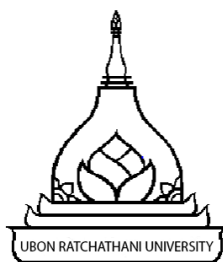




การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

ยามีละห์ ดำเต๊ะ

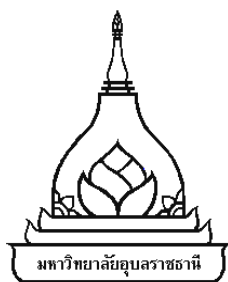
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



THE DEVELOPMENT OF GRADE 11 STUDENTS' LEARNING
ACHIEVEMENT ON ENDOCRINE SYSTEM USING SCIENCE INQUIRY
APPROACH

YAMILAH DAMTEH

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
MAJOR IN SCIENCE EDUCATION
FACULTY OF SCIENCE
UBON RATCHATHANI UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2018
COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัย นางสาวยามีละห์ คำเต๊ะ

คณะกรรมการสอบ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา	ประธานกรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร พรไตร	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาวร สุภาพรม	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร พรไตร)

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชรีดา ปุกหุด)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2561

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีเพราะได้รับความกรุณาอย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร พรไตร อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำปรึกษา แนะนำอันมีคุณค่ายิ่ง ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะในการดำเนินงาน และการเขียนรายงาน การวิจัย การแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ สนับสนุนให้กำลังใจ และความช่วยเหลือในการวิจัยแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงขอขอบคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาวร สุภาพรม คณะกรรมการสอบที่กรุณาให้คำแนะนำและเสนอแนะแก้ไขเล่มวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณคณาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่กรุณาให้ความรู้และสละเวลาให้คำปรึกษา ชี้แนะในการศึกษาตลอดระยะเวลาการศึกษาในมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี พร้อมทั้งให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ตลอดมา ทำให้วิทยานิพนธ์นี้มีคุณค่าและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์นพดล ศุกระกาญจน์ คุณครูยามีละห์ กลีโย และคุณครูวรารัตน์ แสงพรหมเลิศ ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจสอบเครื่องมือวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณคณะผู้บริหาร คณะครูโรงเรียนสตูลวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดสตูล ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ พร้อมทั้งเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนนักเรียนที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล และขอกราบขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ให้เงินทุนสนับสนุนในการศึกษาระดับวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิตในครั้งนี้

คุณค่าอันพึงมีจากการศึกษาวิทยานิพนธ์นี้ ขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ และคุณครูที่เคารพอย่างสูงยิ่ง หากมีข้อบกพร่องประการใด ผู้วิจัยขอน้อมรับไว้ด้วยความขอบคุณยิ่ง

ยามีละห์ ดำเต๊ะ

ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

เรื่อง : การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัย : ยามีละห์ คำเต๊ะ

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร พรไตร

คำสำคัญ : ระบบต่อมไร้ท่อ, การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน 3) ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียน และ 4) ศึกษาความคงทนของความรู้ โดยกลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 34 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนสตูลวิทยา ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม ขั้นตอนการวิจัยประกอบด้วย การทดสอบก่อนเรียน การจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ รวมระยะเวลา 9 ชั่วโมง และการทดสอบหลังเรียน 2 ครั้ง ดังนี้ ครั้งที่ 1 คือ หลังเรียนทันที และครั้งที่ 2 คือ หลังการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดผ่านไปแล้ว 15 วัน เก็บข้อมูลจาก 1) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 39 ข้อ และ 2) ใบงาน ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้นี้มีค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) และค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) เท่ากับ 81.23/81.45 และ 0.7528 ตามลำดับ นักเรียนสามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับต่ำกว่าเกณฑ์ (ร้อยละ 24.06) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 81.45) ซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) และนักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียน ($<g>$) คิดเป็นร้อยละ 75.28 จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับสูง นอกจากนี้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนทั้ง 2 ครั้ง ในหัวข้อฮอร์โมนและต่อมไร้ท่อ ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมอง ฮอร์โมนจากต่อมไทรอยด์พาราไทรอยด์ ฮอร์โมนจากตับอ่อน ฮอร์โมนจากต่อมหมวกไต และฮอร์โมนจากอวัยวะเพศต่อมไพนีล และอวัยวะอื่น ๆ ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความคงทนของความรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในหัวข้อเหล่านี้

ABSTRACT

TITLE : THE DEVELOPMENT OF GRADE 11 STUDENTS' LEARNING
ACHIEVEMENT ON ENDOCRINE SYSTEM USING SCIENCE INQUIRY
APPROACH

AUTHOR : YAMILAH DAMTEH

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

ADVISOR : ASST. PROF. SUPAPORN PORNTRAI, Ph.D.

KEYWORDS : ENDOCRINE SYSTEM, SCIENCE INQUIRY, ACADEMIC
ACHIEVEMENT

This research aimed to 1) study the efficiency and effectiveness index of science inquiry instruction on endocrine system, 2) compare pre- and post-learning achievement, 3) investigate learning progression, and 4) examine learning retention of 34 grade 12 students selected by cluster random sampling in the first semester of academic year 2017 at Satunwittaya School. Research methodology involved a pre-test, 9 hours of teaching and learning using lesson plans, and two post-tests, one after the intervention and the other 15 days later. Data were collected from pre- and post-academic achievement tests (39 items of a multiple choice test) and worksheets. Results showed that the efficiency (E_1/E_2) and effectiveness index (E.I.) of these activities were 81.23/81.45 and 0.7527 respectively. The students improved their pre-academic achievement from 24.06% to a post-academic level of 81.45%, a statistically significant increase ($p < .05$). The students had 75.27% of learning progression ($<g>$), categorized as a high level. In addition, the post-achievement scores test in the topics of hormone and endocrine gland, pituitary gland, thyroid and parathyroid gland, pancreases, adrenal gland and pineal gland, sex organs and the other were not statistically different at a significance level of .05, indicating that the students retained knowledge of these topics.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์และสมมติฐานของการวิจัย	4
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	7
2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	18
2.3 การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ Normalized gain	23
2.4 ความคงทนของความรู้	25
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	26
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ	
3.1 รูปแบบการวิจัย	33
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	33
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	35
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	43
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	44
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	46

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล	
4.1 เรื่อง ฮอร์โมนและต่อมไร้ท่อ	50
4.2 เรื่อง ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมอง	55
4.3 เรื่อง ฮอร์โมนจากต่อมไทรอยด์และพาราไทรอยด์	60
4.4 เรื่อง ฮอร์โมนจากตับอ่อน	65
4.5 เรื่อง ฮอร์โมนจากต่อมหมวกไต	70
4.6 เรื่อง ฮอร์โมนจากต่อมไพเนียล อวัยวะเพศและอื่นๆ	76
4.7 ภาพรวมการจัดการเรียนรู้เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ	81
4.8 ความคงทนในการเรียนรู้	88
บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	90
5.2 ข้อเสนอแนะ	96
เอกสารอ้างอิง	92
ภาคผนวก	
ก แผนผังความคิดการสร้างแผนการจัดการ	105
ข รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ	108
ค ค่า IOC ของแผนการจัดการเรียนรู้	110
ง ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์	112
จ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	120
ฉ ค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของแผนการจัดการเรียนรู้	133
ช ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของแผนการจัดการเรียนรู้	136
ซ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และค่าความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	138
ประวัติผู้วิจัย	142

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1	กิจกรรมหลักในแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน38
3.2	โครงสร้างแบบทดสอบ เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ41
3.3	ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 255145
4.1	ความถึของนักเรียน ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า เรื่องต่อมไร้ท่อ55
4.2	ความถึของนักเรียน ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า เรื่องฮอร์โมนจากต่อมใต้สมอง60
4.3	ความถึของนักเรียน ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า เรื่องฮอร์โมนจากต่อมไทรอยด์และพาราไทรอยด์65
4.4	ความถึของนักเรียน ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า เรื่องฮอร์โมนจากตับอ่อน70
4.5	ความถึของนักเรียน ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า เรื่องฮอร์โมนจากต่อมหมวกไต75
4.6	ความถึของนักเรียน ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า เรื่องฮอร์ดมนจากอวัยวะเพศและต่อมไพนีเยล80
ค.1	ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ (IOC)111
จ.1	ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง121
ฉ.1	ค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้134
ช.1	ค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้137
ช.1	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน139
ช.2	วิเคราะห์สถิติค่าที่ของการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน141

