

ผลการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก
วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วัชรพร ฟองจันทร์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

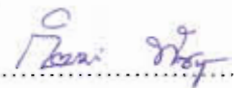
มิถุนายน 2558

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ วัชรพร ฟองจันทร์ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

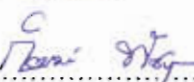

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร.ไชยจู่ ศิริสวัสดิ์)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ดร.กิตติมา พันธุ์พุกษา)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

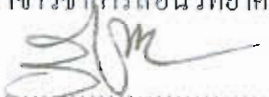

..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อมรา เขียวรักษา)


..... กรรมการ
(ดร.ไชยจู่ ศิริสวัสดิ์)


..... กรรมการ
(ดร.กิตติมา พันธุ์พุกษา)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมโภชน์ อเนกสุข)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา


..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิต สุรัตน์เรืองชัย)

วันที่ 27 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2558

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์ และ ดร.กิตติมา พันธุ์พุกษา คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ที่สละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดจนให้กำลังใจและการดูแลเป็นอย่างดี ทำให้ผู้วิจัยได้รับแนวทางในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้และประสบการณ์อย่างกว้างขวางในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้แก่ผู้วิจัยในการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ และขอขอบพระคุณ อาจารย์ชัชวัญใจ สุวรรณ อาจารย์ปติญา ศิลาแสง อาจารย์มันทนา เมฆิยานนท์ อาจารย์นุชากร คำประดิษฐ์และ ดร.สมศิริ สิงห์ลพ ที่กรุณาเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการสถานศึกษาและคณะครูและขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 และ 5/8 โรงเรียนระยองวิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ที่ได้ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณนิสิตปริญญาโทสาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ทุกท่าน ที่ได้ให้การแนะนำช่วยเหลือและให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์แก่ผู้วิจัยเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อภาณุมาศย์ ฟองจันทร์ คุณแม่สุวรรณฉัตร หงส์อร่าม คุณยายจำลอง หุ่นภู คุณน้ำจินตนา แก้วศรีพิณ อันเป็นที่รักและเคารพยิ่ง นางสาวกฤติดา ฟองจันทร์ นายปฐม ฟองจันทร์ และภาวิณี ฟองจันทร์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอขอบเป็นกตัญญู กตเวทิต์แด่บุพการี บุรพจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ผู้วิจัยเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนถึงทุกวันนี้

วัชรพร ฟองจันทร์

56910210: สาขาวิชา: การสอนวิทยาศาสตร์; กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น/ เทคนิคผังกราฟิก

วัชรพร ฟองจันทร์: ผลการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้นร่วมกับเทคนิค
ผังกราฟิก วิชาชีววิทยา เรื่องระบบต่อมไร้ท่อสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

(EFFECTS OF INQUIRY LEARNING CYCLE (7E) WITH GRAPHIC ORGANIZERS TECHNIQUE ON
“ENDOCRINE SYSTEM” FOR MATTAYOMSUKSA FIVE STUDENTS) คณะกรรมการควบคุม
วิทยานิพนธ์: เขษม สุริยสวัสดิ์, กศ.ด., กิตติมา พันธุ์พุกญา, กศ.ด. 192 หน้า. ปี พ.ศ. 2558.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาเรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ
ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนระยองวิทยาคม
จังหวัดระยอง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 40 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random
sampling) เครื่องมือในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา
แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการสร้างผังกราฟิก การวิเคราะห์
ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติ (*t-test*)

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้
แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .05
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้
แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้นร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .05
3. การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้
แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .05
4. ความสามารถในการสร้างผังกราฟิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้
แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .05

56910210: MAJOR: SCIENCE TEACHING; M.Ed. (SCIENCE TEACHING)

KEYWORDS: INQUIRY LEARNING CYCLE (7E)/ GRAPHIC ORGANIZERS TECHNIQUE

WATCHARAPORN FONGJAN: EFFECTS OF INQUIRY LEARNING CYCLE (7E) WITH GRAPHIC ORGANIZERS TECHNIQUE ON "ENDOCRINE SYSTEM" FOR MATTAYOMSUKSA FIVE STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: CHADE SIRISAWAT, Ed.D., KITTIMA PANPRUEKSA, Ed.D. 192 P. 2015.

The objectives of this research were to study learning achievement in Biology on "Endocrine system" using inquiry learning cycle (7E) with graphic organizers technique for Mattayomsuksa 5 students. The sample for this research consisted of 40 eleventh grade students of Rayongwittayakom School , Rayong province in the first semester of academic year 2014. They were randomly selected for participating in the experiment using cluster random sampling method. The research instruments consisted of lesson plans, Biology learning achievement test, scientific analytical thinking test, and evaluation form of ability to Create Graphic Organizers. The mean, standard deviation, and t-test were used to analyze the data.

The research findings were summarized as follows:

1. The post-test mean scores of Biology learning of Mattayomsuksa 5 students after using inquiry learning cycle (7E) with graphic organizers technique were statistically significant higher than pre-test mean scores at the .05 level
2. The post-test mean score of Biology learning of Mattayomsuksa 5 students after using inquiry learning cycle (7E) with graphic organizers technique was statistically significant higher than 75 percent criterion at the .05 level
3. The post-test mean score of scientific analytical thinking of Mattayomsuksa 5 students after using inquiry learning cycle (7E) with graphic organizers technique was statistically significant higher than pre-test mean score at the .05 level
4. The post-test mean score the of ability to create graphic organizers of Mattayomsuksa 5 students after using inquiry learning cycle (7E) with graphic organizers technique was statistically significant higher than pre-test mean scores at the .05 level

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
สมมติฐานของการวิจัย.....	5
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551.....	13
การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น.....	22
การสอนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิก.....	34
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา.....	37
การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์.....	40
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	43
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	51
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	51
รูปแบบการวิจัย.....	51
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	52

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	52
วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	72
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	72
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	73
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	77
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	77
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	77
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	78
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	82
สรุปผลการวิจัย.....	83
อภิปรายผล.....	83
ข้อเสนอแนะ.....	90
บรรณานุกรม.....	92
ภาคผนวก.....	103
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญและหนังสือขอความอนุเคราะห์.....	104
ภาคผนวก ข คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	109
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	138
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	192

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 แสดงสาระการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้.....	20
2 การเรียนรู้แบบถ่ายโอนความรู้กับการเรียนรู้แบบสร้างความรู้ด้วยตนเอง.....	23
3 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E)...	29
4 แสดงบรรยากาศการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้.....	33
5 พฤติกรรมที่แสดงออกที่สามารถประเมินได้จากวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรมด้านความรู้ความคิด.....	39
6 แบบแผนการทดลองแบบ One group pretest-posttest design.....	52
7 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่ส่งผลด้านต่างๆ.....	54
8 การวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระที่ 1 เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ.....	56
9 การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้อง ระหว่างสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้.....	62
10 การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องสถานการณ์ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และระบบต่อมไร้ท่อ.....	68
11 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก.....	78
12 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 (23 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก.....	79
13 ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและ หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก.....	80

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า	
14	ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างผังกราฟิก ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิค ผังกราฟิก.....	81
15	ค่าความเหมาะสมของแผนจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ต่อมไร้ท่อ.....	110
16	ค่าความเหมาะสมของแผนจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อและอวัยวะที่สำคัญ.....	112
17	ค่าความเหมาะสมของแผนจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมน.....	114
18	ค่าความเหมาะสมของแผนจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ฟีโรโมน.....	116
19	แสดงค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องต่อมไร้ท่อ.....	118
20	แสดงค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อและอวัยวะที่สำคัญ.....	119
21	แสดงค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมน.....	120
22	แสดงค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ฟีโรโมน.....	121
23	แสดงดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ.....	122
24	แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์.....	124
25	แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบวัดความสามารถในการสร้างผังกราฟิก.....	126
26	ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ.....	129
27	ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์.....	130

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
28	แสดงค่า p , q และ pq ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์.....	130
29	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ ที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน).....	135
30	คะแนนการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน).....	136
31	คะแนนความสามารถในการสร้างผังกราฟิกก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 15 คะแนน).....	137

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 กรอบความคิดในการวิจัย.....	8
2 แสดงการเปรียบเทียบขั้นการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ SEs และ 7Es.....	28
3 แสดงการกำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกวิชาชีพวิชาชีววิทยา เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ.....	53
4 แสดงขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้.....	61
5 แสดงขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน.....	68
6 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์.....	70
7 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างผังกราฟิก.....	71

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้ และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์ และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิถีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 1)

จากรายงานการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ซึ่งประเมินด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การระบุประเด็นวิทยาศาสตร์ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ผลการประเมินพบว่า ผลคะแนนตั้งแต่ PISA 2000 2003 2006 2009 และ 2012 นักเรียนไทยได้คะแนนเฉลี่ย 421, 432, 429, 425 และ 444 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานขององค์กรเพื่อความร่วมมือและพัฒนาเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-operation and Development: OECD) โดยกำหนดคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานที่ 500 คะแนน จักว่ามีค่าเฉลี่ยคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) เฉลี่ยอยู่ในกลุ่มต่ำ (สุนีย์ คล้ายนิล และปรีชาญ เดชศรี, 2549, หน้า 61-79; โครงการ PISA ประเทศไทย, 2556, หน้า 23-24) และผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานวัดการศึกษาระดับชาติ พบว่า ผลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของนักเรียน โรงเรียนระยองวิทยาคม ประจำปีการศึกษา 2555 ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 33.10 ซึ่งอยู่ในระดับต่ำกว่าร้อยละ 50 เมื่อพิจารณาตามมาตรฐาน ว. 1.1 ที่มีเนื้อหาประกอบไปด้วย การหายใจของสิ่งมีชีวิต ระบบหมุนเวียนเลือด

ระบบภูมิคุ้มกัน การขบถ่ายของสิ่งมีชีวิต การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ระบบต่อมไร้ท่อ พฤติกรรมสัตว์ เป็นต้น มีค่าเฉลี่ยระดับประเทศเท่ากับ 37.67 ซึ่งอยู่ในระดับต่ำกว่าร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ [องค์การมหาชน], 2555) ประกอบกับผลการสัมภาษณ์นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนระยองวิทยาคมเมื่อวันที่ 22 พฤศจิกายน พ.ศ.2556 ถึงวันที่ 13 ธันวาคม พ.ศ.2556 เกี่ยวกับ “เนื้อหาเรื่องใดในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีเนื้อหามาก เข้าใจยากมากที่สุด” พบว่าเนื้อหาเรื่องระบบต่อมไร้ท่อในรายวิชาชีววิทยาของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความยากที่สุด เนื้อหามาก จำไม่ได้ ทำให้เวลาสอบต้องอ่านทบทวนมาก เนื่องจากเนื้อหาต้องท่องจำเพียงอย่างเดียว บางครั้งจำสับสนระหว่างฮอร์โมนและการทำงานหรืออวัยวะที่สร้างฮอร์โมนนั้น จึงทำให้คะแนนสอบในเรื่องนี้ไม่เป็นที่น่าพอใจของตนเอง และในช่วงเวลาเดียวกันผลการสัมภาษณ์ครูผู้สอนในรายวิชานี้ที่มีประสบการณ์ในการสอนได้กล่าวว่า “เนื้อหาในเรื่องระบบต่อมไร้ท่อของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างยากที่สุดในวิชาชีววิทยาของระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เนื่องจากเนื้อหาค่อนข้างมาก ครูจึงสอน โดยการบรรยายเป็นส่วนใหญ่ ทำให้นักเรียนจำไม่ได้ บรรยากาศในห้องเรียนไม่ส่งเสริมให้นักเรียนกระตือรือร้นในการเรียน นักเรียนจึงขาดความสนใจในการเรียน ขาดการเชื่อมโยงความรู้อยู่ จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ที่ได้ค่อนข้างต่ำ” จากสภาพปัญหาดังกล่าว จึงทำให้ผู้วิจัยสรุปได้ว่า นักเรียนยังขาดความรู้ความเข้าใจในวิชาชีววิทยา ขาดการคิดวิเคราะห์ ขาดการเชื่อมโยงความรู้ทางชีววิทยา ทำให้ผู้เรียนต้องเรียนรู้แบบท่องจำเพียงอย่างเดียวแทนที่จะเรียนรู้จากความเข้าใจหรือเรียนรู้ไปในแนวธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางชีววิทยาไม่เป็นที่น่าพอใจ นอกจากนี้การจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมาในวิชาชีววิทยา นักเรียนไม่เกิดกระบวนการทางด้านการคิดวิเคราะห์ ขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และไม่เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย จึงทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ (อุทัยวรรณ แสนอุ้น, 2554, หน้า 3)

จากการศึกษาค้นคว้าพบว่ารูปแบบการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้เป็น รูปแบบหนึ่งที่ดีให้ผู้เรียนเข้าใจกระบวนการสืบเสาะหาคำตอบ ซึ่งสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 219) กล่าวถึงวิธีสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E Learning Cycle) ไว้ว่า เป็นรูปแบบการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมและมีความกระตือรือร้นในการที่จะเรียนรู้ อยากรู้ อยากเห็น แสวงหาคำตอบด้วยการปฏิบัติจริง มีการเชื่อมโยงความรู้เก่าและความรู้ใหม่ จนสร้างเป็นองค์ความรู้ของตนเองได้ ซึ่งจะช่วยส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ส่งเสริมการคิดในระดับสูงของผู้เรียนได้

ในปี ค.ศ. 2003 Eisenkraft ได้ขยายรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5E learning cycle) มาเป็นรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E learning cycle) ซึ่งการสอนแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (Eisenkraft, 2003) มีขั้นตอนการสอนต่าง ๆ ประกอบไปด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicit) ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการสอนที่ดีกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจสร้างความรู้ที่มีความหมาย
2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ
3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) ให้นักเรียนได้ใช้แนวความคิดที่มีอยู่แล้วมาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียน
4. ขั้นอธิบาย (Explain) เป็นการนำเอาความรู้ในขั้นที่ 3 มาใช้เป็นพื้นฐานการศึกษาหัวข้อที่กำลังศึกษาอยู่
5. ขั้นขยายความรู้ (Elaborate) เป็นการนำเอาความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้อื่น
6. ขั้นประเมินผล (Evaluate) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ
7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extend) นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้จากสิ่งที่ได้เรียนมาให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน โดยจะมุ่งเน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน เนื่องจากการตรวจสอบพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน จะทำให้ครูได้ค้นพบว่านักเรียนจะต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้น ๆ เน้นให้นักเรียนเป็นผู้ควบคุมหรือนำตนเองในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายและไม่เกิดแนวคิดที่ผิดพลาด (ณัฐมน เดชมา, 2555, หน้า 12)

เทคนิคผังกราฟิกเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนให้มีทักษะกระบวนการคิด วางแผน ลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูลต่างๆจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย แล้วรู้จักจัดกระทำข้อมูล (ทิสนา แคมมณี, 2544, หน้า 157) เพื่อนำมาสู่การตีความหมาย ข้อมูลและข้อสรุป สามารถนำเสนอข้อมูลจากการค้นคว้าอย่างมีความหมายโดยใช้เทคนิคผังกราฟิก ซึ่งมีนักวิชาการหลายท่านยอมรับว่าการใช้เทคนิคผังกราฟิกเป็นเทคนิคที่นำทฤษฎีทางสมองไปใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างเต็มที่ เป็นเทคนิคที่พัฒนาการคิดในระดับสูง เป็นแบบของการสื่อสารซึ่งพัฒนามาจากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออบูเบลที่เน้นความสำคัญของการเรียนรู้อย่างเข้าใจและมีความหมาย เรียกว่า โครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure) (ศิริลักษณ์ แก้วสมบูรณ์, 2543, หน้า 14) ซึ่งมีการลำดับความสัมพันธ์เชื่อมโยงจากมโนทัศน์ที่กว้างและครอบคลุมมาจนถึงมโนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจง เป็นเครื่องมือทางการคิดได้ดี เนื่องจากการสร้าง

ความคิดซึ่งมีลักษณะเป็นนามธรรมอยู่ในสมอง จำเป็นต้องมีการแสดงออกมาให้เป็นรูปธรรม เป็นรูปแบบของการแสดงออกของความคิดที่สามารถมองเห็น อธิบายได้อย่างเป็นระบบชัดเจน และประหยัดเวลา (อติพร สื่อสุทธิญา, 2554, หน้า 35; อาร์ม โปธิ์พัฒน์, 2550, หน้า 21; มนมนัส สุกสัน, 2543, หน้า 26)

จากจุดเด่นของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และข้อดีของการใช้เทคนิคผังกราฟิก ดังกล่าว เป็นวิธีการสอนที่มีลักษณะเด่น เป็นตัวช่วยในการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมมากขึ้น ผังกราฟิกจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเขียนสรุปความเกี่ยวข้อง ความสัมพันธ์กันของข้อความรู้นั้น ๆ ได้อย่างชัดเจน เป็นระบบ เข้าใจง่ายขึ้น และมองเห็นความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ของความรู้นั้นได้ นอกจากนี้การพัฒนาการคิดวิเคราะห์และ การพัฒนาทักษะการใช้เทคนิคผังกราฟิกจากกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้ ยังเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วย ทั้งนี้เนื้อหาเรื่องระบบต่อมไร้ท่อ เหมาะสมต่อการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ ต้องใช้หลักการและเหตุผลมาวิเคราะห์สถานการณ์ต่างๆเมื่อทำกิจกรรม เพราะเนื้อหาเรื่องนี้เป็นนามธรรม เข้าใจยาก นักเรียนจะเน้นการท่องจำจึงไม่ได้ใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์ ผู้วิจัยเห็นว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีช่วงอายุและประสบการณ์ที่เหมาะสมที่จะฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ มีความสามารถในการคิด แยกแยะสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ได้เป็นอย่างดี (มันทนา อ่อนรัมย์, 2555, หน้า 6)

จากสภาพปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร สืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ เพื่อช่วยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนระยองวิทยาคม มีความกระตือรือร้นในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เชื่อมโยงความรู้จากเนื้อหาบทเรียนแล้วสรุปประเด็นที่สำคัญลงในผังกราฟิกเพื่อให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อหลังการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกกับเกณฑ์ร้อยละ 75
3. เพื่อเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก

4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างผังกราฟิก ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก

สมมติฐานของการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75

3. การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. ความสามารถในการสร้างผังกราฟิก ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกวิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ที่มีประสิทธิภาพตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้สำหรับผู้นำไปใช้สอนนักเรียนเพื่อให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างผังกราฟิกที่สูงขึ้น

2. ผลการวิจัยครั้งนี้ทำให้ทราบถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และความสามารถในการสร้างผังกราฟิกหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หลังการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก

3. ให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการสร้างผังกราฟิก เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิค

ผังกราฟิกที่เป็นแนวทาง สำหรับครูผู้สอนในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกในวิชาอื่น ๆ

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนระยองวิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ซึ่งทางโรงเรียน ได้จัดห้องเรียนแบบลดความสามารถของนักเรียนจำนวน 8 ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ปกติ จำนวน 320 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนระยองวิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 1 ห้องเรียน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) จำนวน 40 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก โดยมีคุณสมบัติความเป็นตัวแปร เนื่องจากมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา

2.2.2 การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

2.2.3 ความสามารถในการสร้างผังกราฟิก

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ สารละลายชีววิทยาพื้นฐาน สารที่ 1: สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง ระบบคอมพิวเตอร์ มีสารการเรียนรู้ ดังนี้

3.1 คอมพิวเตอร์

3.2 ฮาร์ดแวร์จากคอมพิวเตอร์และอวัยวะที่สำคัญ

3.3 การรักษาสุขภาพของร่างกายด้วยฮาร์ดแวร์

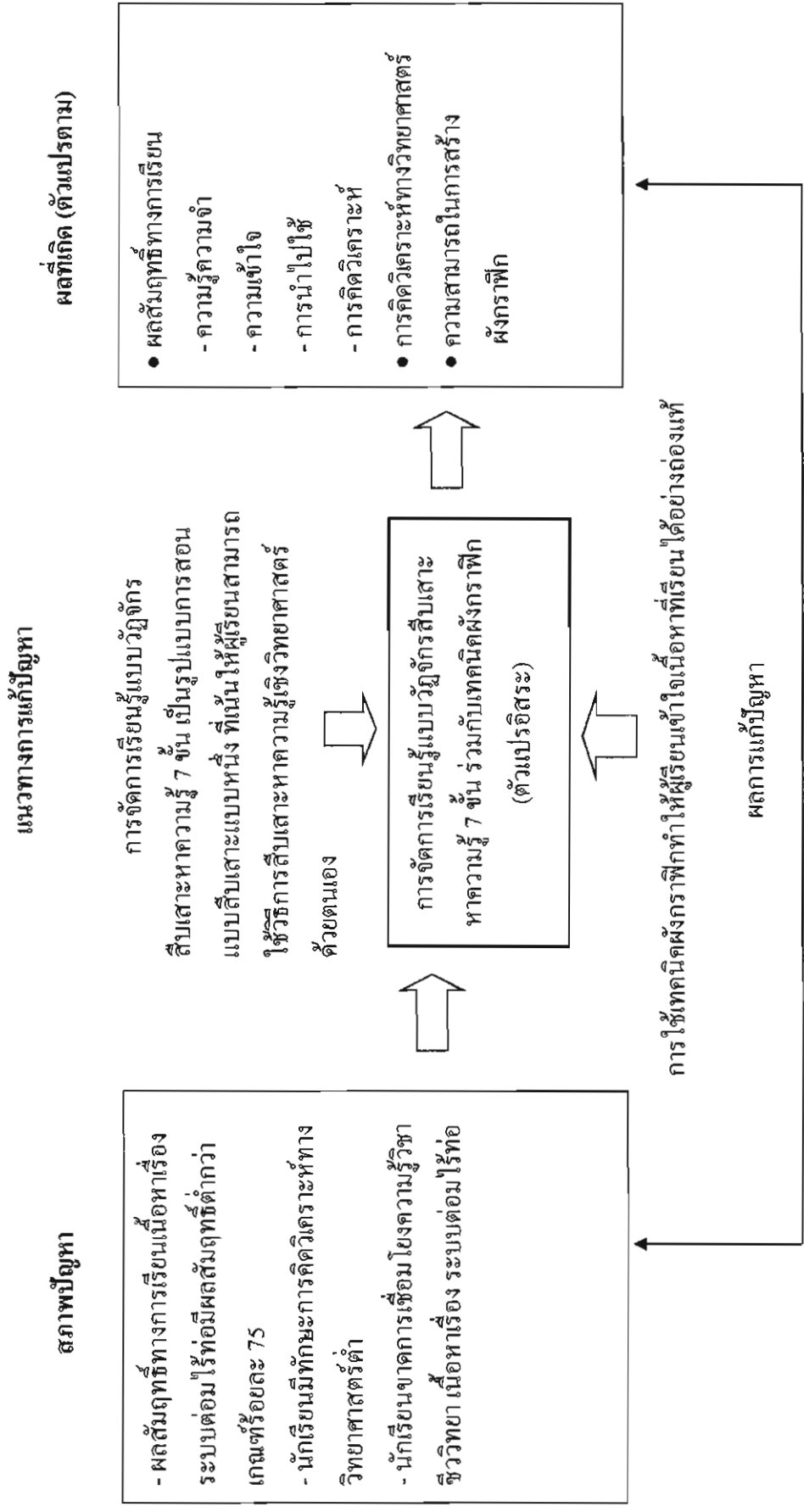
3.4 ซอฟต์แวร์

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ใช้เวลาในการทดลอง 12 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการวิจัยเอง

กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ สามารถนำเสนอกรอบความคิดในการวิจัย ดังนี้



ภาพที่ 1 แสดงกรอบความคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น หมายถึง วิธีการสอนรูปแบบหนึ่งที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเอง เมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้ได้รับกระตุ้นให้เกิดความตื่นตัว ทำทาบกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหาที่มีการร่วมกันคิดลงมือปฏิบัติจริง ทำให้สามารถอธิบาย ทำนาย คาดการณ์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผล พยายามหาข้อสรุปจนเกิดความคิดรวบยอดในเรื่องที่ศึกษา มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ครูผู้สอนเป็นผู้สนับสนุน ชี้นำ ช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเรียนรู้การสอน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามขั้นตอนของไอน์เซนคราฟ (Eisenkraft, 2003, p. 56) ประกอบด้วย 7 ขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

1.1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation phase) เป็นขั้นที่ครูจะตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิมออกมา เพื่อครูจะได้รู้ว่าเด็กแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้เดิมเท่าไร จะได้วางแผนการจัดการเรียนรู้ได้ถูกต้อง จะเรียนเนื้อหาใดก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้น ๆ

1.2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement phase) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่งเรียนรู้มาแล้ว ครูเป็นคนกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะกระตุ้นโดยการเสนอประเด็นขึ้นก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา

1.3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration phase) ในขั้นนี้จะต่อเนื่องจากขั้นสร้างความสนใจ ซึ่งเมื่อนักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็จะมีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสังเกต หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาความรู้จากเอกสารอ้างอิงจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

1.4 ขั้นอธิบาย (Explanation phase) ในขั้นนี้เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมาอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสังเกตที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในด้านนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ได้แย้งกับ

สมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ตั้งไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้ และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

1.5 **ขั้นขยายความรู้ (Expansion phase/ elaboration phase)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลอง หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์ หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องราวต่าง ๆ ได้มาก แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขวาง

1.6 **ขั้นประเมินผล (Evaluation phase)** ในขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในด้านอื่น ๆ

1.7 **ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension phase)** ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนได้นำสิ่งที่ได้เรียนมา ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ที่เรียกว่า “การถ่ายโอนการเรียนรู้”

2. **เทคนิคผังกราฟิก (Graphic organizers)** หมายถึง เทคนิคที่พัฒนาการคิดในระดับสูง เป็นแบบของการสื่อสารซึ่งพัฒนามาจากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบลที่เน้นความสำคัญของการเรียนรู้อย่างเข้าใจ และมีความหมาย เรียกว่า โครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure) ซึ่งมีการลำดับความสัมพันธ์เชื่อมโยงจากมโนทัศน์ที่กว้างและครอบคลุมมาจนถึงมโนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจง เป็นเครื่องมือทางการคิดได้ดี เนื่องจากการสร้างความคิด ซึ่งมีลักษณะเป็นนามธรรมอยู่ในสมอง จำเป็นต้องมีการแสดงออกมาให้เป็นรูปธรรม เป็นรูปแบบของการแสดงออกของความคิดที่สามารถมองเห็นและอธิบายได้อย่างเป็นระบบชัดเจน และประหยัดเวลา

3. **การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น** ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก หมายถึง รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะแบบหนึ่งที่น่าสนใจให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ (Inquiry approach) ที่ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้ หรือประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง แบ่งการสอนออกเป็น 7 ขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation phase) 2) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement phase) 3) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration phase) 4) ขั้นอธิบาย (Explanation phase) 5) ขั้นขยายความรู้ (Expansion phase/ elaboration phase) 6) ขั้นประเมินผล (Evaluation phase) 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension phase) โดยนำเทคนิคผังกราฟิกมาใช้ในขั้นอธิบาย (Explanation phase) ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เป็นวิธีที่ผู้เรียนสามารถนำความรู้เก่ามาเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ได้จากขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation phase) ผู้เรียนจะเข้าใจเนื้อหาที่

เรียนได้อย่างต่อเนื่อง เกิดความคิดรวบยอด และผังกราฟิกจะช่วยให้ผู้เรียนแสดงความคิดรวบยอดออกมาเป็นรูปธรรมที่ง่ายต่อการนำเสนอ

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ความสามารถของนักเรียนในการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ในด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

5. การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งอาจจะเป็นวัตถุ สิ่งของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์ คิดพิจารณา ไตร่ตรอง ไตร่ตรอง ด้วยการวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยสามารถระบุปัญหาของสิ่งที่เกิดขึ้น เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริง โดยตัดสินใจแก้ปัญหา และเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างละเอียดรอบคอบมีเหตุผลตามแนวคิดของบลูม (Bloom, 1965, p. 201) มีลักษณะดังนี้

5.1 วิเคราะห์ความสำคัญ เป็นการวิเคราะห์ว่าสิ่งที่อยู่นั้นอะไรสำคัญ หรือจำเป็น หรือมีบทบาทที่สุด ตัวไหนเป็นเหตุ ตัวไหนเป็นผล เหตุผลใดถูกต้องและเหมาะสมที่สุด

5.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการค้นหาว่าความสำคัญย่อย ๆ ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้นต่างติดต่อกันอย่างไร สอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร การวิเคราะห์ความสัมพันธ์อาจจะถามความสัมพันธ์ของเนื้อเรื่องกับเหตุ เนื้อเรื่องกับผล เหตุกับผล

5.3 วิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถที่จะจับเค้าเงื่อนของเรื่องราวที่ว่ายึดหลักการใด มีเทคนิคการเขียนอย่างไรจึงชวนให้คนอ่านมีมโนภาพหรือยึดหลักปรัชญาใด อาศัยหลักการใดเป็นสื่อสารสัมพันธ์เพื่อให้เกิดความเข้าใจ

สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

6. ความสามารถในการสร้างผังกราฟิก หมายถึง ความสามารถทางสมองในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งได้อย่างชัดเจน โดยมีการจัดระบบ จัดลำดับความสำคัญของข้อมูล เพื่อสร้างความคิดรวบยอดของสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้น ประกอบไปด้วย ความถูกต้องในเนื้อหา การจัดระบบในการนำเสนอ การใช้สีแสดงการวิเคราะห์และเชื่อมโยงความคิด ความมีระเบียบในการทำงาน และความคิดสร้างสรรค์ สามารถวัดได้จากการประเมินผลงานของนักเรียนโดยให้คะแนนแบบรูบรีค (Rubric score) โดยเทียบกับเกณฑ์ระดับคุณภาพ 3 ระดับ ได้แก่ ดี พอใช้ และปรับปรุง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

7. เกณฑ์ร้อยละ 75 หมายถึง ระดับผลการทดสอบวัดความรู้ของผู้เรียน ไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 75 มีคุณลักษณะตามเกณฑ์การพิจารณาอยู่ในระดับดี ตามข้อกำหนดของการวัดประเมินผลทางการเรียนของผู้เรียนในสถานศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ และสำนักงานรับรองมาตรฐาน และประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) 2554

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิค ผังกราฟิกวิชาชีพวิทยา เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E)
3. การสอน โดยใช้เทคนิคผังกราฟิก
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีพวิทยา
5. การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้ และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อการประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมี โอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาค และมีคุณภาพ

3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพ และความต้องการของท้องถิ่น

4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลา และการจัดการเรียนรู้

5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัย และปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนาหรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิต และการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์ และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิดความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนคติของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิด อย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคม ได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้ มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงานและการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้ เทคโนโลยี ด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้

5. อยู่อย่างพอเพียง

6. มุ่งมั่นในการทำงาน

7. รักความเป็นไทย

8. มีจิตสาธารณะ

นอกจากนี้ สถานศึกษาสามารถกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มเติมให้สอดคล้องตามบริบทและจุดเน้นของตนเอง

มาตรฐานการเรียนรู้

การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความสมดุล ต้องคำนึงถึงหลักพัฒนาการทางสมองและพหุปัญญา หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงกำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ดังนี้

1. ภาษาไทย
2. คณิตศาสตร์
3. วิทยาศาสตร์
4. สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม
5. สุขศึกษาและพลศึกษา
6. ศิลปะ
7. การงานอาชีพและเทคโนโลยี
8. ภาษาต่างประเทศ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3 สสารและสมบัติของสาร

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

สาระที่ 5 พลังงาน

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7 คาราศาสตร์และอวกาศ

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี

มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐาน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นข้อกำหนดคุณภาพของผู้เรียน ด้านความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการเรียนรู้ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมาย ที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษา ขั้นพื้นฐานสำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น สำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาในแต่ละช่วงชั้น มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐาน ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีดังนี้

สาระที่ 1: สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1: เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเอง และดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2: เข้าใจกระบวนการ และความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะ ทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพ ที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2: ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1: เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อม กับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2: เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1: เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับ โครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2: เข้าใจหลักการ และธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4: แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1: เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้อง และมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2: เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5: พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1: เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6: กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1: เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และลักษณะของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7: คาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1: เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบน โลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2: เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศ และทรัพยากรธรรมชาติด้านการเกษตร และการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิต และสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8: ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1: ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน

สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

คำอธิบายรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม

ศึกษาวิเคราะห์เกี่ยวกับการประสานงานในร่างกาย และการสืบพันธุ์ของมนุษย์และสัตว์ การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง สัตว์มีกระดูกสันหลัง การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำ เซลล์ประสาท ศึกษาโครงสร้างและการทำงานของเซลล์ประสาท โครงสร้างของเซลล์ประสาท การทำงานของระบบประสาทสั่งการและอวัยวะรับความรู้สึก ระบบต่อมไร้ท่อ ฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อและอวัยวะที่สำคัญ การควบคุมการสร้างและการหลั่งฮอร์โมน พีโรโมน การใช้ประโยชน์จากฮอร์โมนและพีโรโมน กลไกการเกิดพฤติกรรมของสัตว์ ประเภทพฤติกรรมของสัตว์ ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมกับการตอบสนองของระบบประสาท การสื่อสารระหว่างสัตว์ การสืบพันธุ์ และการเจริญเติบโตของสัตว์

โดยจัดประสบการณ์หรือสร้างสถานการณ์ที่ใกล้ตัวให้ผู้เรียนได้ศึกษา ค้นคว้า ปฏิบัติจริง ทดลอง สรุปรายงาน เพื่อพัฒนาทักษะ/ กระบวนการ ในการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และนำประสบการณ์ ด้านความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการที่ได้ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ตัวชี้วัด/ ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับต่อมไร้ท่อ ฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อ และอวัยวะที่สำคัญ การรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมน และพีโรโมน

สาระการเรียนรู้/ จุดประสงค์การเรียนรู้

ตารางที่ 1 แสดงสาระการเรียนรู้/ จุดประสงค์การเรียนรู้

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้
1. ต่อมไร้ท่อ	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาการเจริญของลักษณะที่สองของเพศในไก่ 2. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างต่อมมีท่อและต่อมไร้ท่อ ระบุตำแหน่งของต่อมไร้ท่อที่สำคัญในร่างกายของคน 3. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการควบคุมการทำงานของร่างกายโดยระบบประสาทกับระบบต่อมไร้ท่อ 4. นักเรียนสามารถอธิบายความสำคัญของฮอร์โมนที่ผลิตจากต่อมไร้ท่อต่าง ๆ และสรุปสมบัติเฉพาะของฮอร์โมน
2. ฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อและอวัยวะที่สำคัญ	<ol style="list-style-type: none"> 5. นักเรียนสามารถสรุปการทำงานของฮอร์โมนจากต่อมไทรอยด์ โดยใช้ข้อมูลจากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ 6. นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับบทบาทของฮอร์โมนจากต่อมไทรอยด์จากข้อมูลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ 7. นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐาน และแปลความหมายข้อมูลที่ได้จากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีต ที่ศึกษาเกี่ยวกับบทบาทของไอส์เลตออฟลันเกอร์ฮันส์
2.1 ต่อมไพเนียล	
2.2 ต่อมใต้สมอง	
2.3 ต่อมไทรอยด์	
2.4 ต่อมพาราไทรอยด์	
2.5 ตับอ่อน	
2.6 ต่อมหมวกไต	
2.7 อวัยวะเพศ	
2.8 รก	
2.9 ไทมัส	

ตารางที่ 1 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้
2.10 กระเพาะอาหารและลำไส้เล็ก	8. นักเรียนสามารถสรุปถึงต่อมไร้ท่อที่สำคัญของฮอร์โมนที่ต่อมไร้ท่อผลิตขึ้น อวัยวะเป้าหมายของฮอร์โมนต่าง ๆ หน้าที่และบทบาทของแต่ละฮอร์โมน
3. การรักษาคูสมภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมน	9. นักเรียนสามารถอธิบายการควบคุมการหลั่งฮอร์โมนโดยกระบวนการควบคุมป้อนกลับ 10. นักเรียนสามารถอธิบายถึงความสำคัญของฮอร์โมนต่าง ๆ และนำความรู้ไปใช้ในการดูแลรักษาตนเอง 11. นักเรียนสามารถอธิบายการควบคุมการหลั่งของฮอร์โมน โดยกระบวนการควบคุมแบบป้อนกลับ 12. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบการควบคุมการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกายโดยระบบประสาทและระบบต่อมไร้ท่อ
4. ฟิโรโมน	13. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของฟิโรโมน และยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากฟิโรโมน 14. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบความคล้ายคลึงและแตกต่างระหว่างฮอร์โมนกับฟิโรโมน 15. นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานจากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาบทบาทของฟิโรโมน

สรุปได้ว่า สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานได้กำหนดสาระสำคัญที่มีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ทั้ง 8 กลุ่มสาระ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1: สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต และสาระที่ 8: ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ในการวิจัย

การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E)

ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) ได้ให้ความหมายกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ซึ่งเป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา ตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมายจึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ มาเผชิญหน้า

คณะศึกษานิเทศก์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กลุ่มนิเทศ ติดตามและประเมินผลการจัดการศึกษา ได้ให้ความหมายกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า การสืบเสาะหาความรู้ คือ การถามคำถามที่สงสัยและเป็นปัญหาที่สามารถสืบค้นหาคำตอบได้ และสื่อสารคำตอบออกมาได้ (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 1, 2549)

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542) ได้ให้ความหมายกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง ให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา จำเป็นต้องมีการเตรียมสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ ศึกษาโครงสร้างของกระบวนการสอน การจัดลำดับเนื้อหา โดยครูทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วย และนักเรียนทำหน้าที่คล้ายผู้จัดการวางแผนการเรียน นักเรียนเป็นผู้เริ่มต้นในการจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้ โดยวิธีการเช่นเดียวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์และเปลี่ยนแนวความคิดจากการที่เป็นผู้รับความรู้มาเป็นผู้แสวงหาความรู้ และใช้ความรู้ให้เกิดประโยชน์

สรุปความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) คือ กระบวนการที่มุ่งเน้นให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้วิธีการต่าง ๆ และสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

การเรียนด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry cycle) หรือ 5Es (บุปผชาติ ทัทพิกรณ์, 2552) ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้นี้ ทักษะของผู้สอนที่มีต่อผู้เรียนและการเรียนรู้จะแตกต่างกันไปจากของทฤษฎีการเรียนรู้แบบถ่ายโอนความรู้ สามารถสรุปได้ ดังนี้

ตารางที่ 2 การเรียนรู้แบบถ่ายโอนความรู้กับการเรียนรู้แบบสร้างความรู้ด้วยตนเอง

การเรียนรู้แบบถ่ายโอนความรู้	การเรียนรู้แบบสร้างความรู้ด้วยตนเอง
<p>1. ครูผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้ถ่ายโอนความรู้ไปยังผู้เรียน และจัดหาถึง กระตุ้นและเสริมแรงต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการตอบสนองที่เหมาะสม</p> <p>2. ครูผู้สอนเป็นผู้ควบคุมการเรียนการสอนเป็นส่วนใหญ่</p> <p>3. ผู้เรียนเปรียบเสมือนกระดาษเปล่าที่รอคอยให้ครูขีดเขียนความรู้ลงไป</p> <p>4. ผู้เรียนเปรียบเสมือนฟองน้ำที่คอยดูดซับความรู้ที่ถ่ายโอนมาจากครูผู้สอน</p> <p>5. ครูผู้สอน ไม่ค่อยให้ความสำคัญกับแนวคิดที่มีอยู่แล้วของผู้เรียน</p> <p>6. การเรียนรู้ คือกระบวนการรับและจดจำข้อมูล หรือความรู้ให้ได้มากที่สุด</p> <p>7. ผู้เรียนมีบทบาทเป็นผู้ฟังและบันทึกของจากที่ดี ที่ต้องรับฟัง และจดจำข้อมูล</p> <p>หรือความรู้ที่ถ่ายโอนมาจากครูให้ได้มากที่สุด</p> <p>8. การวัดผลผลการเรียนรู้มุ่งเน้นที่ความสามารถของผู้เรียนในการระลึก หรือจดจำข้อมูล หรือความรู้</p>	<p>1. ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก ส่งเสริม สนับสนุนชี้แนะแนวทาง และจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เอื้ออำนวยต่อการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน</p> <p>2. ผู้เรียนก้าวมาสู่ห้องเรียนพร้อมกับความรู้ และประสบการณ์ที่มีอยู่แล้วที่หลากหลาย</p> <p>3. ผู้เรียนมีบทบาทเป็นผู้ที่กระตือรือร้นในการควบคุมการเรียน และสร้างความรู้ด้วยตนเอง</p> <p>4. การเรียนรู้ คือ การเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับจาก ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมทั้งในและนอกห้องเรียนเข้ากับความรู้ และประสบการณ์ที่มีอยู่แล้วก่อนเรียน แล้วปรับเปลี่ยนแนวคิดของตน ให้เป็นแนวคิดที่เหมาะสม หรือตรงกับที่สังคมยอมรับ</p> <p>5. การเรียนรู้ของผู้เรียนเกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น และการทำงานเป็นกลุ่มร่วมกัน</p> <p>6. การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน ได้เกิดขึ้นตลอดกาล</p>

การเรียนรู้แบบถ่ายโอนความรู้	การเรียนรู้แบบสร้างความรู้ด้วยตนเอง
เรียนรู้	เรียนรู้
7. การวัดผลการเรียนรู้ต้องบูรณาการอยู่ในกระบวนการเรียนรู้ และวัดทั้งกระบวนการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน และผลผลิต ซึ่งก็คือความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้น	8. จุดมุ่งหมายของการวัดผลการเรียนรู้อยู่ที่ว่าผู้เรียนเกิดการพัฒนาความรู้ และประสบการณ์ไปจากเดิมมากน้อยเพียงใด

สรุปทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการจัดการกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้ว่า การเรียนรู้แบบวิจัยหรือสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน (7E) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่เป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ การเรียนรู้เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียนจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมภายนอก ผู้เรียนแต่ละคนจะสร้างความรู้ด้วยวิธีที่แตกต่างกัน ดังนั้นแนวการสอนตามทฤษฎีนี้จึงเน้นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียน ได้สื่อสาร และได้ปฏิบัติสัมพันธ์กับเพื่อน

รูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E)

วัฏจักรการเรียนรู้ (Learning cycle) เป็นการสอนแบบสืบเสาะรูปแบบหนึ่งที่ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน และประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตัวเอง การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ระยะแรกพัฒนาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Barman, 1989, pp. 28-31) ในเรื่องการปรับขยายโครงสร้างปฏิบัติการทางสติปัญญา (Assimilation) การปรับหรือโครงสร้างปฏิบัติการทางสติปัญญา (Accommodation) และจัดระเบียบสิ่งเร้าใหม่ให้เข้ากับโครงสร้างปฏิบัติการทางสติปัญญา (Organization) จุดเน้นของพัฒนาการและการเรียนรู้ตามทฤษฎีของเพียเจต์ไม่ใช่อยู่ที่การจดจำ และการจำแนกชั้นของพัฒนาการทางสติปัญญา หากแต่เน้นผลของการค้นพบองค์ความรู้ในเรื่องการเรียนรู้ของเด็กที่สะท้อนให้เห็นความสามารถในการคิด และการกระทำตามธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมของเขา ประกอบด้วย 3 ขั้น (Renner & Marek, 1990, pp. 185-199) คือ ขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นสร้างมโนทัศน์ (Concept introduction) ขั้นนำมโนทัศน์ไปใช้ (Concept application) ซึ่งเป็นรูปแบบที่ใช้ปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาของประเทศสหรัฐอเมริกา (Science curriculum improvement study: SCIS) ต่อมากลุ่มนักการศึกษาได้พัฒนาวิธีการและขั้นตอนในการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ออกเป็น 4 ขั้นตอน (Barman, 1992, pp. 59-63) ได้แก่ ขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นสร้างมโนทัศน์ (Concept introduction) ขั้นนำมโนทัศน์ไปใช้ (Concept application) และขั้นการประเมินผล (Evaluation)

ต่อมาในปี ค.ศ. 1992 นักการศึกษากลุ่ม BSCS (Biological science curriculum study) ได้แบ่งขั้นตอนการเรียนรู้แบบวัฏจักรออกเป็น 5 ขั้นตอน (Bybee et. al., 1989, pp. 59-63) ดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ขั้นนี้จะมีลักษณะเป็นการแนะนำบทเรียน กิจกรรมจะประกอบด้วยคำถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการเรียนการสอน และเป้าหมายที่ต้องการ
2. ขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวคิดที่มีอยู่แล้ว มาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เข้าหมวดหมู่ ถ้าเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการทดลอง การสำรวจ การสืบค้นด้วยวิธีวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางปฏิบัติจะดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยครูมีหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำ หรือผู้เริ่มต้นในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้
3. ขั้นอธิบาย (Explanation) ในขั้นตอนกิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้จะมีการนำความรู้ที่รวบรวมมาแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อ หรือแนวคิดที่กำลังศึกษา

กิจกรรมอาจจะประกอบไปด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่าน และนำข้อมูลอภิปราย ครูจะหาสิ่งอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียน เพื่อว่าแนวคิดเกี่ยวกับบทเรียนจะได้รับการสร้างขึ้นด้วยความร่วมมือกัน ครูเลือกและจัดสภาพแวดล้อมของชั้นเรียนที่พึงประสงค์ ครูขอให้นักเรียนใช้ข้อมูลจริง ครูแนะนำให้ผู้รู้จักภาษาเฉพาะที่ต้องการแนวคิดให้มาก จะช่วยนำไปสู่การปรับขยายความคิด คั้งที่ทฤษฎีเพียร์เจต์อธิบายไว้ นักเรียนต้องมุ่งมั่นข้อค้นพบเบื้องต้น จากการสำรวจของพวกเขา ครูคงจากการบอกนักเรียนในสิ่งที่นักเรียนควรจะค้นพบแล้ว ถึงแม้ว่าความเข้าใจของนักเรียนยังไม่สมบูรณ์ และสามารถจะช่วยนักเรียนให้ใช้ข้อมูลของตนเองสร้างแนวคิดที่ถูกต้องได้

4. ขยายความคิด (Expansion) ในขั้นตอนนี้จะเน้นให้นักเรียนได้นำความรู้หรือข้อมูลจากขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 มาใช้ กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายในกลุ่มของตนเอง เพื่อลงข้อสรุปให้เห็นถึงความเข้าใจ ทักษะกระบวนการและสัมพันธ์ระหว่างความรู้ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น จะช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสปรับแนวคิดหลักของตนเองในกรณีที่สอคล้อง หรือคลาดเคลื่อน จากข้อเท็จจริง

5. ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนสุดท้ายจากการเรียนรู้โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบแนวความคิดหลักที่ตนเองได้เรียนรู้มาแล้ว โดยการประเมินผลด้วยตนเองถึงแนวคิดที่ได้สรุปไว้แล้วในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อยเพียงใดรวมทั้งมีการยอมรับมากน้อยเพียงใด ข้อสรุปที่ได้จะนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อไป ทั้งนี้ภาพรวมทั้งการประเมินผลของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนอีกด้วย

ต่อมา ค.ศ. 2003 Eisenkraft (2003, pp. 57-59) ได้เสนอรูปแบบการสอนเป็น 7 ขั้น โดยปรับจากการสอนแบบ 5 ขั้นมาเป็น 7 ขั้น เพื่อให้นักเรียนสามารถใช้ความรู้จากสิ่งที่ได้เรียนมาให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และนักเรียนสามารถเลือกแนวความคิดที่สอดคล้องกับวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนเกิดแนวความคิดที่ผิดพลาดน้อยลง โดยปรับรูปแบบการสอนในการเร้าความสนใจ (Engagement) และขั้นขยายความรู้และขั้นประเมินความรู้ได้ปรับเป็น 3 ส่วน คือ ขยายความรู้ (Elaboration) ขั้นประเมินผล (Evaluation) และขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension) ซึ่งสรุปได้ว่ารูปแบบการสอนแบบ 7 ขั้น หรือ เรียกย่อว่า 7E มีดังนี้ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation) 2) ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement) 3) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 4) ขั้นอธิบาย (Explanation) 5) ขยายความรู้ (Elaboration) 6) ขั้นประเมินผล (Evaluation) 7) ขันนำความรู้ไปใช้ (Extension) ซึ่งเป็นกระบวนการสอน 7 ขั้น ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกันไปในลักษณะของวัฏจักรการเรียนรู้ (Cycle) ในขั้นการตรวจสอบความรู้เดิม ที่จะช่วยให้นักเรียนถ่ายโอนความรู้ที่มีอยู่แล้ว และช่วยป้องกันไม่ให้เกิดแนวคิดที่ผิดพลาด (Eisenkraft, 2003, p. 57)

สรุปได้ว่าการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีขั้นตอนการสอนต่าง ๆ และสาระสำคัญในแต่ละขั้นดังนี้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation phase) ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิมออกมา เพื่อครูจะได้รู้ว่า เด็กแต่ละคนมีพื้นฐานเดิมเท่าไร เพื่อจะได้วางแผนการสอนได้ถูกต้อง และควรจะเรียนเนื้อหาใดก่อนในเนื้อหานั้น

2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement phase) เป็นการนำสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองตามความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่งได้เรียนรู้มาแล้ว ครูเป็นคนกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นปัญหา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่สนใจ ครูอาจศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นก่อน ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา

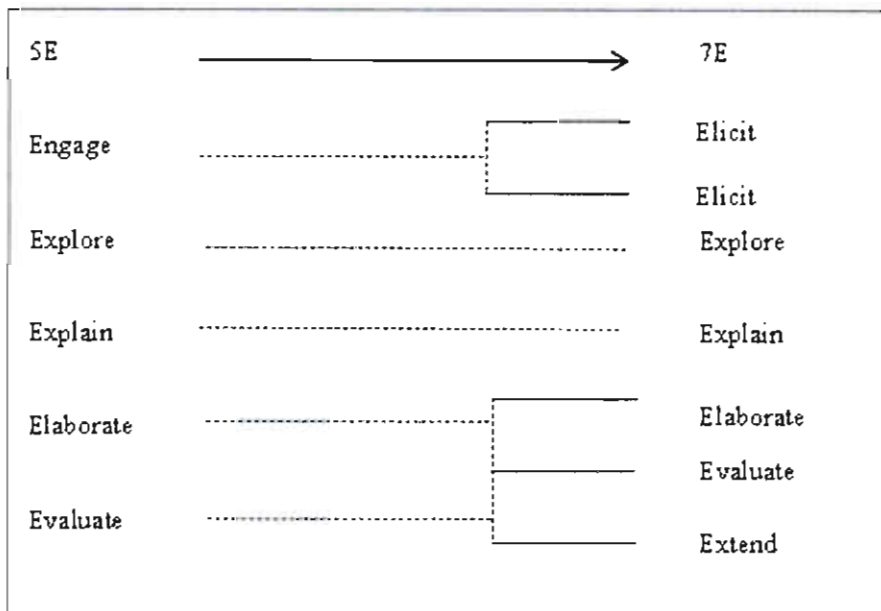
3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration phase) ในขั้นนี้จะต่อเนื่องจากขั้นสร้างความสนใจ ซึ่งเมื่อนักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

4. ขั้นอธิบาย (Explanation phase) ในขั้นนี้นักเรียนได้ข้อมูลมาอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้วจึงนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในครั้งนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ได้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้อยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้ และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

5. ขั้นขยายความรู้ (Expansion phase/ elaboration phase) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมกับความรู้เดิมหรือแนวความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มาก ก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อยซึ่งก็ช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

6. ขั้นประเมินผล (Evaluation phase) ในขั้นนี้เป็นขั้นการประเมินการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปการประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension phase) ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้นำสิ่งที่ได้เรียนมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ใหม่ที่เรียกว่า “การถ่ายโอนการเรียนรู้” (Thorndike, 1923, pp. 165-167) ซึ่ง Eisenkraft นำมาจัดรูปแบบการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7Es ได้ดังภาพประกอบ



ภาพที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบขั้นการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5Es และ 7Es

สรุปได้ว่า รูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) เป็นรูปแบบที่พัฒนามาจากการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ซึ่งมีการเพิ่มขึ้นตรวจสอบความเดิม (Elicit) และขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extend) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้เก่าให้เข้ากับความรู้ใหม่ได้ และสามารถนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยความหมาย

บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ประสาท เนืองเฉลิม (2550) ได้กล่าวถึง บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ไว้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1. ตรวจสอบความรู้เดิม (Elicit)	<ol style="list-style-type: none"> ตั้งคำถาม/ กำหนดประเด็นปัญหา กระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้เดิม ตรวจสอบความรู้ประสบการณ์เดิมของนักเรียน เติมเต็มประสบการณ์เดิม วางแผนการจัดการเรียนรู้ 	<ol style="list-style-type: none"> ตอบคำถามตามความเข้าใจของตนเอง แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ อภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียนและนักเรียนกับนักเรียน
2. ได้รับความสนใจ (Engage)	<ol style="list-style-type: none"> สร้างความสนใจ กระตุ้นให้ร่วมกันคิด ตั้งคำถามกระตุ้นให้คิด สร้างความกระหายใคร่รู้ ยกตัวอย่างประเด็นที่น่าสนใจ จัดสถานการณ์ให้นักเรียนสนใจ ดึงคำตอบที่ยังไม่ชัดเจนนักมาคิดและอภิปรายร่วมกัน 	<ol style="list-style-type: none"> ถามคำถามตามประเด็น แสดงความสนใจในเหตุการณ์ กระหายอยากรู้คำตอบ แสดงความคิดเห็นและนำเสนอความคิด นำเสนอประเด็น/สถานการณ์ที่สนใจ อภิปรายประเด็นที่ต้องการทราบ
3. สำรวจค้นหา (Explore)	<ol style="list-style-type: none"> ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ ซักถามนักเรียนเพื่อนำไปสู่ 	<ol style="list-style-type: none"> คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ ทดสอบการคาดคะเน

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ชั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
	การสำรวจค้นหา	สมมติฐาน
	3. สังเกตและรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน	3. คาคณะเนและตั้งสมมติฐานใหม่
	4. ให้ข้อเสนอแนะคำปรึกษาแก่นักเรียน	4. พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหา และอภิปรายทางเลือกกับคนอื่น ๆ
	5. ให้กำลังใจและเสนอประเด็นที่ชี้แนะแนวทางนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ	5. บันทึกการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น
	6. ส่งเสริมให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	6. ลงข้อสรุปบนพื้นฐานของข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือได้
	7. ส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์	7. ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสำรวจตรวจสอบ
	8. ส่งเสริมและพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน	8. เสริมสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์
4. อธิบาย (Explain)	1. ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดและแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ	9. มีจรรยาบรรณของนักวิทยาศาสตร์
	2. ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดตามความเข้าใจของตนเอง	1. อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้
	3. ให้นักเรียนแสดงหลักฐานให้เหตุผลอย่างเหมาะสม	2. รับฟังคำอธิบายของคนอื่นอย่างสร้างสรรค์
	4. ให้นักเรียนอธิบายให้	3. คิดวิเคราะห์วิจารณ์ในประเด็นที่เพื่อนนำเสนอ
		4. ถามคำถามอย่างสร้างสรรค์เกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
	ความจำกัดความและบ่งชี้ประเด็นที่สำคัญจากปรากฏการณ์ที่ได้	
	5. ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอดอย่างสร้างสรรค์	
5. ขยายความรู้ (Elaborate)	<ol style="list-style-type: none"> ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้ในสถานการณ์ใหม่ ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้ตามบริบท เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายความรู้ความเข้าใจอย่างหลากหลาย ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่ พร้อมทั้งแสดงหลักฐาน และถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ 	<ol style="list-style-type: none"> อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ รับฟังคำอธิบายของคนอื่นอย่างสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ในประเด็นที่เพื่อนนำเสนอ ถามคำถามอย่างสร้างสรรค์เกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย รับฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบาย อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมา ให้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกตประกอบคำอธิบาย
6. ประเมินผล (Evaluate)	<ol style="list-style-type: none"> สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปปรับใช้ ประเมินความรู้และทักษะของ 	<ol style="list-style-type: none"> นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบไปปรับประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกัน

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ชั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
	นักเรียน	
	3. หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม	
	4. ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้ และทักษะกระบวนการกลุ่ม	
	5. ถามคำถามปลายเปิดในประเด็นต่าง ๆ หรือสถานการณ์ที่กำหนดได้	
7. นำความรู้ไปใช้ (Extend)	1. กระตุ้นให้นักเรียนตั้งข้อคำถามตามประเด็นที่สอดคล้องกับบริบท	1. นำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้อย่างเหมาะสม
	2. กระตุ้นให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปปรับใช้	2. ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเชื่อมโยง
	3. เน้นแนวทางในการนำความรู้เดิมไปสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่	เนื้อหาสาระไปสู่การแก้ปัญหา
	4. ปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอน	3. มีคุณธรรม จริยธรรม ในการนำความรู้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน

สรุปบทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) ได้ว่า ครูมีหน้าที่ถามคำถามที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจ อยากค้นหาคำตอบ อยากเรียนรู้ คอยอำนวยความสะดวกช่วยเหลือในการศึกษาค้นคว้า ทดลอง เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองอย่างอิสระ

นักเรียนมีหน้าที่ศึกษาค้นคว้า ทดลองลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เพื่อแก้ปัญหาแล้วสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ และนำความรู้ที่ได้นั้น ไปใช้ในชีวิตประจำวันในสถานการณ์ที่คล้ายกันได้

บรรยากาศการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้
 บรรยากาศการจัดการเรียนรู้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่เอื้อต่อการพัฒนา
 กระบวนการคิด มีลักษณะ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงบรรยากาศการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (สถาบัน
 ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2549, หน้า 51)

บรรยากาศทั่วไป	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับ นักเรียน	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน กับนักเรียน
1. ไม่เครียด	1. ครูเป็นกันเองกับนักเรียน	1. ร่วมมือในการทำกิจกรรม ช่วยกันคิด ช่วยกันทำงาน
2. สนุก	2. ครูยิ้มแย้มแจ่มใส	2. อภิปรายแสดงความ คิดเห็นร่วมกัน
3. ไม่สับสน	3. ครูชื่นชมนักเรียนอย่าง สร้างสรรค์	3. ยอมรับฟังความคิดเห็น ซึ่งกันและกัน
4. นักเรียนคิดอย่างอิสระ	4. ครูยอมรับฟังความคิดเห็นของ นักเรียน	
5. นักเรียนสนใจ กระตือรือร้น เข้าร่วมกิจกรรม	5. ครูให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือนักเรียน	

สรุปได้ว่า การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพราะมุ่งเน้นการฝึกทักษะการคิด ให้นักเรียน ได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและสถานการณ์ต่าง ๆ ใช้ความรู้เดิม ความสงสัยมาเป็นตัวกระตุ้น ให้นักเรียนเกิดการศึกษาค้นคว้า โดยครูมีหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้การเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ของไอซ์เซนคราฟ เนื่องจาก ผู้วิจัยเห็นว่าแต่ละขั้นตอนต่อเนื่องกันที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เข้าใจง่าย เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียน ได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเองอย่างเต็มศักยภาพ

การสอนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิก

ความหมายของผังกราฟิก

ผังกราฟิก เป็นแผนผังหรือแผนภาพที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างความคิดกับเนื้อหาหลักและเนื้อหาย่อยของเรื่อง ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของผังกราฟิกไว้ดังนี้

พิมพันธ์ เชชะคุปต์ (2543, หน้า 149) ให้ความหมายไว้ว่า ผังกราฟิก คือ แบบของการสื่อสารเพื่อให้นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมอย่างเป็นระบบ มีความเข้าใจง่าย กระชับ กะทัดรัด ชัดเจน ผังกราฟิกได้มาจากการนำข้อมูลดิบ หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ มาทำการจัดกระทำข้อมูล ในการจัดกระทำข้อมูลต้องใช้ทักษะการคิด เช่น การสังเกต การเปรียบเทียบ การแยกแยะ การจัดประเภท การเรียงลำดับ การใช้ตัวเลข เช่น ค่าความถี่ ค่าเฉลี่ย และการสรุป เป็นต้น จากนั้นจึงมีการเลือกแบบผังกราฟิก เพื่อนำเสนอข้อมูลที่จัดกระทำแล้วตามเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่ผู้นำเสนอต้องการ

ทิสนา เขมมณี (2545, หน้า 47) ให้ความหมายว่า ผังกราฟิก เป็นแผนผังทางความคิด ซึ่งประกอบด้วยความคิดหรือข้อมูลสำคัญๆ ที่เชื่อมโยงกันอยู่ในรูปแบบต่างๆซึ่งทำให้เห็น โครงสร้างของความรู้หรือเนื้อหาสาระนั้นๆ

สุปรียา ตันสกุล (2540, หน้า 6) ให้ความหมายว่า ผังกราฟิกเป็นสิ่งที่แสดงเป็นภาพขององค์ประกอบที่สำคัญของเนื้อหา เป็นรูปแบบของความคิดที่ผู้สอนและผู้เรียนสร้าง เพื่อแสดงความคิดออกมาเป็นรูปธรรม

คลาร์ก (Clark, 1991, pp. 37-38) ให้ความหมายว่า ผังกราฟิกเป็นแบบของการคิดที่ผู้เรียนหรือผู้สอนสร้างขึ้นเพื่อแสดงความคิดความเข้าใจออกมาเป็นรูปธรรม ว่าผู้เรียนกำลังคิดอะไรจากการอ่านเนื้อหาวิชา

คังและเมลิสซา (Doug & Melissa, 2004) ให้ความหมายว่า ผังกราฟิกเป็นเครื่องมือมีคุณค่าสำหรับใช้ในการเรียนรู้ เพราะสามารถประยุกต์ใช้ได้อย่างไม่สิ้นสุด รูปแบบต่าง ๆ ของผังกราฟิก แสดงให้เห็นการจัดลำดับกระบวนการคิดของผู้เรียนได้อย่างสมบูรณ์ เป็นกลวิธีที่ใช้ในการทำความเข้าใจสิ่งที่เรียนให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น

จากความหมายของผังกราฟิกสรุปได้ว่า ผังกราฟิก คือ เครื่องมือที่ช่วยแสดงความคิดให้ออกมาเป็นรูปธรรมในลักษณะของภาพ หรือไดอะแกรม โดยสื่อให้เห็นถึงความสัมพันธ์กันของเนื้อหาหรือเรื่องราวนั้น

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคนิคผังกราฟิก

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful learning theory)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเทคนิคการใช้ผังกราฟิก มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบล หลังจากปี 1968 จนถึงปี 1975 มีแผนภาพรูปแบบต่าง ๆ เกิดขึ้นมากกว่า 20 ชนิด ซึ่งต่อมาบาร์รอน (Barron) ได้พัฒนาแผนภาพแบบต่าง ๆ ขึ้น แล้วเรียกว่า โครงสร้างภาพรวม (Structure overview) และในปี 1974 บาร์รอนและสโตน (Barron and stone) ได้ขยายโครงสร้างภาพรวมแล้วเรียกชื่อใหม่ว่า ผังกราฟิก (Graphic organizer) หรือเรียกย่อ ๆ ว่า GO

ในปี 1983 โนวาคและโกวิน (Novak and Gowin, 1983) ได้นำทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายนี้มาพัฒนาเป็นการสอน การสร้างผังมโนทัศน์ (concept mapping) และการเขียนผังความรู้แบบวี (Knowledge vee diagraph) ซึ่งเป็นประเภทหนึ่งของผังกราฟิก ทำให้การเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิกกว้างขวางมากยิ่งขึ้น

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย

ออสซูเบล (Ausubel, 1968 อ้างถึงใน ไสว พักขาว, 2536, หน้า 7) กล่าวโดยสรุปว่า ในสมองของมนุษย์มีการจัดความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้ว่ามีระบบในลักษณะที่เป็น โครงสร้างที่เรียกว่า โครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) ซึ่งมีการจัดลำดับความสัมพันธ์เชื่อมโยงจากมโนทัศน์ที่กว้างและครอบคลุมลงมาจนถึงมโนทัศน์ย่อยที่เฉพาะเจาะจง และให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ อย่างเข้าใจและมีความหมาย โดยกล่าวว่า “การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนรวมหรือเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ ซึ่งอาจเป็นความคิดรวบยอดหรือความรู้ที่ได้รับใหม่เข้าไปใน โครงสร้างทางปัญญาสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้ที่มีความหมาย และเก็บไว้ในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง อันเป็นผลจากการจัดความสัมพันธ์ที่มีอยู่และจะช่วยขยายความรู้เดิมหรือมโนทัศน์เดิมที่มีอยู่” โครงสร้างทางปัญญาของแต่ละบุคคลแตกต่างกันตามการจัดลำดับความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ที่มีอยู่ในสมอง

สรุปทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคนิคผังกราฟิก ได้ว่า การใช้เทคนิค ผังกราฟิก มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบล เป็นการเชื่อมโยงความคิดใหม่ให้เข้ากับความคิดเก่าที่มีอยู่หรือโครงสร้างทางปัญญาที่ได้จากการเรียนรู้ที่มีความหมาย

รูปแบบของผังกราฟิก

ผังกราฟิกแต่ละแบบมีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อความรู้แตกต่างกันไป และการเลือกใช้ผังกราฟิกเพื่อนำเสนอข้อความรู้ที่ได้จัดกระทำแล้วนั้นต้องเลือกตามเป้าหมาย หรือ วัตถุประสงค์ที่ผู้นำเสนอต้องการจะเสนอข้อมูลเหล่านั้น (ทิสนา แคมมณี, 2547, หน้า 2-3) ผังกราฟิกมีรูปแบบดังนี้

1. ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลที่เป็นมโนทัศน์ ดังนี้

1.1 ผังความคิด (Mind map) ผังความคิด เป็นผังที่แสดงความสัมพันธ์ของสาระ หรือความคิดต่าง ๆ ให้เป็นโครงสร้างในภาพรวม โดยใช้เส้นคำ ระยะห่างจากจุดศูนย์กลาง สี เครื่องหมาย รูปทรงเรขาคณิต และภาพแสดงความหมายและความเชื่อมโยงของความคิด หรือสาระนั้น ๆ

1.2 ผังมโนทัศน์ (Concept map) ผังมโนทัศน์ เป็นผังที่แสดงมโนทัศน์หรือความคิดรวบยอดใหญ่ไว้ตรงกลาง และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ใหญ่และมโนทัศน์ย่อย ๆ ตามลำดับชั้นด้วยเส้นเชื่อมโยง

2. ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลที่เป็นการเปรียบเทียบ ดังนี้

2.1 ผังวงกลมซ้อนหรือเว้าโคอะแกรม (Venn diagram) ผังโคอะแกรม เป็นผังวงกลม 2 วงหรือมากกว่าที่มีส่วนหนึ่งซ้อนกันอยู่เป็นผังที่เหมาะสมแก่การนำเสนอสิ่ง 2 สิ่ง หรือมากกว่า ซึ่งมีทั้งความเหมือนและความต่างกัน

2.2 ทีชาร์จ (T-chart) เป็นผังกราฟิกที่แสดงความแตกต่างของสิ่งที่ศึกษา

2.2.1 แผนภูมิวง เป็นผังกราฟิกที่แสดงการเปรียบเทียบข้อมูล โดยแสดงสัดส่วนของข้อมูล

2.2.2 แผนภูมิแท่ง เป็นผังกราฟิกที่แสดงให้เห็นและเข้าใจความสำคัญของตัวแปรต่าง ๆ ได้ชัดเจนเป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว โดยตัวแปรนั้นมีค่าไม่ต่อเนื่อง

2.2.3 ตารางเปรียบเทียบ เป็นผังกราฟิกที่แสดงข้อมูลในรูปแบบตารางช่วยให้เข้าใจได้ง่ายเพราะจัดข้อมูลไว้เป็นหมวดหมู่ ซึ่งข้อมูลที่เสนอนั้นอาจเป็นการเปรียบเทียบความเหมือนกันหรือแตกต่างกันของข้อมูล

3. ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลที่เป็นเหตุเป็นผล ดังนี้

3.1 ผังก้างปลา (Fishbone map) ผังก้างปลา เป็นผังที่แสดงสาเหตุของปัญหาซึ่งมีความซับซ้อน ผังก้างปลาจะช่วยให้เห็นสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยที่ชัดเจน

3.2 ผังใยแมงมุม (Spider map) เป็นผังกราฟิกที่ใช้แสดงมโนทัศน์แบบหนึ่ง โดยแสดงความคิดรวบยอดใหญ่ไว้ตรงกลาง และเส้นที่แยกออกจากความคิดรวบยอดใหญ่จะแสดงรายละเอียดของความคิดนั้น

4. ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์การนำเสนอข้อมูลเป็นการเรียงลำดับเหตุการณ์ หรือขั้นตอน ดังนี้

4.1 ผังเรียงลำดับ (Chain) ใช้แสดงลำดับขั้นตอนของสิ่งต่างๆหรือกระบวนการต่าง ๆ

4.2 ผังวัฏจักร (Circle or cyclical map) ผังวัฏจักรเป็นผังที่แสดงลำดับขั้นตอนที่ต่อเนื่องกันเป็นวงกลมหรือวัฏจักรที่ไม่แสดงจุดสิ้นสุด หรือจุดเริ่มต้นที่แน่นอน

5. ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลที่เป็นการจัดหมวดหมู่ และการแบ่งประเภท ดังนี้

ผังการจำแนกประเภทของข้อมูล (Classify) เป็นแผนผังที่ใช้แสดงการจัดข้อมูลต่างๆ ที่ต้องการศึกษาออกเป็นหมวดหมู่ โดยจัดสิ่งที่มีสมบัติบางประการร่วมกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ในการจำแนกประเภทของสิ่งที่ศึกษานั้นต้องมีเกณฑ์ที่ใช้จำแนกเสมอ

สรุปรูปแบบของผังกราฟิกได้ว่า ผังกราฟิกมีหลายรูปแบบเช่น ผังความคิด ผังมโนทัศน์ ผังก้างปลา เป็นต้น ดังนั้นการนำเสนอความรู้ที่ได้สรุปไว้แล้วจึงขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ หรือเป้าหมายที่จะนำเสนอ

ประโยชน์ของผังกราฟิก

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประโยชน์ของผังกราฟิกไว้ดังนี้

เคแกน (Kagan, 1998) กล่าวถึงการใช้ผังกราฟิกว่ามีประโยชน์ ดังนี้

1. ทำให้มองเห็นกระบวนการคิดของผู้เรียน
2. ทำให้ผู้เรียนสามารถขยายทักษะการคิดเพิ่มขึ้น
3. เป็นการสนับสนุนให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างตื่นตัวเพราะผู้เรียนได้ทำผังกราฟิกที่มีลักษณะ

เป็นทั้งภาพและข้อความ และช่วยทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

4. ครูผู้สอนสามารถใช้ผังกราฟิกเพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการสอน รวมทั้งใช้นำเสนอความรู้ให้กับผู้เรียนได้

สรุปได้ว่า ประโยชน์ของการใช้เทคนิคผังกราฟิก เป็นการสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ใหม่ออกมาเป็นความคิดรวบยอดที่สามารถเชื่อมโยงให้เข้ากับ โครงสร้างทางปัญญาที่ได้จากการเรียนรู้ที่มีความหมายอยู่ แล้วถ่ายทอดมโนทัศน์ออกมาให้เป็นรูปธรรมในรูปแบบของแผนผัง แผนภูมิ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รัตนาวรรณ ชนานุรักษ์ (2547, หน้า 33) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ว่า หมายถึง คุณลักษณะความสามารถของบุคคลที่พัฒนาองงามขึ้น อันเป็นผลมาจากการเรียน การสอน การฝึกอบรม ซึ่งประกอบด้วย ความสามารถทางสมอง ความรู้ ทักษะ ความรู้สึก และ ค่านิยมต่างๆ

สมใจ อธิสานันท์ (2548, หน้า 24) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ผลที่เกิดจากการเรียน การสอน การอบรม การฝึกฝน ทำให้นักเรียนมีความสามารถ หรือมีพฤติกรรมที่พัฒนาขึ้น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย

สุภพงษ์ คล้ายคลึง (2548, หน้า 27) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ผลสำเร็จที่เกิดจากพฤติกรรมกระทำกิจกรรมของแต่ละบุคคลที่ต้องอาศัยความพยายาม อย่างมากทั้งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญา และองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญาซึ่งสามารถ สังเกตและวัดได้ด้วยเครื่องมือทางจิตวิทยา หรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านต่าง ๆ

ละออ ปิ่นทอง (2549, หน้า 59) ให้ความหมายว่า คุณลักษณะและสามารถของบุคคลที่ได้รับการพัฒนาขึ้นอันเนื่องเป็นผลมาจากการเรียนการสอน การฝึกและประสบการณ์ที่ได้รับ ความรู้ ความสามารถ ทักษะ ความรู้สึกรู้สีก และค่านิยมต่าง ๆ

สรุปความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือผลที่เกิดจากการเรียน การสอน การฝึกอบรมในวิชาต่าง ๆ ทำให้นักเรียนมีความสามารถหรือมีพฤติกรรมที่พัฒนาขึ้น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย ซึ่งสามารถสังเกต และวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านต่าง ๆ

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีพวิทยา

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีพวิทยา เป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนที่เป็นผลจากการได้รับประสบการณ์จากการเรียนการสอน หรือการศึกษาหาความรู้ โดยสามารถวัดและประเมินออกมาได้ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลการเรียนด้านความรู้ ในการกำหนด วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่พึงประสงค์ที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน ได้มีนักวิชาการกล่าวไว้ ดังนี้

