์ R กับสารสกัดจากแบคทีเรียสายพันธุ์ S ที่ทำให้ตายด้วยความร้อน ที่มีเอนไซม์ Protease จะไม่พบแบคทีเรียสายพันธุ์ S ที่เกิดใหม่
- ข. แบคทีเรียสายพันธุ์ R กับสารสกัดจากแบคทีเรียสายพันธุ์ S ที่ทำให้ตายด้วยความร้อน ที่มีเอนไซม์ DNase จะพบแบคทีเรียสายพันธุ์ S ที่เกิดใหม่
- ค. DNA คือ สารพันธุกรรมที่เป็น โปรตีน
- ง. DNA เป็นสารที่สามารถเปลี่ยนสารพันธุกรรมของแบคทีเรียสายพันธุ์ R ให้เป็นแบคทีเรียสายพันธุ์ S

2. ถ้านักเรียนเลือกนำสีฟุคซิน (fuchsin) ที่ Robert Feulgen ได้ค้นพบ นักเรียนคิดว่าสีฟุคซิน (fuchsin) จะติดบริเวณใดของเซลล์

- ก. Mitochondria
- ข. Cell membrane
- ค. Nucleus
- ง. Cell wall

3. จงพิจารณาแผนภาพการทดลองของออสวอลด์ ที แอเวอรี (Oswald T. Avery) และคณะ



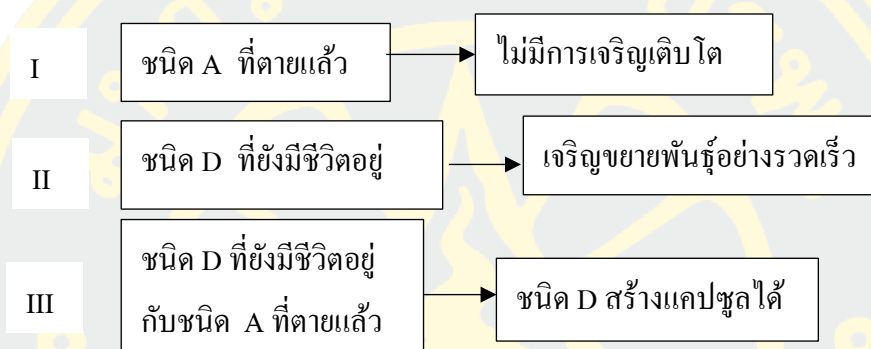
จากการทดลองของออสวอลด์ ที แอเวอรี (Oswald T. Avery) และคณะข้อใดสรุปถูกต้อง

- ก. DNA คือสารพันธุกรรมที่เป็น โปรตีน แต่ละ โมเลกุลของนิวคลีโอไทด์มีองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ หมู่ฟอสเฟต และน้ำตาลไรโบส
- ข. แบคทีเรียสายพันธุ์ R กับสารสกัดจากแบคทีเรียสายพันธุ์ S ที่ทำให้ตายด้วยความร้อน ที่มีเอนไซม์ DNase จะพบสายพันธุ์ S ที่เกิดใหม่

ค. แบคทีเรียสายพันธุ์ R กับสารสกัดจากแบคทีเรียสายพันธุ์ S ที่ทำให้ตายด้วยความร้อน ที่มีเอนไซม์ RNase จะไม่พบสายพันธุ์ S ที่เกิดใหม่

ง. DNA เป็นสารที่สามารถเปลี่ยนสารพันธุกรรมของแบคทีเรียสายพันธุ์ R ให้เป็นแบคทีเรียสายพันธุ์ S

4. เมื่อนำแบคทีเรียนิวโมคอคคัส ชนิด A ซึ่งสามารถสร้างแคปซูลได้ และชนิด D ซึ่งไม่สามารถสร้างแคปซูลมาเลี้ยงในอาหารเลี้ยงแบคทีเรีย ซึ่งทำให้ปราศจากเชื้อแล้ว ปรากฏผลจากการทดลองในเวลาต่อมา ดังนี้



จากการทดลองนี้นักเรียนคิดว่าตั้งสมมติฐานการทดลองที่ถูกต้องคือข้อใด

ก. แบคทีเรียชนิด D น่าจะได้รับสารบางอย่างจากชนิด A ที่มีผลต่อการสร้างแคปซูล
 ข. แคปซูล เป็นสารพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) และ พอลิเพปไทด์ (polypeptide) ซึ่งจำเป็นต่อการขยายพันธุ์ของแบคทีเรีย