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างการออกแบบมันฝรั่งที่เหมาะสมในการออสโมซีสในการจัดการเรียนรู้ ขั้นที่ 3 ของ Taylor, 2014	29
2.2 การจำลองระบบนิเวศในขวดน้ำ ของ Sauterer, 2018	30
2.3 บอร์ดเกม แสดงการทำงานของอินซูลินและกลูคาگون ของ Conway and Leonard, 2014	32
3.1 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้	37
3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	42
3.3 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล	44
4.1 ดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล	51
4.2 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน	52
4.3 การเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฮอว์โมนและต่อมไร้ท่อ	53
4.4 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน	54
4.5 ดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล	56
4.6 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน	57
4.7 การเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ต่อมใต้สมอง	58
4.8 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน	59
4.9 ดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล	61
4.10 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน	62
4.11 การเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฮอว์โมนจากต่อมไทรอยด์	63
4.12 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน	64
4.13 ดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล	66
4.14 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน	67
4.15 การเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฮอว์โมนจากตับอ่อน	68
4.16 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน	69
4.17 ดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล	71
4.18 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน	72
4.19 การเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฮอว์โมนจากต่อมหมวกไต	73

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.20	คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน	74
4.21	ดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล	76
4.22	ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน	77
4.23	การเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฮอว์โมนจากอวัยวะเพศและอื่น ๆ	78
4.24	คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน	79
4.25	ค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้	81
4.26	ดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล	82
4.27	ค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้	83
4.28	ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน	83
4.29	คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน	84
ก.1	แผนผังความคิด สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ 6 แผน	106
ก.2	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ฮอว์โมนจากต่อมใต้สมอง	107

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พระราชบัญญัติการศึกษา พ.ศ. 2542 ที่แก้ไขแล้วเพิ่มเติม (ฉบับที่2) พ.ศ.2545 มาตรา 22 ระบุว่า การจัดการเรียนรู้ต้องยึดหลักว่า นักเรียนทุกคนมีความสามารถและพัฒนาตนเองได้ และถือว่านักเรียนมีความสำคัญที่สุด ดังนั้นจึงต้องส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ (Office of the national Education Commission, 2003)

วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์พัฒนาวิธีคิด มีทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย มีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทุกคนให้รู้วิทยาศาสตร์ (Ministry of Education, 2008) วิชาชีววิทยาถือเป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่ว่าด้วยการศึกษาสิ่งมีชีวิตในหลายระดับ ได้แก่ อะตอม โมเลกุล เซลล์ เนื้อเยื่อ ระบบอวัยวะ ร่างกาย ประชากร สังคมสิ่งมีชีวิต ระบบนิเวศ และชีวโลก (Institute for Promotion of Teaching Science and Technology, 2011)

จากรายงานการประเมินการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Science Literacy) โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Programmed for International Student Assessment: PISA) ซึ่งประเมินด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้แก่ การระบุประเด็นวิทยาศาสตร์ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และการใช้ประจักษ์พยานที่ค้นพบ พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ย Organization for Economic Cooperation and Development: OECD) ของวิทยาศาสตร์ใน PISA 2015 เท่ากับ 421 คะแนน อยู่ในช่วงลำดับที่ 51-57 ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD และเป็นคะแนนที่ต่ำกว่าหลายประเทศในกลุ่มเอเชียที่ร่วมประเมิน ทั้งนี้แนวโน้มคะแนนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยรวมลดต่ำลงจาก PISA 2012 ถึง PISA 2015 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

สำหรับแนวคิดเรื่องระบบต่อมไร้ท่อ ในวิชาชีววิทยาเป็นแนวคิดที่ถูกกำหนดในหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับการดำรงชีวิต โดยหลักสูตรกำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้ความแตกต่างของต่อมไร้ท่อและมีท่อ หน้าที่การทำงานของฮอร์โมนที่สร้างขึ้นจากต่อมไร้ท่อชนิดต่าง ๆ ในร่างกาย จากงานวิจัยที่ผ่านมา มีการศึกษาแนวคิดของนักเรียน เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (Groothuis, Boshuizen and Talmon, 2009) และยังเป็นหัวข้อที่ยากสำหรับการสอนชีววิทยา (Cimer, 2012) สำหรับในประเทศไทยมีงานวิจัยที่ศึกษา

เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องระบบต่อมไร้ท่อ โดยการจัดการเรียนรู้แผนผังความคิด โดยผู้วิจัยกล่าวว่า ธรรมชาติของเนื้อหาที่เป็นนามธรรมยากต่อการทำความเข้าใจ ทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย และขาดการเชื่อมโยงความรู้ในระบบ เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่ผ่านเกณฑ์ในเรื่องนี้ บ่งชี้ให้เห็นว่าควรปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนในเรื่องระบบต่อมไร้ท่อ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์และแนวคิดของนักเรียน (ประภาศรี เอี่ยมสม, 2558) รวมถึงบริบทของเนื้อหาที่ไม่สามารถทำการทดลองได้จึงยากที่ผู้สอนจะสร้างความเข้าใจแก่นักเรียนด้วยการสอนแบบบรรยายเพียงอย่างเดียว (จริยา กำลังมาก, 2558)

สำหรับการจัดการเรียนรู้เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ของโรงเรียนที่ผ่านมายังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าเป็นเนื้อหาที่มาก เข้าใจยาก มีคำศัพท์ภาษาอังกฤษ อีกทั้งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบที่ไม่หลากหลาย ครูยังเน้นการสอนแบบบรรยาย ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้น้อย นักเรียนรู้สึกเบื่อ ขาดความสนใจ ซึ่งมีผลต่อการสอบความถนัดทางชีววิทยา (PAT2) และจากการประเมินผลการทดสอบความถนัดทางวิทยาศาสตร์ (PAT2) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประจำปีการศึกษา 2559 ของโรงเรียนที่ทำวิจัย ในรายวิชาชีววิทยาของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 29 คนพบว่า ได้คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 94.58 คะแนน น้อยกว่าคะแนนสูงสุดของประเทศ ซึ่งมีคะแนนเท่ากับ 216 คะแนน จากคะแนนเต็ม 300 คะแนน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2560) และจากการสัมภาษณ์นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยคำถามว่า “เนื้อหาเรื่องใดในรายวิชาชีววิทยาที่มีเนื้อหาจำนวนมาก ยากแก่การเข้าใจ” พบคำตอบของนักเรียนคือ เรื่องต่อมไร้ท่อ เพราะมีเนื้อหาเป็นจำนวนมาก จำไม่ได้ นำไปจำชื่อฮอร์โมนไม่ได้ ทำให้นักเรียนมองไม่เห็นภาพ ไม่กระตือรือร้น ขาดความสนใจในการเรียน ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ดังนั้นควรมีการส่งเสริมการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเริ่มจากครูซึ่งมีบทบาทสำคัญในการจัดกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง จัดกิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดที่เป็นนามธรรมได้ชัดเจนมากขึ้น เช่น การจัดการเรียนรู้แบบทดลอง (Experiment) (Vendititi and Surmacz, 2012) การใช้เกมเป็นฐานในการจัดการเรียนรู้ (Game based learning) (Liu and Chen, 2013) เช่น เกมปริศนาอักษรไขว้ (Crossword puzzles) การ์ดเกม (card games) (Stansfield, 2014; Grilliot and Harden, 2014; Metzger, 2013) หรือการใช้ไดอะแกรมแผนภาพนำเสนอ (Diagram) (Ho and Parmar, 2014) การใช้กรณีตัวอย่าง (Case study) (Stuart and Milanick, 2017; Stansfield, 2014; Zojonc and Lavoie, 2011) ดังนั้นครูผู้สอนจำเป็นต้องมีการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งด้านความรู้และทักษะกระบวนการ เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและจดจำการเรียนรู้ได้นาน การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะเกิดประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้ค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎี และหลักการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนานักเรียนทางด้านความรู้และทักษะกระบวนการ พบว่าวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ คือ การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry process) ซึ่งต้องใช้กระบวนการคิด และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ(Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2011) เป็นวิธีสำหรับการสอนที่ทำให้เกิดทักษะกระบวนการ (Bybee, 2006) การคิดวิเคราะห์ (Abdi, 2014) ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลาโดยเริ่มจากนักเรียนตั้งคำถาม ให้นักเรียนทราบเป้าหมายของการเรียน (NCR, 2000) หลังจากนั้นนักเรียนก็จะทำความเข้าใจ เพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถามที่ตนเองสงสัย ทำให้นักเรียนได้ฝึกการสังเกตอย่างแน่วแน่ มีสมาธิ มุ่งมั่นในการปฏิบัติกิจกรรม เข้าใจสิ่งที่กำลังเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ และต่อเนื่อง (Hussain and Akhtar, 2013; Prasertsan, 2012) และดำเนินการหาคำตอบ ซึ่งนักเรียนได้พัฒนาความคิด และฝึกกระทำ เชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนทราบว่าคำถามที่ตนสงสัยได้รับการตอบแล้วหรือยัง และคำตอบนั้นมีหลักฐานสนับสนุนเพียงพอหรือไม่ มีความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด และมีความคลาดเคลื่อนจากคำอธิบายที่นักวิทยาศาสตร์ได้กล่าวไว้ในเรื่องเดียวกันหรือไม่อย่างไร (Phochaiyarach and Porntrai, 2015) ซึ่งหากมีความสอดคล้องกันจะทำให้ให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจในตนเองที่สามารถใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างองค์ความรู้ได้เช่นเดียวกับนักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงในเรื่องที่ตนศึกษา ในทางกลับกันหากผลการศึกษาไม่สอดคล้อง จะทำให้นักเรียนเกิดความรู้บนความผิดพลาด แล้วจำความผิดพลาดและความถูกต้องนั้นได้นานยิ่งขึ้น (Porntrai, 2015) ในขั้นการโต้แย้งมีการส่งเสริมให้เกิดบรรยากาศการซักถามแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างผู้เรียน แสดงเหตุผลโต้แย้ง ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งในงานของตนเอง (Wu and Hsieh, 2006) และเกิดความเข้าใจที่ถ่องแท้ (McDonald, 2012; Prasertsan, 2012) ซึ่งสอดคล้องกับแนวการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) (Esenkraft, 2003) ทั้งนี้ครูต้องทำหน้าที่อำนวยความสะดวก สนับสนุน ชี้แนะ ช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จึงเป็นวิธีที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น (ศักดิ์ศรี สุภาธร, 2554; วิชัย ลาธิ และศักดิ์ศรี สุภาธร, 2556; กนกรัตน์ ศิริแจ่ม และอดิสร เนาวนนท์, 2557; วินิตา สร้อยเพชรประภา และบำรุง ชำนาญเรือ, 2558; มาเรียม วัฒนาศ, เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์ และสุทิน กิ่งทอง, 2559; อารณ บากา, 2560; Suksawad, 2013)