บลูม (Bloom, 1967) ได้กล่าวถึง ลำดับขั้นตอนที่ใช้ในการเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านความรู้ความคิดไว้ 6 ขั้นดังนี้

1. ความรู้ความจำ เป็นการระลึกหรือท่องจำความรู้ต่างๆที่ได้เรียนมาโดยตรง
2. ความเข้าใจ เป็นความสามารถทางสติปัญญา จับใจความสำคัญของเนื้อหาที่ได้เรียนหรือสรุป การย่อความต่าง ๆ
3. การนำไปใช้ เป็นความสามารถในการนำความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วไปใช้ในสถานการณ์ใหม่
4. การวิเคราะห์ เป็นความสามารถที่จะแยกแยะลงไปเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ เพื่อที่จะได้มองเห็นหรือเข้าใจความเกี่ยวข้องต่าง ๆ

5. การสังเคราะห์ เป็นความสามารถที่จะนำส่วนย่อย ๆ มาประกอบกันเป็นสิ่งใหม่ การวางแผน การออกแบบ การทดลอง การตั้งสมมติฐาน การแก้ปัญหาที่ยาก เน้นพฤติกรรมที่สร้างสรรค์

6. การประเมินค่า เป็นความสามารถที่จะตัดสินเกี่ยวกับคุณค่าต่าง ๆ ซึ่งต้องวางแผนอยู่บนเกณฑ์ที่แน่นอนเกณฑ์ดังกล่าวอาจจะเป็นเกณฑ์ที่นักเรียนคิดขึ้นมาเองหรือนำมาจากที่อื่นก็ได้

จากวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านความรู้ความคิดที่กล่าวมาข้างต้นสามารถประเมินได้จากพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนดังนี้

ตารางที่ 5 พฤติกรรมที่แสดงออกที่สามารถประเมินได้จากวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านความรู้ความคิด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, หน้า 11)

ความรู้ความคิด	พฤติกรรมที่แสดงออก
1. ความรู้ความจำ	1. ระลึกได้ ท่องจำได้ถึงข้อมูลหรือข้อสนเทศที่เรียนมาแล้วโดยตรง
2. ความเข้าใจ	2. มีความเข้าใจและสามารถอธิบายได้
3. การนำไปใช้	3. การนำความรู้ไปใช้กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง
4. การวิเคราะห์	4. แยกแนวคิดหลักที่ซับซ้อนออกเป็นส่วน ๆ ให้เข้าใจได้ง่าย
5. การสังเคราะห์	5. รวบรวมความรู้และข้อเท็จจริงเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่
6. การประเมินค่า	6. ตัดสินใจเลือกอยู่บนเกณฑ์ที่แน่นอน

สรุปการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาได้ว่าเป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนที่ได้จากการเรียนการสอน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลการเรียนด้านความรู้ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย

ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538, หน้า 185) ได้แบ่งเครื่องมือใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งเป็นข้อบกพร่องตรงไหน จะได้ซ่อมเสริม หรือวัดดูความพร้อมก่อนที่จะสอนเรื่องใหม่

2. แบบทดสอบมาตรฐาน สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาหรือจากครูที่สอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้ง จนกระทั่งมีคุณภาพดีพอจึงสร้างเกณฑ์ปกติ (Norm) ของแบบทดสอบนั้น สำหรับที่ใช้วัดพฤติกรรมที่สามารถตั้งคำถามวัดได้ มักนิยมใช้ตามหลักที่ได้จากผลการประชุมของนักวัดผล ซึ่ง บลูม (Bloom) ได้เขียนรวมไว้ในหนังสือ (Taxonomy of educational objectives) โดยสรุปได้ว่า การวัดผลด้านสติปัญญาควรวัดพฤติกรรมออกเป็น 6 ระดับดังนี้

วัดด้านความรู้ความจำ (Knowledge)	วัดด้านความเข้าใจ (Comprehension)
วัดด้านการนำไปใช้ (Application)	วัดด้านการวิเคราะห์ (Analysis)
วัดด้านการสังเคราะห์ (Synthesis)	วัดด้านการประเมินค่า (Evaluation)

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัดพฤติกรรมด้านสติปัญญาตามแนวคิดของบลูม (Bloom, 1972) ใน 4 ระดับ คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ โดยกำหนดให้มีความครอบคลุมสาระ มาตรฐานการเรียนรู้ และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน สาระที่ 1: สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต มาตรฐาน ว.1.1 วิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ซึ่งเป็นเนื้อหาเฉพาะที่ใช้วัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนและหาข้อบกพร่องของการจัดการเรียนรู้เพื่อนำมาพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของการคิดวิเคราะห์

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นความสามารถทางสมองที่นักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้ศึกษาและให้นิยามไว้ดังนี้

ลักขณา สริวัฒน์ (2549, หน้า 69) ได้กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราว หรือเนื้อเรื่องต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือประสงค์สิ่งใด และส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวข้องกันอย่างไรบ้าง และเกี่ยวข้องกันโดยอาศัยหลักการใด เพื่อให้เกิดความชัดเจนและความเข้าใจจนสามารถนำไปสู่การตัดสินใจได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546, หน้า 24) ได้กล่าวไว้ว่า การคิดเชิงวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนก แจกแจงองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้น

เพ็ญศรี จันทร์ดวง (2545, หน้า 90) อธิบายว่าเป็นวิธีคิดแยกแยะองค์ประกอบ หรือ ลักษณะของสิ่งต่าง ๆ เรื่องราวหรือเหตุการณ์การคิดในระดับนี้ต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง หรือข้อมูลทางทฤษฎีมาเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ จึงสามารถอธิบายได้ว่า เรื่องราวหรือ เหตุการณ์ต่าง ๆ เหล่านี้อยู่ในสภาพใด และอาจบอกได้ว่ามีแนวโน้มไปในทางใด

กูด (Good, 1973, p. 680) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์เป็นการคิดอย่างรอบคอบ ตามหลักของประเพณีและมีหลักฐานอ้างอิง เพื่อหาข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ ตลอดจนพิจารณา องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมด และใช้กระบวนการตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้องสมเหตุสมผล

ดิวี่ (Dewey, 1933, p. 30) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า หมายถึงการคิดอย่าง ไคร์ครวญไตร่ตรอง โดยอธิบายขอบเขตของการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นการศึกษาที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ ที่มีความยุ่งยาก และสิ้นสุดลงด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน

สามารถสรุปความหมายของการคิดวิเคราะห์ ได้ว่า การคิดวิเคราะห์ เป็นความสามารถ ในการจำแนก แยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งและหา ความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้น โดยอาศัยข้อมูล ข้อเท็จจริง ความรู้มาเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ จนสามารถสรุปหรือพิจารณา ตัดสิน และอาจบอกได้ว่ามีแนวโน้มไปในทางใด

องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546, หน้า 26-30) ได้อธิบายถึงองค์ประกอบของการคิด วิเคราะห์ออกเป็น 4 ประการ คือ

1. ความสามารถในการตีความ (Interpretation) หมายถึงการพยายามทำความเข้าใจ และ ให้เหตุผลแก่สิ่งที่เราต้องการจะวิเคราะห์ เพื่อแปลความหมายที่ไม่ปรากฏโดยตรงของสิ่งนั้น

2. ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์ เพราะความรู้จะช่วยในการกำหนดขอบเขต ของการวิเคราะห์แยกแยะและจำแนกได้ว่าเรื่องนั้นเกี่ยวข้องกับอะไร มีองค์ประกอบย่อย ๆ อะไรบ้าง

3. ความช่างสังเกต ช่างสงสัยและช่างถาม จะยึดหลักการตั้งคำถามโดยใช้หลัก 5W 1 H คือ ใคร (Who) ทำอะไร (What) ที่ไหน (Where) เมื่อไร (When) ทำไม (Why) อย่างไร (How) คำถามเหล่านี้อาจไม่จำเป็นต้องใช้ทุกข้อ เพราะการตั้งคำถามมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้เกิดความชัดเจน ครอบคลุม และตรงประเด็นที่เราต้องการสืบค้น

4. ความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล นักคิดเชิงวิเคราะห์จะต้องมี ความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล สามารถค้นหาคำตอบได้ว่า

อะไรเป็นสาเหตุให้เกิดสิ่งนี้

เรื่องนั้นเชื่อมโยงกับเรื่องนี้ได้อย่างไร

ส่งผลกระทบอย่างไรบ้าง	สาเหตุที่ก่อให้เกิดเหตุการณ์
องค์ประกอบใดบ้างที่นำไปสู่สิ่งนั้น	ขั้นตอนการทำให้เกิดสิ่งนี้
แนวทางแก้ปัญหาที่มีอะไรบ้าง	ถ้าทำเช่นนี้ จะเกิดอะไรขึ้นในอนาคต

เรื่องนี้ใครเกี่ยวข้องบ้าง เกี่ยวข้องกันอย่างไร

สรุปองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ได้ว่า การคิดวิเคราะห์ช่วยให้เราเข้าใจจริง รู้เหตุผลเบื้องหลังของสิ่งที่เกิดขึ้นเข้าใจความเป็นมาเป็นของเหตุการณ์ต่าง ๆ รู้ว่าเรื่องนั้นมีองค์ประกอบอะไรบ้าง รู้ว่าอะไรเป็นอะไรทำให้เราได้ข้อเท็จจริงที่เป็นฐานความรู้ในการนำไปใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหา การประเมินและการตัดสินใจเรื่องต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

ลักษณะของการคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์ตามแนวของบลูม (Bloom, 1956 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539, หน้า 41-44) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถในการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไรอะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผลและที่เป็นเหตุอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไร การวิเคราะห์แบ่งแยกออกเป็น 3 อย่าง ดังนี้

1. วิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง การแยกแยะสิ่งที่กำหนดมาให้ว่าอะไรสำคัญหรือจำเป็นหรือมีบทบาทที่สุด ตัวไหนเป็นเหตุ ตัวไหนเป็นผล
2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาว่าความสำคัญย่อยของ เรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้นเกี่ยวพันกันอย่างไร สอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร
3. วิเคราะห์หลักการ หมายถึง การค้นหาโครงสร้างและแต่ละระบบของวัตถุ สิ่งของ เรื่องราว และการกระทำต่าง ๆ ว่าสิ่งเหล่านั้นรวมกันจนดำรงสภาพเช่นนั้นอยู่ได้เนื่องจากอะไร โดยยึดอะไรเป็นหลักเป็นแกนกลาง มีสิ่งใดเป็นตัวเชื่อมโยง ยึดถือหลักการ โดยมีเทคนิคอย่างไร หรือยึดคติใด

สรุปลักษณะของการคิดวิเคราะห์ได้ว่า การคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถในการแยกแยะองค์ประกอบต่างๆออกความสำคัญ สาเหตุ ผลลัพธ์ ความสัมพันธ์ของเหตุการณ์นั้น และหลักการต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้นได้

ประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2547, หน้า 32-46) ได้อธิบายถึงประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์ไว้ดังนี้

1. ช่วยส่งเสริมความฉลาดทางสติปัญญา
2. ช่วยให้อำนาจถึงความสมเหตุสมผลของขนาดกลุ่มตัวอย่าง

3. ช่วยลดการอ้างประสบการณ์ส่วนตัวเป็นข้อสรุปทั่วไป
4. ช่วยจุดค้นสาระของความประทับใจครั้งแรก
5. ช่วยตรวจสอบการคาดคะเนบนฐานความรู้เดิม
6. ช่วยวินิจฉัยข้อเท็จจริงจากประสบการณ์ส่วนบุคคล
7. เป็นพื้นฐานการคิดในมิติอื่นๆ
8. ช่วยในการแก้ปัญหา
9. ช่วยในการประเมินและตัดสินใจ
10. ช่วยให้ความคิดสร้างสรรค์สมเหตุสมผล
11. ช่วยให้เข้าใจแจ่มกระจ่าง

สรุปประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์ ได้ว่า การคิดวิเคราะห์ช่วยให้สามารถแก้ปัญหา ประเมินตัดสินใจ และสรุปข้อมูลต่าง ๆ ที่รับรู้ด้วยความสมเหตุสมผล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้การคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของบลูม (Bloom) เนื่องจากเข้าใจง่าย สามารถนำมาใช้กับเนื้อหาเรื่องระบบคอมพิวเตอร์ได้เหมาะสมสำหรับชั้นมัธยมที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์แล้ว

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น งานวิจัยภายในประเทศ

ณัฐมน เคนมา (2555) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารและสมบัติของสารและ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน (7E) ร่วมกับการใช้แผนผังมโนทัศน์ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ในด้านความเข้าใจมากที่สุด รองลงมาคือการนำไปใช้ และการวิเคราะห์ ตามลำดับ ซึ่งนักเรียนมีพฤติกรรมด้านความเข้าใจในเรื่องการจัดกลุ่มสารตามลักษณะเนื้อสารมากที่สุด นักเรียนมีพฤติกรรมด้านการนำไปใช้เรื่องพลังงานกับการละลาย และปัจจัยที่มีผลต่อการละลายมากที่สุด และนักเรียนมีพฤติกรรมด้านการวิเคราะห์ เรื่องการตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลายมากที่สุด และนักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี

ณัฐภา นาเลื่อน (2555) ได้ศึกษา ผลการสอน โดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 7E (7E Learning Cycle Model) ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอน โดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้

7E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียน การสอน โดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 3) นักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอน โดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับ เทคนิคการใช้คำถามมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

มันทนา อ่อนรัมย์ (2555) ได้ศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียน สาธิตพิบูลบำเพ็ญ มหาวิทยาลัยบูรพา ผลการวิจัย พบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วย กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่า เกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนที่ได้รับการจัด การเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ มีทักษะการคิดอย่างมี วิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ มีทักษะการคิดอย่างมี วิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ มีจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 5) นักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ มีจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุพลา ทองแป้น (2552) ได้ศึกษาผลของการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ เทคนิคการใช้คำถามต่อความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิเคราะหณ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม มีความสามารถด้านการคิดอย่างมี วิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เสาวรส พลโคตร (2550) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น และรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น ที่กำหนดและหมุนเวียน หน้าที่ของสมาชิก พบว่า 1) นักเรียนที่เรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น และรูปแบบวัฏจักร การเรียนรู้ 5 ชั้น โดยกำหนดและหมุนเวียนหน้าที่ของสมาชิก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ใน

ระดับสูง นักเรียนที่เรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น โดยกำหนดและหมุนเวียนหน้าที่ของสมาชิกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนที่เรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยกำหนดและหมุนเวียนหน้าที่ของสมาชิก มีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ โดยรวมและรายด้าน 7 ด้าน อยู่ในระดับสูง ยกเว้นด้านความมีเหตุผลอยู่ในระดับปานกลาง และนักเรียนที่เรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น โดยกำหนดและหมุนเวียนหน้าที่ของสมาชิก มีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ โดยรวมและรายด้าน 4 ด้าน คือ ด้านความมีเหตุผล ด้านความรอบคอบในการตัดสินใจ ด้านความมีใจกว้าง และด้านการยอมรับข้อจำกัดอยู่ในระดับสูง ยกเว้นด้านความอยากรู้อยากเห็น ด้านความคิดเห็นเชิงวิพากษ์วิจารณ์ ความเป็นปรีชา และความซื่อสัตย์ อยู่ในระดับปานกลาง

งานวิจัยต่างประเทศ

จอห์น (John, 1986) ได้ศึกษาผลในระยะยาวของการสอนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ และความสัมพันธ์ระหว่างพัฒนาการทางสติปัญญาการเรียนรู้ เชาวปัญญาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างคัดเลือกจากนักเรียนเกรด 6 ซึ่งมีเชาวปัญญาเท่ากัน (ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Posttest only experimental design) แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่สอนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้และกลุ่มควบคุมที่สอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า ระหว่างวิธีการสอนและระหว่างเพศมีความแตกต่างกัน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กัน จากการสอนทั้งสองวิธี นอกจากนี้ยังพบว่า ความคงทนทางการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกัน โดยนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่า

ฮาบานิม (Ebrahim, 2004, p. 1232-A) ได้ศึกษาผลการสอนแบบปกติกับการสอนโดยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4 จำนวน 111 คน จาก 4 ห้องเรียน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 56 คน เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้นและกลุ่มควบคุม 55 คน เรียนแบบปกติ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ การสอนให้ครูเพศหญิงสอนนักเรียนชายทั้ง 2 กลุ่ม และครูเพศหญิงอีก 1 คน สอนนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม การเก็บข้อมูลใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ การทดลองใช้สวดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยวัฏจักรการเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิก/ ความสามารถในการสร้างผังกราฟิก

งานวิจัยภายในประเทศ

อาร์ม โพร้พัฒน์ (2550) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติ มีผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ละมัย วงคำแก้ว (2554) ได้ศึกษา การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า

- 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับผังกราฟิกที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.01/ 83.13 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/ 80 ที่กำหนดไว้
- 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนโดยใช้รูปแบบ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับผังกราฟิก สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
- 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียน โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับผังกราฟิก สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
- 4) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับผังกราฟิก มีความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 76.84 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์เป้าหมายที่กำหนดไว้ คือร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ
- 5) จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณทางเดียว (One – Way MANOVA) พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์แตกต่างกัน หลังเรียน โดยใช้รูปแบบการสอน แบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับผังกราฟิก มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One – Way ANOVA) พบว่า นักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์แตกต่างกัน มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง จะมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่านักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ปานกลางและต่ำนักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์แตกต่างกัน มีคะแนนเฉลี่ย

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง จะมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ปานกลาง และต่ำ

มนมนัส สูดสั้น (2543) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถด้านความคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนผังมโนคิตกับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อุมาภรณ์ ไชยเจริญ (2555) ได้ศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยใช้การสอนรูปแบบซิปปาร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม และ เทคนิคการใช้ผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบซิปปาร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม และเทคนิคการใช้ผังกราฟิก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบซิปปาร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม และเทคนิคการใช้ผังกราฟิก มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 3) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบซิปปาร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม และเทคนิคการใช้ผังกราฟิกมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

งานวิจัยต่างประเทศ

เวอร์มันท์ (Vermont, 1985, p. 2473-A) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพกลวิธีการสอน 3 วิธี ได้แก่ วัฏจักรการเรียนรู้ กลวิธีแบบเรียนรู้และพัฒนาการความรู้ความคิด และกลวิธีบรรยายการทดลอง ซึ่ง 3 กลวิธี เป็นแนวคิดที่สืบเนื่องมาจากทฤษฎีการพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์และทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสเชเบล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของกลวิธีการสอนที่มีต่อการเรียนรู้ โนทัศน์ เรื่อง โมล และระดับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ แบบวัดพัฒนาการทางสติปัญญาขั้นนามธรรมของเบอร์นี และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนรวมทั้งการสร้างแผนภูมิโนทัศน์และแผนภูมิรูปตัววี วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนสามทาง รูปแบบการวัดซ้ำ ได้ข้อสรุปว่ากลวิธีทั้ง 3 มีประสิทธิภาพเท่ากัน

โดยการพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจต์และออซูเบล ไม่ขึ้นอยู่กับกลวิธีทั้ง 3 แบบ ไคบรัม (Clibum, อ้างถึงใน ประจวบ เรืองยังมี, 2542) ได้ศึกษาการใช้แผนภูมิโนทัศน์ เป็นสิ่งช่วยจัดมโนคติล่วงหน้าในการสอนตามหลักการของ Ausubel ที่เรียนวิชากายวิภาคและ สรีระวิทยากับการสอนปกติ ซึ่งบรรยายเนื้อหาตามตำรา ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ และชี้ให้เห็นว่า การสอนโดยใช้แผนภูมิโนทัศน์เป็นสิ่งช่วยจัดมโนคติล่วงหน้าเป็นการสอนที่ดี สามารถปรับปรุง การเรียนรู้ที่มีความหมายและมีผลคงทนในการเรียนรู้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีพวิทยา

งานวิจัยภายในประเทศ

อาภาพร สิงหาราช (2545) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบการใช้ห้องเรียนจำลอง ธรรมชาติกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม โดยทำการศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศรีลาจารพิพัฒน์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 72 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการใช้ ห้องเรียนจำลองธรรมชาติกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05 และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบการใช้ห้องเรียนจำลองธรรมชาติกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมแตกต่างกันอย่าง ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

บุญนำ อินทนนท์ (2551) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัด การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยทำการศึกษากับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน โยธินบำรุง จังหวัดนครศรีธรรมราช ภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2551 จำนวน 80 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการ แก้ปัญหาทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

เฟ่ง และ ทวน (Feng, S., & Tuan, 2005, pp. 463-484) ได้ศึกษาการใช้รูปแบบการเรียนรู้ แบบ ARCS เพื่อส่งเสริมแรงจูงใจในการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเกรด 11 เรื่องกรดเบส ผลการวิจัยพบว่า แรงจูงใจในการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองมีระดับแรงจูงใจ มากกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่ม

ทดลองระหว่างก่อนและหลังเรียนนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .001

สมิท (Smith, 1994, p. 2528-A) ได้ศึกษาผลจากวิธีการสอนที่มีต่อเจตคติ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาเกรด 7 โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม คือกลุ่มแรกได้รับการสอนแบบบรรยาย กลุ่มที่สองได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และกลุ่มที่สามได้รับการสอนแบบทั้งบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบทั้งบรรยาย และให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบทั้งบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยาย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยภายในประเทศ

สันต์ เพ็ชรดวงษ์ (2550) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสตอรี่ไลน์ และการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนาเชือกพิทยาสรรค์ จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 80 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสตอรี่ไลน์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนการสอน สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รุ่งระวี ศิริบุญนาม (2551) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องกรด-เบส และเจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน การเรียนรู้แบบ KWL และการเรียนรู้แบบปกติ โดยทำการศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนพัคคณภูมิวิทยาคาร จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 154 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการเรียนเคมี สูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้แบบปกติ นอกจากนี้ นักเรียนที่เรียนรู้แบบ KWL มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จิวาร์ตัน ต่อหิรัญพฤกษ์ (2551) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยทำการศึกษาแก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 90 คน ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

บาสมาเจียน (Bassmajian, 1978, p. 210-A) ศึกษาความสัมพันธ์ของระดับวุฒิภาวะตามทฤษฎีของเพียเจต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในรัฐแคลิฟอร์เนียกับความสามารถในการเรียนรู้วิชาชีววิทยา และพัฒนาการคิดแบบวิเคราะห์วิจารณ์กับกลุ่มนักศึกษา 83 คนที่เรียนวิชา Biology 1 โดยใช้แบบทดสอบวัดการคิดเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของเบอร์นี (Beme) ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาระดับที่คิดด้วยนามธรรม มีผลสัมฤทธิ์วิชาชีววิทยาสูงกว่าพวกที่ยังไม่ถึงระดับการคิดนามธรรม

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนระยองวิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนแบบความสามารถของนักเรียนจำนวน 8 ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ปกติ จำนวน 320 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนระยองวิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 1 ห้องเรียน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) จำนวน 40 คน

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experiments) ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการสร้างผังกราฟิก ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ One group pretest-posttest design (สมโภชน์ อเนกสุข, 2554, หน้า 57) ซึ่งมีแบบแผนการทดลอง ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แบบแผนการทดลองแบบ One group pretest-posttest design

กลุ่ม	ทดสอบก่อน	สิ่งทดลอง	ทดสอบหลัง
E	O ₁	X	O ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

- E แทน กลุ่มทดลองที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)
 O₁ แทน การทดสอบก่อนการทดลอง
 O₂ แทน การทดสอบหลังการทดลอง
 X แทน กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา
3. แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์
4. แบบวัดความสามารถในการสร้างผังกราฟิก

การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้
 - 1.1 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

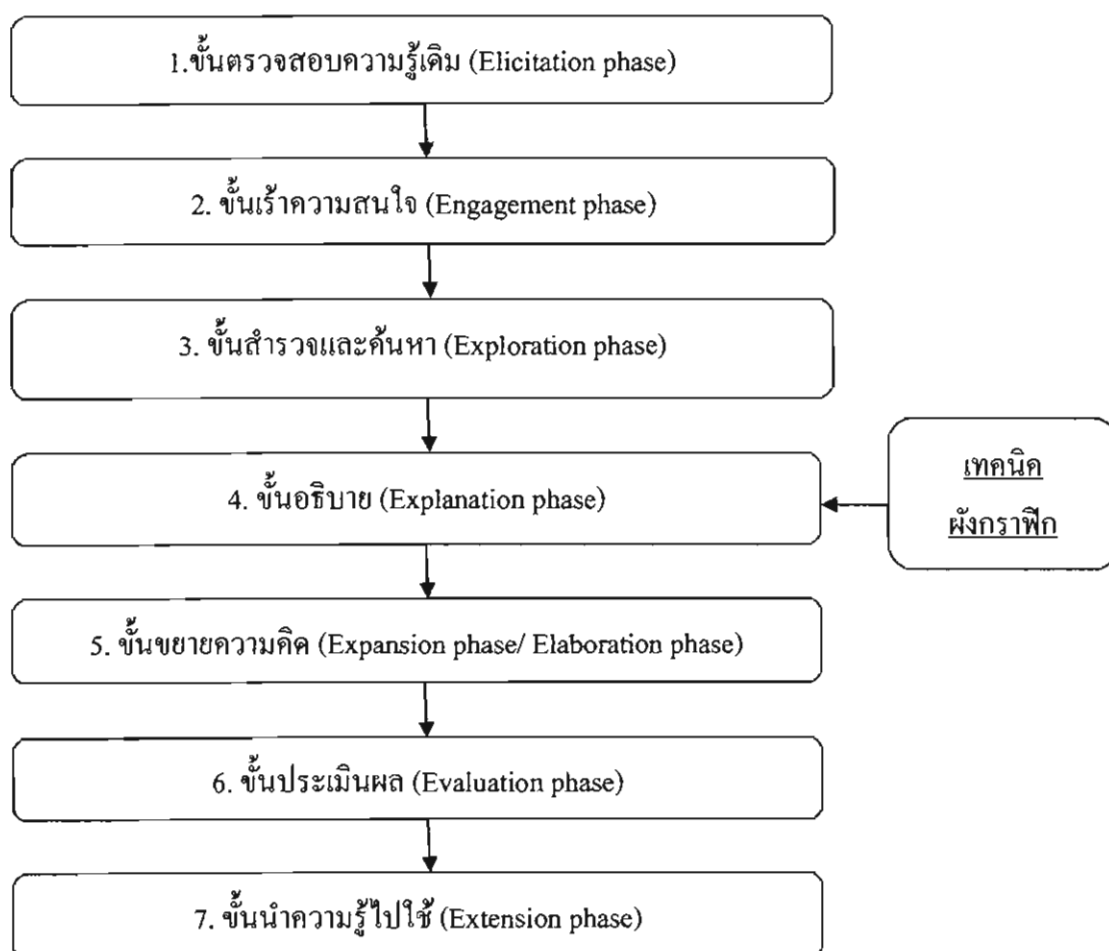
สาระที่ 1: สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1: เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

ตัวชี้วัดตามมาตรฐานการเรียนรู้ในช่วงชั้นระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ 4-6)

ว.1.1 ม.4-6/ 3 สืบค้นข้อมูลและอธิบายกลไกการควบคุมคุณภาพของน้ำ แร่ธาตุ และอุณหภูมิของมนุษย์ และสัตว์อื่น ๆ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1.2 ศึกษาวิธีการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และนำข้อมูลที่ได้อภิปราย เพื่อกำหนดขั้นตอนการจัดการจัดการกิจกรรม ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงการกำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ

การจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้น จะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการสร้างผังกราฟิกในด้านต่าง ๆ

ผังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการสร้างผังกราฟิกในด้านต่าง ๆ ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา	การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์	ความสามารถในการสร้างผังกราฟิก
1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation phase)	1. ความรู้ความจำ (Knowledge)	1. วิเคราะห์ ความสัมพันธ์	
2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement phase)	1. ความรู้ความจำ (Knowledge)	1. วิเคราะห์ ความสัมพันธ์	
3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration phase)	1. ความรู้ความจำ (Knowledge)	1. วิเคราะห์ ความสำคัญ	
	2. ความเข้าใจ (Comprehension)	2. วิเคราะห์ ความสัมพันธ์	
	3. การวิเคราะห์ (Analysis)	3. วิเคราะห์ หลักการ	
4. ขั้นอธิบาย (Explanation phase) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก	1. ความรู้ความจำ (Knowledge)	1. วิเคราะห์ ความสำคัญ	1. ความถูกต้องของเนื้อหา
	2. ความเข้าใจ (Comprehension)	2. วิเคราะห์ ความสัมพันธ์	2. การจัดระบบในการนำเสนอ
	3. การวิเคราะห์ (Analysis)	3. วิเคราะห์ หลักการ	3. การใช้สีแสดงการวิเคราะห์และการเชื่อมโยง
			4. ความมีระเบียบในการทำงาน
			5. ความคิดสร้างสรรค์

ตารางที่ 7 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา	การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์	ความสามารถในการสร้างผังกราฟิก
5. ขยายความรู้ (Elaboration phase)	1. ความเข้าใจ (Comprehension) 2. การวิเคราะห์ (Analysis) 3. การนำไปใช้ (Application)	1. วิเคราะห์ ความสัมพันธ์	
6. ประเมินผล (Evaluation phase)	1. ความรู้ความจำ (Knowledge) 2. ความเข้าใจ (Comprehension) 3. การวิเคราะห์ (Analysis)	1. วิเคราะห์ ความสำคัญ 2. วิเคราะห์ ความสัมพันธ์ 3. วิเคราะห์หลักการ	
7. ขนึ้นนำความรู้ไปใช้ (Extension phase)	1. ความรู้ความจำ (Knowledge) 2. ความเข้าใจ (Comprehension) 3. การวิเคราะห์ (Analysis) 4. การนำไปใช้ (Application)	1. วิเคราะห์ ความสำคัญ 2. วิเคราะห์ ความสัมพันธ์ 3. วิเคราะห์หลักการ	

1.3 วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์จากหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พุทธศักราช 2557 โรงเรียนระยองวิทยาคม โดยกำหนดเนื้อหาในสาระที่ 1 เรื่อง ระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งได้เนื้อหา 4 เรื่อง ใช้เวลาทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง ดังรายละเอียดในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระที่ 1 เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	น้ำหนัก (%)	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบาย และสรุป เกี่ยวกับต่อมไร้ท่อ	1. ต่อมไร้ท่อ	1. นักเรียนสามารถวิเคราะห์ อภิปราย และสรุปผลการทำงานของ นักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาการเจริญของลักษณะที่แสดงของเพศในไก่ (K)	25	3
อธิบายจากต่อมไร้ท่อ และอวัยวะที่สำคัญ		2. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างต่อมมีท่อ และต่อมไร้ท่อ ระบุตำแหน่งของต่อมไร้ท่อที่สำคัญในร่างกายของคน (K)		
การศึกษาคู่มือภาพของ ร่างกายด้วยฮอว์โมน และพีโรโมน		3. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการควบคุม การทำงานของร่างกาย โดยระบบประสาทกับระบบต่อมไร้ท่อ (K)		
	2. ฮอว์โมนจากต่อมไร้ท่อและอวัยวะที่สำคัญ	4. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายความสำคัญของ ฮอว์โมนที่ผลิตจากต่อมไร้ท่อต่าง ๆ และสรุปสมบัติเฉพาะของ ฮอว์โมน (K)	45	5
	- ต่อมไพนีล	5. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และสรุปการทำงานของ ฮอว์โมนจากต่อมไทรอยด์ โดยใช้ข้อมูลจากการทดลองของ นักวิทยาศาสตร์ (K)		
	- ต่อมไทรอยด์			

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	น้ำหนัก (%)	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
- ต่อมพาราไทรอยด์	- ต่อมพาราไทรอยด์	6. นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับบทบาทของฮอร์โมนจากต่อมไทรอยด์จากข้อมูลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ (K)		
- ต่อมอ่อน	- ต่อมอ่อน	7. นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐาน และแปลความหมายข้อมูลที่ได้จากทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีต (K)		
- ต่อมหมวกไต	- ต่อมหมวกไต	8. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปถึงต่อมไร้ท่อที่สำคัญของฮอร์โมนที่ต่อมไร้ท่อผลิตขึ้น อวัยวะเป้าหมายของฮอร์โมนต่าง ๆ หน้าที่ และบทบาทของแต่ละฮอร์โมน (K)		
- ภาวะเพศ	- ภาวะเพศ	9. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูล และอธิบายการควบคุมการตั้งครรภ์โมนโดยกระบวนการควบคุมป้อนกลับ (K)		
- รก	- รก	10. นักเรียนสามารถอธิบายถึงความสำคัญของฮอร์โมนต่างๆ และนำความรู้ไปใช้ในการดูแลรักษาตนเอง (K)		
- ไทมัส	- ไทมัส	11. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูล และอธิบายการควบคุมการตั้งครรภ์โมนโดยกระบวนการควบคุมแบบป้อนกลับ (K)	15	2
- กระเพาะอาหาร และลำไส้เล็ก	- กระเพาะอาหาร และลำไส้เล็ก	12. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบการควบคุมการทำงานของระบบต่างๆ ใน		

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	น้ำหนัก (%)	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
		ร่างกายโดยระบบประสาท และระบบต่อมไร้ท่อ (K)		
4. פיโรโมน	13. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูล อธิบายความหมายของฟีโรโมน และ ยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากฟีโรโมน (K)		15	2
		14. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบความคล้ายคลึง และแตกต่างระหว่าง ฮอร์โมนกับฟีโรโมน (K)		
		15. นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานจากผลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ที่ ศึกษาบทบาทของฟีโรโมน (K)		
		รวม	100	12

1.4 คำนิยามการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิค ผังกราฟิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 4 แผน ซึ่งโครงสร้างของ แผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ประกอบด้วย

1.4.1 สาระสำคัญ

1.4.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.4.3 สารการเรียนรู้ (เนื้อหา)

1.4.4 กระบวนการจัดการจัดการการเรียนรู้ ซึ่งเป็นไปตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

- 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม
- 2) ขั้นเร้าความสนใจ
- 3) ขั้นสำรวจและค้นหา
- 4) ขั้นอธิบาย ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก
- 5) ขั้นขยายความรู้
- 6) ขั้นประเมินผล
- 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้

1.4.5 สื่อ/ แหล่งการเรียนรู้

1.4.6 การวัดและประเมินผล

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนเสร็จแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณา ตรวจสอบส่วนประกอบต่างๆ ของแผน ความสัมพันธ์ระหว่างสารการเรียนรู้ สารสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และเครื่องมือการประเมินตามสภาพจริง และนำไปแก้ไขปรับปรุง

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ และด้านการวัด ประเมินผล เพื่อประเมินค่าความเหมาะสมและดัชนีความสอดคล้อง (IOC) องค์ประกอบของ แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สารสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียน และการวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้

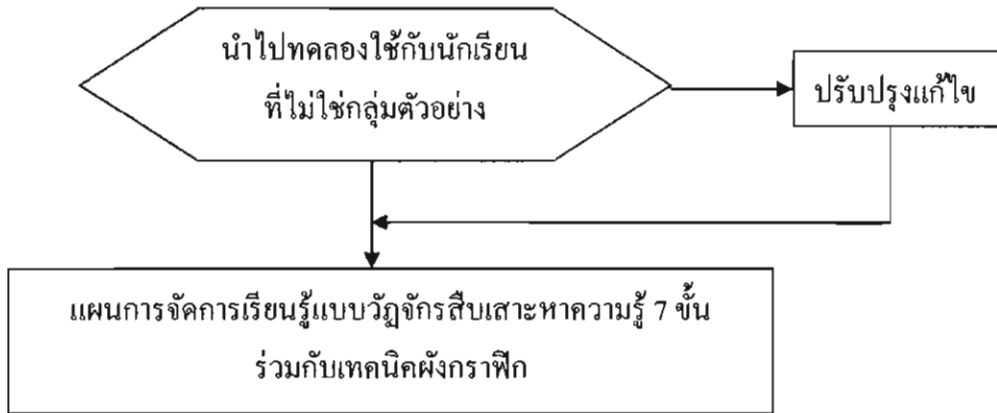
การกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม คือ ถ้าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 (ไพศาล วรคำ, 2555, หน้า 262) จะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพเหมาะสมในเบื้องต้น จากนั้นนำมาแทนค่าในสูตรดัชนีหา ความสอดคล้อง เพื่อหาดัชนีความสอดคล้อง (index of consistency) ถ้าดัชนีความสอดคล้อง มากกว่า หรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป ถือว่าใช้ได้ (ไพศาล วรคำ, 2555, หน้า 263) แต่หากมีค่าต่ำกว่าผู้วิจัย จะดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ ต่อไป พบว่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนจัดการเรียนรู้ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.80-1.00 ได้ ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม 4.20-5.00