ค. อาหารที่เลี้ยงแบคทีเรียนี้เหมาะกับแบคทีเรียชนิด D

ง. ในอาหารเลี้ยงแบคทีเรียมีสารที่ทำให้แบคทีเรีย D สร้างแคปซูลได้

5. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

- a. ตำแหน่งเซนโทรเมียร์อยู่ห่างจากจุดกึ่งกลางเล็กน้อย
- b. ตำแหน่งเซนโทรเมียร์อยู่บริเวณปลายสุดของโครโมโซม
- c. ตำแหน่งของเซนโทรเมียร์อยู่บริเวณกึ่งกลางของโครโมโซม

ข้อใดต่อไปนี้อธิบายตำแหน่งของเซนโทรเมียร์ที่อยู่บนโครโมโซมได้อย่างถูกต้อง

- ก. a
- ข. b
- ค. c
- ง. a,b,c

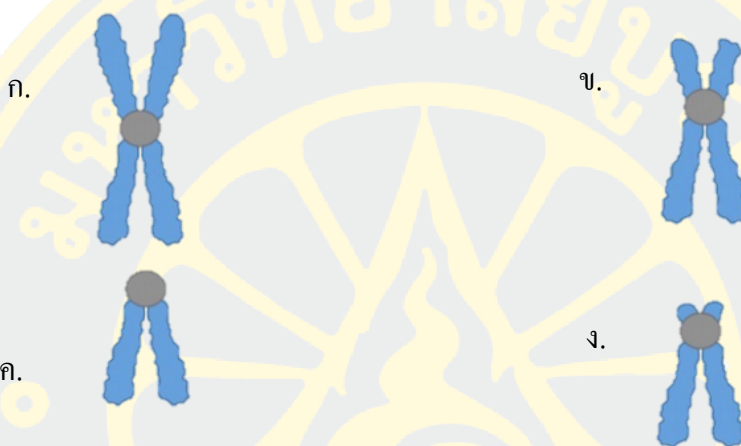
6. การแบ่งประเภทของโครโมโซมใซ้อะไรเป็นเกณฑ์ในการจำแนก

- ก. chromatin
- ข. centromere
- ค. chromatid
- ง. telomere

7. สมมติให้พ่อแม่ซึ่งมีโครโมโซมร่างกาย 24 ผสมกับแม่ลา ซึ่งมีโครโมโซมร่างกาย 48 อยากรทราบ ว่าลูกมีลักษณะคล้ายพ่อแม่ จะมีโครโมโซมร่างกายเป็นกี่เท่าของเซลล์ไข่จากแม่

- ก. 2 เท่า ข. 3 เท่า ค. 4 เท่า ง. 6 เท่า

8. ถ้านักเรียนได้ออกแบบโครโมโซม โดยนำกระดาษสีดำมาตัดเป็นรูปวงกลมเล็ก ๆ ซึ่งจะแทนตำแหน่งเซนโทรเมียร์ที่อยู่ตรงกลาง และกระดาษสีฟ้ามาตัดเป็นแขนทั้งสองข้างที่มีความยาวเท่ากัน นักเรียนคิดว่าลักษณะที่นักเรียนออกแบบจะตรงกับรูปโครโมโซมในข้อใดมากที่สุด



9. Nitrogenous base ในข้อใดที่ไม่พบใน DNA

- ก. Cytisine ข. Guanine ค. Uracil ง. Adenine

10. ข้อใดอธิบายองค์ประกอบในการเชื่อมต่อกันของ polynucleotide 2 สาย ได้ถูกต้อง

- ก. พันธะไฮโดรเจนระหว่างเบสคู่สมของแต่ละสาย
 ข. พันธะไฮโดรเจนระหว่างหมู่ฟอสเฟตแต่ละสาย
 ค. พันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์ระหว่างน้ำตาลเพนโทสแต่ละสาย
 ง. พันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์ระหว่างน้ำตาลเบสคู่สมแต่ละสาย