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยเล็งเห็นแล้วว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาความเข้าใจและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องระบบต่อมไร้ท่อของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งจะเป็นอย่างที่เป็นประโยชน์ต่อครูในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้เกิดประสิทธิภาพ และบรรลุจุดมุ่งหมายของหลักสูตรในลำดับต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์และสมมติฐานของการวิจัย

1.2.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1.1 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

1.2.1.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

1.2.1.3 เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

1.2.1.4 เพื่อศึกษาความคงทนของความรู้ เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

1.2.2 สมมติฐานของการวิจัย

1.2.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และมีประสิทธิผลมากกว่า 0.5

1.2.2.2 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2.2.3 นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับกลาง (medium gain) ขึ้นไป

1.2.2.4 นักเรียนมีความคงทนของความรู้ เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.3.1.1 ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สายวิทย์-คณิต จำนวน 4 ห้องเรียน รวมจำนวน 134 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนสตูลวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาเขต 16

1.3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 34 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Simple random sampling)

1.3.2 ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล

เริ่มจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตั้งแต่วันที่ 7 กรกฎาคม 2560 ถึงวันที่ 23 สิงหาคม 2560 ใช้เวลาในการจัดกิจกรรม 9 คาบ และใช้เวลาในการสอบวัดความคงทนของความรู้หลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการจัดการเรียนรู้ 15 วัน

1.3.3 เนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัยเป็นเนื้อหาในรายวิชาชีววิทยา รหัสวิชา ว30243 ชั้นมัธยมศึกษาศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในเนื้อหาอื่น ๆ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ให้สูงขึ้น

1.4.2 นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิด และฝึกการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้สามารถเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้

1.4.3 เพื่อเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนท่านอื่นได้นำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนตามแนวทางของ NCR (National research council, 2000) ตามขั้นตอนดังนี้

1.5.1.1 ผู้เรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ (Learner engages in scientifically oriented question)

1.5.1.2 ผู้เรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม (Learner gives priority to evidence in responding to question)

1.5.1.3 ผู้เรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากร่องรอยหรือหลักฐานที่ค้นพบ (Learner formulates explanations from evidence)

1.5.1.4 ผู้เรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Learner connects explanations to scientific knowledge)

1.5.1.5 ผู้เรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง (Learner communicates and justifies explanations)

1.5.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ตั้งแต่ระดับ ความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การประเมินค่า และคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นตามแนวคิดด้านพุทธิพิสัยตามแนวทางทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูมแบบใหม่ (Anderson and Krathwohl, 2001) โดยวัดจากคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ และใช้เกณฑ์ของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ในการแบ่งผลการเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ดังนี้ ดีเยี่ยม (80-100 คะแนน) ดีมาก (75-79 คะแนน) ดี (70-74 คะแนน) ค่อนข้างดี (65-69 คะแนน) น่าพอใจ (60-64 คะแนน) พอใช้ (55-59 คะแนน) ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (50-54 คะแนน) และไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (0-49 คะแนน)

1.5.3 ความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความก้าวหน้าทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของนักเรียน (Actual gain = (% Post-test) – (% Pre-test)) คิดเป็นกึ่งเท่าของผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (Maximum possible gain = (100% – (% Pre-test)) ซึ่งค่าที่ได้จะมีค่าอยู่ในช่วง 0.00-1.0 (Hake, 2002)

1.5.4 ความคงทนของความรู้

ความคงทนของความรู้ หมายถึง ความสามารถในการจดจำเนื้อหาที่เรียนมาแล้ว หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อสิ้นสุดแล้วเป็นเวลา 2 สัปดาห์ โดยวัดจากคะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.5.5 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การหาคุณภาพของสื่อหรือชุดการสอน โดยพิจารณาตามขั้นตอนของการพัฒนาสื่อหรือชุดการสอนแต่ละขั้น สำหรับการผลิตสื่อและชุดการสอน การทดสอบประสิทธิภาพ หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนไปทดสอบด้วยกระบวนการสองขั้นตอน คือ การทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น และทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง เพื่อหาคุณภาพของสื่อตามขั้นตอนที่กำหนดใน 3 ประเด็น คือ การทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น การช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบประเมินสุดท้ายได้ดี และการทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจ นำผลงานที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข

1.5.6 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

ประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยประเมินจากคะแนนหลังเรียนที่เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน

บทที่ 2

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัย เรื่องการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้รวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

- 2.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
- 2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.3 การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ Normalized gain
- 2.4 ความคงทนของความรู้
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.1.1 ความหมายเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

National Research Council (1996) กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงวิธีการอันหลากหลายที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ในการศึกษาปรากฏการณ์ตามธรรมชาติและนำเสนอคำอธิบายตามหลักฐานที่ได้รับจากการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ รวมถึงกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ทำให้พวกเขาได้พัฒนาความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์เพื่อศึกษาธรรมชาติต่าง ๆ รอบตัว

National Research Council (2002) ได้ระบุลักษณะสำคัญ 5 ประการในการสืบเสาะหาความรู้สำหรับผู้เรียน คือ 1) ผู้เรียนมีส่วนร่วมในประเด็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นคำถามที่นำไปสู่การตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลหลักฐาน 2) ผู้เรียนให้ความสำคัญกับข้อมูลหลักฐานและประเมินคำอธิบายที่ตอบของคำถามทางวิทยาศาสตร์สิ่งที่ทำให้การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากการเรียนรู้แบบอื่นคือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากข้อมูลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการตรวจสอบหรือทดลอง 3) ผู้เรียนมีการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อตอบคำถามที่สงสัยโดยมีหลักฐานหรือข้อมูลเชิงประจักษ์สนับสนุน 4) ผู้เรียนประเมินคำอธิบายของตนกับคำอธิบายอื่น ๆ ที่สะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนสามารถประเมิน ปรับปรุง หรือตัดคำอธิบายทิ้งเมื่อพบว่ายังไม่มีเหตุผลหรือข้อมูลเชิงประจักษ์เพียงพอ 5) ผู้เรียนสื่อสาร และนำเสนอการค้นพบของตนเองในรูปแบบที่ผู้อื่นสามารถทำตามได้

National Science Education Standards (2002) ได้อธิบายข้อค้นพบเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้โดยมีประเด็นข้อค้นพบคือ ความเข้าใจวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ลึกซึ้งมากกว่าการจดจำข้อเท็จจริง นักเรียนสร้างความรู้ใหม่บนพื้นฐานของสิ่งที่พวกเขารู้มาก่อน โดยการปรับเปลี่ยนและขัดเกลาแนวคิดเดิมที่ตนเองมีอยู่ และเติมแนวคิดใหม่ลงไป การเรียนรู้เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นโดยมีสิ่งเชื่อมต่อคือสิ่งแวดล้อมทางสังคม การเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพต้องการให้นักเรียนเป็นผู้ควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง และนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ จะส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจอย่างแท้จริง

Bybee (2006) กล่าวว่ากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนที่สำคัญคือ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ขั้นประเมิน (Evaluation)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547) ได้นำการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ มาจัดกระบวนการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา ให้โอกาสแก่ผู้เรียนได้ฝึกคิด ฝึกสังเกต ฝึกนำเสนอ ฝึกวิเคราะห์ ฝึกสร้างองค์ความรู้ โดยมีครูเป็นผู้กำกับควบคุมดำเนินการให้คำปรึกษาชี้แนะ ช่วยเหลือ ให้กำลังใจ เป็นผู้กระตุ้นส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดและเรียนรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งแลกเปลี่ยนเรียนรู้

Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (2011) ได้นำเสนอวัฏจักรการเรียนรู้ (Learning cycle) ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry process) ซึ่งต้องใช้กระบวนการคิด และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ จนค้นพบความรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง ที่สอดคล้องกับแนวการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และเกิดต่อเนื่องเป็นวัฏจักร

อนันต์ จันทะทวี (2523) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดด้วยตนเอง รู้จักค้นคว้าหาเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาได้ โดยการนำเอาวิธีการต่าง ๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ นอกจากนี้ยังเป็นการเรียนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้า หรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่นักเรียนยังไม่เคยมีความรู้ในสิ่งนั้นมาก่อน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ

ดวงเดือน เทศวานิช (2535) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบการสอนที่เน้นทักษะการคิดอย่างมีระบบ โดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล ซึ่งต้องมีหลักฐานสนับสนุน วิธีนี้เป็นวิธีที่นักเรียนพิจารณาเหตุผล สามารถใช้คำถามที่ถูกต้องและคล่องแคล่วสามารถ

สร้างและทดสอบสมมติฐานด้วยการทดลอง และตีความจากการทดลองด้วยตนเอง โดยไม่ขึ้นอยู่กับคำอธิบายของครู เป็นวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนมีระบบวิธีการแก้ปัญหาในทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง

สมจิต สวธนไพบุลย์ (2541) กล่าวว่า หลักการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ จะโดยทางตรงหรือทางอ้อมก็ตาม ส่วนครูจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกแนะนำ และให้ความช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น ประกอบด้วยกระบวนการที่สำคัญ ได้แก่ การสำรวจ และการสร้างองค์ความรู้

มนมนัส สุตสิน (2543) สรุปความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการหนึ่งที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ คิดและแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างมีระบบของการคิด ใช้กระบวนการของการค้นคว้าหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ครุมีหน้าที่จัดบรรยากาศ การสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ คิดแก้ปัญหาโดยใช้การทดลอง และอภิปรายซักถามเป็นกิจกรรมหลักในการสอน

ชลสิทธิ์ จันทาสี (2543) สรุปความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ ซึ่งครุมีหน้าที่เพียงเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือ จัดเตรียมสภาพการณ์ และกิจกรรมให้เอื้อต่อกระบวนการที่ฝึกให้คิดหาเหตุผล สืบเสาะหาความรู้ รวมทั้งการแก้ปัญหาให้ได้ โดยใช้คำถามและสื่อการเรียนการสอนต่าง ๆ เช่น ของจริง สถานการณ์ ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการสำรวจ ค้นหาด้วยตนเอง บรรยายการเรียนการสอนให้นักเรียนมีอิสระในการซักถาม การอภิปราย และมีแรงเสริม อาจกล่าวได้ว่าเป็นการสอนให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้นั่นเอง

จากที่กล่าวมาข้างต้น จึงสรุปได้ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ได้ลงมือทำกิจกรรม และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ อย่างมีเหตุผลเป็นขั้นตอน ทำให้ผู้เรียนรู้จักการวางแผนและแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบของคำถาม และค้นคว้าหาข้อมูลเพื่ออธิบายในสิ่งที่นักเรียนได้ทำการทดลอง ครูทำหน้าที่อำนวยความสะดวก สนับสนุน ชี้แนะ ช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ ทำให้เกิดความเข้าใจลึกซึ้ง และจดจำได้นานกว่าจากการบรรยายและการบอกเล่าของครูเพียงอย่างเดียว

2.1.2 คุณลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

คุณลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตาม เป็นวิธีการหรือแนวทางที่ทำให้ผู้เรียนสร้างหรือได้รับองค์ความรู้ด้วยตัวผู้เรียนเอง ผ่านกระบวนการสำรวจ ตรวจสอบหรือทดลอง โดยมีครูทำหน้าที่เป็นผู้ช่วย (Facilitator) (National research council, 2000) เพื่อให้ผู้เรียนได้ตระหนักรู้ว่า เราต้ององค์ความรู้ต่าง ๆ มาได้อย่างไร มากกว่าแค่รู้ว่า เรารู้องค์ความรู้

อะไรบ้าง ดังนั้นกิจกรรมที่จัดได้ว่าเป็นการสืบเสาะหาความรู้จะมีคุณลักษณะสำคัญ 5 ประการดังต่อไปนี้

2.1.2.1 ผู้เรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ

ผู้เรียนมีส่วนร่วมในประเด็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ คำถามทางวิทยาศาสตร์ในที่นี้หมายถึง คำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลหลักฐาน คำถามเหล่านี้อาจเกี่ยวข้องกับวัตถุ สิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติ นักเรียนมักมีคำถามหรือข้อสงสัยเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ อยู่แล้ว คำถามที่นักเรียนชอบถาม เช่น “ทำไม” เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ซึ่งถ้าเราเปลี่ยนคำถามจากทำไม เป็น “อย่างไร” ก็จะนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้ เช่น ทำไมไส้เดือนชอบอยู่ในที่มืด เป็น ไส้เดือนตอบสนองต่อแสงอย่างไร ทำไมคนเราจึงมีสีของตาแตกต่างกัน เป็น ยีนมีผลต่อสีของตาอย่างไร คำถามที่ดีควรเป็นคำถามที่นักเรียนสามารถหาข้อมูลหรือหลักฐานเพื่อตอบคำถามนั้น ๆ ได้ ซึ่งอาจมาจากนักเรียน ครู สื่อการสอน เว็บไซต์ หรือแหล่งข้อมูลอื่น ๆ

2.1.2.2 ผู้เรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม

ผู้เรียนให้ความสำคัญกับข้อมูลหลักฐานในการอธิบายและประเมินคำอธิบายที่ตอบของคำถามทางวิทยาศาสตร์ สิ่งที่ทำให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แตกต่างไปจากการเรียนรู้แบบอื่นคือความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากข้อมูลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบหรือการทดลองมากกว่าความรู้ที่ได้จากทฤษฎีเพียงอย่างเดียว นักวิทยาศาสตร์ทุ่มเทให้กับการเก็บข้อมูลที่ถูกต้อง จากการสังเกตหรือสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ต่าง ๆ ซึ่งอาจมีการใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น กล้องจุลทรรศน์ แว่นขยาย หรือคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยในการเก็บข้อมูล นอกจากนี้ นักวิทยาศาสตร์อาจมีการควบคุมตัวแปรที่อาจมีผลต่อข้อมูลที่ต้องการเก็บรวบรวม สำหรับการสืบเสาะหาความรู้ในห้องเรียน นักเรียนต้องนำข้อมูลเชิงประจักษ์ต่าง ๆ มาประกอบการอธิบายหรือตอบคำถามที่ศึกษา ครูควรชี้ให้นักเรียนเข้าใจว่าการอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นโดยใช้ความเชื่อส่วนตัว ความเข้าใจผิด การคาดเดา ความเชื่อทางศาสนาสามารถเกิดขึ้นได้ และมีความสำคัญเชิงสังคมแต่คำอธิบายนี้ไม่ใช่คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2.1.2.3 ผู้เรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ค้นพบ

คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ต้องอยู่บนพื้นฐานของเหตุผลซึ่งอธิบายถึงเหตุและผล รวมถึงความสัมพันธ์ต่าง ๆ ตามข้อมูลเชิงประจักษ์ที่รวบรวมได้จากการสำรวจตรวจสอบ ซึ่งการให้เหตุผลเชิงวิเคราะห์นั้นผู้เรียนต้องสามารถนำข้อมูลมาจำแนก วิเคราะห์ ลงความเห็น และทำนาย การอธิบายคือหนทางที่เรียนรู้สิ่งใหม่โดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่รู้แล้ว กับสิ่งที่สังเกตได้ ดังนั้นการอธิบายจึงเป็นการทำความเข้าใจความรู้ใหม่ซึ่งต่อยอดจากความรู้เดิมของผู้เรียน

2.1.2.4 ผู้เรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

หลังจากที่ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ผู้เรียนรวบรวมมาได้ แล้ว ขั้นตอนต่อไปผู้เรียนต้องมีการประเมินเพื่อตัดคำอธิบายที่ไม่น่าเป็นไปได้ออก หรือการแก้ไข ปรับปรุงคำอธิบายให้ชัดเจนและเข้าใจง่ายขึ้น ขั้นตอนนี้เป็นคุณลักษณะที่สำคัญอีกประการหนึ่งของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนอาจตั้งคำถามว่า หลักฐานเชิงประจักษ์นี้สนับสนุนคำอธิบายที่สนใจหรือไม่ คำอธิบายที่ได้ตอบคำถามที่ต้องการทราบหรือไม่ มีคำอธิบายอื่นที่มีเหตุผลกว่านี้หรือไม่ คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นควรได้รับการตรวจสอบจากครู ซึ่งครูอาจให้ผู้เรียนมีการสนทนาแลกเปลี่ยนความคิด เปรียบเทียบ หรือตรวจสอบความถูกต้องจากครู หรือสื่อการสอนอื่นที่ครูเตรียมไว้ให้ ขั้นตอนนี้มีความสำคัญเพราะเป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะได้เชื่อมโยงคำอธิบายของตนเองกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสม และข้อสำคัญคือครูได้ตรวจสอบว่าคำอธิบายของผู้เรียนถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์หรือไม่