1.7 ดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในประเด็นที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ระบบคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สังเกต และให้คำปรึกษาระหว่างการทดลองอย่างใกล้ชิด เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ ความถูกต้อง ความเหมาะสม และบันทึกปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบแล้วนำมาแก้ไข และปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนระยองวิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ต่อไป





ภาพที่ 4 แสดงขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หนังสือเรียนและคู่มือครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ ซึ่งแบ่งพฤติกรรมด้านต่างๆ 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple choices) 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ต้องการใช้จริงจำนวน 30 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยให้มีสัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ตรงตามตารางที่ 9

ตารางที่ 9 การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ					รวม	ค่าเฉลี่ย
		ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การประเมิน		
คอมพิวเตอร์	1. นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ ที่ศึกษาการเจริญของลักษณะที่สองของพืชในไก่	-	3	-	1	1	4	2
	2. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างดอกไม้ท่อและดอกไม้ท่อ ระบุตำแหน่งของท่อที่สำคัญในร่างกายของคน	2	2	-	2	(1)	6	3
	3. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการควบคุมการทำงานของร่างกาย โดยระบบประสาทกับระบบต่อมไร้ท่อ	1	1	-	-	-	2	1
	4. นักเรียนสามารถอธิบายความสำคัญของฮอร์โมนที่ผลิตจากต่อมไร้ท่อต่าง ๆ และสรุปสมบัติเฉพาะของฮอร์โมน	3	-	-	1	1	4	3
	5. นักเรียนสามารถสรุปการทำงานของฮอร์โมนจากต่อมไพทรอยด์ โดยใช้ข้อมูลจากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์	2	1	-	-	-	3	2
ค่าเฉลี่ย	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	

ตารางที่ 9 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ					รวม	การวิเคราะห์	จำนวน	ข้อผิดพลาด
		ความ	รู้	เข้าใจ	ใช้	การวิเคราะห์				
อวัยวะที่สำคัญ	6. นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับบทบาทของฮอร์โมนจากต่อมไพเรอยด์ จากข้อมูลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์	-	-	-	-	1	1	1	1	1
	7. นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐาน และแปลความหมายข้อมูลที่ได้จากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีต ที่ศึกษาเกี่ยวกับบทบาทของไฮโดรคอปัลลิ่งเกอร์สันต์	-	1	-	-	1	2	1	1	1
	8. นักเรียนสามารถสรุปถึงต่อมไร้ท่อที่สำคัญ ฮอร์โมนที่ต่อมไร้ท่อผลิตขึ้น อวัยวะเป้าหมายของฮอร์โมนต่าง ๆ หน้าที่และบทบาทของแต่ละฮอร์โมน	2	2	-	-	4	8	5	5	5
การรักษาดูแลสุขภาพ	9. นักเรียนสามารถอธิบายการควบคุมการหลั่งฮอร์โมน โดยกระบวนการของร่างกาย	(1)	(1)	-	-	2	4	1	1	1
ด้วยฮอร์โมน	10. นักเรียนสามารถอธิบายถึงความสำคัญของฮอร์โมนต่าง ๆ และนำความรู้ไปใช้ในการดูแลสุขภาพตนเอง	1	5	-	-	-	6	2	2	2
		(1)	(1)				(1)			

ตารางที่ 9 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ					
		สั้น	ปานกลาง	สูง	รวม	ข้อสอบ	
11. นักเรียนสามารถอธิบายการควบคุมการหลั่งของฮอร์โมน โดย กระบวนการควบคุมแบบป้อนกลับ		-	2	-	2	4	2
12. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบการควบคุมการทำงานของระบบต่างๆ ใน ร่างกายโดยระบบประสาท และระบบต่อมไร้ท่อ		-	4	-	4	8	3
13. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของฟีโรโมน และยกตัวอย่างการใช้ ประโยชน์จากฟีโรโมน		1	-	1	1	3	2
14. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบความคล้ายคลึงและแตกต่างระหว่างฮอร์โมน กับฟีโรโมน		(1)	-	(1)	(-)	3	1

ตารางที่ 9 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ					ข้อควรระวัง
		ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	รวม	
15. นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานจากผลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษา							
บทบาทของพีโรโมน							
		-	-	1	1	2	1
		12	23	4	21	60	30
	รวม	(8)	(8)	(3)	(11)		

2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความเหมาะสม และความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ กับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของข้อคำถามในแต่ละข้อ รวมทั้งความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วจึงนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ และด้านการวัดประเมินผล เพื่อประเมินค่าความเหมาะสม และดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
- 1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

2.6 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มีดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป (ไพศาล วรรคัม, 2555, หน้า 263) ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้องและความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) แต่หากมีค่าต่ำกว่าผู้วิจัยจะดำเนินการปรับปรุงความข้อเสนอนี้ของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ พบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.80-1.00

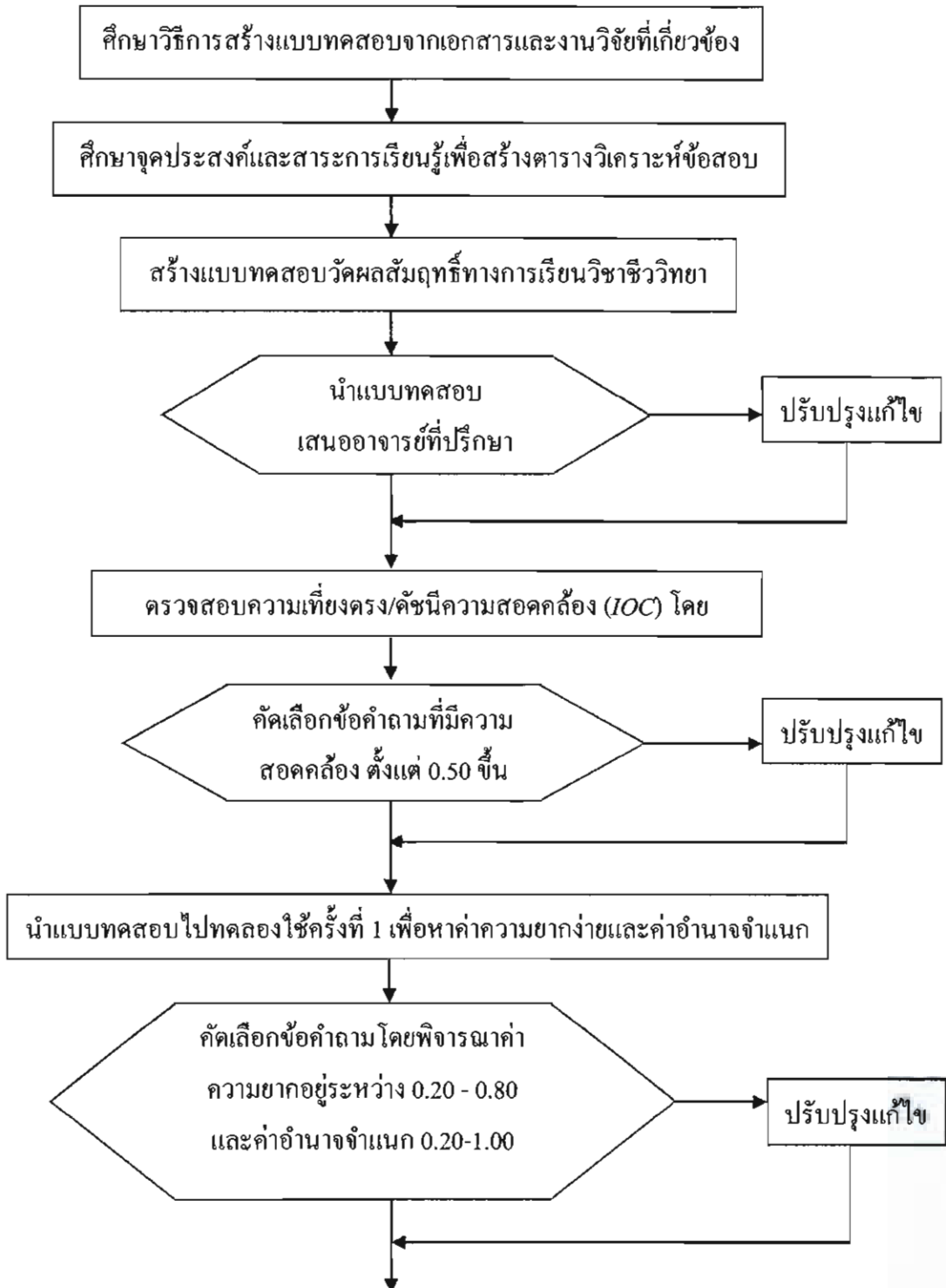
2.7 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนระยองวิทยาคม ที่ผ่านการเรียน เรื่อง ระบบคอมพิวเตอร์มาแล้ว ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 31 คน

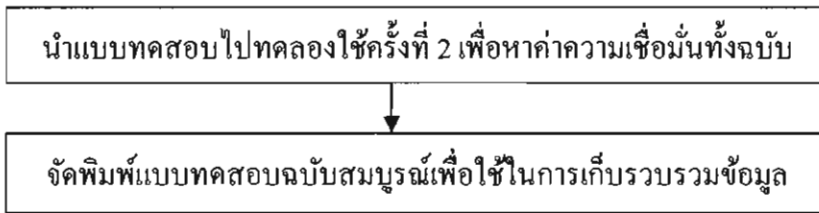
2.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาตรวจสอบให้คะแนน โดยให้คะแนนสำหรับข้อที่ตอบถูก 1 คะแนน และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบเกิน 1 คำตอบในข้อเดียวกัน แล้ววิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (B) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป พบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.30 ถึง 0.76 และค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ 0.57 ถึง 1.00

2.9 ดำเนินการคัดเลือกข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยคำนึงถึงความครอบคลุมจุดมุ่งหมายการเรียนรู้และโครงสร้างข้อสอบที่กำหนด

2.10 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ แบบอิงเกณฑ์ตามวิธีของ โลเวทท์ (Lovett's method) พบว่าแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ชีววิทยา มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91

2.11 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบ ต่อมไร้ท่อ จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าต่อไป





ภาพที่ 5 แสดงขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์

3.2 ศึกษาเทคนิคในการสร้างข้อสอบจากหนังสือต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างข้อสอบหนังสือการวัดและประเมินผล เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ ด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และด้านการวิเคราะห์หลักการ โดยวิเคราะห์จำนวนข้อสอบดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และระบบต่อมไร้ท่อ

แบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์	กรอบคลุมการคิดวิเคราะห์	จำนวนข้อสอบ
สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	1. ด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ	10
	2. ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์	10
	3. ด้านการวิเคราะห์หลักการ	10
	รวม	30

3.4 นำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ และการวัดผลจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบลักษณะ ในเรื่อง สถานการณ์ การใช้คำถามภาษาที่ใช้ เนื้อหา จำนวน 42 ข้อ และคัดเลือกข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้องระหว่าง

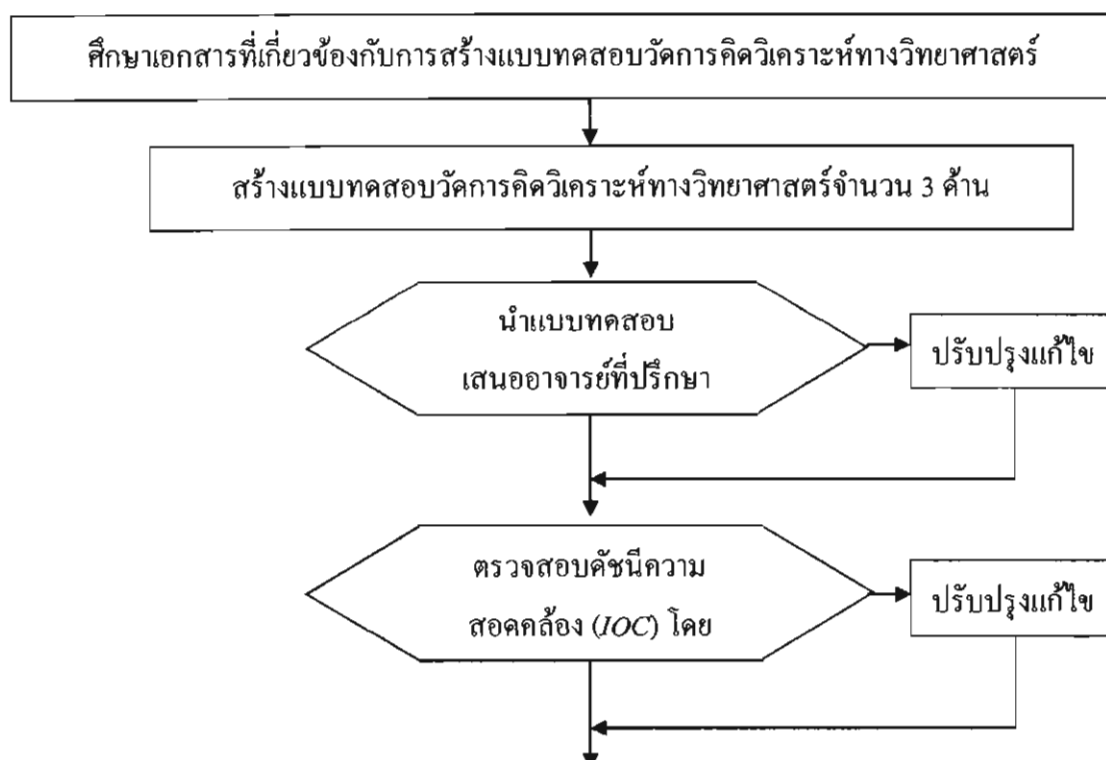
ข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม (*IOC*) โดยพิจารณาค่า *IOC* โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ที่มีค่าระหว่าง 0.50 – 1.00 แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข พบว่า แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ มีดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) อยู่ระหว่าง 0.80-1.00

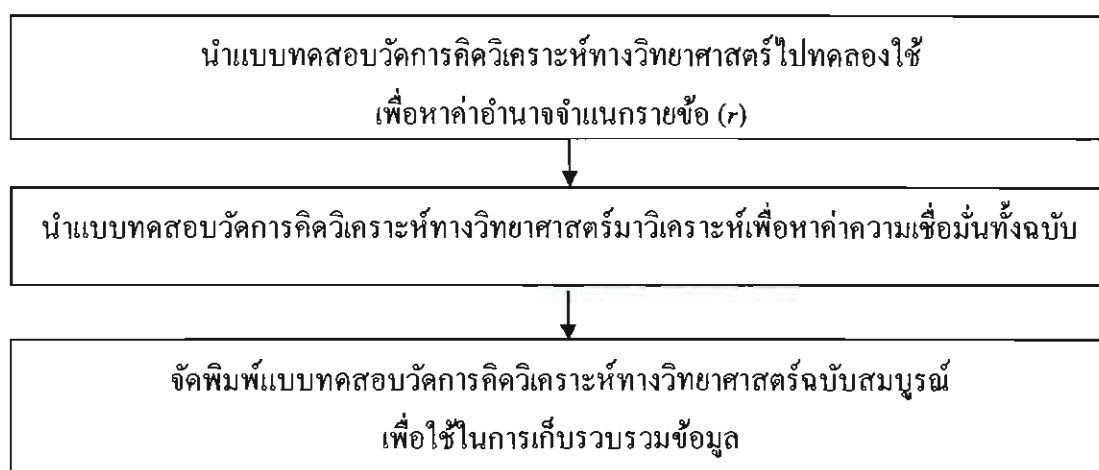
3.5 นำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 31 คน ที่ผ่านการเรียน เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ มาแล้วที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดให้ 0 คะแนน

3.6 หาค่าความยาก (*P*) และอำนาจจำแนก (*r*) ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ที่สร้างขึ้นเป็นรายข้อ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป พบว่าแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์มีค่าความยาก (*P*) อยู่ระหว่าง 0.30 – 0.76 และมีค่าอำนาจจำแนก (*r*) อยู่ระหว่าง 0.27-0.93 จำนวน 30 ข้อ

3.7 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยคำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (ไพศาล วรคำ, 2555 หน้า 281) พบว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.89

3.8 นำแบบทดสอบที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนระยองวิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ต่อไป





ภาพที่ 6 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

4. แบบวัดความสามารถในการสร้างผังกราฟิก มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

4.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างผังกราฟิก จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.2 ศึกษาเทคนิคในการสร้างผังกราฟิกจากหนังสือต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างผังกราฟิก เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบวัดความสามารถในการสร้างผังกราฟิก

4.3 สร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างผังกราฟิก โดยกำหนดสถานการณ์มาให้ก่อนเรียน 1 สถานการณ์ หลังเรียน 1 สถานการณ์ แล้วประเมินความสามารถในการสร้างผังกราฟิกจากผลงานนักเรียน 5 ด้าน ดังนี้

4.3.1 ความถูกต้องในเนื้อหา

4.3.2 การจัดระบบในการนำเสนอ

4.3.3 การใช้สีแสดงการวิเคราะห์และเชื่อมโยงความคิด

4.3.4 ความมีระเบียบในการทำงาน

4.3.5 ความคิดสร้างสรรค์

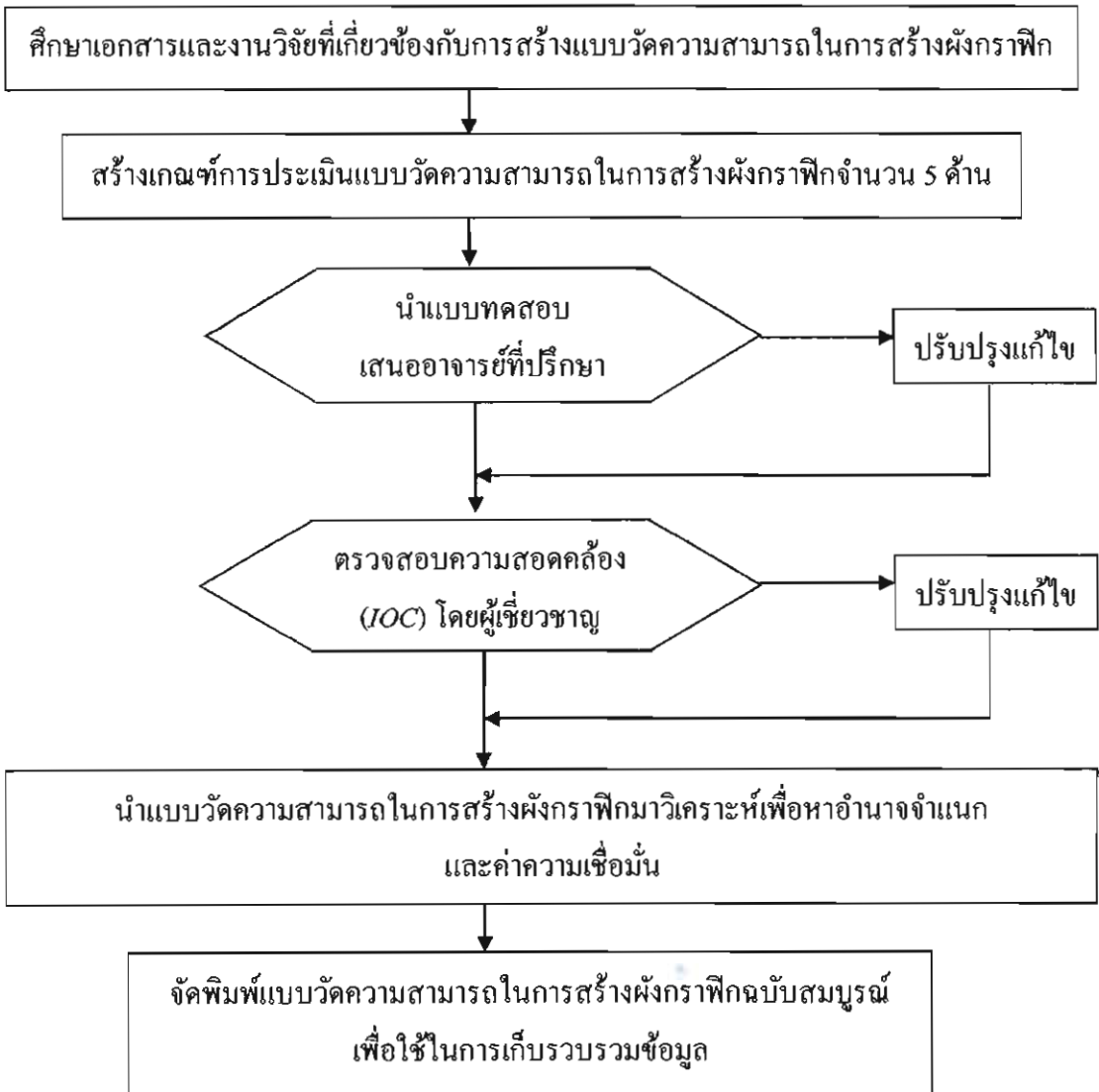
เทียบกับเกณฑ์ระดับคุณภาพ 3 ระดับ ได้แก่ ดี พอใช้ และปรับปรุง

4.4 นำแบบวัดความสามารถในการสร้างผังกราฟิกไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ และการวัดผลจำนวน 2 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้อง แล้วนำข้อเสนอนี้มาปรับปรุงแก้ไข แล้วนำผลการตรวจของผู้เชี่ยวชาญมาหาดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาแบบวัดความสามารถในการสร้างผังกราฟิก ที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 - 1.00 หาความเชื่อมั่นระหว่างผู้ให้คะแนน (Inter-rater reliability) พบว่าแบบวัดความสามารถในการสร้างผังกราฟิกมีดัชนี

ความสอดคล้อง (*IOC*) อยู่ระหว่าง 0.80-1.00 และค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ให้คะแนน (*RAI*) เท่ากับ 0.96 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ 0.69

4.5 นำแบบวัดความสามารถในการสร้างผังกราฟิก ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 38 คน ที่ผ่านการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก (*r*) พบว่าแบบวัดความสามารถในการสร้างผังกราฟิกมีค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.22

4.6 นำแบบวัดความสามารถในการสร้างผังกราฟิกที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนระยองวิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ต่อไป



ภาพที่ 7 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างผังกราฟิก

วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียน ในการจัดการเรียนการสอน
2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการสร้างผังกราฟิก
3. ดำเนินการสอน โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง เนื้อหาคือ เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ใช้เวลาสอน 12 ชั่วโมง
4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการสร้างผังกราฟิก (ฉบับเดิม)
5. นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการสร้างผังกราฟิก มาวิเคราะห์ โดยวิธีการทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก โดยใช้สถิติ *t-test* แบบ Dependent Sample
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ หลังการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก กับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยใช้สถิติ *t-test* แบบ One sample
3. เปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก โดยใช้สถิติ *t-test* แบบ Dependent Sample
4. เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างผังกราฟิก ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก โดยใช้สถิติ *t-test* แบบ Dependent sample

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนน \bar{X} โดยใช้สูตร (สม โภชน์ เอนกสุข, 2554, หน้า 122)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) โดยใช้สูตร (สม โภชน์ เอนกสุข, 2554, หน้า 122)

$$S = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

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

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC) (ไพศาล วรคำ, 2555 หน้า 262)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนระดับความสอดคล้องที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนประเมินในข้อนั้น
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินความสอดคล้องในข้อนั้น

2.2 หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ (ไพศาล วรคำ, 2555, หน้า 292-295)

2.2.1 ค่าความยากง่าย (P)

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

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากง่าย
	R	แทน	จำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูก
	N	แทน	จำนวนคนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

2.2.2 ค่าอำนาจจำแนก (r)

$$r = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	R_U	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง
	R_L	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

2.2.3 ค่าอำนาจจำแนก (B) แบบอิงเกณฑ์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ โดยใช้ดัชนีอำนาจจำแนกของเบรนนาน (Brennan's Index: B-Index) คำนวณได้จากสูตร

$$B = \frac{f_p}{n_p} - \frac{f_f}{n_f}$$

เมื่อ	B	แทน	ดัชนีอำนาจจำแนกของเบรนนาน
	f_p, f_f	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกข้อนั้นถูกในกลุ่มผ่านเกณฑ์ (pass) และกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์ (fail) ตามลำดับ
	n_p, n_f	แทน	จำนวนคนในกลุ่มผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ตามลำดับ

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ โดยใช้สูตรของ โลเวทท์ (Lovett's method) คำนวณได้จากสูตร (ไพศาล วรคำ, 2555, หน้า 286)

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

เมื่อ	r_{cc}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	c	แทน	คะแนนเกณฑ์หรือคะแนนจุดตัด
	x	แทน	คะแนนรวมของผู้สอบแต่ละคน

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) คำนวณได้จากสูตร (ไพศาล วรคำ, 2555, หน้า 281)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_x^2} \right]$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์
	n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิดในแต่ละข้อ
	S_x^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

2.5 หาค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ให้คะแนนของแบบวัดความสามารถในการสร้างผังกราฟิกโดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2555 หน้า 287)

$$RAI = 1 - \frac{|R_1 - R_2|}{I - 1}$$

เมื่อ	RAI	แทน	ดัชนีความเห็นพ้องกันของผู้ประเมิน
	R_1	แทน	คะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ 1
	R_2	แทน	คะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ 2
	I	แทน	จำนวนคะแนนทั้งหมดที่เป็นไปได้ (scoring rubrics)

2.6 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการสร้างผังกราฟิก โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบาค (Cronbach) (ไพศาล วรคำ, 2555, หน้า 282)

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

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

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ทดสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและแบบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

3.2 ทดสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยากับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยากับเกณฑ์ร้อยละ 75 เปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างผังกราฟิก ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการสร้างผังกราฟิก แล้วนำผลที่ได้จากการวิจัยมาวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ค่าสถิติการทดสอบค่าที (*t-test* แบบ Dependent และ *t-test* แบบ One Sample) ดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสื่อความหมายในการเสนอผลการวิจัยให้เข้าใจตรงกัน ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน	ค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
SD	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
t	แทน	ค่าสถิติในการแจกแจงแบบ t
p	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อน
*	แทน	ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก โดยใช้สถิติ *t-test* แบบ Dependent sample

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ หลังการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก กับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยใช้สถิติ *t-test* แบบ One sample

3. เปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก โดยใช้สถิติ *t-test* แบบ Dependent sample

4. เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างผังกราฟิก ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก โดยใช้สถิติ *t-test* แบบ Dependent sample

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก

กลุ่มทดลอง	<i>n</i>	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>P</i> (1-tailed)
ก่อนเรียน	40	14.33	1.14	39	21.94*	.000
หลังเรียน	40	23.85	2.47			

**p* < .05

จากตารางที่ 11 พบว่า ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยาของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 21.94, p = .000$) เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน โดยที่ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.33 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.14 และคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยาหลังเรียนเท่ากับ 23.85 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.47 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ตั้งไว้

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ หลังการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก กับเกณฑ์ร้อยละ 75 ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 (22.50 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก

กลุ่มทดลอง	<i>n</i>	เกณฑ์	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>P</i> (1-tailed)
หลังเรียน	40	22.50	23.85	1.14	39	7.46*	.000

* $p < .05$

จากตารางที่ 12 พบว่า ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 7.46, p = .000$) โดยที่เกณฑ์ที่กำหนดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.50 และคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาหลังเรียนเท่ากับ 23.85 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.14 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ที่ตั้งไว้

3. ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7
ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก

กลุ่มทดลอง	<i>n</i>	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i> (1-tailed)
ก่อนเรียน	40	22.70	4.65			
				39	5.26*	.000
หลังเรียน	40	26.38	2.33			

* $p < .05$

จากตารางที่ 13 พบว่า ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7
ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
($t = 5.26, p = .000$) เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน โดยที่ก่อน
เรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.70 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.65 และคะแนนเฉลี่ยของการคิด
วิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเท่ากับ 26.38 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.33 ซึ่งเป็นไปตาม
สมมติฐานข้อที่ 3 ที่ตั้งไว้

4. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างผังกราฟิก ระหว่างก่อนและหลังการ
จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ปรากฏผลดังแสดงใน
ตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างผังกราฟิก ก่อนเรียนและหลังเรียนของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก

กลุ่มทดลอง	<i>n</i>	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i> (1-tailed)
ก่อนเรียน	40	6.50	1.48			
				39	25.99*	.000
หลังเรียน	40	13.08	1.54			

* $p < .05$

จากตารางที่ 14 พบว่า ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างผังกราฟิก ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 25.99, p = .000$) เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน โดยที่ ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.50 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.48 และคะแนนเฉลี่ยของ ความสามารถในการสร้างผังกราฟิก หลังเรียนเท่ากับ 13.08 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.54 ซึ่ง เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4 ที่ตั้งไว้

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยากับเกณฑ์ร้อยละ 75 เปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างผังกราฟิก ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีสมมติฐานการวิจัย คือ

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75
3. การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร สืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. ความสามารถในการสร้างผังกราฟิก ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนระยองวิทยาคม จังหวัดระยอง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 1 ห้องเรียน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการสร้างผังกราฟิก โดยดำเนินการวิจัยดังนี้ 1) ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการสร้างผังกราฟิก 2) ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง เนื้อหา คือ เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ใช้เวลาสอน 12 ชั่วโมง 3) เมื่อสิ้นสุดการสอนตาม

กำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์และแบบ วัดความสามารถในการสร้างผังกราฟิก (ฉบับเดิม) 4) นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์และแบบ วัดความสามารถในการสร้างผังกราฟิก นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และสถิติทดสอบที่ที่กรณีกกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (t -test for dependent sample) และสถิติทดสอบค่าทีสำหรับหนึ่งตัวอย่าง (t -test for one sample) เพื่อทดสอบ สมมติฐาน

สรุปผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกหลังเรียนสูง กว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก หลังเรียนสูง กว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกหลังเรียนสูง กว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. ความสามารถในการสร้างผังกราฟิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกหลังเรียนสูง กว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก สรุป ผลการวิจัยและมีประเด็นการอภิปราย ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก หลังเรียนสูง กว่าก่อนเรียนและหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ทั้งนี้เนื่องมาจาก วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ

วัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น เป็นรูปแบบหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry process) ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้นักเรียนได้ทำการค้นคว้าหาความรู้ใหม่ด้วยตนเอง จากปัญหา หรือคำถามที่ผู้วิจัยได้ใช้เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดขัดแย้งกับสิ่งที่นักเรียนเคยเรียนมาหรือเชื่อมโยงกับความรู้เดิมของนักเรียน จนนำไปสู่กระบวนการตรวจสอบ ค้นคว้า ทดลอง หรือแสวงหาความรู้ใหม่ที่ผ่านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จนได้องค์ความรู้ใหม่เป็นของตนเองซึ่งที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ซึ่งเป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สืบค้น ตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ มาเผชิญหน้า การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) มีจุดเด่น คือการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน และการนำความรู้ไปใช้ เพราะขั้นตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน จะทำให้นักเรียนทราบพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนก่อนการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนและทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาผู้เรียนให้เกิดองค์ความรู้ใหม่เป็นของตนเอง และสามารถนำความรู้ไปใช้ประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ในสถานการณ์อื่นๆ ซึ่งผู้วิจัยได้นำรูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) มาสร้างจัดการเรียนรู้ เพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อในแต่ละสาระการเรียนรู้ ให้มีความน่าสนใจ เน้นกระบวนการกลุ่ม ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนได้ทำกิจกรรมลงมือปฏิบัติจริง นักเรียนมีการตรวจสอบความรู้เดิม เพื่อเป็นพื้นฐานในการเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ได้ สร้างองค์ความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ที่คงทนและเข้าใจเนื้อหาสาระได้ดียิ่งขึ้น (Eisenkraft, 2003, p. 57)

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้แทรกเทคนิคผังกราฟิกลงไปในขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป ซึ่งผังกราฟิกเป็นเครื่องมือช่วยแสดงความคิดหรือข้อสรุปให้ออกมาเป็นรูปธรรมได้ชัดเจนขึ้น เกิดการจดจำได้นาน โดยสื่อให้เห็นถึงความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกันขององค์ความรู้ที่ชัดเจนเพื่อนำไปสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ ซึ่งผังกราฟิกมีหลายรูปแบบ ผู้ใช้สามารถเลือกใช้หรือสร้างขึ้นเองได้ตามความสะดวกและเหมาะสมกับการใช้งาน ซึ่งผังกราฟิกที่นักเรียนสร้างได้นั้นเป็นชิ้นงานที่เกิดจากการที่นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการกระทำด้วยตนเอง ที่ได้ผ่านกระบวนการคิด แก้ปัญหา จนสามารถสร้างเป็นผังกราฟิกจากความคิดของตนเองออกมาได้ (เชษฐ ศิริสวัสดิ์, 2556, หน้า 1-15) โดยกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ประกอบด้วย 7 ชั้น คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นที่ครูจะตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียน ได้แสดงความรู้เดิมออกมา เพื่อครูจะได้รู้ว่าเด็กแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้เดิมเท่าไร จะได้วางแผนการจัดการเรียนรู้ได้ถูกต้อง จะเรียนเนื้อหาใดก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้น ๆ

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ จากการที่ครูตั้งประเด็นคำถามหรือยกตัวอย่างสถานการณ์ให้นักเรียนเกิดความสงสัย อยากค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา ให้นักเรียนได้ร่วมกันคิด ทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหาหรือคำถามที่สนใจอยากหาคำตอบก็จะมีวางแผน หาวิธีการตรวจสอบหาคำตอบ ตั้งสมมติฐาน หาวิธีตรวจสอบที่เป็นไปได้ อาจได้จาก การสืบค้นข้อมูล สำรวจ การทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม เป็นต้น และลงมือปฏิบัติเพื่อให้ได้ข้อมูลมาสนับสนุนความคิดตนเอง

ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย นักเรียนสามารถอธิบาย ทำนาย คาดการณ์สิ่งต่างๆ ได้อย่างมีเหตุผลซึ่งในขั้นนี้ผู้วิจัยได้มีการนำเทคนิคผังกราฟิกเข้าไปใช้เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายความคิดรวบยอดที่ได้จากการเชื่อมโยงความรู้เดิมแล้วความรู้ใหม่ที่ได้ค้นหามาออกมาในรูปแบบของผังกราฟิกที่สามารถมองเห็น อธิบายได้อย่างเป็นระบบชัดเจน นักเรียนเกิดการจำได้ดียิ่งขึ้น

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ เป็นการนำเอาความรู้ที่สร้างขึ้น ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ

ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้จากสิ่งที่ได้เรียนมาให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน จากขั้นตอนที่กล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเอง ยกตัวอย่างเช่น ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ค่อมไร้ท่อ สารสำคัญคือ ความสำคัญและการทำงานของค่อมไร้ท่อ และค่อม ไร้ท่อที่สำคัญในร่างกายมนุษย์ ผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงของนักเรียนที่เกิดกับร่างกาย อารมณ์ของนักเรียนทั้งเพศหญิงและเพศชายเพื่อตรวจสอบว่านักเรียนมีความรู้เดิมเกี่ยวกับระบบค่อม ไร้ท่อ มากน้อยเพียงใด จากนั้นผู้วิจัยจะยกตัวอย่างภาพผู้ป่วยที่มีความผิดปกติที่เกิดจากค่อม ไร้ท่อแล้วใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดสงสัยว่าเกิดโรคนี้อย่างไร กลไกของค่อม ไร้ท่อทำให้เกิดโรคและอยากค้นคว้าหาคำตอบ จากนั้นครูให้นักเรียนเข้าฐานกิจกรรมทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยการศึกษาค้นหาด้วยตนเองจากการสืบค้นข้อมูลจากใบความรู้และหนังสือเรียน จากนั้นนักเรียนและผู้วิจัยอภิปรายความรู้ที่ได้จากการศึกษาจากฐานกิจกรรมทั้งหมดร่วมกันจนได้เป็นความคิดรวบยอดที่ถูกต้องของตัวนักเรียนเอง แล้วเสนอความคิดรวบยอดออกมาในรูปแบบของผังกราฟิก ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงความรู้ทั้งหมดที่ได้จากการกิจกรรมเกี่ยวกับค่อม ไร้ท่อทั้งหมดจากทั้งความรู้เดิมของนักเรียนและความรู้ใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้ในครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนเกิดองค์ความรู้เรื่องนี้แล้ว จากนั้นผู้วิจัยได้ให้ความรู้เรื่องประวัติการค้นพบฮอร์โมนเพิ่มเติมแก่นักเรียน

ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงองค์ความรู้ใหม่กับองค์ความรู้เดิมของนักเรียน เมื่อมีการประเมินผลการเรียน จากสภาพจริงจากการทำใบงาน การตอบคำถามในสมุด และการเขียนผังกราฟิก จะเป็นการ ตรวจสอบความรู้ที่รวบรวมของนักเรียน นักเรียนสามารถตอบคำถามจากใบงานและคำถามที่ ผู้วิจัยถามได้ถูกต้อง เมื่อผู้วิจัยได้ทำการทดสอบหลังเรียนเรื่องระบบต่อมไร้ท่อ ผลปรากฏว่า นักเรียนสามารถทำคะแนนได้เกินกว่าร้อยละ 75 เน้นให้นักเรียนมีการนำความรู้ที่ได้รับไป ประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ เช่น เรื่องอินซูลิน การรับประทานยาเพื่อ ควบคุมระดับน้ำตาลหรือการหลังอินซูลิน ส่งผลให้ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลัง เรียนเรื่องระบบต่อมไร้ท่อมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.85 คิดเป็นร้อยละ 77.77 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อย ละ 75) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของณัฐภา นาเลื่อน (2555) ที่ได้ศึกษา ผลการสอนโดยใช้รูปแบบ วงจรการเรียนรู้ 7E (7E Learning cycle model) ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม ที่มีต่อความสามารถใน การคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอน โดยใช้รูปแบบ วงจรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และงานวิจัยของธัญญรีย์ สมองดี (2556) ที่ ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์และเจตคติทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักเรียนหลังการเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงเป็นการสนับสนุนได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วย วัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ มีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75

2. การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการ เรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้เนื่องมาจาก รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้นเป็นรูปแบบ การสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดจากสถานการณ์ หรือประเด็นคำถามที่ครูได้ยกตัวอย่างเพื่อ กระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนคิด อยากรู้อยากเห็นและพยายามค้นหาคำตอบ หรือสร้างองค์ความรู้ ใหม่ด้วยตนเองว่าสอดคล้องไปในแนวเดียวกับนักเรียนหรือไม่ ส่งผลให้นักเรียนพัฒนาทั้งทักษะ วิทยาศาสตร์และทักษะความคิดวิเคราะห์ได้จากการที่นักเรียนเกิดการจำแนก แจกแจงองค์ประกอบ ต่าง ๆ ของสถานการณ์หรือปัญหานั้นเพื่อหาว่าอะไรสำคัญ หรือจำเป็น หรือมีบทบาทที่สุด มี

ความสัมพันธ์กับอย่างไร สอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร ใช้หลักการใดในความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันหรือสิ่งนั้นสัมพันธ์กันโดยอาศัยหลักการใด โดยอาศัยข้อมูล ข้อเท็จจริง ความรู้มาเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ จนสามารถสรุปเป็นคำตอบหรือพิจารณาตัดสิน และอาจบอกได้ว่ามีแนวโน้มไปในทางใด

ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ในขั้นตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนจากการที่ครูตั้งคำถาม นักเรียนจะเกิดการสงสัยได้ก็ต่อเมื่อนักเรียน ได้มีการเชื่อมโยงข้อคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับความรู้เดิมหรือประสบการณ์ที่เคยมีของนักเรียนว่าเหตุใดไม่เป็นอย่างที่นักเรียนเคยรู้มาก่อน นักเรียนจะเกิดการขัดแย้งทางความคิดของตน ซึ่งทำให้นักเรียนพยายามปรับสถานะให้อยู่ในภาวะสมดุล (Equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญาซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) โดยการหาวิธีการตรวจสอบข้อเท็จจริง ขึ้นเร็วความสนใจ ครูจะกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยการตั้งคำถามที่ทำให้ให้นักเรียนเกิดการอยากรู้คำตอบ ซึ่งการที่นักเรียนจะตอบคำถามได้นั้น นักเรียนต้องมีการจำแนก แยกแยะความรู้ย่อยของตนเองเพื่อเชื่อมโยงกับข้อคำถามนั้นๆ แล้วตอบออกมา ในขั้นการสำรวจและค้นหา นักเรียนได้ใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์โดยมีการจำแนก แยกแยะ สิ่งที่เป็นปัญหาว่าจะอะไรมีความสำคัญ มีบทบาทมากที่สุด ที่ทำให้เกิดปัญหานี้ขึ้น สิ่งย่อยใดบ้างที่มีผลเชื่อมโยงที่เกิดปัญหานี้ได้ อะไรเป็นสาเหตุของเหตุการณ์ทั้งหมด และถ้าไม่มีต้นเหตุหลักจะเกิดปัญหานี้ตามมาหรือไม่ ในขั้นอธิบาย นักเรียนจะได้นำผลการตรวจสอบทั้งหมดมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์เชื่อมโยงของข้อมูล จนนำไปสู่การอภิปรายและสรุปผล ขึ้นขยายความรู้ นักเรียนมีการเชื่อมโยงความคิดรวบยอดที่ได้จากการสรุป แล้วไปเชื่อมโยงกับแนวคิดเพิ่มเติมหรือสถานการณ์อื่นๆ แล้วสามารถสรุปวิเคราะห์เป็นหลักการขององค์ความรู้นั้นได้ ขึ้นประเมินผล ครูจะประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้อะไรบ้าง อย่างไร และเรียนรู้ได้มากน้อยเพียงใด การประเมินผลจะทำให้นักเรียนประมวลความรู้ย่อยทั้งหมดที่ได้เรียนรู้สรุปเป็นหลักการจึงทำการประเมินผลได้ ขึ้นนำความรู้ไปใช้ นักเรียนจะมีการประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้ไปใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวันได้โดยเชื่อมโยงกับองค์ความรู้เดิม ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีการสอดแทรกกิจกรรมที่ให้นักเรียนฝึกการคิดวิเคราะห์ ยกตัวอย่าง เช่น ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมน สารสำคัญคือ การควบคุมการหลั่งของฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อ ผู้วิจัยได้ตั้งคำถามเกี่ยวกับฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อว่ามีอะไรบ้าง หลังจากจากอวัยวะใด ซึ่งนักเรียนจะเกิดการแยกแยะความรู้เดิมจนสามารถตอบคำถามได้จากนั้นผู้วิจัยได้ใช้วีดิทัศน์ เรื่อง การคลอดลูกของแม่ในการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้เกิดความสงสัยอยากรู้ว่าแม่สามารถคลอดลูกได้อย่างไร มีสิ่งใดที่ช่วยในการคลอดลูก จากนั้นผู้วิจัย

ได้ใช้ใบความรู้เป็นแหล่งค้นหาคำตอบของการเรียนรู้ในครั้งนี้ นักเรียนจะมีการวิเคราะห์หาหลักการสำคัญของการคลอดบุตร ฮอร์โมนไคบั้งที่มีผลต่อการคลอดลูก แล้วฮอร์โมนมีผลต่อการคลอดได้อย่างไรนักเรียนจะสามารถเชื่อมโยงกับความรู้เดิมได้ จนสามารถสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ แล้วอธิบายออกมาในรูปของผังกราฟิก จากนั้นผู้วิจัยได้อภิปรายร่วมกับนักเรียนเรื่องการควบคุมการหลังฮอร์โมนชนิดอื่นในร่างกายของนักเรียน เช่น การที่ลูกคุณนมแม่เกิดการหลังฮอร์โมนไคแล้วน้ำนมจะไหลหรือหยุดเมื่อใด ซึ่งนักเรียนจะเกิดการเชื่อมโยงความรู้ทั้งหมดแล้วสรุปเป็นหลักการได้ และสามารถยกตัวอย่างเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนในชีวิตประจำวันได้ จึงส่งผลให้ผลการทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.70 หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.38 พบว่าค่าเฉลี่ยการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนมีคะแนนสูงกว่าก่อนเรียน จึงสรุปว่าการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นสามารถพัฒนาการคิดวิเคราะห์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทศน์มณีน หนูนิมิต (2550) ที่ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักประกอบแผนผังความคิดและแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนคอนหันประชารัฐศึกษาและโรงเรียนสระแก้วราษฎร์บำรุง จังหวัดขอนแก่น ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้ปัญญาเป็นหลักประกอบแผนผังความคิด และแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น มีการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และงานวิจัยของ รุ่งระวี ศิริบุญนาม (2551) ที่ได้ศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องกรด-เบส และเจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น การเรียนรู้แบบ KWL และการเรียนรู้แบบปกติ โดยทำการศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนพัคณภูมิวิทยาคาร จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 154 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นการสนับสนุนได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น(7E) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ มีการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. ความสามารถในการสร้างผังกราฟิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก หลังเรียนสูง

กว่าก่อนเรียน ทั้งนี้เนื่องมาจาก ผังกราฟิกเป็นการสื่อสารเพื่อใช้ได้มาจากการนำข้อมูลดิบ หรือ ความรู้จากแหล่งต่าง ๆ มาทำการจัดกระทำข้อมูล ในการจัดกระทำข้อมูลต้องใช้ทักษะการคิด เช่น การสังเกต การเปรียบเทียบ การแยกแยะ การจัดประเภท การเรียงลำดับ การใช้ตัวเลข เช่น ค่าความถี่ ค่าเฉลี่ย และการสรุป เป็นต้น จากนั้นจึงมีการเลือกแบบผังกราฟิก เพื่อนำเสนอข้อมูลที่ จัดกระทำแล้วตามเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่ผู้นำเสนอต้องการ (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2543, หน้า 149) ที่เป็นการสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ใหม่ออกมาเป็นความคิดรวบยอดที่สามารถเชื่อมโยงให้เข้ากับ โครงสร้างทางปัญญาที่ได้จากการเรียนรู้ที่มีความหมายอยู่แล้วถ่ายทอดออกมาให้ เป็น รูปธรรมในรูปแบบของแผนผัง หรือแผนภูมิ เช่นในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พีโร โมน ผู้วิจัย ได้ ยกตัวอย่างการหลังน้ำนมของแม่เมื่อทารกคลอดแม่ ผู้วิจัย ได้อธิบายกลไกการหลังน้ำนมเริ่มจาก ทารกดูดนมแม่จากนั้นเกิดกระแสประสาทของแม่ส่งไปยังสมองส่วนไฮโปทาลามัส ซึ่งจะส่ง สัญญาณต่อไปยังต่อมใต้สมองส่วนหลังให้ทำการหลั่งฮอร์โมนออกซิโทซินออกมาเพื่อกระตุ้น การหลังน้ำนม นักเรียนจะมีการเชื่อมโยงความรู้ที่ได้กับความรู้เดิมที่ได้เรียนมา จากนั้นครูจะ ให้ นักเรียนชมวีดิทัศน์เรื่องมดเดินตามกันนักเรียนจะเริ่มสงสัยอยากทราบว่าทำไมมดจึงเดินตามกันเป็น แถวได้ ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนค้นคว้าคำตอบจากใบความรู้และหนังสือ สามารถวิเคราะห์ แยกแยะ ได้ ว่าสาเหตุเกิดจากสิ่งใด มีการทดลองใดอีกบ้างที่เกิดจากสิ่งนี้ สามารถเชื่อมโยงกับประสบการณ์ที่ นักเรียนเคยได้ประสบการณ์มาจนสรุปเป็นหลักการหรือองค์ความรู้ใหม่ได้ แล้วนำเสนอออกมาให้ เห็นองค์ความรู้ที่ชัดเจนยิ่งขึ้นจากการเขียนผังกราฟิก เห็นความเชื่อมโยงขององค์ความรู้ย่อยได้ ชัดเจน

ซึ่งการใช้เทคนิคผังกราฟิก เป็นรูปแบบการนำเสนอเข้าใจง่าย นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติด้วย ตนเอง นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน ทำให้นักเรียนไม่เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียนแต่ ละครั้งสอดคล้องกับทิสนา แคมมณี (2545, หน้า 2) ที่กล่าวว่าผังกราฟิก เป็นแผนผังทางความคิด ประกอบไปด้วยความคิดหรือข้อมูลสำคัญ ๆ ที่เชื่อมโยงกันอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งทำให้เห็น โครงสร้างของความรู้ หรือเนื้อหาสาระนั้น ๆ เป็นเทคนิคที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้ เนื้อหาสาระต่าง ๆ จำนวนมาก เพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นได้ง่ายขึ้น เร็วขึ้น จึงทำ ให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อ ได้เป็นอย่างดีและมีผลการเรียนที่สูงขึ้น ช่วยให้ผู้เรียนเกิด ความเข้าใจในเนื้อหาสาระได้ง่ายขึ้น และช่วยให้ผู้เรียนสามารถจัดระบบ โครงสร้างของความรู้ที่ เรียน ทำให้เข้าใจความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดของเนื้อหาสาระได้ดียิ่งขึ้น (ณัฐวุฒิ กิจรุ่งเรือง และคณะ, 2545, หน้า 36) ดังที่สุปรียา ดันสกุล (2540, หน้า 6) ได้กล่าวว่า แผนภูมิกราฟิกเป็นสิ่งที่ แสดงออกเป็นภาพองค์ประกอบสำคัญของเนื้อหา เป็นรูปแบบความคิดที่ผู้สอนและผู้เรียนสร้างขึ้น เพื่อแสดงความคิดออกมาเป็นรูปธรรม และสอดคล้องกับพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข

(2548, หน้า 67-71) ที่กล่าวไว้ว่า การให้ผู้เรียนใช้ผังกราฟิกนำเสนอผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากการจัดประสบการณ์ของครูทำให้เกิดประโยชน์แก่นักเรียน คือ เป็นการพัฒนาการคิดในระดับสูง ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจสิ่งที่เรียน ช่วยให้ผู้เรียนสามารถจำได้เป็นความจำแบบถาวร ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนมีการเขียนผังกราฟิกในชั้นอธิบายทุกแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 แผน เพื่อให้ นักเรียน ได้มีการฝึกเขียนผังกราฟิก และการจัดระบบความคิด ซึ่งจะเป็นการช่วยสร้างประสบการณ์ในการเรียนด้วยการลงมือปฏิบัติตามแนวคิดของจอห์น ดิวอี้ (John Dewey) กล่าวว่าผู้เรียนต้องเรียนรู้ควบคู่ไปกับการกระทำ (Learning by doing) และผู้เรียนต้องมีการทำความเข้าใจความรู้ใหม่ โดยต้องอาศัยประสบการณ์เดิมที่สะสมมาเป็นพื้นฐาน ดังนั้นการนำความรู้ที่เรียนมาที่เป็นนามธรรมของนักเรียนมาจัดกระทำให้เป็นรูปธรรมช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่เข้าด้วยกันสามารถจัดกระทำรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาสู่การตีความหมายและสรุปความรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งการใช้เทคนิคผังกราฟิกจะช่วยให้นักเรียนมีการสะสมความรู้ได้ดีและเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Beyer, 1997, pp. 183-200) ส่งผลต่อให้ผู้เรียนขยายทักษะการคิดเพิ่มขึ้นเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นการสนับสนุนได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ มีความสามารถในการสร้างผังกราฟิกหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

จากการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ช่วยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างผังกราฟิกที่สูงขึ้น ดังนั้น จึงมีข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ ดังนี้

1.1 จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับการเรียนการสอน วิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมปลาย การนำไปปรับใช้กับนักเรียนในระดับชั้น อื่น ๆ ควรพิจารณาความเหมาะสมกับเนื้อหาในรายวิชานั้น ๆ

1.2 กิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนทำเน้นกระบวนการกลุ่ม ดังนั้นผู้สอนควรจัดกลุ่มนักเรียนให้แต่ละความสามารถที่สอดคล้องกับกิจกรรมที่ผู้สอนออกแบบ เพื่อให้นักเรียนได้มีการช่วยเหลือปรึกษากันได้

1.3 ผู้สอนควรวางแผนเวลาในการจัดกิจกรรมอย่างเหมาะสม เพื่อสามารถจัดกิจกรรมได้ต่อเนื่อง เนื่องจากบางกิจกรรมใช้เวลานานและมีกิจกรรมที่ต่อเนื่องกัน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้การเรียนรู้หรือเทคนิคอื่น ๆ เช่น การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นต้น เนื่องจากในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้ ส่วนใหญ่เน้นกระบวนการกลุ่ม ซึ่งแต่ละกลุ่มจะความสามารถกัน เพื่อช่วยเหลือแลกเปลี่ยนความรู้กัน แสดงให้เห็นว่าการทำงานร่วมกันสามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้

2.2 ควรมีการศึกษาวิธีการเรียนการสอนแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกในตัวแปรอื่น เช่น ทักษะการคิดแก้ปัญหา เป็นต้น เนื่องจาก ระหว่างการจัดการเรียนรู้เรื่องการทดลองเกี่ยวกับต่อมไร้ท่อที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบ ผู้วิจัยได้มีการตั้งประเด็นคำถามที่แตกต่างไปจากการทดลองในแบบเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบ พร้อมทั้งยกตัวอย่างที่สามารถเกิดขึ้นได้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนได้แสดงออกถึงการคิดแก้ปัญหา

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2545). *สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กรมวิชาการ. (2546 ก). *คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545*. กรุงเทพฯ: อรุณสภา.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สำนักวิชาการและมาตรฐาน การศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552 ก). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552 ข). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2546). *การคิดเชิงวิเคราะห์ (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กรุงเทพฯ: ชัคเชสมิเดีย.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2547). *การคิดวิเคราะห์ (พิมพ์ครั้งที่ 4)*. กรุงเทพฯ: ชัคเชสมิเดีย.
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2556). *ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และ วิทยาศาสตร์สำหรับผู้บริหาร*. สมุทรปราการ: แอดวานซ์ ฟรินด์ลิง เซอร์วิสเซส.
- จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. (2551). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้*. ปริญญาโทพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ฉวีวรรณ สีสม. (2555). *การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในหน่วย การเรียนรู้วิชาเคมีทั่วไปสำหรับนักศึกษาศาสนาการพลศึกษา*. ดุษฎีนิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- ชโลทร แสงส่องฟ้า. (2549). การศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีวิชัยวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐมสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครปฐม เขต 1. กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม โรงเรียนศรีวิชัยวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครปฐม เขต 1.
- เชษฐ สิริสวัสดิ์. (2556). การสอนให้คิดและสร้างสรรค์โครงการวิทยาศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา. *วารสารศึกษาศาสตร์*, 24(1), 1-15.
- ณัฐภา นาเลือน. (2555). ผลการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 7E (7E Learning Cycle Model) ร่วมกับ เทคนิคการใช้คำถามที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. ใน *การประชุมภาคใหญ่ วิชาการ* (326). คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- ณัฐมน เดชมา. (2555). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารและสมบัติของสารและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน (7E) ร่วมกับการใช้แผนผังมโนทัศน์. *วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*.
- ณัฐวุฒิ กิจรุ่งเรือง และคณะ. (2545). *ผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: สถาพรบุ๊คส์.
- ทัศนมัน หนูนิมิตร. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักประกอบแผนผังความคิดและสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น. *วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*.
- ทิสนา แคมมณี. (2544). *วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- ทิสนา แคมมณี. (2545 ก). *ศาสตร์การสอน*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิสนา แคมมณี. (2545 ข). *รูปแบบการเรียนการสอนทางเลือกที่หลากหลาย*. กรุงเทพฯ: ค่านสุทธาการพิมพ์.
- ทิสนา แคมมณี. (2547). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ชัยชนก โหม่งกลหลด. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น และการจัดการโดยใช้สมองเป็นฐาน. ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชัยสุรีย์ สมองดี. (2556). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- นุชากร คำประดิษฐ์. (2556). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องสารละลาย ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- บุญนำ อินทนนท์. (2551). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโยธินบำรุง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- บุปผชาติ ทัพพิกรณ์. (2552). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอนสำนักคณะกรรมการฯ ขึ้นพื้นฐาน.
- ประจวบ เรืองยังมี. (2542). มโนคติที่คลาดเคลื่อนในเรื่องการเคลื่อนที่เป็นวงกลมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดปัตตานี, วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ประสาธ เมืองเฉลิม. (2550). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะ 7 ชั้น. วารสารวิชาการ, 10 (4), 24-30.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2547). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้อิง: ปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏพระนคร.
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์. (2545). พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: เฮอร์มาสเตอร์กรุ๊ป.
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์และเพยาว์ ยินดีสุข. (2548). วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ(พว.).
- พิมพ์แพร สืบบุก. (2554). ผลการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7E ที่มีต่อการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กฎหมายคุ้มครองสิทธิของบุคคล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนฉิมพลี จังหวัดกรุงเทพมหานคร. ใน การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- เพ็ญศรี จันทร์ดวง. (2545). วรรณลักษณะวิจารณ์เล่ม 1. มปท.
- ไพศาล วรคำ. (2555). การวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5). มหาสารคาม: ดัคศิลาการพิมพ์.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3 ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- มนมนัส สุดสิ้น. (2543). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านคิดวิเคราะห์ วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์, ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- มันทนา อ่อนรัมย์. (2555). ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตพิบูลบำเพ็ญ มหาวิทยาลัยบูรพา. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- เขาวลักษณะ ชื่นอารมณ์. (2549). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวัฏจักรการเรียนรู้ 5E. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตศึกษา. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- รัตนาวรรณ ธนาบุรุษย์. (2547). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จิตวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญด้วยวัฏจักรการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.

- รุ่งระวี ศิริบุญนาม. (2551). การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องกรด-เบส และเจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอนการเรียนรู้แบบ KWL และการเรียนรู้แบบปกติ, วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2539). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: สุวีริยา สาส์น.
- ละมัย วงคำแก้ว. (2554). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
- ละออง ปิ่นทอง. (2549). การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่องหลักธรรมทางพระพุทธศาสนาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียน โดยใช้วิธีสอนตามรูปแบบการสอนแบบกลุ่มร่วมมือกิจกรรม STAD กับวิธีสอนตามปกติ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.
- ลักขณา ศรีวัฒน์. (2549). การคิด. กรุงเทพฯ: โอเคียนส โตร์.
- ลักขณา ศิริมาลา. (2553). ความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียน โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ลัดดาวัลย์ เพชรโรจน์ และอัจฉรา ชำนิประศาสน์. (2547). ระเบียบวิธีวิจัย. กรุงเทพฯ: พิมพ์ดีการพิมพ์.
- วรพร ปณตพงศ์. (2544). ผลของการใช้เทคนิคผังกราฟิกที่มีต่อมโนทัศน์ทางภูมิศาสตร์ และความสามารถในการนำเสนอข้อมูลด้วยผังกราฟิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิต สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย . กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- วิไลวรรณ ปิยปรกรณ์. (2535). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ. ปรินูญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ศิริลักษณ์ แก้วสมบูรณ์. (2543). ผลของการใช้เทคนิคผังกราฟิกในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อการนำเสนอข้อความรู้ด้วยผังกราฟิก และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศุภพงษ์ คัล้ายคลึง. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการทดลองโดยใช้ชุดปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ องค์การมหาชน. (2555). สรุปผลวิเคราะห์ความสามารถของนักเรียน ป.6, ม.3, ม.6 จากคะแนน O-NET. เข้าถึงได้จาก <http://www.nietes.or.th>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). คู่มือการวัดประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2549). กระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามหลักสูตรและรูปแบบการสอนที่ใช้. เข้าถึงได้จาก <http://www.physics.science.cmu.ac.th/teacherworkshop/2557/whatis.html>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนากระบวนการคิดระดับสูง วิชาชีพวิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. เข้าถึงได้จาก <http://www.ipst.ac.th/biology/Bio-Articles/mag-content10.html>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมชีววิทยาเล่ม 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สทศ. ลาดพร้าว.
- ไสว พักขาว. (2536). การพัฒนาระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมี. คุุณิพนธ์ศึกษาศาสตรคุุณิบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์.

- สมใจ อธิสันทน์. (2548). ผลการใช้แผนภูมิโน้ตสน์ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2553). การวัดผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5). กทม.: ประสานการพิมพ์.
- สมโภชน์ อเนกสุข. (2554). การวิจัยทางการศึกษา. ชลบุรี: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สันต์ เพ็ชรดวงษ์. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องระบบนิเวศ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสตอรี่ไลน์และการสอนแบบปกติ, วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคามเขต1. (2549). ความหมายและธรรมชาติของการสืบเสาะหาความรู้. เข้าถึงได้จาก http://www.mkareal.go.th/edu_science/Science%20Teaching%20%20method/Inquiry%20%20based%20%20Teaching/TheBasicKnowledge/Themeaningofinquiry.html
- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา. (2554). คู่มือการประเมินภายนอกกรอบสาม (พ.ศ. 2554-2558) ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน. เข้าถึงได้จาก http://www.aa.edu.net/info_view.php?news_id=167&p=8
- สุนีย์ คล้ายนิลและปรีชาญ เดชศรี. (2549). การเรียนรู้เพื่อโลกวันพรุ่งนี้ รายงานการประเมินผลการเรียนรู้จาก PISA 2006. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สุปรียา ดันสกุล. (2540). ผลของการใช้รูปแบบการสอนแบบจัดข้อมูลด้วยแผนภาพที่มีต่อสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนและความสามารถทางการแก้ปัญหา. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรคุณวุฒิ บัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุพลา ทองแป้น. (2552). ผลของการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามต่อความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). กลยุทธ์การสอนอย่างมีวิจารณญาณ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.

- เสาวรส พล โศดร. (2550). การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้นและรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้นที่กำหนดและหมุนเวียนหน้าที่ของสมาชิก. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อดิพร สื่อสุทธิญา. (2553). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคผังกราฟิกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาระยอง เขต 1. วารสารบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 5(1), 122.
- อัญชลี ตนานนท์. (2536). ฟังมโนมติสัมพันธ์กับการพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- อรนุช ศรีสะอาด. (2546). สถิติการศึกษา 1. มหาสารคาม: สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อภาพร สิงหาราช. (2545). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการใช้ห้องเรียนธรรมชาติกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อาร์ม โพธิ์พัฒน์. (2550). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แผนผังมโนมติ. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อุทัยวรรณ แสนอุ้น. (2554). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินผล, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- อุมาภรณ์ไชยเจริญ. (2555). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยใช้การสอนรูปแบบซิปปาร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม และ เทคนิคการใช้ผังกราฟิกของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ใน การประชุมภาคใหญ่วิชาการ ครั้งที่ 4 เรื่อง “การวิจัยเพื่อพัฒนาสังคมไทย”. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยทักษิณ.

- Ausubel, D. P. (1968). *Education psychology: A cognitive view*. New York: Holt Rinehart and Winston.
- Barman, C. (1989). Making it work. *Science Scope*, 12(5), 28-31.
- Barman, C. (1992). An evaluation of the use of a technique designed to assist prospective elementary teachers use the learning cycle with science textbooks. *School Science and Mathematics*, 92, 59-63.
- Bassmajian, R. K. (1978). The relationship between piagetian cognitive maturity and schoastic success of student enrolled in audio-tutorial biology program. *Dissertation Abstracts international*, 33, 306-308.
- Beyer, B. K. (1997). *Improving student thinking: A comprehensive approach*. America: Allyn and Bacon.
- Bloom, B. S. (1965). *Taxonomy of education objective handbook I: Cognitive domain*. New York: David Mackey.
- Bloom, B.S. (1967). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I: cognitive domain*. New York: Longman.
- Bloom, B. S. (1972). *Taxonomy of education objective handbook I: Cognitive domain*. New York: David Mackey.
- Bybee, R. W. et al. (1989). *Science and technology education for the elementary years: Frameworks for curriculum and instruction*. Washington, D.C.: The National Center for Improving Instruction.
- Clark, J. H. (1991). *Using visual organizer to focus on thinking*. Washington, DC: American Council on Education.
- Dewey, J. (1993). *How we think: a restatement of the relation of reflective thinking to the educative process*. Boston: D.C.Health.
- Doug, K., & Melissa, M. (2004). *Write design online graphic oraganizers*. Retrieved from: <http://www.writedesignonline.com/organizers/>
- Ebrahim, A. (2004). The effects of traditional learning and a learning cycle inquiry learning strategy on students science achievement and attitudes toward elementary science. *Dissertation Abstracts International*, 65(4), 1232-A.

- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E model a proposed 7E model emphasizes “transfer of learning” and the importance of eliciting prior understanding. *Journal of the Science Teacher*, 70, 56-59.
- Feng, S., & Tuan, H. (2005). Using ARCS model to promote 11th graders’ motivation and achievement in leaning about acids and bases. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 3, 463-484.
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of education*. New York: McGraw-Hill.
- John, E. L. (1986). Longitudinal study on an classroom test of formal reasoning, correlations among cognitive development, Intelligence, and Achievement. *Dissertation Abstracts International*, 46, 2178 - A.
- Kagan, S. (1998). *Professional Development for Cooperative Learning: Issues and Approaches*. New York: Teachers College Press.
- Klopfer, L. E. (1971). *Evaluation of elarning in science*. A handbook formative and summative evaluation of student learning. New York: Mc Graw – Hill.
- Miller, K. R., & Levine, J. (2006). *Prentice hall biology*. Florida: Pearson prentice hall.
- Novak, J. D., Gowin, B. D., & Johansen, G. T. (1983). The use of concept mapping and knowledge vee mapping with junior hihh school science student. *Dissertation Abstracts International*, 67(9), 625-645.
- Piaget, J. (1972). Intellectual evolution for adolescence to adulthood. *Human Development*, 19, 1-12.
- Ray Charles, L. (1979). A comparative laboratory study of the effects of lower level and higher level questions one student abstract reasoning and critical thinking in two-non-directive high school chemistry classroom. *Dissertation Abstracts International*, 40(6), 3220-A.
- Renner, J. W., & Marek, E.A. (1990). An educational theory base for science teaching, *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 241-246.
- Smith, P. (1994). Instructional method effects on student attitude and achievement. *Dissertation Abstracts Internation*, 54(7), 2528-A.
- Thorndike, E. L. (1923). *Educational psychology (Vol. II) the psychology of learning*. New York: Teachers College, Columbia University.

Vermont, D. F. (1985). Comparative effectiveness of instructional strategies on developing the chemical mole concept. *Dissertation Abstracts International*, 45, 2473-A.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. คร. สมศิริ สิงห์หลพ อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา
2. อาจารย์มันทนา เมฆิยานนท์ อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา
3. อาจารย์ชัชวัญใจ สุวรรณ อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนระยองวิทยาคม
4. อาจารย์ปติญา ศิลาแสง อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนระยองวิทยาคม
5. อาจารย์นุชากร คำประดิษฐ์ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียน
ระยองวิทยาคม

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๖๒๑/ว. ๑๙๐๕

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

๑๖๕ ถ. ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข

อ. เมือง จ. ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๗ กรกฎาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย
เรียน

สิ่งที่ส่งมาด้วย คำโครงการวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาววัชรพร ฟองจันทร์ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ ๗ ขั้นร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก วิชาชีววิทยา เรื่องระบบต่อมไร้ท่อสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร. เศษฐ์ ศิริสวัสดิ์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า
คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) วิมลรัตน์ จตุรานนท์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิมลรัตน์ จตุรานนท์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติการแทนคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ปฏิบัติการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐๓๙-๓๕-๓๔๙๖, ๐๓๙-๑๐-๒๐๖๙

โทรสาร ๐๓๙-๓๕-๓๔๙๕

ผู้วิจัย ๐๙๕-๔๑๒๙๔๕๔

(ถ้าเนา)

ที่ ศช ๖๖๓๒/๑๕๕๕

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

๑๖๕ ถ. ลาดยาวบางแสน ต.แสนสุข

อ. เมือง จ. ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑ สิงหาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนระยองวิทยาคม จังหวัดระยอง

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาววิชรพร ฟองจันทร์ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง
“ผลการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ ๗ ขั้นร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก วิชาชีววิทยา
เรื่องระบบต่อมไร้ท่อสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” ในความควบคุมดูแลของ ดร. เศรษฐ์
ศิริสวัสดิ์ ประธานกรรมการ มีความประสงค์ ขออำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจาก
กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖/๓ โรงเรียนระยองวิทยาคม จังหวัดระยอง โดยผู้วิจัย
จะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ ๔ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๗ – ๘ สิงหาคม
พ.ศ. ๒๕๕๗ อนึ่ง โครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัย
บูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า
คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) วิมลรัตน์ จตุรานนท์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิมลรัตน์ จตุรานนท์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติการแทนคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ปฏิบัติการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐๓๘-๓๕-๓๔๘๖, ๐๓๘-๑๐-๒๐๖๘

โทรสาร ๐๓๘-๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘๕-๔๑๒๘๔๕๔

(สำเนา)

ที่ ศษ ๖๖๓๒/๑๕๕๕

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

๑๖๕ ถ. ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข

อ. เมือง จ. ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๓ สิงหาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนระยองวิทยาคม จังหวัดระยอง

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาววัชรพร ฟองจันทร์ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง
“ผลการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ ๗ ขั้นร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก วิชาชีววิทยา
เรื่องระบบต่อมไร้ท่อสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” ในความควบคุมดูแลของ ดร. เขมรัฐ
ศิริสวัสดิ์ ประธานกรรมการ มีความประสงค์ ขออำนาจความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจาก
กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕/๓ โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วย
ตนเอง ระหว่างวันที่ ๑๕ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๗ - ๖ กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๗ อนึ่ง โครงการวิจัยนี้ได้
ผ่านขั้นตอนการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า
คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) วิมลรัตน์ จตุรานนท์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิมลรัตน์ จตุรานนท์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติการแทนคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ปฏิบัติการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐๓๘-๓๕-๓๔๘๖, ๐๓๘-๑๐-๒๐๖๘

โทรสาร ๐๓๘-๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘๕-๔๑๒๘๔๕๔

ภาคผนวก ข

- ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมและดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ
- ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีพวิทยา เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ
- ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์
- ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ของแบบวัดความสามารถในการสร้างผังกราฟิก
- ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (*P*) ค่าอำนาจจำแนก (*r*) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีพวิทยา เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ
- ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (*P*) ค่าอำนาจจำแนก (*r*) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์
- ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (*r*) ค่าความเชื่อมั่นของผู้ให้คะแนน และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการสร้างผังกราฟิก
- ผลคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสม และดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้
เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ

ตารางที่ 15 ค่าความเหมาะสมของแผนจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ต่อมไร้ท่อ

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 ความถูกต้อง	5	5	5	3	5	5.00	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน							
เข้าใจง่าย	5	5	5	3	5	4.60	มากที่สุด
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน							
	5	5	5	3	5	4.60	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจน							
เข้าใจง่าย	5	5	5	3	5	4.60	มากที่สุด
3. ด้านสาระการเรียนรู้							
3.1 ใจความถูกต้อง	5	5	5	3	5	4.60	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสม							
กับเวลา	5	5	5	3	5	4.60	มากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับระดับ							
ผู้เรียน	5	5	5	3	5	4.60	มากที่สุด
4. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้							
4.1 เรียงลำดับกิจกรรม							
ได้เหมาะสม	5	5	5	3	5	4.60	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่							
สอน	5	5	5	3	5	4.60	มากที่สุด

ตารางที่ 15 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วม ร่วมกับกิจกรรม	5	5	5	3	5	4.60	มากที่สุด
5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้							
5.1 สื่อความหมายได้ ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	3	5	4.60	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจของ ผู้เรียน	5	5	5	3	5	4.60	มากที่สุด
5.3 ช่วยประหยัดเวลา ในการสอน	5	5	5	3	5	4.60	มากที่สุด
6. ด้านการวัดผลและ ประเมินผล							
6.1 วัดได้ครอบคลุม เนื้อหาสาระ	5	5	5	3	5	4.60	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผล ได้เหมาะสม	5	5	5	3	5	4.60	มากที่สุด

ตารางที่ 16 ค่าความเหมาะสมของแผนจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ฮอว์โมนจากต่อมไร้ท่อและอวัยวะที่สำคัญ

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 ความถูกต้อง	5	5	5	2	5	4.40	มาก
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	2	5	4.40	มาก
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	5	5	5	3	5	4.60	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	2	5	4.40	มาก
3. ด้านสาระการเรียนรู้							
3.1 ใจความถูกต้อง	5	5	5	2	5	4.40	มาก
3.2 เนื้อหาเหมาะสม กับเวลา	5	5	5	2	5	4.40	มาก
3.3 เหมาะสมกับระดับ ผู้เรียน	5	5	5	3	5	4.60	มากที่สุด
4. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้							
4.1 เรียงลำดับกิจกรรม ได้เหมาะสม	5	5	5	2	5	4.40	มาก
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่ สอน	5	5	5	2	5	4.40	มาก
4.3 ผู้เรียนมี							

ตารางที่ 16 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
ส่วนร่วมกับ กิจกรรม	5	5	5	2	5	4.40	มาก
5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้							
5.1 สื่อความหมายได้ ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	1	5	4.20	มาก
5.2 ได้รับความสนใจของ ผู้เรียน	5	5	5	2	5	4.40	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลา ในการสอน	5	5	5	2	5	4.40	มาก
6. ด้านการวัดผลและ ประเมินผล							
6.1 วัดได้ครอบคลุม เนื้อหาสาระ	5	5	5	3	5	4.60	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผล ได้เหมาะสม	5	5	5	1	5	4.20	มาก

ตารางที่ 17 ค่าความเหมาะสมของแผนจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายด้วย
ฮอร์โมน

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 ความถูกต้อง	5	5	5	2	5	4.40	มาก
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน							
เข้าใจง่าย	5	5	5	2	5	4.40	มาก
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน							
	5	5	5	2	5	4.40	มาก
2.2 ข้อความชัดเจน							
เข้าใจง่าย	5	5	5	2	5	4.40	มาก
3. ด้านสาระการเรียนรู้							
3.1 ใจความถูกต้อง	5	5	5	2	5	4.40	มาก
3.2 เนื้อหาเหมาะสม							
กับเวลา	5	5	5	2	5	4.40	มาก
3.3 เหมาะสมกับระดับ							
ผู้เรียน	5	5	5	2	5	4.40	มาก
4. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้							
4.1 เรียงลำดับกิจกรรม							
ได้เหมาะสม	5	5	5	1	5	4.20	มาก
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่							
สอน	5	5	5	1	5	4.20	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วม							
	5	4	5	2	5	4.20	มาก