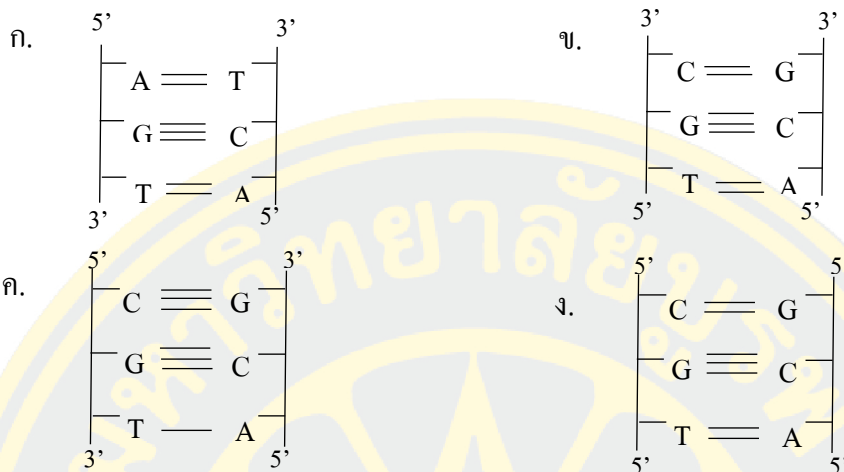
11. หากนักเรียนนำดีเอ็นเอ (DNA) มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของ DNA จะไม่พบสารชนิดใด

- ก. Phosphate group ข. Pyrimidine base
 ค. Purine base ง. Ribose sugar

12. ถ้านักเรียนได้ออกแบบโครงสร้างของบันไดเวียน นักเรียนคิดว่าส่วนใดคล้ายกับส่วนที่เป็นขั้นบันไดของโมเลกุล DNA มากที่สุด

- ก. น้ำตาล และ เบส ข. หมู่ฟอสเฟต และ เบส
 ค. น้ำตาลและหมู่ฟอสเฟต ง. เบส และ เบส

13. ข้อใดต่อไปนี้สามารถอธิบาย polynucleotide 2 สาย ที่เป็นส่วนประกอบของโมเลกุล DNA ได้ถูกต้อง



14. ข้อใดต่อไปนี้อธิบายเกี่ยวกับ DNA และ RNA ไม่ถูกต้อง

- ก. ในโมเลกุลของ RNA เบสอะดีนีน จะจับกับเบสยูราซิล ด้วยพันธะไฮโดรเจน 2 พันธะ
- ข. ในโมเลกุล DNA และ RNA ประกอบด้วยน้ำตาลเพนโทสเหมือนกัน
- ค. คาร์บอนตำแหน่งที่ 2 ของน้ำตาลเพนโทสในโมเลกุล DNA ไม่มีธาตุออกซิเจน
- ง. ในโมเลกุลของ DNA จะไม่มีเบสกวานีน แต่จะมีเบสยูราซิล

15. ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- a. โครงสร้าง DNA ของ Watson และ Crick เป็นโครงสร้าง DNA ที่มีเกลียวเวียนซ้ายตามเข็มนาฬิกา
- b. โครงสร้าง DNA เป็นโครงสร้างเกลียวคู่ มีระยะห่าง 20 อังสตรอม แต่ละเกลียวห่างกัน 34 อังสตรอม
- c. พันธะที่เชื่อมระหว่างสาย polynucleotide 2 สาย คือ พันธะไฮโดรเจน

ข้อความใดต่อไปนี้กล่าวถูกต้อง

- ก. a เท่านั้น
- ข. b เท่านั้น
- ค. a และ c
- ง. a,d และ c

16. ข้อใดอธิบายถูกต้องเกี่ยวกับสมบัติของสารพันธุกรรม

- a. ใช้ได้กับสิ่งมีชีวิตทุกชนิดบนโลก
- b. กรดอะมิโนทุกชนิดมีรหัสมากกว่า 1 รหัสเป็นของตนเองเสมอ
- c. อ่านเรียงตัวไม่อ่านทับซ้อน
- d. สามารถเกิดความแปรผันได้

ก. a,b

ข. c,b

ค. a,c,d

ง. a,b,c และ d

- ค. แบคทีเรียมีเชื้อหุ้มนิวเคลียส ทำให้ไม่สามารถแปลรหัสได้ ส่วนมนุษย์ไม่มีเชื้อหุ้มนิวเคลียส ทำให้สามารถแปลรหัสได้
- ง. แบคทีเรียไม่มีเชื้อหุ้มนิวเคลียสทำให้สามารถแปลรหัสได้ ส่วนมนุษย์มีเชื้อหุ้มนิวเคลียส ทำให้ไม่สามารถแปลรหัสได้

27. การเกิดมิวเทชันระดับใดที่สามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจน

- ก. base-pair substitution
- ข. chromosome mutation
- ค. silent mutation
- ง. point mutation