2.1.2.5 ผู้เรียนสามารถสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง

นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบความรู้ใหม่ จะมีการนำเสนอเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่นทำงานในด้านนั้น ๆ เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ยังเปิดโอกาสให้นักวิทยาศาสตร์ได้ ทบทวนข้อสงสัยต่าง ๆ ให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น รวมไปถึงเปิดโอกาสให้นักวิทยาศาสตร์ท่านอื่นนำความรู้ไปใช้ต่อไป การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนคำอธิบายต่อคำถามผู้เรียนสร้างขึ้น เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคนอื่นมีโอกาสได้ถามคำถาม ตรวจสอบหลักฐานเชิงประจักษ์หรือเหตุผลที่ผิดไปจากความจริง ระบุง้อความที่เกินกว่าหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ผู้เรียนรวบรวมได้ และเสนอแนะคำอธิบายอื่น ๆ ที่เพื่อนผู้เรียนสร้างขึ้นจากการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเดียวกัน การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนโต้แย้งหรือแลกเปลี่ยนคำอธิบายที่ผู้เรียนสร้างขึ้น ทำให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างคำถาม หลักฐานเชิงประจักษ์ที่ผู้เรียนค้นพบ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ผู้เรียนเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งเป็นการช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ดีกว่าการเรียนรู้โดยการรับฟังจากครูเพียงฝ่ายเดียว

คุณลักษณะสำคัญ 5 ประการนี้ ไม่ได้มีลักษณะการดำเนินไปแบบเส้นตรง (Linear progression) แต่มีลักษณะเป็นวัฏจักร (Cycle) กล่าวคือ เมื่อได้มีการสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเองในประเด็นหนึ่ง ๆ แล้ว จะนำไปสู่การสืบเสาะเพื่อหาคำตอบของคำถามทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ต่อไป (สุภาพร พรไตร, 2555)

2.1.3 ประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

Bacchi and Bell (2008) กล่าวว่า การจัดประเภทของการสืบเสาะหาความรู้โดยทั่วไป พิจารณาได้จาก ระดับของบทบาทและ การมีส่วนร่วมของผู้สอน และระดับของบทบาทและความท้าทายของกิจกรรมที่จัดให้แก่ผู้เรียน ในที่นี้จะแบ่งได้ออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

2.1.3.1 Confirmation Inquiry คือ การสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนเป็นผู้ตรวจสอบความรู้หรือแนวคิด เพื่อยืนยันความรู้หรือแนวคิดที่ถูกค้นพบมาแล้ว โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและคำตอบ หรือองค์ความรู้ที่คาดหวังให้ผู้เรียนค้นพบ และให้ผู้เรียนทำกิจกรรมที่กำหนดในหนังสือหรือใบงาน หรือตามที่ครูบรรยายบอกกล่าว

2.1.3.2 Structure Inquiry คือ การสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหา และสาธิตหรืออธิบายการสำรวจตรวจสอบ แล้วให้ผู้เรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบตามวิธีการที่กำหนด

2.1.3.3 Guided Inquiry คือ การสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา และครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางการสำรวจตรวจสอบ รวมทั้งให้คำปรึกษาหรือแนะนำให้ผู้เรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบ

2.1.3.4 Open Inquiry คือ การสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิด เป็นผู้กำหนดปัญหา ออกแบบ และปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง

2.1.4 บรรยากาศของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

อารี พันธมณี (2540) กล่าวว่า องค์ประกอบสำคัญในการทำให้เกิดบรรยากาศการเรียนการสอน คือ ครูผู้สอนและผู้เรียน ผู้สอนและผู้เรียนต่างมีบทบาทในการสร้างบรรยากาศ ครูจะเป็นผู้ริเริ่มสร้างบรรยากาศ ผู้เรียนเป็นผู้ตอบสนอง และเติมสีสันให้กับบรรยากาศการเรียนการสอนให้กันไปในรูปแบบต่าง ๆ กัน บรรยากาศการเรียนการสอนที่เป็นอิสระ ทำหาย ตื่นเต้น ปลอดภัยเป็นประชาธิปไตย ผู้สอนให้ความอบอุ่นทั้งทางกายและจิตใจ สร้างความรู้สึกไว้วางใจให้กับผู้เรียนผู้เรียนได้รับความเข้าใจเป็นมิตร เอื้ออาทร ห่วงใย ตลอดจนให้ความดูแล ช่วยเหลือ จะทำให้ผู้เรียนมีความกล้าและอยากเรียนรู้มากขึ้น บรรยากาศการเรียนการสอนที่มีการยอมรับ มองเห็นคุณค่าในตัวผู้เรียน ผู้เรียนเป็นบุคคลสำคัญ มีคุณค่า และสามารถเรียนได้ ผู้สอนควรแสดงความรู้สึกการยอมรับผู้เรียนอย่างจริงใจ กระตุ้นผู้เรียนให้ยอมรับกันเองและเชื่อมั่นว่าสามารถทำได้สำเร็จ

Massialas and Cox (1968) ได้กล่าวว่า ห้องเรียนที่เป็นแบบสืบเสาะหาความรู้ ห้องเรียนต้องเป็นประชาธิปไตย เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่ ปัญหาที่นำมาอภิปรายน่าสนใจที่จะขบคิด และสามารถตัดสินใจได้ ครูมีบทบาทเพียงกระตุ้นให้กิจกรรมการเรียนการสอนดำเนินไปด้วยดี ทุกคนในห้องเรียนต้องให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

จากข้อมูลข้างต้นจึงสรุปได้ว่า ครูผู้สอนจำเป็นต้องสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ทำให้ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นในการเรียน มองเห็นคุณค่าในการเรียน และมีความสุขในขณะที่เรียน

2.1.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2550) ได้กล่าวไว้ว่าในการสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ มีข้อดีและข้อจำกัดบางประการที่ผู้สอนควรรู้ เพื่อจะได้นำไปปรับให้เหมาะสมกับสถานการณ์ จึงสรุปไว้ดังต่อไปนี้

2.1.5.1 ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

- 1) นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดอย่างเต็มที่
- 2) มีแรงจูงใจที่กระหายอยากรู้ อยากเรียนอยู่ตลอดเวลา
- 3) ได้ฝึกการคิดและการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธี

แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

- 4) ทำให้การเรียนรู้เกิดความคงทนและสามารถถ่ายโยงการเรียนรู้ได้
- 5) นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอน
- 6) นักเรียนจะมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
- 7) นักเรียนจะเรียนรู้มีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้นกว่าเดิม

2.1.5.2 ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

- 1) ใช้เวลามากในการสอนครั้งหนึ่ง ๆ
- 2) ถ้าสถานการณ์ที่สร้างขึ้นไม่ชวนสงสัยหรือไม่น่าสนใจจะทำให้เบื่อหน่ายและไม่อยากเรียนโดยวิธีนี้
- 3) ถ้าครูควบคุมพฤติกรรมในห้องเรียนมากเกินไป จะทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง
- 4) นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาค่อนข้างต่ำ หรือมีแรงกระตุ้นไม่มากพอ ไม่สามารถเรียนด้วยวิธีสอนแบบนี้ได้
- 5) การที่นักเรียนยังไม่เป็นผู้ใหญ่พอ ทำให้เขาขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหา และไม่มีประสบการณ์กับการที่จะรู้สึกสนุกกับความสำเร็จในการสืบเสาะหาความรู้
- 6) ข้อจำกัดเรื่องสติปัญญาและเนื้อหาวิชา อาจทำให้ไม่อาจจะหาความรู้ด้วยตนเองได้กว้างเท่าที่ควร
- 7) นักเรียนที่ต้องการแรงกระตุ้นเพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมาก ๆ อาจตอบคำถามต่าง ๆ ได้แต่เขาจะไม่ประสบผลสำเร็จจากการเรียนด้วยวิธีนี้
- 8) โอกาสที่จะทำให้ใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้อยู่เสมอ ๆ ทำให้ความสนใจศึกษาค้นคว้าลดลง

2.1.6 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

นักการศึกษาจากกลุ่ม Biological science curriculum society (1997) ได้เสนอกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์หรือความรู้เดิม ที่เป็นความรู้หรือแนวคิดผู้เรียนเอง เรียกรูปแบบการสอนนี้ว่า Inquiry cycle หรือ 5Es มีขั้นตอนดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2547; อ้างอิงจาก BSCS, 1997)

2.1.6.1 การสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการเรียนรู้ที่จะนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนสนใจ ในกิจกรรมที่จะนำเข้าสู่บทเรียน มีการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับปัจจุบัน และควรเป็นกิจกรรมที่คาดว่าจะเกิดขึ้น ทำให้ผู้เรียนสนใจจดจ่อที่จะศึกษาความคิดรวบยอด กระบวนการหรือทักษะและเริ่มคิดเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม

2.1.6.2 การสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ร่วมกัน และสร้างความคิดรวบยอด กระบวนการและทักษะ โดยการให้เวลาและโอกาสแก่ผู้เรียนในการทำกิจกรรมสำรวจและค้นหาสิ่งที่ผู้เรียนต้องการ และผู้เรียนแต่ละคนสามารถอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับความคิดรวบยอด ทักษะและกระบวนการ ในระหว่างที่มีการทำกิจกรรมสำรวจและค้นหา

2.1.6.3 การอธิบาย (Explanation) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายความคิดรวบยอดที่ได้จากการสำรวจและค้นหา ครูควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเกี่ยวกับทักษะหรือพฤติกรรมการเรียนรู้ การอธิบายเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ข้อสรุปร่วมกันในการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ และควรชี้แนะผู้เรียนเกี่ยวกับการสรุปและการอธิบายรายละเอียด อย่างไรก็ตามครูควรระลึกเสมอว่ากิจกรรมเหล่านี้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง หมายความว่าผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายด้วยตัวผู้เรียนเอง ครูเพียงชี้แนะผ่านทางกิจกรรม เป็นการเพิ่มโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้ชัดเจน

2.1.6.4 การขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้ยืนยันหรือเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขึ้น เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะและปฏิบัติตามที่ผู้เรียนต้องการ ในกรณีที่ผู้เรียนไม่เข้าใจหรือยังสับสนอยู่ ควรให้ประสบการณ์ใหม่ผู้เรียนจะได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้าง นอกจากนี้ครูควรชี้แนะให้ผู้เรียนได้นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เป็นการเพิ่มความคิดรวบยอด ทักษะและกระบวนการ

2.1.6.5 การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้และอธิบายความเข้าใจของตนเอง ครูจะต้องกระตุ้นหรือส่งเสริมให้ผู้เรียนประเมินความรู้ ความเข้าใจและความสามารถของตนเอง

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2550) กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

- (1) การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหา เช่นการซักถาม การอภิปรายปัญหาสิ่งที่อยู่รอบตัว ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน จะนำไปสู่การออกแบบการทดลองได้
- (2) การตั้งสมมติฐาน อาศัยสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหาในขั้นแรกเป็นหลัก ใช้คำถามที่ต่อเนื่องสัมพันธ์กัน
- (3) การออกแบบการทดลอง ครูอาจใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบการทดลอง และระบุวิธีการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ผู้เรียนและครูช่วยกันตั้ง
- (4) การทดสอบสมมติฐานโดยการทดลอง ผู้เรียนทดลองและบันทึกผลการทดลองโดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือ
- (5) เขียนข้อสรุปที่ได้จากการทดสอบสมมติฐาน ครูอาจถามโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้ปัญหา และควรมีคำตอบที่ฝึกให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

Pedaste et al. (2015) ได้แบ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เป็น 5 ขั้นตอน คือ

- (1) ขั้นนำ (Orientation) เป็นขั้นตอนแรกในการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน นำไปสู่การตั้งปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการทราบ
- (2) ขั้นสร้างแนวคิด (Conceptualization) เป็นการตั้งคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะตั้งสมมติฐานทดสอบได้ทางวิทยาศาสตร์ ระดมสมองเพื่อกำหนดแนวทางแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้น
- (3) ขั้นสืบเสาะ (Investigation) ขั้นทดสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น ดำเนินการตามแผนที่ได้วางไว้ สังเกต รวบรวมข้อมูลเพื่อตีความหมายและรูปแบบของข้อมูลนำไปสู่การสรุป
- (4) ขั้นสรุป (Conclusion) เป็นขั้นที่นำข้อมูลที่รวบรวมได้ทั้งหมดมาสรุป ประเมินค่าหรือตัดสินเพื่อตอบคำถามหรือแก้ปัญหาที่ตั้งไว้ในขั้นแรก
- (5) ขั้นอภิปรายผล (Discussion) เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้มีการสะท้อนคิด เหตุผลโต้แย้ง และอภิปรายข้อสรุปที่ได้ ผู้เรียนมีการสื่อสารกัน ร่วมกันเปรียบเทียบความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่สร้างขึ้น

จากเอกสารที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มี 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 เป็นขั้นตอนสร้างความสนใจแก่นักเรียนโดยการกระตุ้นด้วยสถานการณ์ต่าง ๆ เช่นการใช้คำถาม ขั้นที่ 2 เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้วางแผน สำรวจค้นหา เพื่อรวบรวมข้อมูล ขั้นที่ 3 เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ตีความ จัดรูปแบบ อธิบายความคิดรวบยอดที่ได้จากข้อมูลขั้นที่ 2 ขั้นที่ 4 เป็นขั้นตอนการขยายความรู้จากการเรียนในห้องเรียนที่แปลกใหม่ในชีวิตประจำวันเพื่อให้

ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอด และขั้นที่ 5 ขั้นที่ผู้เรียนมีการให้ข้อมูลย้อนกลับว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง ผู้เรียนสามารถประเมินความเข้าใจของตนเองและสามารถสื่อสารกับเพื่อนได้

2.1.7 การศึกษาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) ได้กล่าวว่า การผลิตสื่อหรือชุดการสอนนั้น ก่อนนำไปใช้จริง จะต้องนำสื่อหรือชุดการสอนที่ผลิตขึ้นไปทดสอบประสิทธิภาพเพื่อดูว่าสื่อหรือชุดการสอนทำให้ผู้เรียน มีความรู้เพิ่มขึ้นหรือไม่ มีประสิทธิภาพในการช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด มีความสัมพันธ์กับผลลัพธ์หรือไม่และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนจากสื่อหรือชุดการสอนในระดับใด ดังนั้นผู้ผลิตสื่อการสอนจำเป็นจะต้องนำสื่อหรือชุดการสอนไปหาคุณภาพ เรียกว่าการทดสอบประสิทธิภาพ

2.1.7.1 ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนไปทดสอบด้วยกระบวนการสองขั้นตอน คือ การทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น (Try out) และทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Try run) เพื่อหาหาคุณภาพของสื่อตามขั้นตอนที่กำหนดใน 3 ประเด็น คือ การทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น การช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบประเมินสุดท้ายได้ดี และการทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจ นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ก่อนที่จะผลิตออกมาเผยแพร่เป็นจำนวนมาก

2.1.7.2 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

การตั้งเกณฑ์ต้องตั้งไว้ครั้งแรกครั้งเดียวเพื่อจะปรับปรุงคุณภาพให้ถึงเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้ จะตั้งเกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพไว้ต่างกันไม่ได้ ดังนั้นหากการทดสอบคุณภาพของสิ่งใดหรือพฤติกรรมใดได้ผลสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 อนุโลมให้มีความคาดหวังต่ำกว่าหรือสูงกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้เกิน 2.5 ก็ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกหนึ่งขั้น แต่หากได้ค่าต่ำกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ ต้องปรับปรุงและนำไปทดสอบประสิทธิภาพใช้หลายครั้งจนได้ค่าถึงเกณฑ์ที่กำหนด การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E_1 = \text{Efficiency of process}$ (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E_2 = \text{Efficiency of product}$ (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

2.1.7.3 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตร

$$\text{สูตรที่ 1} \quad E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100 \quad (2.1)$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ

ΣX คือ คะแนนรวมของแบบฝึกปฏิบัติกิจกรรมหรืองานที่ทำระหว่างเรียนทั้งที่เป็นกิจกรรมในห้องเรียน และนอกห้องเรียน

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติทุกชิ้นรวมกัน

N คือ จำนวนผู้เรียน

$$\text{สูตรที่ 2} \quad E_2 = \frac{\Sigma x}{\frac{N}{B}} \times 100 \quad (2.2)$$

เมื่อ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ΣX คือ คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน

B คือ คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายของแต่ละหน่วย ประกอบด้วยผลการสอบหลังเรียนและคะแนนจากการประเมินงานสุดท้าย

N คือ จำนวนผู้เรียน

2.1.7.4 การตีความหมายผลการคำนวณ

ความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ให้มีความคลาดเคลื่อนหรือความแปรปรวนของผลลัพธ์ได้ไม่เกิน .05 (ร้อยละ 5) จากช่วงต่ำไปสูง $= \pm 2.5$ นั้นให้ผลลัพธ์ของค่า E_1 หรือ E_2 ที่ถือว่า เป็นไปตามเกณฑ์ มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ ไม่เกิน ร้อยละ 2.5 และสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน ร้อยละ 2.5 หากคะแนน E_1 หรือ E_2 ห่างกันเกิน ร้อยละ 5 แสดงว่ากิจกรรมที่ให้นักเรียนทำกับการสอบหลังเรียน ไม่สอดคล้องกัน จำเป็นต้องปรับแก้