ตารางที่ 17 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้							
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	3	5	4.40	มาก
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	5	5	5	3	5	4.60	มากที่สุด
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	5	4	5	3	5	4.40	มาก
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล							
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	4	5	3	5	4.40	มาก
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	4	5	3	5	4.40	มาก

ตารางที่ 18 ค่าความเหมาะสมของแผนจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง พีโรโมน

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 ความถูกต้อง	5	5	5	2	5	4.40	มาก
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	2	5	4.40	มาก
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 ระบุพฤติกรรมที่ สามารถวัดและ ประเมินได้ชัดเจน	5	5	5	2	5	4.40	มาก
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	2	5	4.40	มาก
3. ด้านสาระการเรียนรู้							
3.1 ใจความถูกต้อง	5	5	5	3	5	4.60	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับ เวลา	5	5	5	3	5	4.60	มากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับระดับ ผู้เรียน	5	5	5	3	5	4.60	มากที่สุด
4. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้							
4.1 เรียงลำดับกิจกรรม ได้เหมาะสม	5	5	5	1	5	4.20	มาก
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่ สอน	5	5	5	1	5	4.20	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วน ร่วมกับกิจกรรม	5	5	5	2	5	4.40	มาก

ตารางที่ 18 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้							
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	2	5	4.40	มาก
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	5	5	5	2	5	4.40	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	5	5	5	2	5	4.40	มาก
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล							
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	5	5	2	5	4.40	มาก
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	5	5	2	5	4.40	มาก

ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ ตารางที่ 19 แสดงดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ต่อมไร้ท่อ

ข้อ	ข้อความ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					IOC	
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	R ($\Sigma R/N$)	
1	สาระสำคัญสอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้ และ ตัวชี้วัด	1	1	1	0	1	4	0.8
2	จุดประสงค์การเรียนรู้ สอดคล้องกับ มาตรฐาน การเรียนรู้ ตัวชี้วัดและ สาระสำคัญ	1	1	1	0	1	5	0.8
3	ภาระงานสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
4	สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา) สอดคล้องกับกับภาระงาน และจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	0	1	4	0.8
5	กระบวนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับสาระการ เรียนรู้ (เนื้อหา) ภาระงาน และจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
6	สื่อและแหล่งการเรียนรู้ สอดคล้องกับกระบวนการ จัดการเรียนรู้และสาระการ เรียนรู้ (เนื้อหา)	1	1	1	0	1	4	0.8
7	การวัดผลและประเมินผล สอดคล้องกับกระบวนการ จัดการเรียนรู้และ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1

ตารางที่ 20 แสดงดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2
เรื่อง ฮอว์โมนจากต่อมไร้ท่อและอวัยวะที่สำคัญ

ข้อ	ข้อความ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ($\Sigma R/N$)
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	สาระสำคัญสอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้ และ ตัวชี้วัด	1	1	1	0	1	4	0.8
2	จุดประสงค์การเรียนรู้ สอดคล้องกับ มาตรฐาน การเรียนรู้ ตัวชี้วัดและ สาระสำคัญ	1	1	1	1	0	4	0.8
3	ภาระงานสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	0	1	4	0.8
4	สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา) สอดคล้องกับกับภาระงาน และจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	0	4	0.8
5	กระบวนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับสาระการ เรียนรู้ (เนื้อหา) ภาระงาน และจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	0	1	4	0.8
6	สื่อและแหล่งการเรียนรู้ สอดคล้องกับกระบวนการ จัดการเรียนรู้และสาระการ เรียนรู้ (เนื้อหา)	1	1	1	1	1	5	1.0
7	การวัดผลและประเมินผล สอดคล้องกับกระบวนการ จัดการเรียนรู้และ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	0	1	4	0.80

ตารางที่ 21 แสดงดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3
เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมน

ข้อ	ข้อความ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R ($\Sigma R/N$)	IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	สาระสำคัญสอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้ และ ตัวชี้วัด	1	0	1	1	1	4	0.8
2	จุดประสงค์การเรียนรู้ สอดคล้องกับ มาตรฐาน การเรียนรู้ ตัวชี้วัดและ สาระสำคัญ	1	1	1	0	1	4	0.8
3	ภาระงานสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1.0
4	สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา) สอดคล้องกับกับภาระงาน และจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1.0
5	กระบวนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับสาระการ เรียนรู้ (เนื้อหา) ภาระงาน และจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	0	1	4	0.8
6	สื่อและแหล่งการเรียนรู้ สอดคล้องกับ กระบวนการจัดการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ (เนื้อหา)	1	1	1	1	1	5	1.0
7	การวัดผลและประเมินผล สอดคล้องกับ กระบวนการจัดการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1.0

ตารางที่ 22 แสดงดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4
เรื่อง พิโรโมน

ข้อ	ข้อความ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ($\Sigma R/N$)
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	สาระสำคัญสอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้และ ตัวชี้วัด	1	1	1	0	1	4	0.8
2	จุดประสงค์การเรียนรู้ สอดคล้องกับ มาตรฐาน การเรียนรู้ ตัวชี้วัดและ สาระสำคัญ	1	1	1	1	0	4	0.8
3	ภาระงานสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
4	สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา) สอดคล้องกับกับภาระงาน และจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
5	กระบวนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับสาระการ เรียนรู้ (เนื้อหา) ภาระงาน และจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	0	1	8	0.8
6	สื่อและแหล่งการเรียนรู้ สอดคล้องกับกระบวนการ จัดการเรียนรู้และสาระการ เรียนรู้ (เนื้อหา)	1	0	1	1	1	4	0.80
7	การวัดผลและประเมินผล สอดคล้องกับกระบวนการ จัดการเรียนรู้และ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1

ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
ชีววิทยา เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ

ตารางที่ 23 แสดงดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					<i>R</i>	<i>IOC</i> ($\Sigma R/N$)
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	1	1	1	1	5	1.0
2	1	1	1	1	0	4	0.8
3	1	1	1	1	1	5	1.0
4	1	1	1	1	1	5	1.0
5	1	1	1	1	0	4	0.8
6	1	1	1	1	1	5	1.0
7	1	1	1	1	1	5	1.0
8	1	1	1	1	1	5	1.0
9	1	1	1	1	0	4	0.8
10	1	1	1	1	1	5	1.0
11	1	1	1	1	1	5	1.0
12	1	1	1	1	0	4	0.8
13	1	1	1	1	0	4	0.8
14	1	0	1	1	1	4	0.8
15	1	0	1	1	1	4	0.8
16	1	0	1	1	1	4	0.8
17	1	1	1	1	1	5	1.0
18	1	1	1	1	1	5	1.0
19	1	1	1	1	0	4	0.8
20	1	1	1	1	1	5	1.0

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ($\sum R/N$)
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
21	1	1	1	1	1	5	1.0
22	1	1	1	0	1	4	0.8
23	1	1	1	1	0	4	0.8
24	1	1	1	0	1	4	0.8
25	1	1	1	1	1	5	1.0
26	1	1	1	1	1	5	1.0
27	1	1	1	1	0	4	0.8
28	1	1	1	1	1	5	1.0
29	0	1	1	1	1	4	0.8
30	0	1	1	1	1	4	0.8

จากตารางได้ข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ ตั้งแต่ 0.8-1.0

ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์
 ตารางที่ 24 แสดงดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบ
 วัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ($\sum RN$)
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	1	1	1	1	5	1.0
2	1	1	1	1	1	5	1.0
3	1	0	1	1	1	4	0.8
4	1	1	0	1	1	4	0.8
5	1	1	1	1	1	5	1.0
6	1	1	1	1	1	5	1.0
7	1	0	1	1	1	4	0.8
8	1	1	1	1	1	5	1.0
9	1	1	1	1	1	5	1.0
10	1	1	1	1	1	5	1.0
11	1	1	1	1	1	5	1.0
12	1	1	1	1	1	5	1.0
13	1	0	1	1	1	4	0.8
14	1	1	1	1	1	5	1.0
15	1	1	1	1	1	5	1.0
16	1	1	1	1	0	4	0.8
17	1	1	1	1	1	5	1.0
18	1	1	1	1	1	5	1.0
19	1	1	1	1	1	5	1.0
20	1	1	1	1	1	5	1.0

ตารางที่ 24 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					<i>R</i>	<i>IOC</i> ($\sum R/N$)
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
21	1	1	0	1	1	4	0.8
22	1	1	1	1	1	5	1.0
23	1	1	1	1	1	5	1.0
24	1	0	1	1	1	4	0.8
25	1	0	1	1	1	4	0.8
26	1	1	1	1	1	5	1.0
27	1	1	1	1	1	5	1.0
28	1	1	1	0	1	4	0.8
29	0	1	1	1	1	4	0.8
30	0	1	1	1	1	4	0.8

จากตารางได้ข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ ตั้งแต่ 0.8-1.0

ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการสร้างผังกราฟิก
 ตารางที่ 25 แสดงดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบวัดความสามารถในการสร้างผังกราฟิก

ข้อที่	รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					IOC	
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		R
1	<p>ความถูกต้องของเนื้อหา</p> <p>- 3 แสดงออกให้เห็นถึงความเข้าใจที่สมบูรณ์ ครบถ้วนถูกต้อง แม่นยำในหลักการ ความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของเนื้อหา ครบถ้วนและถูกต้อง</p> <p>- 2 แสดงออกให้เห็นถึงความเข้าใจในหลักการ ความคิดรวบ ยอด ข้อเท็จจริงของเนื้อหาไม่ครบถ้วน</p> <p>- 1 แสดงออกให้เห็นถึงความไม่เข้าใจในหลักการ ความคิดรวบ ยอด ข้อเท็จจริงของเนื้อหา</p> <p>- 0 ไม่สามารถเขียนผังกราฟิกได้</p>	1	1	1	1	1	5	1.0
2	<p>การใช้สีแสดงการวิเคราะห์และเชื่อมโยงความคิด</p> <p>- 3 ใช้สีแสดงการวิเคราะห์และเชื่อมโยงความคิดของตนเองโดย ใช้สีแตกต่างกันตั้งแต่ 3 สีขึ้นไปได้</p> <p>- 2 ใช้สีแสดงการวิเคราะห์และเชื่อมโยงความคิดของตนเอง</p>	1	0	1	1	1	4	0.8

ตารางที่ 25 (ต่อ)

ข้อ ที่	รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
	ได้น้อยและใช้ผิดกต่าง 2 ที	1	1	1	1	1	5	1.0
	- 1 เขียนความคิดรวบยอดหลักไว้ตรงกลาง แต่แตกสาขาออกมาเป็น ความคิดรวบยอดย่อยไม่ครบถ้วน ไม่มีคำเชื่อม							
	- 0 ไม่สามารถเขียนผังกราฟิกได้							
3	การใช้ดีแสดงการวิเคราะห์และเชื่อมโยงความคิด	1	1	1	1	1	5	1.0
	- 3 ใช้ดีแสดงการวิเคราะห์และเชื่อมโยงความคิดของตนเองโดยใช้สี ตกแต่ง ตั้งแต่ 3 สีขึ้นไปได้							
	- 2 ใช้ดีแสดงการวิเคราะห์และเชื่อมโยงความคิดของตนเอง							
	ได้น้อยและใช้ผิดกต่าง 2 ที							
	- 1 ใช้ดีไม่แสดงการวิเคราะห์และเชื่อมโยงความคิด							

ตารางที่ 25 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
4	<p>ความมีระเบียบในการทำงาน</p> <p>- 0 ไม่สามารถเขียนผังกราฟิกได้</p> <p>- 3 เป็นระเบียบและไม่มียอดขีดฆ่า</p> <p>- 2 เป็นระเบียบแต่มีรอยขีดฆ่า</p> <p>- 1 ไม่เป็นระเบียบและมีรอยขีดฆ่า</p> <p>- 0 ไม่สามารถเขียนผังกราฟิกได้</p>	1	1	1	1	1	1.0
5	<p>ความคิดสร้างสรรค์</p> <p>- 3 มีรูปแบบแปลกใหม่ไม่ซ้ำใคร ใ้รายละเอียดเชื่อมโยง</p> <p>ความคิดจากเนื้อหาได้ครบถ้วนถูกต้อง</p> <p>- 2 มีรูปแบบแปลกใหม่ แต่ให้รายละเอียดเชื่อมโยงความคิดจากเนื้อหา</p> <p>- 1 ไม่มีรูปแบบแปลกใหม่และไม่มีรายละเอียดเชื่อมโยง</p> <p>ความคิดจากเนื้อหา</p> <p>- 0 ไม่สามารถเขียนผังกราฟิกได้</p>	1	1	1	1	0	0.8

จากตารางได้ข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ระหว่างแบบทดสอบตรงกับ
จุดประสงค์ตั้งแต่ 0.8-1.00

ตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (*P*) ค่าอำนาจจำแนก (*B*) และค่าความเชื่อมั่นของ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ

ข้อที่	ค่า <i>P</i>	ค่า <i>B</i>	ข้อที่	ค่า <i>P</i>	ค่า <i>B</i>
1	0.76	1.00	16	0.76	0.86
2	0.57	0.86	17	0.65	1.00
3	0.63	1.00	18	0.63	0.71
4	0.58	0.86	19	0.50	0.71
5	0.57	0.71	20	0.76	1.00
6	0.30	0.57	21	0.65	0.86
7	0.44	0.57	22	0.50	0.86
8	0.63	1.00	23	0.63	0.86
9	0.51	0.57	24	0.65	0.86
10	0.57	0.71	25	0.50	1.00
11	0.58	0.86	26	0.58	1.00
12	0.50	0.71	27	0.63	0.86
13	0.50	1.00	28	0.57	0.71
14	0.63	0.71	29	0.51	1.00
15	0.70	1.00	30	0.76	1.00

มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.91

ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 27 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ค่า P	ค่า r	ข้อที่	ค่า P	ค่า r
1	0.58	0.63	16	0.63	0.27
2	0.50	0.93	17	0.58	0.63
3	0.63	0.27	18	0.51	0.73
4	0.76	0.77	19	0.30	0.43
5	0.44	0.39	20	0.76	0.77
6	0.76	0.77	21	0.42	0.62
7	0.50	0.50	22	0.70	0.82
8	0.70	0.82	23	0.76	0.33
9	0.71	0.44	24	0.70	0.82
10	0.44	0.39	25	0.57	0.38
11	0.76	0.77	26	0.70	0.82
12	0.58	0.63	27	0.65	0.54
13	0.63	0.27	28	0.58	0.63
14	0.50	0.50	29	0.58	0.63
15	0.70	0.82	30	0.70	0.82

มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.89

ตารางที่ 28 แสดงค่า p , q และ pq ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	p	q	pq
1	0.52	0.48	0.25
2	0.61	0.39	0.24
3	0.65	0.35	0.23
4	0.81	0.19	0.15
5	0.55	0.45	0.25
6	0.71	0.29	0.21
7	0.52	0.48	0.25
8	0.74	0.26	0.19
9	0.65	0.35	0.23
10	0.71	0.29	0.21
11	0.71	0.29	0.21
12	0.61	0.39	0.24
13	0.71	0.29	0.21
14	0.58	0.42	0.24
15	0.65	0.35	0.23
16	0.68	0.32	0.22
17	0.58	0.42	0.24
18	0.35	0.65	0.23
19	0.23	0.77	0.18
20	0.77	0.23	0.18
21	0.61	0.39	0.24
22	0.55	0.45	0.25
23	0.87	0.13	0.11
24	0.65	0.35	0.23
25	0.58	0.42	0.24

ตารางที่ 28 (ต่อ)

ข้อที่	p	q	pq
26	0.77	0.23	0.18
27	0.74	0.26	0.19
28	0.52	0.48	0.25
29	0.74	0.26	0.19
30	0.81	0.19	0.15

$\sum pq = 6.42$

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
ชีววิทยา เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ โดยใช้สูตรของโลเวทท์ (Lovett's Method)

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

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } k &= 30 \\ \sum X &= 514 \\ \sum X^2 &= 9676 \\ \sum (x-c)^2 &= 2239.75 \end{aligned}$$

$$r_{cc} = 1 - \frac{30(514) - (9676)}{(30-1)(2239.75)}$$

$$r_{cc} = 1 - \frac{15420 - 9676}{(29)(2239.75)}$$

$$r_{cc} = 1 - \frac{5744}{64952.75}$$

$$r_{cc} = 1 - 0.09 = 0.91$$

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้สูตร
KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson)

$$r_{rr} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_i^2} \right]$$

$$\text{หาค่าความแปรปรวน จากสูตร } S_i^2 = \frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } n &= 31 \\ \sum X &= 594 \\ (\sum X)^2 &= (594)^2 = 352836 \\ \sum X^2 &= 12836 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } S_i^2 &= \frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)} \\ &= \frac{31(12836) - 352836}{31(31-1)} \end{aligned}$$

$$= \frac{45080}{930}$$

$$= 48.47$$

จากสูตร KR - 20

$$r_a = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_i^2} \right]$$

$$= \frac{30}{30-1} \left[1 - \frac{6.42}{48.47} \right]$$

$$= 1.03 \times 0.87 = 0.89$$

การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของผู้ให้คะแนนของแบบวัดความสามารถในการสร้างผังกราฟิก
จากสูตร

$$RAI = 1 - \frac{|R1 - R2|}{I - 1}$$

แทนค่า R1 = 472

R2 = 449

I = 570

$$RAI = 1 - \frac{|472 - 449|}{570 - 1}$$

$$= 1 - \frac{|23|}{569}$$

$$= 1 - 0.04 = 0.9$$

ผลคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ 29 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ ที่ได้จาก
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 30
คะแนน)

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน	คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน
1	16	23	21	15	23
2	12	24	22	13	22
3	10	22	23	15	23
4	16	23	24	16	23
5	14	23	25	17	24
6	13	24	26	15	23
7	13	24	27	15	25
8	17	24	28	13	24
9	15	24	29	14	24
10	17	22	30	14	24
11	19	25	31	9	25
12	13	24	32	14	24
13	18	24	33	11	25
14	14	25	34	13	20
15	13	25	35	14	24
16	12	25	36	9	24
17	19	25	37	18	25
18	14	26	38	12	24
19	17	23	39	17	23
20	12	25	40	15	25

หมายเหตุ: คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 14.33 คะแนน
คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 23.85 คะแนน

ตารางที่ 30 คะแนนการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน	คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนนหลัง เรียน
1	21	27	21	28	28
2	19	24	22	25	25
3	23	26	23	26	28
4	28	28	24	25	27
5	24	28	25	22	25
6	22	26	26	26	30
7	19	26	27	23	27
8	10	27	28	22	22
9	25	26	29	24	28
10	26	25	30	25	28
11	19	27	31	20	26
12	12	17	32	28	28
13	26	28	33	10	28
14	13	27	34	26	28
15	27	25	35	25	28
16	24	24	36	24	27
17	24	22	37	27	28
18	21	24	38	22	28
19	23	28	39	28	29
20	26	26	40	20	26

หมายเหตุ: คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 22.70 คะแนน

คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 26.38 คะแนน

ตารางที่ 31 คะแนนความสามารถในการสร้างผังกราฟิกก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน	คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน
1	5	14	21	7	12
2	4	11	22	7	15
3	6	12	23	8	14
4	6	11	24	9	13
5	5	12	25	9	15
6	7	15	26	9	15
7	4	14	27	8	13
8	8	15	28	6	12
9	5	15	29	5	11
10	7	14	30	7	12
11	9	14	31	6	15
12	8	13	32	5	14
13	4	12	33	6	12
14	5	11	34	7	15
15	8	15	35	7	10
16	6	13	36	6	11
17	7	14	37	4	12
18	7	14	38	8	14
19	8	13	39	6	14
20	6	12	40	5	10

หมายเหตุ: คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 6.50 คะแนน

คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 13.08 คะแนน

ภาคผนวก ค

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา
- แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์
- แบบวัดความสามารถในการสร้างผังกราฟิก

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1	วิชา ชีววิทยา 3	รหัสวิชา ว 32242
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ภาคเรียนที่ 1	ปีการศึกษา 2557
ผู้สอน นางสาววัชรภาพร ฟองจันทร์		โรงเรียน ระยองวิทยาคม

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่รู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเอง และดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบาย และตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูล และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้ สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบายและสรุป เกี่ยวกับต่อมไร้ท่อ ฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อ และอวัยวะที่สำคัญ การรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมน และฟีโรโมน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถวิเคราะห์ อภิปราย และสรุปผลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาการเจริญของลักษณะที่สองของเพศในไก่ (K)
2. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างต่อมมีท่อและต่อมไร้ท่อระบุตำแหน่งของต่อมไร้ท่อที่สำคัญในร่างกายของคน (K)
3. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการควบคุมการทำงานของร่างกายโดยระบบประสาทกับระบบต่อมไร้ท่อ (K)
4. นักเรียนสามารถจำแนกประเภทของฮอร์โมนได้อย่างถูกต้อง (K)
5. นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ (P)
6. นักเรียนสามารถสร้างผังกราฟิกสรุปความรู้ได้ถูกต้อง (P)
7. นักเรียนความมุ่งมั่นในการทำงาน (A)
8. นักเรียนมีความใฝ่รู้ใฝ่เรียน รักการอ่านและค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง (A)

9. มีจิตใจเปิดกว้าง เชื่อในเหตุผล เปลี่ยนแปลงความคิดเห็นของตนเองได้ตามข้อมูลและหลักฐานใหม่ที่ได้รับ (A)

สาระสำคัญ

ต่อมไร้ท่อ (Endocrine gland) เป็นต่อมที่ผลิตสารออกมาแล้วไม่มีท่อลำเลียงออกมาภายนอก ต้องอาศัยการลำเลียงไปกับน้ำเลือด ในสัตว์ที่ไม่มีเลือดก็จะแพร่ผ่านไปตามเนื้อเยื่อ สารที่สร้างขึ้น เรียกว่า ฮอร์โมน (Hormone) ซึ่งมีผลต่อเนื้อเยื่อหรืออวัยวะเฉพาะอย่าง เรียกอวัยวะที่ฮอร์โมนไปมีผลเรียกว่า "อวัยวะเป้าหมาย"

ฮอร์โมน (Hormone) คือ สารเคมีที่ทำหน้าที่ส่งข้อมูลข่าวสารที่สร้างขึ้น จากกลุ่มเซลล์ในต่อมไร้ท่อ (Endocrine gland) แล้วส่งไปตามกระแสเลือด ไปยังส่วนต่างๆของร่างกาย เพื่อกระตุ้น หรือยับยั้งกระบวนการต่าง ๆ ในเซลล์ หรืออวัยวะเป้าหมาย (Target cell หรือ target organ) ทำหน้าที่ควบคุมกระบวนการต่าง ๆ ในร่างกายหลายอย่าง เช่น ช่วยในการเจริญเติบโต ช่วยให้มนุษย์สามารถสืบพันธุ์ มีลูกหลาน เป็นต้น

ฮอร์โมนแบ่งตามองค์ประกอบทางเคมีเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. เอมีน: เอมีนฮอร์โมน เป็นฮอร์โมนที่มีขนาดเล็ก ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และไนโตรเจน
2. โพรตีน: โพรตีนฮอร์โมนส่วนใหญ่เป็นเปปไทด์ฮอร์โมน ซึ่งประกอบด้วยกรดอะมิโนจำนวนแตกต่างกัน ต่อกันเป็นสายเปปไทด์ (Peptide chain)
3. สเตียรอยด์: สเตียรอยด์ฮอร์โมนทั้งหมดสังเคราะห์มาจากคอเลสเตอรอล (Cholesterol)

สาระการเรียนรู้

1. ความหมายและประเภทของต่อมในร่างกายมนุษย์
2. โครงสร้างของต่อมมีท่อและต่อมไร้ท่อ
3. ความสำคัญและการทำงานของต่อมไร้ท่อ
4. ต่อมไร้ท่อที่สำคัญในร่างกายมนุษย์
5. ประเภทของฮอร์โมน

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร

2. ความสามารถในการคิด
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
4. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

ชิ้นงาน/ ภาระงาน

1. ผังกราฟิกและใบงานเรื่อง โครงสร้างของต่อมมีท่อและต่อมไร้ท่อ
2. ผังกราฟิกและใบงานเรื่องการทดลองเกี่ยวกับต่อมไร้ท่อที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบ
3. ผังกราฟิกและใบงานเรื่องประเภทของฮอร์โมน
4. ผังกราฟิกและใบงานเรื่องตำแหน่งของต่อมไร้ท่อที่สำคัญในร่างกายมนุษย์
5. สมุดบันทึกวิชาชีววิทยา

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนการ เรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	สื่อประกอบ	เวลา (นาที)
ขั้นตรวจสอบ ความรู้เดิม	<p>1. สุ่มตัวแทนนักเรียนชาย-หญิงออกมาหน้าชั้นเรียน แล้วถามคำถามนักเรียนดังนี้</p> <p>1.1 นักเรียนสองคนนี้มีลักษณะใดแตกต่างกันบ้าง</p> <p>1.2 ให้นักเรียนบอกประสบการณ์เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงลักษณะภายนอกและภายในของตนเองให้เพื่อนๆ ฟัง ครูและนักเรียนสนทนาร่วมกันเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงนั้น อะไรเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดลักษณะนั้น ๆ</p> <p>นักเรียนและครูสนทนาร่วมกันเกี่ยวกับทำไมเด็กวัยรุ่นทั้งหญิงและชายจึงเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งร่างกายและจิตใจ</p>	-	5
ขั้นสร้างความ สนใจ	2. ครูแสดงภาพผู้ป่วยที่เกิดจากความผิดปกติต่อมไทรอยด์และใช้คำถามกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ดังนี้	- คำถามเกี่ยวกับความผิดปกติของต่อมไร้ท่อ	5

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา (นาที)
	<p>2.1 นักเรียนคิดว่าความผิดปกติในภาพมีสาเหตุมาจากอะไร</p> <p>2.2 นักเรียนคิดว่าส่วนใดในร่างกายที่มีผลต่อความผิดปกติในภาพดังกล่าว เกิดจากต่อมชนิดใดในร่างกายเรา</p> <p>2.3 นักเรียนคิดว่าต่อมไร้ท่อมีความสำคัญต่อร่างกายหรือไม่ อย่างไร</p> <p>2.5 ครูยกตัวอย่างเหตุการณ์ไฟไหม้ แล้วคนสามารถยกตู้เย็นหนัก ๆ ได้ แม้ไม่เคยยกได้มาก่อน ผลมาจากต่อมไร้ท่อในร่างกายที่ผลิตฮอร์โมนขึ้นมาส่งไปยังอวัยวะเป้าหมาย ทำให้เราสามารถยกตู้เย็นหนัก ๆ ได้ และทำไมเราจึงรู้สึกง่วงนอนในเวลากลางคืนแต่กระปรี้กระเปร่าในเวลากลางวัน เกิดจากต่อมไร้ท่อหลังฮอร์โมนซีโรโทนินตอนมีแสงสว่างและหลังฮอร์โมนเมลาโทนินในเวลากลางคืน</p> <p>2.6 นักเรียนคิดว่าตัวอย่างที่ครูยกมานั้นในร่างกายเรายังมีการทำงานจากผลของฮอร์โมนอีกหรือไม่</p>	<p>- ภาพผู้ป่วยที่เกิดจากความผิดปกติของต่อมไทรอยด์</p>	
ขั้นสำรวจและค้นหา	<p>3. ใช้ฐานกิจกรรมเพื่อสืบค้นข้อมูล</p> <p>3.1 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่มให้ตัวแทนกลุ่มจับฉลากเพื่อสืบค้นข้อมูลศึกษาความรู้ตามฐานกิจกรรมที่จับฉลากได้ กำหนดเวลาให้ฐานละ 15 นาที โดยมีฐานกิจกรรม ดังนี้</p> <p>- ฐานกิจกรรมที่ 1 เรื่องการทดลองเกี่ยวกับ</p>	<p>- ใบความรู้และใบงานเรื่องโครงสร้างของต่อมมีท่อและต่อมไร้ท่อ</p> <p>- ใบความรู้และใบงานเรื่องการ</p>	70

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา (นาที)
	<p>ต่อมไร้ท่อที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบ</p> <p>- ฐานกิจกรรมที่ 2 เรื่อง โครงสร้างของต่อมมีท่อและต่อมไร้ท่อ</p> <p>- ฐานกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ประเภทของฮอร์โมน</p> <p>- ฐานกิจกรรมที่ 4 เรื่อง ตำแหน่งของ</p> <p>ต่อมไร้ท่อที่สำคัญในร่างกายมนุษย์</p> <p>3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสืบค้นข้อมูลและทำใบงานตามฐานในเวลาที่กำหนด</p> <p>4. ครูเป็นผู้ให้สัญญาณการเปลี่ยนฐานเมื่อหมดเวลา</p> <p>5. ให้นักเรียนเปลี่ยนฐานกิจกรรมตามลำดับ โดยทุกกลุ่มต้องสืบค้นข้อมูลศึกษาความรู้ทั้งหมดให้ครบทั้ง 4 ฐาน</p> <p>6. แต่ละกลุ่มสรุปความรู้ที่ศึกษาทั้ง 4 เรื่อง</p>	<p>ทดลองเกี่ยวกับต่อมไร้ท่อที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบ</p> <p>- ใบความรู้และใบงานเรื่องตำแหน่งของต่อมไร้ท่อที่สำคัญในร่างกายมนุษย์</p> <p>- ใบความรู้และใบงานเรื่องประเภทของฮอร์โมน</p> <p>- ใบความรู้และใบงานเรื่องโครงสร้างของต่อมมีท่อและต่อมไร้ท่อ</p> <p>- ใบความรู้และใบงานเรื่องการทดลองเกี่ยวกับต่อมไร้ท่อที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบ</p> <p>- ใบความรู้และใบงานเรื่องตำแหน่งของต่อมไร้ท่อที่</p>	

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (ต่อ)

ขั้นตอนการ เรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา (นาที)
		<p>สำคัญในร่างกาย มนุษย์</p> <ul style="list-style-type: none"> - ใบความรู้และใบงานเรื่องประเภทของฮอร์โมน - กระดาษสำหรับเขียนผังกราฟิก - ปากกาเมจิก 	
<p>ขั้นอธิบาย</p>	<p>7. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายความรู้ที่ได้จากการเข้าฐานกิจกรรมทั้ง 4 ฐานและสรุปความรู้ที่ได้ แล้วให้แต่ละกลุ่มเขียนผังกราฟิกสรุปความรู้ที่ได้ทั้ง 4 ฐาน</p> <p>8. ตัวแทนกลุ่มนำเสนอผังกราฟิกตามหัวข้อที่กลุ่มจับฉลากได้ 1 เรื่อง</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ผังกราฟิกกลุ่มและใบงานเรื่องโครงสร้างของต่อมมีท่อและต่อมไร้ท่อ - ผังกราฟิกกลุ่มและใบงานเรื่องการทดลองต่อมไร้ท่อที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบ - ผังกราฟิกกลุ่มและใบงานเรื่องตำแหน่งของต่อมไร้ท่อที่สำคัญในร่างกายมนุษย์- ผังกราฟิกกลุ่มและใบ 	<p>50</p>

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา (นาที)
ขั้นขยายความรู้	9. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเรื่องประวัติการค้นพบฮอร์โมนโดยใช้ใบความรู้ที่ 5	งานเรื่องฮอร์โมน - ใบความรู้เรื่องประวัติการค้นพบฮอร์โมน	5
ขั้นประเมินผล	10. ครูถามคำถามเกี่ยวกับต่อมไร้ท่อดังนี้ (ตอบลงในสมุดบันทึก) - ต่อมไร้ท่อและต่อมมีท่อแตกต่างกันอย่างไร - ต่อมไร้ท่อในร่างกายมีหน้าที่อะไรและมีการทำงานอย่างไร - ฮอร์โมนที่ต่อมไร้ท่อสร้างขึ้นแบ่งเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง	- คำถามเกี่ยวกับต่อมไร้ท่อ	5
ขั้นนำความรู้ไปใช้	11. นักเรียนชมวิดิทัศน์เกี่ยวกับการใช้ยาคุมกำเนิด 12. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายประเด็นอภิปรายดังนี้ - ยาคุมกำเนิดมีกลไกการทำงานอย่างไร - ยาคุมกำเนิดมีผลดีและผลเสียต่อการทำงานของร่างกายอย่างไร - บอกแนวทางการปฏิบัติตนให้ปลอดภัยจากการบริโภคยาคุมกำเนิด	- วิดิทัศน์การใช้ยาคุมกำเนิดช่วยทำให้ผิวขาวขึ้นได้จริงหรือไม่ - คำถามเกี่ยวกับการนำความรู้ไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน	10

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ใบความรู้และใบงาน เรื่อง โครงสร้างของต่อมมีท่อและต่อมไร้ท่อ
2. ใบความรู้และใบงาน เรื่อง การทดลองเกี่ยวกับต่อมไร้ท่อที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบ
3. ใบความรู้และใบงาน เรื่อง ตำแหน่งของต่อมไร้ท่อที่สำคัญในร่างกายมนุษย์

4. ใบความรู้และใบงาน เรื่องประเภทของฮอว์โมน
5. ใบความรู้เรื่องประวัติการค้นพบฮอว์โมน
6. ภาพผู้ป่วยที่เกิดจากความผิดปกติของต่อมไทรอยด์
7. กระดาษสำหรับเขียนผังกราฟิก
8. ปากกาเมจิก
9. วิดีทัศน์เกี่ยวกับการใช้ยาคุมกำเนิดช่วยให้ผิวขาวขึ้นได้จริงหรือไม่
10. หนังสือเรียนรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เล่ม 2 ของ สสวท. เรื่องต่อมไร้ท่อ หน้า 145

การวัดผลและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การประเมิน
1. ด้านความรู้(K)			
- นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาการเจริญของลักษณะที่สองของเพศในไก่ได้อย่างถูกต้อง	- การตอบคำถามจากใบงาน	- ใบงานเรื่องการทดลองเกี่ยวกับต่อมไร้ท่อที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบ	-นักเรียนสามารถทำใบงานได้ ถูกต้องร้อยละ 70
- นักเรียนสามารถระบุตำแหน่งของต่อมไร้ท่อที่สำคัญในร่างกายของมนุษย์ได้ถูกต้อง	- การตอบคำถามจากใบงาน	- ใบงานเรื่องตำแหน่งของต่อมไร้ท่อที่สำคัญในร่างกายมนุษย์	-นักเรียนสามารถทำใบงานได้ ถูกต้องร้อยละ 70
- นักเรียนสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างโครงสร้างของต่อมมีท่อและต่อมไร้ท่อได้อย่างถูกต้อง	- การตอบคำถามจากใบงาน	- ใบงานเรื่องโครงสร้างของต่อมมีท่อและต่อมไร้ท่อ	-นักเรียนสามารถทำใบงานได้ ถูกต้องร้อยละ 70
- นักเรียนสามารถจำแนกประเภทของฮอว์โมนได้อย่างถูกต้อง	- การตอบคำถามจากใบงาน	- ใบงานเรื่องประเภทของฮอว์โมน	-นักเรียนสามารถทำใบงานได้ ถูกต้องร้อยละ 70

การวัดผลและประเมินผล (ต่อ)

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การประเมิน
2. ด้านทักษะกระบวนการ (P) - นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ - นักเรียนสามารถสร้างผังกราฟิกสรุปความรู้ได้ถูกต้อง	- การตอบคำถามในสมุดบันทึกวิชาชีววิทยา - ประเมินความสามารถในการสร้างผังกราฟิก	- สมุดบันทึกชีววิทยา - ผังกราฟิกเรื่องโครงสร้างของต่อมมีท่อและต่อมไร้ท่อ - ผังกราฟิกเรื่องการทดลองเกี่ยวกับต่อมไร้ท่อที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบ - ผังกราฟิกเรื่องตำแหน่งของต่อมไร้ท่อที่สำคัญในร่างกายมนุษย์	- นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องร้อยละ 70 - นักเรียนสามารถเขียนผังกราฟิกได้ถูกต้องระดับพอใช้ขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) - นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน - นักเรียนมีความใฝ่รู้ใฝ่เรียนรักการอ่านและค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง	- สังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียน - สังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียน	- ผังกราฟิกเรื่องประเภทของฮอร์โมน - แบบประเมินการสังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- นักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ - นักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้

การวัดผลและประเมินผล (ต่อ)

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือวัดและ ประเมินผล	เกณฑ์การประเมิน
- นักเรียนมีจิตใจเปิดกว้าง เชื่อ ในเหตุผล เปลี่ยนแปลงความ คิดเห็นของตนเองได้ตามข้อมูล และหลักฐานใหม่ที่ได้รับ	- สังเกตการ ทำกิจกรรม ของนักเรียน	- แบบประเมินการ สังเกตคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ -แบบประเมิน พฤติกรรมการทำงาน กลุ่ม - แบบประเมินการ สังเกตคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ -แบบประเมิน พฤติกรรมการทำงาน กลุ่ม	- นักเรียนผ่าน เกณฑ์การประเมิน ที่ตั้งไว้

บันทึกหลังสอน

ผลการจัดการเรียนการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค/ข้อบกพร่องที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(.....)