28. ข้อใดอธิบายสิ่งก่อการกลาย หรือ มิวทาเจน (mutagen) ได้ถูกต้อง

- ก. เป็นสิ่งกระตุ้นหรือชักนำให้เกิดการมิวเทชัน
- ข. เป็นสิ่งที่กระตุ้นให้ร่างกายเจริญเติบโต
- ค. เป็นสิ่งกระตุ้นให้ร่างกายหยุดการเจริญเติบโต
- ง. เป็นสิ่งที่กระตุ้นไม่ให้เกิดโรคทางพันธุกรรม

29. นักเรียนจะปฏิบัติตนอย่างไรเพื่อช่วยลดความเสี่ยงในการเป็นโรคมะเร็งผิวหนัง

- ก. อยู่บริเวณที่มีร่มเงา หลีกเลี่ยงการได้รับแสงแดดเป็นเวลานาน
- ข. หลีกเลี่ยงการได้รับรังสีแกมมา
- ค. ไม่รับประทานอาหารที่มีสารไนโตรซามีน
- ง. ทาครีมจากเมือกหอยทาก

30. จากคาร์ิโอไทป์ที่กำหนดให้ สามารถวิเคราะห์เป็นความผิดปกติทางพันธุกรรมของกลุ่มอาการใด



- ก. Cri du chat syndrome
- ข. Down's syndrome
- ค. Patau syndrome
- ง. Edwards syndrome

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา
เรื่อง ยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

- | | |
|-------|-------|
| 1. ง | 16. ค |
| 2. ค | 17. ข |
| 3. ง | 18. ข |
| 4. ก | 19. ค |
| 5. ค | 20. ก |
| 6. ข | 21. ข |
| 7. ก | 22. ข |
| 8. ก | 23. ข |
| 9. ค | 24. ค |
| 10. ก | 25. ข |
| 11. ง | 26. ข |
| 12. ง | 27. ข |
| 13. ก | 28. ก |
| 14. ง | 29. ก |
| 15. ข | 30. ข |

แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

คำชี้แจง

1. ให้ผู้สอนพิจารณาข้อความแต่ละข้อที่เกี่ยวกับพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ซึ่งมีทั้งหมด 25 ข้อ ใช้เวลาในการตอบแบบประเมิน 25 นาที โดยแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม แบ่งออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่

- 1.1 ด้านการวางแผน
- 1.2 ด้านการอภิปรายและแสดงความคิดเห็นในกลุ่ม
- 1.3 ด้านการนำเสนอผลงาน
- 1.4 ด้านการปฏิบัติงาน
- 1.5 ด้านมารยาททั่วไปในการทำงานกลุ่ม

2. การตอบแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ให้ผู้สอนพิจารณาข้อความอย่างละเอียด แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของผู้สอนที่มีต่อเรื่องนั้น ๆ เพียงช่องเดียว โดยการให้คะแนนแต่ละข้อมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

นักเรียนมีระดับพฤติกรรมการทำงานกลุ่มมากที่สุด	ให้	5	คะแนน
นักเรียนมีระดับพฤติกรรมการทำงานกลุ่มมาก	ให้	4	คะแนน
นักเรียนมีระดับพฤติกรรมการทำงานกลุ่มปานกลาง	ให้	3	คะแนน
นักเรียนมีระดับพฤติกรรมการทำงานกลุ่มน้อย	ให้	2	คะแนน
นักเรียนมีระดับพฤติกรรมการทำงานกลุ่มน้อยที่สุด	ให้	1	คะแนน

3. ตัวอย่างการตอบแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

ข้อ ที่	รายการพฤติกรรม	ระดับพฤติกรรม				
		มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
ด้านที่ 1 การวางแผน						
1.	นักเรียนวางแผนการทำงานก่อน ลงมือทำงานกลุ่ม	✓				

ข้อ ที่	รายการพฤติกรรม	ระดับพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม				
		มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
ด้านที่ 1 การวางแผน						
1.	นักเรียนประชุมเพื่อวางแผนในการทำงานกลุ่ม					
2.	นักเรียนทำความเข้าใจงาน และบทบาทหน้าที่ของตนก่อนลงมือปฏิบัติ					
3.	นักเรียนมอบหมายงาน โดยคำนึงถึงความถนัดของสมาชิกภายในกลุ่ม					
4.	นักเรียนรวบรวมข้อมูล และหาข้อสรุปร่วมกัน					
5.	นักเรียนสามารถปฏิบัติงานเสร็จตรงตามเวลาที่ครูกำหนดไว้					
ด้านที่ 2 การอภิปรายและแสดงความคิดเห็นในกลุ่ม						
6.	นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น และให้ข้อมูลแก่สมาชิกในกลุ่ม					
7.	นักเรียนสามารถอธิบายถ่ายทอดความรู้ให้สมาชิกในได้					
8.	นักเรียนแสดงความสนใจในหัวข้อที่กำลังอภิปรายร่วมกัน					
9.	นักเรียนซักถามกับสมาชิกในกลุ่มเมื่อเกิดข้อสงสัย					
10.	นักเรียนช่วยกันสรุปผลการอภิปรายได้					
ด้านที่ 3 การนำเสนอผลงาน						
11.	นักเรียนเตรียมความพร้อมก่อนการนำเสนอ					
12.	นักเรียนแบ่งหน้าที่การนำเสนอผลงานได้อย่างเหมาะสม					
13.	นักเรียนมีเทคนิคการนำเสนอที่น่าสนใจ					