2.1.7.5 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ

เมื่อผลิตสื่อหรือชุดการสอนขึ้นเป็นต้นแบบแล้ว ต้องนำสื่อหรือชุดการสอนไปหา ประสิทธิภาพ ดังนี้คือ 1) การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1: 1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียน 1-3 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบนี้จะได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ มาก 2) การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1: 10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียน 6-10 คน (ละผู้เรียนที่เก่ง ปานกลางกับอ่อน) ใน คราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์ โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณ ร้อยละ 10 นั่นคือ E_1/E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 70/70 3) การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1: 100) เป็นการ ทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียนทั้งชั้น ผลลัพธ์

ที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน ร้อยละ 2.5 ก็ให้ยอมรับว่า สื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากค่าที่ได้ต่ำกว่า เกณฑ์มากกว่า ร้อยละ -2.5 ให้ปรับปรุงและทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำจนกว่าจะถึงเกณฑ์

2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ปวีณา ขาสีเครือ (2553) กล่าวว่า หมายความว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการเรียนรู้ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ทางการเรียนรู้

พรทิพย์ สุตรักษา (2555) กล่าวว่า หมายความว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะรวมถึงความรู้ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนหรือประมวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพสมองซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิไลลักษณ์ ไชย양ค์ (2559) กล่าวว่า หมายความว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้หรือทักษะของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอนหรือประสบการณ์ทั้งหลายที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนการสอนซึ่งเกิดจากการทำงานที่ประสานกัน และต้องอาศัยความพยายามอย่างมาก ทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม และแสดงออกในรูปของความสำเร็จ สามารถวัดได้โดยการใช้แบบทดสอบหรือคะแนนที่ครูให้

จากความหมายดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จของผู้เรียนที่ได้มาจากความสามารถของผู้เรียนที่ประมวลความรู้ทั้งหมดที่ได้จากการเรียนการสอนโดยใช้แบบทดสอบจากครูเป็นตัววัดผลสัมฤทธิ์

2.2.2 ประโยชน์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ทิวัธ มณีโชติ (2549) กล่าวว่า การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนมีประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้หรือการจัดการเรียนการสอนดังนี้

2.2.2.1 เพื่อจัดตำแหน่ง (Placement) ผลจากการวัดบอกได้ว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถอยู่ในระดับใดของกลุ่มหรือเปรียบเทียบกับเกณฑ์แล้วอยู่ในระดับใด การวัดและประเมินเพื่อจัดตำแหน่งนี้ มักใช้ในวัตถุประสงค์ 2 ประการคือ

1) เพื่อคัดเลือก (Selection) เป็นการนำผลการวัดเพื่อคัดเลือกเพื่อเข้าเรียนเข้าร่วมกิจกรรม โครงการ หรือเป็นตัวแทน (เช่น ของชั้นเรียนหรือสถานศึกษา) เพื่อการทำการกิจกรรมหรือการให้ทุนผล การวัดและประเมินผลลักษณะนี้คำนึงถึงการจัดอันดับที่เป็นสำคัญ

2) เพื่อแยกประเภท (Classification) เป็นการใช้ผลการวัดและประเมินเพื่อแบ่งกลุ่มผู้เรียน เช่น แบ่งเป็นกลุ่มอ่อน ปานกลาง และเก่ง แบ่งกลุ่มผ่าน-ไม่ผ่านเกณฑ์ หรือตัดสินได้ตก เป็นต้น เป็นการวัดและประเมินที่ยึดเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มเป็นสำคัญ

2.2.2.2 เพื่อวินิจฉัย (Diagnostic) เป็นการใช้ผลการวัดและประเมินเพื่อค้นหาจุดเด่น จุดด้อยของผู้เรียนว่ามีปัญหาในเรื่องใด จุดใด มากน้อยแค่ไหน เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจการวางแผนการจัดการเรียนรู้และการปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เครื่องมือที่ใช้วัดเพื่อการวินิจฉัย เรียกว่า แบบทดสอบวินิจฉัย (Diagnostic Test) หรือแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้ ประโยชน์ของการวัดและประเมินประเภทนี้นำไปใช้ในวัตถุประสงค์ 2 ประการดังนี้

1) เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน ผลการวัดผู้เรียนด้วยแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้จะทำให้ทราบว่าผู้เรียนมีจุดบกพร่องจุดใด มากน้อยเพียงใด ซึ่งครูผู้สอนสามารถแก้ไขปรับปรุงโดยการสอนซ่อมเสริม (Remedial Teaching) ได้ตรงจุด เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่คาดหวังไว้

2) เพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ ผลการวัดด้วยแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้ นอกจากจะช่วยให้เห็นว่าผู้เรียนมีจุดบกพร่องเรื่องใดแล้ว ยังช่วยให้เห็นจุดบกพร่องของกระบวนการจัดการเรียนรู้อีกด้วย เช่น ผู้เรียนส่วนใหญ่มีจุดบกพร่องจุดเดียวกัน ครูผู้สอนต้องทบทวนว่าอาจจะเป็นเพราะวิธีการจัดการเรียนรู้ไม่เหมาะสมต้องปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม

2.2.2.3 เพื่อตรวจสอบและปรับปรุง การประเมินเพื่อพัฒนา (Formative Evaluation) เป็นการประเมินเพื่อตรวจสอบผลการเรียนรู้เทียบกับจุดประสงค์หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ผลจากการประเมินใช้พัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยอาจจะปรับปรุงหรือปรับเปลี่ยนวิธีการสอน (Teaching Method) ปรับเปลี่ยนสื่อการสอน (Teaching Media) ใช้นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ (Teaching Innovation) เพื่อนำไปสู่การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

2.2.2.4 เพื่อการเปรียบเทียบ (Assessment) เป็นการใช้ผลการวัดและประเมินเปรียบเทียบว่าผู้เรียนมีพัฒนาการจากเดิมเพียงใด และอยู่ในระดับที่พึงพอใจหรือไม่

2.2.2.5 เพื่อการตัดสิน การประเมินเพื่อการตัดสินผลการเรียนของผู้เรียนเป็นการประเมินรวม (Summative Evaluation) คือใช้ข้อมูลที่ได้จากการวัดเทียบกับเกณฑ์เพื่อตัดสินผลการเรียนว่าผ่าน-ไม่ผ่าน หรือให้ระดับคะแนน

2.2.3 เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เกียรติสุตา ศรีสุข (2552) กล่าวไว้ว่า งานวิจัยจะเชื่อถือได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ถ้าเครื่องมือไม่มีความเที่ยงตรง เชื่อถือไม่ได้ งานวิจัยก็เชื่อถือไม่ได้เช่นกัน ดังนั้นผู้วิจัยควรตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่สร้างว่ามีคุณภาพดีหรือไม่ ก่อนที่จะนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย

จิตติรัตน์ แสงเลิศอภัย (2558) กล่าวว่า เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ และมีบทบาทอย่างมากในการวิจัย การเลือกใช้เครื่องมือใดนั้นขึ้นอยู่กับสถานการณ์และลักษณะพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด ซึ่งหมายความว่าต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัยด้วย เช่นกัน ในการวิจัยพบว่าเครื่องมือที่นิยมใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมี 5 ประเภท ได้แก่ แบบทดสอบ แบบสังเกต แบบสัมภาษณ์ แบบสอบถาม และแบบประเมินการปฏิบัติ เครื่องมือแต่ละประเภทจะมีลักษณะที่สำคัญและความสามารถในการ เก็บรวบรวมข้อมูลได้แตกต่างกันออกไป ดังนี้

2.2.3.1 แบบทดสอบ (Test) คือ ชุดของคำถาม งานหรือสถานการณ์ที่กำหนดขึ้น เพื่อใช้เป็นสิ่งเร้าให้บุคคลแสดง พฤติกรรมตอบสนองออกมา ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวนี้มีความหมายครอบคลุมทั้งด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัยและทักษะพิสัย แบบทดสอบ (ข้อสอบ) เป็นเครื่องมือหลักที่ครูต้องใช้วัดผลการเรียนของผู้เรียนมาโดยตลอด มีหลักการในการสร้างคือ วิเคราะห์จุดประสงค์และเนื้อหา กำหนดพฤติกรรมที่ต้องการวัด สร้างตารางวิเคราะห์มาตรฐานและตัวชี้วัด กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบให้ตรงกับมาตรฐานและตัวชี้วัด ลงมือเขียนข้อคำถามตามจุดประสงค์ที่วางไว้ นำแบบทดสอบที่เขียนไว้มาทบทวนแล้้งนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด พิมพ์แบบทดสอบทั้งฉบับ ตรวจสอบแก้ไขแล้วนำไปทดลองใช้กับกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียง กับกลุ่มตัวอย่างที่จะใช้แบบทดสอบในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อตรวจสอบคุณภาพในด้านความยากง่าย อำนาจจำแนกและความเชื่อมั่น และปรับปรุงแก้ไข พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง แล้วนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ตารางวิเคราะห์มาตรฐานและตัวชี้วัด มีประโยชน์อย่างมากต่อการสร้างแบบทดสอบในการวิจัยหรือการวัดและ ประเมินผลการเรียนรู้ ทำให้ผู้วิจัยหรือครูผู้สอนรู้ว่า จะต้องออกข้อสอบในมาตรฐานนี้กี่ข้อ ตัวชี้วัดนี้กี่ข้อ และต้องออกข้อสอบ วัดพฤติกรรมของผู้เรียนในด้านใดบ้าง