ตำแหน่ง

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

สมาชิกในกลุ่ม 1. 2.
 3. 4.
 5. 6.
 7. 8.

คำชี้แจง: ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

พฤติกรรมที่สังเกต	คะแนน			
	3	2	1	0
1. มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น				
2. มีความกระตือรือร้นในการทำงาน				
3. รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย				
4. มีขั้นตอนในการทำงานอย่างเป็นระบบ				
5. ใช้เวลาในการทำงานอย่างเหมาะสม				
รวม				

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ทำเป็นประจำ ให้ 3 คะแนน
 พฤติกรรมที่ทำเป็นบางครั้ง ให้ 2 คะแนน
 พฤติกรรมที่ทำน้อยครั้ง ให้ 1 คะแนน
 ไม่ทำพฤติกรรมนี้เลย ให้ 0 คะแนน

เกณฑ์การประเมิน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
11-15	ดี
6-10	ปานกลาง
0-5	ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน

ได้ระดับปานกลางขึ้นไป

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

แบบประเมินการสังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			
	4	3	2	1
1. มุ่งมั่นในการทำงาน				
2. ใฝ่เรียน ใฝ่รู้ รักการอ่านและค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง				
3. มีจิตใจเปิดกว้าง เชื่อในเหตุผล เปลี่ยนแปลงความคิดเห็นของตนเองได้ตามข้อมูลและหลักฐานใหม่ที่ได้รับ				

เกณฑ์การประเมิน

4 หมายถึง ระดับดีมาก

3 หมายถึง ระดับดี

2 หมายถึง ระดับพอใช้

1 หมายถึง ระดับต้องปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน

ผ่านเกณฑ์ระดับ ดี ขึ้นไป

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

แบบวัดความสามารถในการสร้างผังกราฟิก

รายการประเมิน	คะแนน			
	3	2	1	0
1. ความถูกต้องของเนื้อหา				
2. การจัดระบบในการนำเสนอ				
3. การใช้สีแสดงการวิเคราะห์และเชื่อมโยงความคิด				
4. ความมีระเบียบในการทำงาน				
5. ความคิดสร้างสรรค์				

เกณฑ์การประเมิน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
11-15	ดี
6-10	พอใช้
0-5	ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน

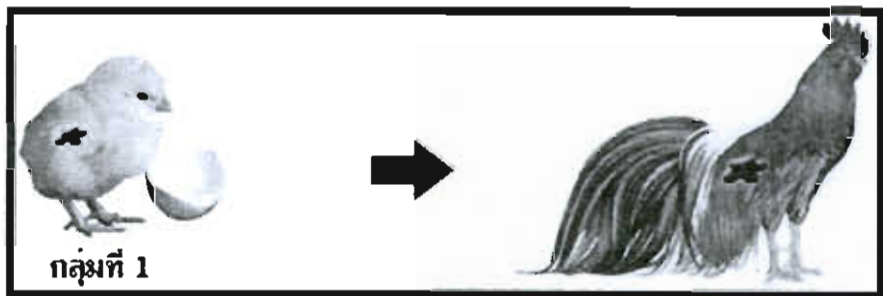
ผ่านเกณฑ์ได้ระดับพอใช้ขึ้นไป

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

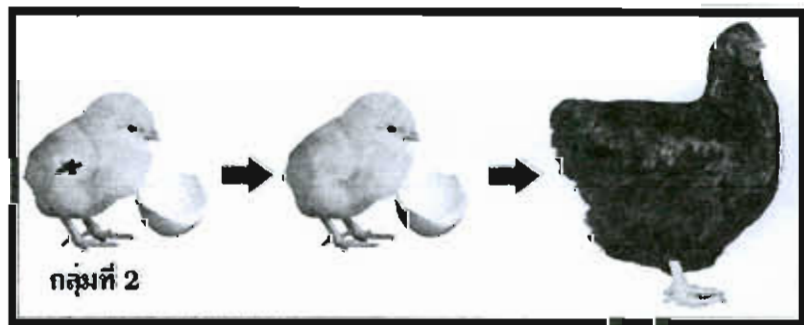
ใบความรู้ที่ 1 เรื่องการทดลองเกี่ยวกับต่อมไร้ท่อที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบ

จากการทดลองของศาสตราจารย์อาร์โนลด์ เอ. เบอร์โทลด์ (Professor Arnold A. Berthold) นักสรีรวิทยาชาวเยอรมัน (1803-1861) ที่เมืองกือตทิงเก็น ในปี ค.ศ.1849 ได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของลูกไก่เพศผู้ไปเป็นไก่เพศผู้ที่โตเต็มวัย โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

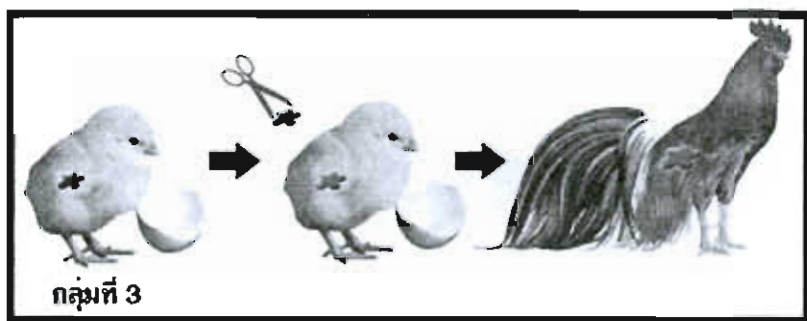
กลุ่มที่ 1 เป็นลูกไก่ปกติ ที่ปล่อยให้มีการเจริญเป็นไก่เพศผู้ตามปกติ พบว่าลูกไก่เจริญเติบโตเป็นไก่เพศผู้ตามปกติ มีหงอน มีเหนียงคอยาวและหางยาว รักการต่อสู้



กลุ่มที่ 2 เป็นลูกไก่ที่ถูกตัดลูกอัณฑะออก แล้วติดตามสังเกตการเจริญเติบโตและลักษณะของลูกไก่ จนเจริญเป็นไก่ที่โตเต็มวัย พบว่าเมื่อโตเต็มวัยจะมีลักษณะคล้ายไก่เพศเมีย คือ มีหงอนและเหนียงคอสั้น ขนหางสั้น และมีนิสัยไม่ค่อยต่อสู้กับไก่ตัวอื่น



กลุ่มที่ 3 เป็นลูกไก่ที่ถูกตัดลูกอัณฑะออก แต่นำอัณฑะของลูกไก่ตัวอื่น มาใส่ที่ในตำแหน่งได้อัณฑะเดิม เล็กน้อย พบต่อมาว่าอัณฑะใหม่มีเลือดมาหล่อเลี้ยงและสามารถทำงานได้ เมื่อลูกไก่เจริญเติบโตต่อไปจนเต็มวัยมีลักษณะเป็นไก่เพศผู้ตามปกติ มีหงอน มีเหนียงคอยาวและหางยาว รักการต่อสู้



จากการสังเกตการณ์เจริญเติบโตของลูกไก่ทั้ง 3 กลุ่ม พบว่า

กลุ่มที่ 1 มีการเจริญเติบโตเป็นไก่เพศผู้ตามปกติ คือ มีหงอน เหนียง คอยาว ขนหางยาว และมีนิสัยรักการต่อสู้ ปราดเปรียว

กลุ่มที่ 2 มีลักษณะของลูกไก่เพศเมีย คือ มีหงอน เหนียงและคอสั้น ขนหางสั้น และมีนิสัยไม่ค่อยต่อสู้กับไก่ตัวอื่น

กลุ่มที่ 3 มีเส้นเลือดมาหล่อเลี้ยงบริเวณอวัยวะที่ใส่แทนที่จำนวนมาก และเจริญเติบโตต่อไปจนเต็มวัยมีลักษณะเป็นไก่เพศผู้ตามปกติ มีหงอน มีเหนียงคอยาวและหางยาว รักการต่อสู้

ใบงานที่ 1 เรื่อง การทดลองเกี่ยวกับต่อมไร้ท่อที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบ

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ชั้น ม.5/.....

คำสั่ง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันวิเคราะห์การทดลองของศาสตราจารย์อาร์โนลด์ เอ. เบร์ทโฮลด์ (Professor Arnold A. Berthold) แล้วตอบคำถามลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. จากการทดลองของศาสตราจารย์อาร์โนลด์ เอ. เบร์ทโฮลด์ นักเรียนตั้งสมมติฐานได้ว่าอย่างไร

.....

2. อังวะจะมีผลต่อการแสดงลักษณะเพศผู้ของไก่หรือไม่ อย่างไร

.....

3. จากการทดลองกลุ่มที่ 3 นักเรียนคิดว่าไก่สามารถเจริญเป็นไก่เพศผู้ตามปกติได้อย่างไร

.....

4. สรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร

.....

ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง ประเภทของฮอร์โมน

ฮอร์โมนแบ่งตามองค์ประกอบทางเคมีเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. เอมีน: เอมีนฮอร์โมน เป็นฮอร์โมนที่มีขนาดเล็ก ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และไนโตรเจน สังกะหร้าห้มาจากกรดอะมิโนไทโรซีน (Tyrosine) เป็นสารประเภทอนุพันธ์ของอะมิโน (Amino Acid Derived hormone) ซึ่งทั้งหมดนี้มีหมู่เอมีน (NH_2) อยู่ด้วย มีผลที่เชื่อมั้เซลล์ของอวัยวะเป้าหมาย เช่น
 - 1.1 ฮอร์โมนเอพิเนฟริน (Epinephrine) และนอร์เอพิเนฟริน (Norepinephrine) จากต่อมหมวกไต
 - 1.2 ฮอร์โมนไทรอกซีน (Thyroxine) จากต่อมไทรอยด์
 - 1.3 ฮอร์โมนเมลาโทนิน (Melatonin) จากต่อมไพเนียล
2. โปริตีน: โปริตีนฮอร์โมนส่วนใหญ่เป็นเปปไทด์ฮอร์โมน ซึ่งประกอบด้วยกรดอะมิโนจำนวนแตกต่างกัน ต่อกันเป็นสายเปปไทด์ (Peptide Chain)
 - 2.1 ฮอร์โมนกลุ่มโทรปีกฮอร์โมน (Tropic Hormone) และโกนาโดโทรปิน (Gonadotropin) จากต่อมใต้สมองส่วนหน้า ได้แก่ LH, FSH, HCG และTSH
 - 2.2 ฮอร์โมนออกซิโทซิน (Oxytocin) จากต่อมใต้สมองส่วนหลัง
 - 2.3 แอนตี้ไคยูเรติฮอร์โมน (Hormone=ADH) จากต่อมใต้สมองส่วนหลัง
3. สเตียรอยด์: สเตียรอยด์ฮอร์โมนทั้งหมดสังเคราะห์มาจากคอเลสเตอรอล (Cholesterol) เช่น
 - 3.1 ฮอร์โมนเพศ (Sex Hormone) เช่น เอสโตรเจน (Estrogen), เทสโทสเตอโรน (Testosterone)
 - 3.2 ฮอร์โมนจากต่อมหมวกไตส่วนนอก (Adrenal Cortex) เช่น แอลโดสเตอโรน (Aldosterone), คอร์ติซอล (Cortisol) รวมทั้งวิตามินดี (Vitamin D)

ใบงานที่ 2 เรื่อง ประเภทของฮอร์โมน

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ชั้น ม.5/.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนจำแนกประเภทของฮอร์โมนลงในตารางให้ถูกต้อง

- Epinephrine Estrogen Parathyroid Hormone Norepinephrine
- Testosterone Insulin Gonadotropin Aldosterone
- Cortisol Oxytocin Serotonin Thyroxine
- Tropic Hormone Antidiuretic Hormone Melatonin
- Thyrotropin Releasing Hormone



.....

.....

.....

เอมีนฮอร์โมน



.....

.....

.....

โปรตีนฮอร์โมน



.....

.....

.....

สเตียรอยด์ฮอร์โมน

ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง โครงสร้างต่อมมีท่อและต่อมไร้ท่อในร่างกายมนุษย์

ต่อมมีท่อ (Exocrine Glands) เป็นต่อมที่มีท่อสำหรับนำสิ่งขับออก เช่น สารคัดหลั่งและเอนไซม์ต่าง ๆ ไปยังบริเวณที่จะใช้ประโยชน์ ได้แก่ ต่อมเหงื่อ ต่อมน้ำลาย ต่อมไขมัน เป็นต้น

ถ้าจำแนกของต่อมตามรูปร่างลักษณะจะแบ่งออกเป็น 2 ต่อมน คือ

1. ต่อมซิมเพล (Simple Glands) เป็นต่อมที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ประกอบด้วยกลุ่มของเซลล์ที่ทำหน้าที่สร้างสิ่งขับออก (Secretory Unit) สู่อินทรีย์โดยตรง
2. ต่อมคอมพาวด์ (Compound Glands) ต่อมนชนิดนี้คล้ายกับต่อมซิมเพล แต่โครงสร้างซับซ้อนกว่า เนื่องจากต่อมมีท่อนำสิ่งขับออกมีแขนงจำนวนมาก และติดต่อกับกลุ่มเซลล์ที่ทำหน้าที่สร้างสิ่งขับออกจำนวนมาก

ต่อมไร้ท่อ (Endocrine System) ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ที่ทำหน้าที่สร้างและหลั่งฮอร์โมน (Hormones) แล้วส่งออกนอกตัวเซลล์โดยผ่านทางกระแสเลือด หรือน้ำเหลืองไปยังเป้าหมาย

ลักษณะโครงสร้างของต่อมไร้ท่อ โดยทั่วไป ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ

1. เนื้อต่อม (parenchyma) ประกอบด้วย เซลล์เนื้อเยื่อชนิดที่เรียกว่า Secretory Cells และเป็นเซลล์สำคัญที่สร้างฮอร์โมน ซึ่งเซลล์เหล่านี้อาจเรียงตัวเป็นกลุ่ม (Clumps) ขดเป็นกลุ่ม (Cord) หรือแผ่น (Plates) โดยมีเส้นเลือดฝอยชนิด Fenestreted หรือ Sinusoid Capillaries และเส้นน้ำเหลืองจำนวนมากแทรกอยู่ เพื่อทำหน้าที่หลั่งและลำเลียงฮอร์โมนออกจากเนื้อต่อมเข้าสู่วงจรไหลเวียนของกระแสเลือดไปกระตุ้นอวัยวะต่างๆตามเป้าหมาย (Target Organs) ที่อยู่ห่างไกล
2. โครงสร้างพุงเนื้อต่อม (Stroma) ประกอบด้วย เนื้อประสานโดยเป็นเปลือกหุ้มและโครงสร้างให้เซลล์ของเนื้อต่อมเกาะ ในต่อมไร้ท่อบางชนิดพบมีส่วนของเปลือกหุ้มยื่นเข้าไปแบ่งเนื้อต่อมออกเป็น ส่วน เรียกว่า Trabeculae

ใบงานที่ 3 เรื่อง โครงสร้างต่อมมีท่อและต่อมไร้ท่อในร่างกายมนุษย์

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ชั้น ม.5/.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. สารที่ต่อมมีท่อสร้างขึ้น ลำเลียงไปสู่อวัยวะเป้าหมายต่าง ๆ ในร่างกาย ได้อย่างไร

.....

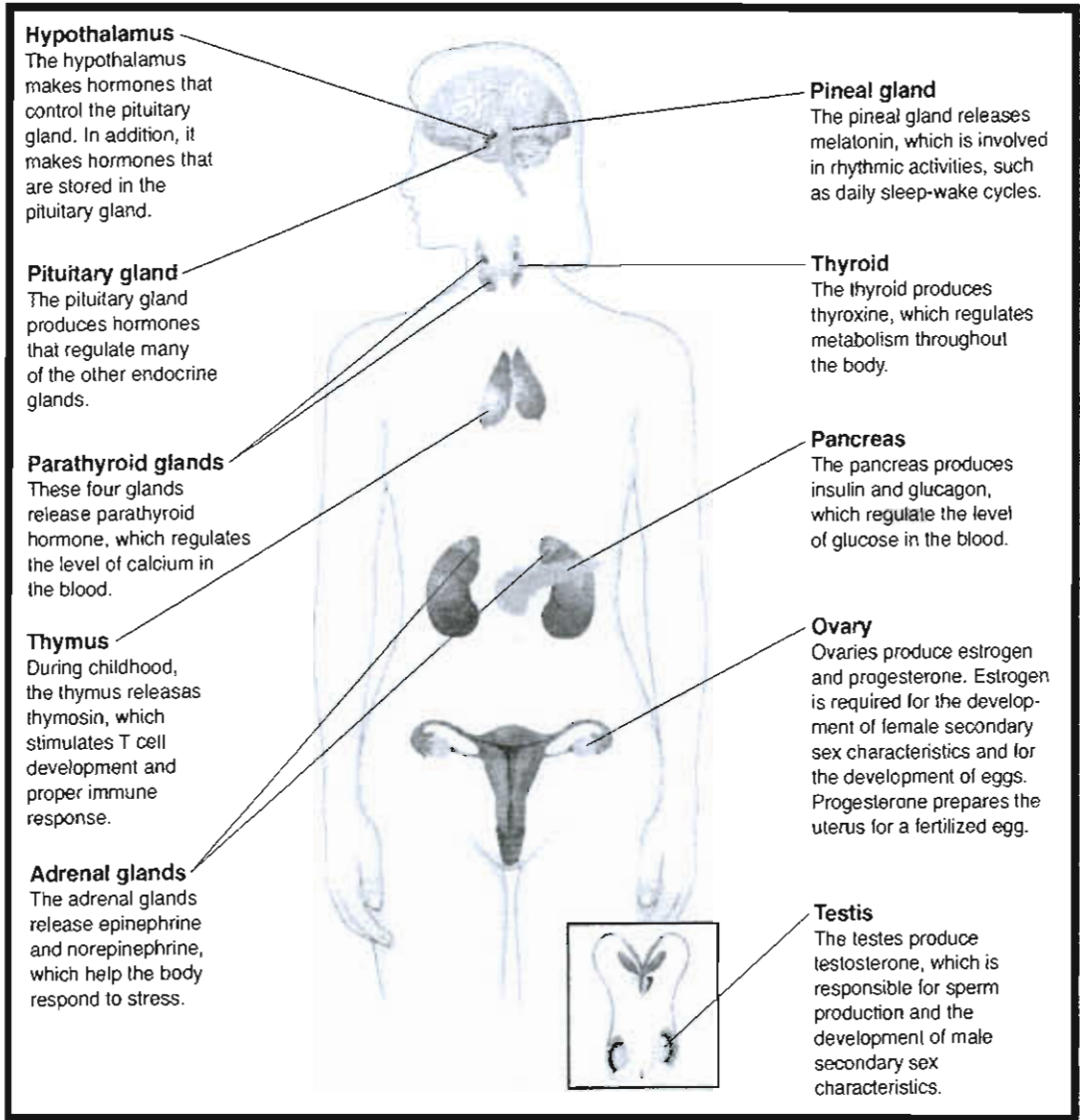
2. สารที่ต่อมไร้ท่อสร้างขึ้น ลำเลียงไปสู่อวัยวะเป้าหมายต่าง ๆ ในร่างกาย ได้อย่างไร

.....

3. เมื่อฮอร์โมนถูกลำเลียงไปยังอวัยวะเป้าหมายจะส่งผลกระทบต่อเซลล์เป้าหมายอย่างไร

.....

ใบความรู้ที่ 4 เรื่อง ตำแหน่งของต่อมไร้ท่อที่สำคัญในร่างกายมนุษย์



ที่มา : Miller, Levine. (2006). *Prentice Hall Biology*: 998.

ภาพ แสดงตำแหน่งของต่อมไร้ท่อที่สำคัญในร่างกายมนุษย์

ใบงานที่ 4 เรื่องตำแหน่งของต่อมไร้ท่อที่สำคัญในร่างกายมนุษย์

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ชั้น ม.5/.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. ต่อมที่พบอยู่ติดกับส่วนล่างของสมองส่วนไฮโปทาลามัส

คือ.....

2. ต่อมที่พบอยู่ติดกับด้านหลังของต่อมไทรอยด์ 2 ข้าง

คือ.....

3. ต่อมที่พบอยู่ทางด้านบนซ้ายของช่องท้อง

คือ.....

4. ต่อมที่พบอยู่บริเวณกึ่งกลางของสมองส่วนซีรีบรัมซัยและขวา

คือ.....

5. ต่อมที่พบอยู่บริเวณคอใต้ลูกกระเดือกติดกับบริเวณกล่องเสียง

คือ.....

6. ต่อมที่พบอยู่บริเวณทรงอกรอบเส้นเลือดใหญ่ของหัวใจ

คือ.....

7. ต่อมที่พบอยู่ด้านบนของไตทั้งสองข้าง

คือ.....

ใบความรู้ที่ 5 เรื่อง ประวัติการค้นพบฮอร์โมน

ประวัติการค้นพบฮอร์โมนนั้นเริ่มจากการทดลองของ ศาสตราจารย์ อาร์โนลด์ เอ. เบร์โทลด์ (Professor Arnold A. Berthold) นักสรีรวิทยาชาวเยอรมัน โดยในปี พ.ศ. 2391 อาร์โนลด์ได้ทำการเปลี่ยนโครงสร้างร่างกายของของไก่เพศผู้ โดยแบ่งออก 3 กลุ่ม กลุ่มแรก ให้ลูกไก่เจริญเติบโตตามปกติ กลุ่มที่สอง ทำการตัดอวัยวะของลูกไก่ออก และกลุ่มที่สาม ทำการตัดอวัยวะของลูกไก่ออก แล้วนำอวัยวะของลูกไก่อีกตัวอื่นมาใส่ที่ได้ตำแหน่งอวัยวะเดิมเล็กน้อย

Arnold A. Berthold



ที่มา: <http://vcharkarn.com/varticle/wp-content/uploads/sites/6/2013/07/012.jpg>

ผลการทดลองของอาร์โนลด์ปรากฏว่า ลูกไก่กลุ่มแรกและกลุ่มที่สามซึ่งได้รับการต่ออวัยวะจากไก่ตัวอื่น สามารถเจริญเติบโตไปเป็นไก่ตัวผู้ตามปกติ ในขณะที่ลูกไก่ในกลุ่มที่สองที่โดนตัดอวัยวะออก กลับเจริญเติบโตมามีลักษณะคล้ายกับไก่เพศเมีย ดังนั้นลักษณะเพศผู้ของลูกไก่จึงไม่ได้เกี่ยวข้องกับโครโมโซมเพศผู้แต่เพียงอย่างเดียวเท่านั้นแต่ยังเกี่ยวข้องกับกลไกการทำงานของสิ่งอื่นด้วย

ต่อมาในปี พ.ศ.2446 วิลเลียม เบย์ลิสส์ (William Bayliss) และ เออร์เนสต์ สตาร์ลิง (Ernest Starling) นักสรีรวิทยาชาวอังกฤษ ได้เกิดความสงสัยว่า น้ำย่อยถูกผลิตออกมาเพื่อช่วยในการย่อยอาหาร เมื่ออาหารเคลื่อนตัวจากท้องสู่ลำไส้แล้วสิ่งใดที่เป็นตัวกระตุ้นให้ตับอ่อนปล่อยสารพิเศษออกมาช่วยในการย่อยอาหาร

เบย์ลิสส์และสตาร์ลิงจึงได้ทดลองนำเลือดของสุนัขซึ่งกินอาหารเสร็จเรียบร้อยแล้ว มาฉีดใส่ในสุนัขตัวที่สองซึ่งยังไม่ได้กินอาหารเลย และผลก็ปรากฏว่าสุนัขตัวที่สองเกิดการหลั่งน้ำย่อยออกจากตับอ่อน สร้างความประหลาดใจให้แก่พวกเขาทั้งสองคนเป็นอย่างมาก



ที่มา: <http://vcharkarn.com/varticle/wp-content/uploads/sites/6/2013/07/William-Bayliss-horz.jpg>

ทั้งเบย์ลิสส์และสตาร์ลิ่ง ต่างเชื่อว่าที่ตับอ่อนสามารถหลั่งน้ำย่อยได้นั้นเป็นเพราะมีการส่งสัญญาณไปทางกระแสประสาท พวกเขาจึงเริ่มทำการทดลองโดยมัดปลายทั้งสองข้างของลำไส้เล็กส่วนกลาง หรือที่เรียกกันว่า Jejunum และผ่าตัดเอาเส้นประสาททั้งหมดออก เหลือไว้เพียงแต่เส้นเลือดแดงและดำเท่านั้น ซึ่งจุดประสงค์ก็เพื่อให้ตับอ่อนหยุดการหลั่งน้ำย่อย แต่ผลการทดลองนี้กลับทำให้เบย์ลิสส์และสตาร์ลิ่งต่างตกใจ เมื่อพบว่าตับอ่อนไม่ได้เกิดการหยุดหลั่งน้ำย่อย แต่ยังสามารถหลั่งน้ำย่อยออกมาได้แถมยังหลั่งออกในอัตราเท่าเดิมอีกด้วย

การทดลองของทั้งสองจึงไม่ได้จบอยู่เพียงแค่นั้น เขาทั้งสองยังคงเริ่มทำการทดลองเพื่อค้นหาคำตอบต่อไป โดยการขูดเมือกบริเวณ Jejunum และฉีดเข้าเส้นเลือดสุนัข ผลปรากฏว่า ตับอ่อนสามารถหลั่งน้ำย่อยออกมาได้อีก ดังนั้นเบย์ลิสส์และสตาร์ลิ่งจึงต่างคิดว่า ต้องมีสารบางอย่างอยู่ที่ผนังเมือกของลำไส้เล็ก ซึ่งพวกเขาเรียกมันว่า “ซีคริติน” (secretin)

ต่อมาจึงมีการบัญญัติคำใหม่เพื่อใช้เรียกกลุ่มของสารเคมีนี้ว่า “ฮอร์โมน” ซึ่งมีรากศัพท์มาจากคำว่า “horman” แปลว่ากระตุ้น หรือทำให้เคลื่อนไหวนั่นเอง

หลังจากนั้นต่อมา ฮอร์โมนอีกหลายชนิดซึ่งผลิตจากส่วนต่าง ๆ ของร่างกายก็ถูกค้นพบขึ้น ทั้งฮอร์โมนผลิตจากต่อมใต้สมอง ต่อมหวมวกไตต่อมไทรอยด์ ต่อมพาราไทรอยด์ ต่อมไพเนียล ต่อมไทมัส อวัยวะสืบพันธุ์ หรือกลุ่มเซลล์ไอส์เลตออฟแลงเกอร์ฮานส์ ทั้งยังได้มีการศึกษาถึงโครงสร้างของเหล่าฮอร์โมนชนิดนั้น ๆ อีกด้วย

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา

เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557

ชื่อ..... เลขที่..... ชั้น.....

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) คำตอบที่ถูกต้องที่สุดลงในกระดาษคำตอบ
 2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ
 3. ห้ามนำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกจากห้องสอบ
 4. ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 50 นาที
-

1. การที่ไ้แก่เพศผู้มีหองนและขนยาวกว่าตัวเมีย เป็นเพราะการทำงานของฮอร์โมนใด

ก. Cortisone	ข. Estrogen
ค. Testosterone	ง. Glucagon
2. จากการทดลองของอาร์โนล เอ เบอร์โทลด์ โดยตัดเอาอวัยวะของลูกไก่ออก เมื่อสังเกตจนเจริญ เป็นไก่ตัวเต็มวัยจะมีลักษณะอย่างไร

ก. มีลักษณะเป็นเพศเมีย	ข. มีลักษณะเป็นเพศผู้
ค. ไม่มีการเจริญเติบโต	ง. ไม่มีข้อใดถูก
3. จากการทดลองของอาร์โนล เอ เบอร์โทลด์ โดยตัดอวัยวะของลูกไก่ออก จากนั้นนำอวัยวะลูกไก่ อีกตัวหนึ่งมาปลูกถ่ายลงในบริเวณช่องท้องตรงตำแหน่งที่ต่ำกว่าตำแหน่งอวัยวะเดิม ผลการทดลอง จะเป็นอย่างไร

ก. มีลักษณะของไก่เพศผู้	ข. มีลักษณะเป็นไก่เพศเมีย
ค. ไม่มีการเจริญเติบโต	ง. ไม่มีข้อใดถูก
4. อวัยวะของไก่เพศผู้จากการทดลองอาร์โนล เอ เบอร์โทลด์ทำหน้าที่ใด
 - ก. สร้างพลังงาน
 - ข. สร้างสารควบคุมการเจริญของลักษณะเพศเมียของไก่
 - ค. สร้างสารควบคุมการเจริญของลักษณะเพศผู้ของไก่
 - ง. ขับถ่าย
5. ข้อใดไม่ใช่หน้าที่ของฮอร์โมน gastrin
 - ก. กระตุ้นตับให้หลั่งน้ำดี
 - ข. กระตุ้นตับอ่อนให้หลั่งน้ำย่อย
 - ค. กระตุ้นให้กระเพาะอาหารหลั่งกรดไฮโดรคลอริก
 - ง. ควบคุมการเคลื่อนไหวของกระเพาะอาหารและลำไส้
6. ฮอร์โมนส่วนใหญ่เป็นสารประเภทใด

ก. โปรตีน เอมีน สเตรอยด์	ข. คาร์โบไฮเดรต โปรตีน วิตามิน
ค. เอมีน ไขมัน วิตามิน	ง. เอมีน โปรตีน เกลือแร่
7. ถ้าต่อมใต้สมองถูกทำลายการทำงานของต่อมไร้ท่อส่วนใหญ่มักจะผิดปกติยกเว้นข้อใด

ก. Testis, adrenal medulla	ข. Thyroid, adrenal cortex, ovary
ค. Ovary, testis, placenta	ง. Adrenal, medulla, parathyroid, thymus

8. Acromegaly เป็นโรคที่เกิดจากการมีฮอร์โมนใดมากเมื่อตอนเป็นผู้ใหญ่
- Growth hormone จาก posterior pituitary
 - Growth hormone จาก anterior pituitary
 - Gonadotrophins จาก posterior pituitary
 - Thyroxine จาก thyroid
9. ฮอร์โมนที่มีบทบาทสำคัญในการควบคุมเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต ได้แก่ข้อใด
- cortisol, insulin, melatonin
 - Glucagon, calcitonin, adrenalin
 - adrenalin, cortisol, glucagon
 - Insulin, adrenalin, oxytocin
10. ฮอร์โมนที่กระตุ้นการสร้างน้ำนม คือข้อใด
- โพรเจสเทอโรน
 - โพรแลคติน
 - เอสโตรเจน
 - เอนโดฟิน
11. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับฮอร์โมน Insulin
- มีหน้าที่ช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด
 - เป็นฮอร์โมนที่สร้างจาก α -cell ใน Islets of Langerhans
 - ถ้าขาดฮอร์โมน Insulin จะทำให้เป็นโรคเบาหวาน
- ข้อ 1 และ 2
 - ข้อ 2 และ 3
 - ข้อ 1 และ 3
 - ถูกทุกข้อ
12. หากร่างกายไม่ได้รับไอโอดีนติดต่อกันเป็นเวลานานๆ โรคที่น่าจะเป็นได้ง่ายที่สุดคือข้อใด
- คอหอยพอกและตาโปน
 - myxedema
 - คอหอยพอกและ myxedema
 - Grave's disease
13. ปัจจัยใดจำเป็นที่สุดสำหรับการเปลี่ยนสภาพจากลูกอ๊อดมาเป็นกบตัวน้อยๆ
- แคลเซียม
 - ไอโอดีน
 - วิตามินดี
 - แคลเซียมและฟอสฟอรัส

19. เหตุที่ชายคนนี้มีกำลังมากกว่าปกติ เนื่องจากมีฮอร์โมนใด ไปกระตุ้น
- ตับและกล้ามเนื้อหลังกลูโคสออกสู่กระแสเลือด
 - ตับอ่อนหลังอินซูลิน (insulin)
 - ตับอ่อนหลังกลูคากอน (glucagon)
 - ต่อมพาราไทรอยด์ปล่อยแคลเซียมออกมาสู่กระแสโลหิต
20. ถ้า 1 = estrogen, 2 = progesterone, 3 = lutinizing hormone ระดับฮอร์โมนหลังการตกไข่จะเป็นอย่างไร
- 1 ลดลง, 2 เพิ่มขึ้น, 3 ลดลง
 - 1 เพิ่มขึ้น, 2 เพิ่มขึ้น, 3 เพิ่มขึ้น
 - 1 ลดลง, 2 ลดลง, 3 ลดลง
 - 1 เพิ่มขึ้น, 2 เพิ่มขึ้น, 3 ลดลง
21. การชักนำให้กบตัวเมียสร้างและผลิตไข่ในห้องปฏิบัติการโดยการฉีดสารที่สกัดจากกบตัวอื่นเข้าที่หน้าท้องกบตัวเมียนั้น สารดังกล่าวสกัดได้จากส่วนใด
- ต่อมใต้สมอง
 - ต่อมไทรอยด์
 - ไข่กบ
 - อัณฑะ(testis)
22. ในวัยเด็กถ้าได้รับโกรทฮอร์โมน หรือ โซมาโตโทรฟิน มากเกินไป จะทำให้การเจริญเติบโตของร่างกายมีลักษณะอย่างไร
- ร่างกายเตี้ยแคระ
 - ร่างกายสูงผิดปกติ
 - กระดูกบริเวณใบหน้าเจริญผิดปกติ
 - ไม่สามารถทนต่อความเครียดได้
23. หญิงที่หมดประจำเดือนจะสูญเสียความสามารถของการควบคุมฮอร์โมนเพศแบบปกติย้อนกลับระหว่างต่อมใต้สมองและรังไข่ ระดับฮอร์โมนเพศในเลือดของหญิงวัยหมดประจำเดือนจะเป็นอย่างไร
- มี FSH และ LH ในระดับต่ำมาก และไม่มีรอบประจำเดือน
 - เฉพาะฮอร์โมนเอสโตรเจนเท่านั้นที่มีระดับต่ำกว่าหญิงในวัยเจริญพันธุ์
 - มีระดับเอสโตรเจนและโปรเจสเตอโรนต่ำกว่า แต่มี FSH และ LH สูงกว่า
 - กลับมามีสภาพเหมือนกับเด็กผู้หญิงก่อนถึงวัยเจริญพันธุ์
24. หากต่อมใต้สมองทุกๆ โคนทำลาย ผลที่เกิดขึ้นมาภายหลังใน 3 สัปดาห์ คือข้อใด
- ตาย
 - ปีศาจระมาก
 - เกิดเป็นโรคเบาหวาน
 - หมดความรู้สึกลงทางเพศ
25. การที่ฝังงานเป็นหมันเป็นเพราะเหตุใด
- ราชินีฝังไม่เอาใจใส่
 - ได้รับฟีโรโมนจากราชินีฝัง

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557

- | | |
|-------|-------|
| 1. ค | 16. ข |
| 2. ก | 17. ก |
| 3. ก | 18. ง |
| 4. ค | 19. ก |
| 5. ค | 20. ก |
| 6. ก | 21. ก |
| 7. ง | 22. ข |
| 8. ข | 23. ก |
| 9. ค | 24. ก |
| 10. ข | 25. ข |
| 11. ค | 26. ง |
| 12. ค | 27. ข |
| 13. ข | 28. ก |
| 14. ค | 29. ค |
| 15. ก | 30. ง |

แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557

ชื่อ..... เลขที่..... ชั้น.....