ข้อ ที่	รายการพฤติกรรม	ระดับพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม				
		มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
14.	นักเรียนนำเสนอผลงาน โดยมีเนื้อหา ที่ถูกต้อง ชัดเจน					
15.	นักเรียนใช้เวลาในการนำเสนอเหมาะสม					
ด้านที่ 4 การปฏิบัติงาน						
16.	นักเรียนให้ความร่วมมือ และความ ช่วยเหลือแก่สมาชิกกลุ่ม					
17.	นักเรียนมีความรับผิดชอบงานที่ได้รับ มอบหมายจนบรรลุเป้าหมายตามแผน ที่วางไว้					
18.	นักเรียนปฏิบัติตามกฎระเบียบ ข้อตกลง ของกลุ่ม					
19.	นักเรียนให้ความช่วยเหลือหัวหน้ากลุ่ม สมาชิกกลุ่มในการทำงาน นอกเหนือจาก หน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย					
20.	นักเรียนตรวจสอบผลงานกลุ่มเป็น ระยะ ๆ					
ด้านที่ 5 มารยาททั่วไปในการทำงานกลุ่ม						
21.	นักเรียนรักษามารยาทในการรับฟัง ความคิดเห็นของสมาชิกคนอื่น					
22.	นักเรียนยิ้มแย้มแจ่มใส เป็นกันเอง กับสมาชิกในกลุ่ม					
23.	นักเรียนช่วยเหลือสมาชิกในกลุ่มอย่าง เต็มใจ					
24.	เมื่อสมาชิกกลุ่มลงมติอย่างใดแล้ว จะยอมรับและทำตามมตินั้น					
25.	นักเรียนปฏิบัติตนเป็นสมาชิกกลุ่มที่ดี ให้ความร่วมมือในการทำงาน					

แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนพิจารณาข้อความแต่ละข้อความที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีทั้งหมด 30 ข้อ ใช้เวลาในการตอบ 30 นาที โดยแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์นี้ แบ่งออกเป็น 6 ด้าน ได้แก่

- | | |
|---|-----------------------|
| 1.1 ด้านความสนใจใฝ่รู้ | 1.4 ด้านความมีเหตุผล |
| 1.2 ด้านความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม | 1.5 ด้านความซื่อสัตย์ |
| 1.3 ด้านความมีระเบียบรอบคอบ | 1.6 ด้านความใจกว้าง |

2. การตอบแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนพิจารณาข้อความอย่างละเอียดแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อเรื่องนั้น ๆ เพียงช่องเดียว โดยการให้คะแนนแต่ละข้อมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

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

3. ตัวอย่างการตอบแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

ข้อที่	พฤติกรรม	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
ด้านที่ 1 ความสนใจใฝ่รู้						
1.	นักเรียนจะทดลองทาง วิทยาศาสตร์หลาย ๆ ครั้ง	✓				

4. แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ คำตอบของนักเรียนจะไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในการสอบ หรือในการเรียนการสอนของนักเรียน ดังนั้น ขอให้นักเรียนตั้งใจทำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ และให้ตอบตรงกับความรู้สึกของนักเรียนทุกข้อ

ข้อ ที่	รายการพฤติกรรม	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
ด้านที่ 1 ความสนใจใฝ่รู้						
1.	นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะแสวงหาความรู้ ในสถานการณ์ และปัญหาใหม่ๆ อยู่เสมอ					
2.	นักเรียนชอบซักถามข้อสงสัย หรือปัญหา กับครูผู้สอนเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนมา หรือข้อสงสัยที่เกี่ยวกับการทดลองทางวิทยาศาสตร์					
3.	นักเรียนอยากเข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์					
4.	เมื่อนักเรียนเกิดความสงสัย หรือไม่เข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์นักเรียนก็จะปล่อยผ่านไปโดยไม่แสวงหาคำตอบ					
5.	นักเรียนไม่ชอบการเข้าร่วมนิทรรศการวิทยาศาสตร์					
ด้านที่ 2 ความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม						
6.	นักเรียนไม่ท้อถอยในการทำการทดลองวิทยาศาสตร์ หรือศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมทางวิทยาศาสตร์ แม้จะมีอุปสรรค					
7.	หากนักเรียนได้รับมอบหมายงาน และไม่สามารถทำได้ตรงตามกำหนด นักเรียนจะยอมรับผลของการกระทำ และชี้แจงเหตุผล					
8.	นักเรียนมีสมาธิกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แม้จะต้องใช้เวลานานกว่าจะได้มาซึ่งคำตอบ					

ข้อ ที่	รายการพฤติกรรม	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
9.	นักเรียนไม่สามารถจดจ่อกับกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ได้นาน และล้มเลิกความพยายามเมื่อไม่ได้คำตอบ					
10.	เมื่อทำการทดลอง หรือทำกิจกรรมกลุ่มเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์นักเรียนจะไม่ช่วยเหลือในการทำงาน					
ด้านที่ 3 ความมีระเบียบรอบคอบ						
11.	นักเรียนได้มีการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งที่น่าเชื่อถือได้ ก่อนลงข้อสรุป					
12.	เมื่อนักเรียนต้องหาคำตอบทางวิทยาศาสตร์ ถ้าเป็นเรื่องการคำนวณนักเรียนจะคิดซ้ำหลาย ๆ รอบเพื่อเป็นการตรวจสอบคำตอบ					
13.	นักเรียนบันทึกผลการทดลองอย่างรอบคอบ เพื่อป้องกันการบันทึกผลการทดลองผิด					
14.	นักเรียนคิดว่าการวางแผนการทดลองมาก่อนทำให้เสียเวลาในการทำกิจกรรมอย่างอื่น					
15.	นักเรียนจะรีบบันทึกผลการทดลอง และรีบส่งครูเพื่อเอาคะแนน					
ด้านที่ 4 ความมีเหตุผล						
16.	ก่อนการตัดสินใจหรือลงข้อสรุป นักเรียนมีการรวบรวมข้อมูลอย่างเพียงพอจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้เสมอ					
17.	นักเรียนยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ					

ข้อ ที่	รายการพฤติกรรม	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
18.	นักเรียนสามารถอธิบายคำตอบทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีเหตุผล					
19.	นักเรียนเชื่อคำพูดของคนอื่นเสมอโดยไม่มีเหตุผลมาประกอบ					
20.	นักเรียนไม่เห็นถึงความสำคัญของการให้เหตุผลในการอธิบาย หรือตอบคำถามเรื่องต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์					
ด้านที่ 5 ความซื่อสัตย์						
21.	นักเรียนไม่แอบอ้างผลงานของผู้อื่นมาเป็นของตนเอง และเมื่อนักเรียนนำงานของผู้อื่นมา นักเรียนจะใส่แหล่งที่มาเสมอ					
22.	นักเรียนบันทึกผลการทดลองและรายงานผลการทดลองตามความเป็นจริงโดยไม่แก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูล					
23.	นักเรียนปฏิบัติขั้นตอนการทดลองมากกว่าปฏิบัติตามคนอื่น					
24.	นักเรียนชอบลอกเลียนแบบคำตอบของเพื่อนอยู่เสมอ					
25.	นักเรียนนำผลงานทางวิทยาศาสตร์ของคนอื่นมาบอกครูว่าเป็นของตนเอง					
ด้านที่ 6 ความใจกว้าง						
26.	นักเรียนรับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้ง หรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่นเสมอ					

ข้อ ที่	รายการพฤติกรรม	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
27.	นักเรียนพร้อมที่จะทบทวน และเปลี่ยนแปลงแนวคิดของตนเองเมื่อความคิดของผู้อื่นถูกต้อง					
28.	นักเรียนคิดว่าข้อคิดเห็นของผู้อื่นมีประโยชน์ต่อตัวนักเรียน					
29.	นักเรียนรู้สึกไม่พอใจกับคำวิพากษ์วิจารณ์หรือมีข้อโต้แย้งในผลงานของนักเรียน					
30.	นักเรียนมีความเชื่อมั่นในความคิดของตนเองโดยไม่รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น					