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ที่กำหนดให้แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) คำตอบที่ถูกต้องที่สุดลงในกระดาษคำตอบ
 2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ
 3. ห้ามนำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกจากห้องสอบ
 4. ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 50 นาที
-

จงอ่านสถานการณ์ที่ 1 แล้วตอบคำถามข้อ 1-3

สถานการณ์ที่ 1 การรักษาไทรอยด์เป็นพิษด้วยการผ่าตัด จะทำการผ่าตัดบริเวณลำคอโดยการวางยาสลบและตัดเนื้อไทรอยด์ส่วนเกินออกให้เหลือเนื้อไทรอยด์อยู่ในระดับใกล้เคียงกับคนปกติ วิธีนี้หลังผ่าตัดผู้ป่วยจะหายจากอาการของไทรอยด์เป็นพิษทันที แต่มีข้อเสียตรงที่วางยาสลบและอาจเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนขึ้น เช่น เสียงแหบ มือชา ฯลฯ ภาวะแทรกซ้อนดังกล่าวพบได้ไม่บ่อยนัก รวมแล้วไม่ถึงร้อยละ 5 แต่อาจเป็นภาวะที่มีผลต่อกิจวัตรตลอดชีวิต ดังนั้นแพทย์จึงมักจะมี ความลังเลในการตัดสินใจผ่าตัด

1. ข้อใดคือใจความสำคัญของบทความนี้
 - ก. หลังผ่าตัดผู้ป่วยจะหายจากอาการของไทรอยด์เป็นพิษอย่างช้าๆ
 - ข. เมื่อผ่าตัดรักษาไทรอยด์เป็นพิษแล้วผู้ป่วยจะมีภาวะแทรกซ้อนทุกคน
 - ค. โรคไทรอยด์เป็นพิษรักษาให้หายขาดได้
 - ง. การรักษาไทรอยด์เป็นพิษทำการผ่าตัดโดยการวางยาสลบ
2. เพราะเหตุใดแพทย์จึงลังเลในการผ่าตัดรักษาไทรอยด์เป็นพิษ
 - ก. เสียค่าใช้จ่ายมาก
 - ข. ผู้ป่วยเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อน
 - ค. ผู้ป่วยนิยมรับประทานยารักษาเอง
 - ง. หายช้า
3. จากบทความข้อใดสัมพันธ์กันน้อยที่สุด
 - ก. ไทรอยด์เป็นพิษ: ผ่าตัด
 - ข. ภาวะแทรกซ้อน: เสียงแหบ
 - ค. คนปกติ: ไทรอยด์เป็นพิษ
 - ง. เสียงแหบ: มือชา

จงอ่านสถานการณ์ที่ 2 แล้วตอบคำถามข้อ 4-6

สถานการณ์ที่ 2 โรคถุงลมโป่งพอง (emphysema) เป็นโรคที่เกิดจากการสูดอากาศที่เป็นพิษ เช่น ควันบุหรี่ ควันจากโรงงาน และควันจากท่อไอเสียเป็นเวลานาน ๆ รวมทั้งฝุ่นละอองที่แมโครฟาจ (macrophage) ทำลายไม่ได้สะสมอยู่ โดยเอนไซม์ที่แมโครฟาจสร้างสามารถทำลายเนื้อเยื่อปอดได้ หรือบางรายอาจเกิดจากการติดเชื้อ ผู้ที่เป็นโรคถุงลมโป่งพองจะมีความผิดปกติ คือ ถุงลมและหลอดลมฝอยส่วนปลายถูกทำลาย ทำให้ความสามารถในการนำอากาศเข้าปอดและแลกเปลี่ยนแก๊สลดลง และในบางโอกาสผนังของถุงลมอาจจะถูกทำลายทำให้ถุงลมทะลุถึงกันเกิดเป็นถุงขนาดโต จึงมีพื้นที่สำหรับแลกเปลี่ยนแก๊สลดลง ผู้ป่วยจึงต้องเพิ่มการหายใจทำให้เกิดการเหนื่อยหอบ หายใจได้แก๊สเต็มปอดแต่แลกเปลี่ยนแก๊สไม่พอ เนื่องจากมีพื้นที่น้อย ทำให้แก๊สออกซิเจนไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ลดลงและหัวใจทำงานหนักขึ้น จนอาจมีอาการหัวใจวายได้

4. บทความนี้กล่าวถึงเรื่องอะไรเป็นประเด็นหลัก
 - ก. ควันบุหรี่ทำให้เกิดโรคถุงลมโป่งพอง
 - ข. ลักษณะทั่วไปของปอด
 - ค. ผู้ป่วยที่เป็นโรคถุงลมโป่งพองไม่ควรออกกำลังกาย
 - ง. โรคถุงลมโป่งพองทำให้ปอดมีพื้นที่การแลกเปลี่ยนแก๊สลดลง
5. เพราะเหตุใดคนที่เป็โรคถุงลมโป่งพองอาจมีอาการหัวใจวายได้
 - ก. ถุงลมอุดตัน
 - ข. ถุงลมที่ปอดไม่ทำงาน
 - ค. เพิ่มการหายใจ หัวใจทำงานหนักขึ้น
 - ง. เกิดการติดเชื้อที่ปอด
6. จากบทความข้อใดสัมพันธ์กันมากที่สุด
 - ก. ถุงลมโป่งพอง: โรคติดต่อ
 - ข. หัวใจ: อวัยวะแลกเปลี่ยนแก๊ส
 - ค. พื้นที่การแลกเปลี่ยนแก๊สลดลง: หายใจเพิ่มขึ้น
 - ง. หัวใจวาย: ไขมันอุดตันในเส้นเลือด

จงอ่านสถานการณ์ที่ 3 แล้วตอบคำถามข้อ 7-9

สถานการณ์ที่ 3 การที่สิ่งมีชีวิตจะสามารถดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ในสภาพแวดล้อมที่อาศัยอยู่อย่างปกติได้นั้น สิ่งมีชีวิตต้องสามารถรักษาคุณภาพของร่างกายไว้ให้ได้ การจับถ่ายเป็นกระบวนการที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จะช่วยรักษาคุณภาพของร่างกายเพราะภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตมีปฏิกิริยาทางเคมีเกิดขึ้นมากมาย ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์หลายชนิดทั้งที่เป็นประโยชน์ต่อเซลล์ และบางชนิดเซลล์ไม่ต้องการจำเป็นต้องกำจัดออก หรือมีฉะนั้นก็เปลี่ยนเป็นสารที่มีอันตรายน้อยลงแล้วกำจัดออกจากร่างกายภายหลัง สารที่ร่างกายจำเป็นต้องกำจัดออกเหล่านี้เรียกว่า ของเสีย

7. บทความนี้กล่าวถึงเรื่องอะไรเป็นประเด็นหลัก

- ก. ของเสียที่ร่างกายต้องกำจัดออก
- ข. การรักษาคุณภาพของร่างกาย
- ค. การจับถ่ายของเสียออกจากร่างกาย
- ง. การเกิดปฏิกิริยาเคมีในร่างกาย

8. ของเสียจากร่างกายเกิดจากอะไร

- ก. เมื่อร่างกายเกิดกระบวนการเมแทบอลิซึมแล้วเหลือสารที่ไม่ต้องการ
- ข. สารที่ร่างกายสังเคราะห์ขึ้นมาได้เอง
- ค. การรับประทานเข้าไป
- ง. สิ่งที่ร่างกายไม่สามารถย่อยเป็นโมเลกุลเล็ก ๆ ได้อีก

9. จากบทความข้อใดสัมพันธ์กันมากที่สุด

- ก. ของเสีย: เก็บไว้ในร่างกาย
- ข. การจับถ่าย: ของเสีย
- ค. การรักษาคุณภาพของร่างกาย: ปฏิกิริยาเคมีในร่างกาย
- ง. การจับถ่าย: การบริโภคน้ำ

จงอ่านสถานการณ์ที่ 4 แล้วตอบคำถามข้อ 10-12

สถานการณ์ที่ 4 ไคยูเรติก (diuretics) คือ สารขับปัสสาวะ มีสมบัติทำให้ไตสูญเสียน้ำออกไปมากกว่าการดูดกลับน้ำกลับมา ตัวอย่างของสาร ไคยูเรติก ได้แก่ สารคาเฟอีน (ซึ่งพบได้ในชา กาแฟ ซ็อก โกแลต แอลกอฮอล์ และน้ำอัดลมบางประเภท) ไคยูเรติกจะทำให้เกิดการสูญเสีย น้ำมากขึ้น ส่งผลต่อสมดุลภายในร่างกาย ยาที่มีสมบัติเป็นไคยูเรติกเป็นยาชนิดหนึ่งที่ใช้ลด ความดันเลือด โดยอาศัยการขับน้ำจากหลอดเลือด แต่ผลดังกล่าวมีข้อเสียคือ ทำให้ร่างกาย สูญเสียน้ำ โพแทสเซียม ไอออนและ โซเดียม ไอออน ซึ่งถ้าโพแทสเซียม ไอออนลดต่ำลงมากๆ อาจทำให้การเต้นของหัวใจผิดปกติได้

10. บทความนี้กล่าวถึงเรื่องอะไรเป็นประเด็นหลัก
- ก. การทำงานของสารไคยูเรติก
 - ข. สาเหตุการเสียชีวิตจากการดื่มกาแฟ
 - ค. ประโยชน์ของสารไคยูเรติก
 - ง. ข้อแนะนำจากแพทย์เมื่อใช้ยาไคยูเรติก
11. ข้อใดเป็นการทำงานของสาร ไคยูเรติก
- ก. ทำให้ไตสูญเสียน้ำออกไปมากกว่าการดูดน้ำกลับ
 - ข. ขับยูเรียออกมาทางปัสสาวะ
 - ค. เพิ่มความดันเลือดให้สูงขึ้น
 - ง. ดูดกลับน้ำได้มากขึ้น
12. ร่างกายสามารถป้องกันการทำให้การเต้นของหัวใจผิดปกติได้อย่างไร
- ก. ดื่มเครื่องดื่มเกลือแร่
 - ข. ดื่มน้ำทุกวัน
 - ค. ออกกำลังกายที่เสียเหงื่อมาก ๆ
 - ง. รับประทานอาหารที่มีโพแทสเซียมสูง ๆ เช่นกล้วยหอม

จงอ่านสถานการณ์ที่ 5 แล้วตอบคำถามข้อ 13-15

สถานการณ์ที่ 5 การสืบพันธุ์ หมายถึง การกำเนิดสมาชิกใหม่แก่ประชากรพร้อมกับการถ่ายทอดยีนหรือลักษณะทางพันธุกรรมเพื่อดำรงเผ่าพันธุ์ไม่ให้สูญหายไปจากโลก การสืบพันธุ์ของสัตว์แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ การสืบพันธุ์แบบนี้จะได้ลูกจากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ลักษณะทางพันธุกรรมของลูกเหมือนพ่อแม่ทุกประการ มักพบในสัตว์จำพวกไม่มีกระดูกสันหลัง และการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ จะมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ โดยเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียจะสร้างในรังไข่ เพศผู้สร้างอสุจิในอัณฑะ เมื่อนิวเคลียสของไข่และอสุจิผสมกันจะเกิดการปฏิสนธิ

13. บทความนี้กล่าวถึงเรื่องอะไรเป็นประเด็นหลัก

- ก. ความหมายของการสืบพันธุ์
- ข. ลักษณะการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ
- ค. ความหมายและประเภทของการสืบพันธุ์
- ง. ประโยชน์ของการสืบพันธุ์

14. การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศเกิดได้อย่างไร

- ก. การปฏิสนธิของไข่และอสุจิ
- ข. การปฏิสนธิของอสุจิและนิวเคลียสของไข่
- ค. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส
- ง. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

15. จากบทความข้อใดสัมพันธ์กันน้อยที่สุด

- ก. ดำรงเผ่าพันธุ์: การสืบพันธุ์
- ข. ไมโทซิส: ไม่อาศัยเพศ
- ค. การปฏิสนธิ: อาศัยเพศ
- ง. เซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย: อสุจิ

จงอ่านสถานการณ์ที่ 6 แล้วตอบคำถามข้อ 16-18

สถานการณ์ที่ 6 พะยูนหรือปลาพะยูน เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมในทะเลเพียงชนิดเดียวที่กินพืชเป็นอาหาร รูปร่างของพะยูนนั้นคล้ายๆกับปลาโลมาอยู่เหมือนกัน คือ มีรูปทรงเรียวยาวเรียวท้ายเหมือนแท่งซิการ์ ซึ่งเหมาะสำหรับการเคลื่อนไหวในน้ำแต่เนื่องจากมันไม่มีกระดูกหลังเหมือนกับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมประเภทอื่น ๆ ที่อยู่ในทะเล จึงต้องอาศัยแพนหางที่แผ่กว้างและทรงพลัง โบกขึ้น โบกกลงเพื่อเคลื่อนที่ไปมาแทน ไม่มีใครรู้แน่ชัดว่าพะยูนมีอายุเท่าใด แต่นักวิทยาศาสตร์สันนิษฐานว่ามันน่าจะอยู่ได้ถึง 40 ปี ด้วยเหตุผลว่ามันเป็นสัตว์ที่เติบโตช้า ซึ่งเป็นลักษณะทั่วไปของสัตว์ที่มีช่วงอายุยาวนาน แต่พะยูนก็เป็นเช่นเดียวกับสัตว์ทุกชนิดที่มีอยู่ในโลกนี้คือ มันไม่สามารถป้องกันตนเองได้เลยเมื่อต้องเผชิญกับความต้องการล่าพะยูนมาทำเครื่องอุปโภค-บริโภคของมนุษย์ เพราะเนื้อของพะยูนนั้นอุดมไปด้วยโปรตีนหนังของพะยูนก็เหนียวหนาเหมาะที่จะนำมาทำเครื่องใช้สารพัดชนิด ทั้งชาวมาเลย์ยังเชื่อว่าน้ำตาพะยูนเป็นยา

16. บทความนี้กล่าวถึงเรื่องอะไรเป็นประเด็นหลัก
- ก. ประโยชน์และโทษของพะยูน
 - ข. สาเหตุที่พะยูนกำลังจะสูญพันธุ์
 - ค. การเคลื่อนที่ของพะยูน
 - ง. ลักษณะหางของพะยูน
17. จุดมุ่งหมายของบทความนี้คือข้อใด
- ก. ลดการล่าพะยูนเพื่อป้องกันการสูญพันธุ์
 - ข. ส่งเสริมการล่าพะยูนเพื่อนำมาอุปโภค บริโภค
 - ค. ให้ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับพะยูน
 - ง. บอกประโยชน์ของน้ำตาพะยูน
18. จากบทความข้อใดสัมพันธ์กันมากที่สุด
- ก. พะยูน: สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม
 - ข. หาง: วายน้ำ
 - ค. พะยูน: น้ำจืด
 - ง. เนื้อพะยูน: ยามหาเสน่ห์

จงอ่านสถานการณ์ที่ 7 แล้วตอบคำถามข้อ 19-21

สถานการณ์ที่ 7 แว่นตาอัจฉริยะ (Smart glasses) ถูกผลิตมาเป็นแว่นตาที่ถูกรวมใช้เทคโนโลยี เออาร์ (Augmented-reality) หรือการจำลองภาพเสมือนจริงมาไว้ในแว่นไฮเทค ผู้สวมใส่แว่น ที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไอทีแบบพกพาอย่างสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ตจะสามารถมอง ภาพเสมือนจริงผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคู่ไปกับทัศนียภาพที่เกิดขึ้นจริงในเวลานั้น ตัว แว่นสามารถรองรับคำสั่งเสียง ทำให้ผู้ใช้สามารถออกคำสั่งสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ตได้โดย ไม่ต้องเอื้อมมือไปแตะหน้าจอ ขณะเดียวกันก็สามารถถ่ายภาพดิจิทัลโดยที่คาบกล้องไม่ต้อง ยกมือขึ้นเล็งอีกต่อไป

19. บทความนี้กล่าวถึงเรื่องอะไรเป็นประเด็นหลัก

- ก. การทำงานของแว่นตาอัจฉริยะ
- ข. ผู้ผลิตแว่นตาอัจฉริยะ
- ค. วัสดุที่ใช้ทำแว่นตาอัจฉริยะ
- ง. ราคาของแว่นตาอัจฉริยะ

20. แว่นตาอัจฉริยะทำงานอย่างไร

- ก. เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ด้วยตัวเอง
- ข. จำลองภาพเสมือนจริงพร้อมออกคำสั่งเสียง
- ค. ถ่ายภาพดิจิทัลได้เมื่อกดปุ่มที่แว่น
- ง. ตัวแว่นทำด้วยพลาสติก สามารถงอได้ ตกไม่แตก

21. จากบทความข้อใดสัมพันธ์กันน้อยที่สุด

- ก. สมาร์ทโฟน: แท็บเล็ต
- ข. เทคโนโลยีเออาร์: การจำลองภาพเสมือนจริง
- ค. แว่นตาอัจฉริยะ: แว่นไฮเทค
- ง. ภาพเสมือนจริง: ภาพจริง

จงอ่านสถานการณ์ที่ 8 แล้วตอบคำถามข้อ 22-24

สถานการณ์ที่ 8 ก่อนที่จะได้มีโอกาเป็นคุณพ่อคุณแม่ ควรหยุดคิดสักนิดว่าคุณทั้งสองจะเป็นผู้สร้างตำนานท้าวแสนปม ให้แก่ลูกน้อย หรือสร้างเขาให้เติบโตเป็นดาวตกของเมืองไทยเช่น สายัญ คอกสะเดาผู้ล่วงลับ เพราะโรคเหล่านี้เป็นโรคทางพันธุกรรม ซึ่งเกิดขึ้นโดยมีสาเหตุมาจากการถ่ายทอดพันธุกรรมของพ่อและแม่ให้แก่ลูก และที่สำคัญไปกว่านั้นโรคที่ลูกน้อยเป็นไม่สามารถรักษาให้หายขาดได้ และคิดตัวลูกน้อยไปตลอดชีวิต นอกจากโรคท้าวแสนปม (neurofibromatosis) และโรคคาวาซึชิ โครมที่กล่าวมาแล้ว ยังพบโรคทางพันธุกรรมซึ่งเป็นที่รู้จักและพบบ่อย เช่นอาการตาบอดสี ฮีโมฟีเลีย (อาการคือเลือดออกง่ายแต่หยุดยาก) โรคธาลัสซีเมีย (อาการคือ ภาวะโลหิตจาง หากอาการรุนแรงอาจถึงขั้นเสียชีวิตได้) โรคคนเผือก หรือแม้แต่โรคเด็กคักแค้ เชื่อแน่ว่าไม่มีพ่อแม่คนใดอยากให้ลูกเกิดมาอย่างผิดปกติ พ่อแม่จึงเป็นบุคคลสำคัญที่จะหยุดยั้งโรคทางพันธุกรรมให้แก่ลูก เพื่อป้องกันความพิการหรือโรคซ้ำในลูกหรือญาติที่จะเกิดตามมา โดยการตรวจคัดกรองโครโมโซมให้แก่ลูกในครรภ์ ตั้งแต่อายุครรภ์ 14-18 สัปดาห์ ซึ่งปัจจุบันมีค่าใช้จ่ายไม่สูงนัก คุณพ่อคุณแม่บางท่านอาจสงสัยว่า หากทราบว่าลูกในครรภ์มีความผิดปกติแล้วจะให้ทำอะไรต่อไป ในกรณีนี้ควรปรึกษาแพทย์เพื่อขอรับคำวินิจฉัย ประกอบการตัดสินใจว่าจะยุติภาวะตั้งครรภ์หรือไม่ แต่คุณพ่อคุณแม่ต้องไม่กลัวที่จะรู้ความจริง เพราะอย่างน้อยหากท่านทราบว่าลูกมีความผิดปกติตั้งแต่อยู่ในครรภ์ และท่านไม่ได้ยุติภาวะตั้งครรภ์เสียก่อน ท่านก็ควรเตรียมวางแผนอนาคตให้ลูกในระยะยาว

22. บทความนี้กล่าวถึงเรื่องอะไรเป็นประเด็นหลัก

- ก. โรคที่ติดต่อทางพันธุกรรม
- ข. การทำแท้งเมื่อบุตรในครรภ์ผิดปกติ
- ค. การตรวจคัดกรองความผิดปกติทางพันธุกรรมก่อนตั้งครรภ์
- ง. อายุครรภ์ที่บุตรในครรภ์เกิดความผิดปกติมากที่สุด

23. บทความนี้เป็นบทความประเภทใด

- ก. แนะนำวิธีการยุติการตั้งครรภ์
- ข. เชิญชวนให้ตรวจคัดกรองโรคทางพันธุกรรมก่อนมีบุตร
- ค. ให้ความรู้เกี่ยวกับโรคทางพันธุกรรม

ง. ข้อห้ามเมื่อตั้งครรภ์

24. จากบทความข้อใดสัมพันธ์กันน้อยที่สุด

ก. โรคทางพันธุกรรม: โรคเด็กดักแค้

ข. ฮีโมฟีเลีย: เลือดไหลไม่หยุด

ค. โรคธาลัสซีเมีย: เลือดจาง

ง. โรคคนเผือก: ผิวหนังลอก

จงอ่านสถานการณ์ที่ 9 แล้วตอบคำถามข้อ 25-27

สถานการณ์ที่ 9 หากเรารับประทานข้าวกล้องจะได้ วิตามินบีรวม ช่วยป้องกันและบรรเทาอาการอ่อนเพลีย แขน ขาไม่มีแรง ปวดกล้ามเนื้อ โรคผิวหนังบางชนิด บำรุงสมองทำให้เจริญอาหาร ได้วิตามินบี 1 ซึ่งถ้ากินเป็นประจำจะช่วยป้องกันโรคเหน็บชาได้ ได้วิตามิน บี 2 ป้องกันโรคปากนกกระจอก ได้ฟอสฟอรัส ช่วยในการเจริญเติบโตของกระดูกและฟัน ได้แคลเซียม ทำให้กระดูกแข็งแรง ช่วยป้องกันไม่ให้เป็นตะคริว ได้ทองแดง สร้างเม็ดเลือด และฮีโมโกลบิน ได้ธาตุเหล็ก ช่วยป้องกันโรคโลหิตจาง ได้โปรตีน ช่วยเสริมสร้างส่วนที่สึกหรอ ได้ไขมัน ให้พลังงานแก่ร่างกาย ไขมันในข้าวกล้องเป็นไขมันที่ดี ไม่มีคอเลสเตอรอล ได้ในอะซิน ช่วยระบบผิวหนังและเส้นประสาท และป้องกันโรคเพลากรา (โรคที่เกิดจากการขาดในอะซิน จะมีอาการท้องเสีย ประสาทไหว โรคผิวหนัง) ได้คาร์โบไฮเดรต ให้พลังงานแก่ร่างกาย ได้กากอาหาร ข้าวกล้องมีกากอาหารมาก ซึ่งจะทำให้ท้องไม่ผูก และช่วยป้องกันมะเร็งในลำไส้อีกด้วย วิตามินและเกลือแร่ต่าง ๆ ในข้าวกล้องจะช่วยให้ส่วนต่าง ๆ ของร่างกายทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ

25. บทความนี้กล่าวถึงเรื่องอะไรเป็นประเด็นหลัก

ก. โรคที่เกิดจากการรับประทานข้าวกล้อง

ข. สารอาหารและประโยชน์ที่ได้จากการรับประทานข้าวกล้อง

ค. สารอาหารที่ได้จากการรับประทานข้าวกล้อง

ง. วิตามินและเกลือแร่ที่ได้จากการรับประทานข้าวกล้อง

26. จุดมุ่งหมายของบทความนี้คือข้อใด

ก. ให้ความรู้เกี่ยวกับประโยชน์จากการรับประทานข้าวกล้อง

ข. บอกวิธีในการเลือกซื้อข้าวกล้องที่มีสารอาหารครบถ้วน

- ค. เชิญชวนให้รับประทานข้าวกล้องเพื่อรักษามะเร็งลำไส้
 - ง. ห้ามคนที่ เป็น โรคโลหิตจางรับประทานข้าวกล้อง
27. ข้าวกล้องมีกากอาหารมากซึ่งทำให้ท้องไม่ผูก เหมือนกับอาหารชนิดใด
- ก. ผักกระเพราหมู ไข่ดาว
 - ข. นมสดพร้อมมันเนย
 - ค. สลัดผัก
 - ง. ขนมจีนน้ำยา

จงอ่านสถานการณ์ที่ 10 แล้วตอบคำถามข้อ 28-30

สถานการณ์ที่ 10 มีการศึกษาค้นพบซากดึกดำบรรพ์ของแมลงปออายุ 65 ล้านปี พบว่าแมลงปอมีขนาดใหญ่มาก ขณะกางปีกจะมีความยาวถึง 60-75 เซนติเมตร แมลงปอลำเลียงแก๊สออกซิเจนทางท่อลมสู่เซลล์ต่างๆของร่างกาย ซึ่งจำเป็นต้องใช้แก๊สออกซิเจนมากและต้องลำเลียงไปสู่เซลล์ทุกเซลล์อย่างทั่วถึง แมลงปอที่มีขนาดเล็กกว่าจึงถูกคัดเลือกโดยธรรมชาติตลอดมา ซึ่งแมลงปอปัจจุบันขณะกางปีกสามารถวัดความยาวได้ประมาณ 7 เซนติเมตร

28. บทความนี้กล่าวถึงเรื่องอะไรเป็นประเด็นหลัก
- ก. สาเหตุที่แมลงปอในปัจจุบันมีขนาดเล็ก
 - ข. บริเวณที่พบซากดึกดำบรรพ์ของแมลงปอ
 - ค. การลำเลียงแก๊สของแมลงปอในปัจจุบัน
 - ง. ความยาวของแมลงปอในอดีต
29. สาเหตุที่แมลงปอในอดีตสูญพันธุ์เพราะอะไร
- ก. ลำตัวมีขนาดใหญ่ ต้องกินอาหารมาก
 - ข. ลำตัวมีขนาดใหญ่ ต้องใช้แก๊สออกซิเจนมากในการขับถ่าย
 - ค. ลำตัวมีขนาดใหญ่ ต้องใช้แก๊สออกซิเจนมากในการหายใจ
 - ง. ถูกโรคระบาด
30. ข้อใดสัมพันธ์กับบทความนี้มากที่สุด
- ก. นางพญาผึ้งปล่อยฟีโรโมน เพื่อดึงดูดผึ้งตัวผู้มาผสมพันธุ์
 - ข. ยีราฟคอยาว เพราะกินใบไม้สูงยอด

- ค. คนในปัจจุบันกินแต่อาหารฟาสฟูค เพื่อประหยัดเวลา
- ง. ผู้นำน้ำลายไหลเมื่อได้ยินเสียงกระดิ่ง

เฉลยแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557

- | | |
|-------|-------|
| 1. ง | 16. ข |
| 2. ข | 17. ก |
| 3. ค | 18. ก |
| 4. ง | 19. ก |
| 5. ค | 20. ข |
| 6. ค | 21. ง |
| 7. ค | 22. ค |
| 8. ก | 23. ข |
| 9. ข | 24. ง |
| 10. ก | 25. ข |
| 11. ก | 26. ก |
| 12. ง | 27. ค |
| 13. ค | 28. ก |
| 14. ข | 29. ค |
| 15. ง | 30. ข |

แบบวัดความสามารถในการสร้างผังกราฟิกก่อนเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนอ่านบทความ เรื่อง การเผาไหม้ แล้วสรุปความคิดรวบยอดสร้างเป็นผังกราฟิกลงกระดาษที่แจกให้
 2. ห้ามนำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกจากห้องสอบ
 3. ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 30 นาที
-

การเผาไหม้

“ไฟ” เป็นปฏิกิริยาชนิดหนึ่งหรือที่เรารู้จักกันคือ “การเผาไหม้” ซึ่งเป็นปฏิกิริยาร่วมระหว่างองค์ประกอบ 3 สิ่ง คือ เชื้อเพลิง (Fuel) ออกซิเจน (Oxygen) และความร้อน (Heat) ความแตกต่างของลักษณะการติดไฟของเชื้อเพลิงขึ้นอยู่กับคุณสมบัติ 4 ประการ ดังนี้

1. เชื้อเพลิง (Fuel) คือ วัตถุใด ๆ ก็ตามที่สามารถทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้อย่างรวดเร็วในการเผาไหม้ เช่น ก๊าซ ไม้ กระดาษ น้ำมัน โลหะ พลาสติก เป็นต้น

1.1 ความสามารถในการติดไฟของสาร (Flamability Limits) เป็นปริมาณไอของสารที่เป็นเชื้อเพลิงในอากาศที่มีคุณสมบัติซึ่งพร้อมจะติดไฟได้

1.2 จุดวาบไฟ (Flash Point) คืออุณหภูมิที่ต่ำที่สุด ที่สามารถทำให้เชื้อเพลิงคายไอออกมาผสมกับอากาศในอัตราส่วน ที่เหมาะสมถึงจุดที่มีค่าต่ำสุดถึงค่าสูงสุดของไอเชื้อเพลิง เมื่อมีประกายไฟก็จะเกิดการติดไฟ เป็นไฟวาบขึ้นและดับ

1.3 จุดติดไฟ (Fire Point) คืออุณหภูมิของสารที่เป็นเชื้อเพลิง ได้รับความร้อน จนถึงจุดที่จะติดไฟได้แต่การติดไฟนั้นจะต้องต่อเนื่องกันไป โดยปกติความร้อนของ Fire Point จะสูงกว่า Flash Point ประมาณ 7 องศาเซลเซียส

1.4 ความหนาแน่นไอ (Vapor Density) คืออัตราส่วนของน้ำหนักของสารเคมีในสถานะก๊าซต่อน้ำหนักของอากาศเมื่อมีปริมาณเท่ากัน ความหนาแน่นไอ ใช้เป็นสิ่งที่บ่งบอกให้ทราบว่าก๊าซนั้นจะหนักหรือเบากว่าอากาศซึ่งใช้เป็นข้อมูลในการควบคุมอัคคีภัย

2. ออกซิเจน(Oxygen) อากาศที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา นั้นมีก๊าซออกซิเจนเป็นองค์ประกอบประมาณ 21 % แต่การเผาไหม้แต่ละครั้งนั้นจะต้องการออกซิเจนประมาณ 16 % เท่านั้น

3. ความร้อน (Heat) ความร้อน คือ พลังงานที่ทำให้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดเกิดการคายไอออกมา

4. ปฏิกิริยาลูกโซ่ (Chain Reaction) หรือการเผาไหม้อย่างต่อเนื่อง คือ กระบวนการเผาไหม้ที่เริ่มตั้งแต่เชื้อเพลิง ได้รับความร้อนจนติดไฟเมื่อเกิดไฟขึ้น

ชื่อ..... สกุล..... เลขที่..... ชั้น.....
ผังกราฟิกเรื่อง.....

แบบวัดความสามารถในการสร้างผังกราฟิกหลังเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนอ่านบทความ เรื่อง เห็ดรา แล้วสรุปความคิดรวบยอดสร้างเป็นผังกราฟิกลงกระดาษที่แจกให้
 2. ห้ามนำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกจากห้องสอบ
 3. ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 30 นาที
-

เห็ดรา (Fungus, Fungi)

เห็ดรา คือ สิ่งมีชีวิตกลุ่มหนึ่ง จัดอยู่ใน อาณาจักรเห็ดราหรือฟังไจ (Kingdom Fungi) เป็นเซลล์ยูแคริโอต (eukaryote) พบได้ทั้งที่เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เส้นใย และ ดอกเห็ด ไม่มี คลอโรพลาสต์ ได้รับสารอาหารจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยสลาย สารอินทรีย์ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่และซับซ้อนจนเป็น โมเลกุลเล็กและดูดซึมเข้าเซลล์ (saprophyte) ได้แก่ สิ่งมีชีวิตประเภทเห็ด รา และยีสต์

การจัดจำแนกแบ่งตามไฟลัมได้ 4 ไฟลัมคือ

1. Chytridiomycota หรือ ไคทริด เป็นพวกที่มี แฟลกเจลล่า เป็นราที่มีการสร้างสปอร์ที่มีแฟลกเจลเลต มักอยู่ร่วมกัน กับ สาหร่าย ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในน้ำ จัดเป็นราที่โบราณที่สุด พบตามพืชน้ำที่ตายแล้ว หรือตามเศษหินเศษทรายในน้ำ เป็นปรสิตในพืชน้ำและสัตว์ เช่น *Batrachochytrium* เป็นปรสิตในกบ
2. Zygomycota หรือ ไฮ โกด ฟังไจ เป็นพวกที่อาศัยอยู่บนดิน เช่น ราดำ บางชนิดก่อให้เกิดโรคราสนิม บางชนิดใช้ผลิตกรดฟูมาลิก *Rhizopus nigricans* มีการสร้างไฮโกสปอร์จากเซลล์ใหม่ที่เกิดจากการปฏิสนธิ ตัวอย่างเช่น ราขนมปัง เมื่อสายของราที่ต่างกันมาพบกัน จะเกิดการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ มีการรวมของนิวเคลียสได้เป็น ไฮโกสปอร์ (2n) ส่วนที่เป็นไฮโกสปอร์นี้จะป็นระยะพักของรามีสหน้าเป็นสีดำ เมื่อสภาวะเหมาะสมไฮโกสปอร์จะงอก และสร้างส่วนที่เรียกว่าสปอแองเกีย (sporangia) ซึ่งจะเกิดการแบ่งตัวแบบไมโอซิส
3. Ascomycota หรือ แซค ฟังไจ เป็นฟังไจที่พบมากที่สุด โดยส่วนใหญ่พวกหลายเซลล์ในกลุ่มนี้เป็นเห็ดที่มีลักษณะเป็นรูปถ้วย มีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ในถุง แอสคัส ภายในมี แอสโคสปอร์ เช่น ยีสต์ (yeast)
4. Basidiomycota หรือคลับ ฟังไจ สร้างเซลล์สืบพันธุ์ บนอวัยวะที่คล้ายกระบอง (Basidium) ภายในมี Basidiospore เป็นราที่ผลิตบาสิดีโอสปอร์ (basidiospore) ซึ่งจะงอกเป็นสายที่เป็นแฮพลอยด์ เรียก primary mycelium จากนั้นผนังของไมซีเลียมจะมารวมกันได้เป็นเซลล์ที่มีนิวเคลียสสองอัน แต่ละอันเป็น n เรียกว่าไดคาริโอต (dikaryote) เส้นใยที่เป็นไดคาริโอตนี้จะรวมกันเป็นโครงสร้างที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์หรือ tertiary mycelium ซึ่งเป็นส่วนที่เรียกว่าดอกเห็ด

ชื่อ..... สกุล.....เลขที่..... ชั้น.....
ผังกราฟิกเรื่อง.....

รายการประเมินผังกราฟิก

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพและเกณฑ์			
	3	2	1	0
1. ความถูกต้องของเนื้อหา	แสดงออกให้เห็นถึงความเข้าใจที่สมบูรณ์ครบถ้วนถูกต้องแม่นยำในหลักการความคิดรวบยอดข้อเท็จจริงของเนื้อหาครบถ้วน และถูกต้อง	แสดงออกให้เห็นถึงความเข้าใจในหลักการ ความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของเนื้อหาไม่ครบถ้วน	แสดงออกให้เห็นถึงความไม่เข้าใจในหลักการ ความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของเนื้อหา	ไม่สามารถเขียนผังกราฟิกได้
2. การจัดระบบในการนำเสนอ	เขียนความคิดรวบยอดหลัก แล้วแตกสาขาออกมาเป็นความคิดรวบยอดย่อยได้ครบถ้วน และใช้คำเชื่อมระหว่างความคิดรวบยอดได้ถูกต้อง	เขียนความคิดรวบยอดหลัก แต่แตกสาขาออกมาเป็นความคิดรวบยอดย่อยไม่ครบถ้วน และใช้คำเชื่อมระหว่างความคิดรวบยอดได้ไม่ครบถ้วน	เขียนความคิดรวบยอดหลักแต่แตกสาขาออกมาเป็นความคิดรวบยอดย่อยไม่ครบถ้วน ไม่มีคำเชื่อม	ไม่สามารถเขียนผังกราฟิกได้
3. การใช้สีแสดงการวิเคราะห์และเชื่อมโยงความคิด	ใช้สีแสดงการวิเคราะห์และเชื่อมโยงความคิดของตนเองโดยใช้สีแตกต่างกัน ตั้งแต่ 3 สีขึ้นไปได้	ใช้สีแสดงการวิเคราะห์และเชื่อมโยงความคิดของตนเองได้น้อย และใช้สีแตกต่างกัน 2 สี	ใช้สีไม่แสดงการวิเคราะห์และเชื่อมโยงความคิดของตนเองและใช้สีแตกต่างกัน 1 สี	ไม่สามารถเขียนผังกราฟิกได้
4. ความมีระเบียบใน	เป็นระเบียบและไม่มีรอยลบขีดฆ่า	เป็นระเบียบแต่มีรอยลบขีดฆ่า	ไม่เป็นระเบียบและมีรอยลบขีดฆ่า	ไม่สามารถ

รายการประเมินผังกราฟิก (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพและเกณฑ์			
	3	2	1	0
การทำงาน				เขียนผังกราฟิกได้
5. ความคิดสร้างสรรค์	มีรูปแบบแปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร ให้รายละเอียดเชื่อมโยงความคิดจากเนื้อหาได้ครบถ้วนถูกต้อง	มีรูปแบบแปลกใหม่ แต่ให้รายละเอียดเชื่อมโยงความคิดจากเนื้อหา	ไม่มีรูปแบบแปลกใหม่และไม่มีรายละเอียดเชื่อมโยงความคิดจากเนื้อหา	ไม่สามารถเขียนผังกราฟิกได้
4. ความมีระเบียบในการทำงาน	เป็นระเบียบและไม่มีรอยลบขีดฆ่า	เป็นระเบียบแต่มีรอยลบขีดฆ่า	ไม่เป็นระเบียบและมีรอยลบขีดฆ่า	ไม่สามารถเขียนผังกราฟิกได้
5. ความคิดสร้างสรรค์	มีรูปแบบแปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร ให้รายละเอียดเชื่อมโยงความคิดจากเนื้อหาได้ครบถ้วนถูกต้อง	มีรูปแบบแปลกใหม่ แต่ให้รายละเอียดเชื่อมโยงความคิดจากเนื้อหา	ไม่มีรูปแบบแปลกใหม่และไม่มีรายละเอียดเชื่อมโยงความคิดจากเนื้อหา	ไม่สามารถเขียนผังกราฟิกได้

คะแนน	ระดับคุณภาพ
11-15	ดี
6-10	พอใช้
0-5	ปรับปรุง