2.2.3.2 แบบสังเกต (Observation form) คือ เครื่องมือที่ใช้ประกอบการสังเกตเป็นชุดของพฤติกรรมที่ผู้วิจัยต้องการ ศึกษา แบบสังเกตมีหลายชนิด เช่น ระเบียบพฤติกรรม แบบตรวจสอบรายการ (Checklist) และแบบจัดอันดับคุณภาพ (Rating scale) การสังเกตเป็นวิธีการซึ่งใช้ประสาทสัมผัสของผู้สังเกต โดยเฉพาะตา และหู เพื่อติดตามศึกษาพฤติกรรมที่บุคคลที่ แสดงออกได้ทุกด้าน แบบสังเกตเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่ผู้วิจัยสามารถใช้ได้ตลอดเวลา

2.2.3.3 แบบสัมภาษณ์ (Interview form) คือ เครื่องมือที่ใช้ประกอบการสัมภาษณ์ จะเป็นแบบบันทึกคำให้สัมภาษณ์ซึ่งผู้ สัมภาษณ์สร้างขึ้นมาเพื่ออำนวยความสะดวกในการรวบรวมข้อมูล ลักษณะของแบบสัมภาษณ์อาจจะคล้ายกับแบบสอบถาม นอกจากนี้ยังมีเครื่องมือที่ใช้ประกอบในการสัมภาษณ์เป็นสื่อประเภทเครื่องบันทึกเสียง ซึ่งใช้อำนวยความสะดวกในการ บันทึกรายละเอียดของข้อมูล ช่วยให้ผู้สัมภาษณ์พิจารณาย้อนทวนข้อมูลได้ และสามารถสรุปข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน

2.2.3.4 แบบสอบถาม (Questionnaire) คือ เครื่องมือที่ใช้วัดพฤติกรรมภายในของบุคคลเกี่ยวกับความรู้สึก ความคิดเห็น เจตคติ ความสนใจ ซึ่งกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมด้านจิตพิสัยนั่นเอง นอกจากนี้ยังเหมาะสำหรับศึกษาข้อมูลส่วนตัวของ บุคคลด้วย แบบสอบถามมีลักษณะเป็นชุดของคำถามที่สร้างขึ้น เพื่อให้ศึกษาหาข้อมูลตามจุดประสงค์

2.2.3.5 แบบประเมินการปฏิบัติ (Performance assessment form) คือเครื่องมือที่ใช้ประกอบการประเมินการให้ปฏิบัติจริง มักเป็นแบบบันทึกผลการปฏิบัติตลอดกระบวนการโดยการให้ปฏิบัติเป็นรูปแบบ หรือวิธีการที่กำหนดขึ้นเพื่อวัดความสามารถ ในการปฏิบัติงานหรือปฏิบัติกิจกรรมที่จัดเป็นพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย เช่น เริ่มวัดตั้งแต่ความสามารถในการเตรียมงาน วัดการลงมือปฏิบัติในแต่ละขั้นตอน วัดผลงานและวัดพฤติกรรมด้านจิตพิสัยบางประการ

2.2.4 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สมกิจ กิจพูนวง (2556) ได้กล่าวว่า คุณลักษณะของแบบทดสอบที่ดี มีการประเมินคุณภาพของแบบทดสอบที่ใช้ในการวัดผล จะต้องทำการตรวจสอบคุณภาพด้านต่าง ๆ ของแบบทดสอบดังต่อไปนี้

2.2.4.1 ความเที่ยงตรง (Validity) เป็นความถูกต้องสอดคล้องของแบบทดสอบกับสิ่งที่ต้องการจะวัด ซึ่งเป็นคุณลักษณะของแบบทดสอบที่ถือว่าสำคัญที่สุด เพราะถึงแม้ว่าจะมีคุณภาพด้านอื่นดีอย่างไร แต่ไม่ ตรงกับสิ่งที่ต้องการวัด ก็ไม่มีประโยชน์อย่างใด โดยเกณฑ์ในการเปรียบเทียบคือเนื้อหา โครงสร้าง สภาพปัจจุบัน และอนาคตว่าสามารถวัดได้ในสิ่งที่ต้องการวัดหรือต้องการศึกษามีความถูกต้อง ครบถ้วนตามคุณสมบัติของสิ่งที่ต้องการวัดถือเป็นคุณสมบัติอันดับหนึ่งของแบบทดสอบ

2.2.4.2 ความเชื่อมั่น (Reliability) เป็นความคงเส้นคงวาของคะแนนในการวัดแต่ละครั้ง หรือ ความ คงที่ของผลการวัด ผลของการวัดไม่ว่าจะเป็นคะแนนหรืออันดับที่ก็ตามเมื่อวัดได้ผลออกมาแล้วสามารถ เชื่อถือได้ในระดับสูงจนสามารถประกันได้ว่า ถ้ามีการตรวจสอบผลซ้ำอีก ไม่ว่ากี่ครั้งก็จะได้ผลใกล้เคียงและ สอดคล้องกับผลการวัดเดิมนั่นเอง

2.2.4.3 ความเป็นปรนัย (Objectivity) เป็นความชัดเจนที่ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับการวัดผล ครั้งนั้นมี ความเห็นสอดคล้องกันในเรื่องของคำถาม ค่าของคะแนนหรืออันดับที่ที่วัดได้ตลอดจนการแปลค่าคะแนน เป็นผลประเมินในการตัดสินคุณค่าก็สอดคล้องตรงกัน การพิจารณาความเป็นปรนัยของแบบทดสอบมีหลาย เช่น ความชัดเจนในความหมายของคำถาม ตรวจให้คะแนนได้ตรงกัน และแปลความหมายของคะแนนได้ตรงกัน

2.2.4.4 ค่าความยาก (Difficulty) ความยากง่ายของแบบทดสอบพิจารณาได้จากผลการสอบของ ผู้สอบเป็นสำคัญ ข้อสอบใดที่ผู้สอบส่วนมากตอบถูก ค่าคะแนนเฉลี่ยของข้อสอบสูงกว่า 80 เปอร์เซนต์ ของคะแนนเต็ม อาจกล่าวได้ว่าเป็นข้อสอบที่ง่าย หรือค่อนข้างง่าย ข้อสอบที่มีความยากง่ายพอเหมาะ คะแนนเฉลี่ยของข้อสอบควรมีประมาณ 50 เปอร์เซนต์ของคะแนนเต็ม ถ้าคะแนน

เฉลี่ยต่ำกว่า 20 เปอร์เซนต์แสดงว่าเป็นข้อสอบค่อนข้างยาก ข้อสอบที่ดีควรมีความยากง่ายพอเหมาะ ไม่ยากหรือง่าย เกินไป ข้อสอบฉบับหนึ่งควรมีผู้ตอบถูกไม่ต่ำกว่า 20 คนและไม่เกิน 80 คน จากผู้สอบ 100 คน

2.2.4.5 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นลักษณะของแบบทดสอบที่สามารถแบ่งผู้เรียนตาม ระดับกลุ่มความสามารถ ตั้งแต่อ่อนสุดจนถึงเก่งสุด แม้ว่าจะเก่ง อ่อน กว่ากันเพียงเล็กน้อยก็สามารถชี้แจงให้เห็นได้ข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกสูงนั้น เด็กเก่งมักตอบถูกมากกว่าเด็กอ่อนเสมอ ข้อสอบที่ทุกคน ตอบถูกหมดจะไม่สามารถบอกอะไรได้เลย หรือข้อสอบที่ทุกคนตอบผิดหมด ไม่สามารถบอกได้ว่าใครเก่ง หรืออ่อน

2.2.4.6 ความมีประสิทธิภาพ (Efficiency) เครื่องมือวัดผลที่มีประสิทธิภาพ หมายถึง เครื่องมือที่ทำให้ ได้ข้อมูลได้ถูกต้องเชื่อถือได้โดยลงทุนน้อยที่สุดไม่ว่าจะเป็นการลงทุนในแง่เวลา แรงงาน และทุนทรัพย์ รวมทั้งความสะดวกสบาย คล่องตัวในการรวบรวมข้อมูล ข้อสอบที่มีประสิทธิภาพสามารถให้คะแนนได้ เทียบตรงและเชื่อถือได้มากที่สุดโดยใช้เวลาแรงงานและเงินน้อยที่สุด แต่ประโยชน์ที่ได้จากการสอบคุ้มค่า ข้อสอบที่พิมพ์ผิดตกหล่นมาก จำนวนหน้า ไม่ครบ รูปแบบของแบบทดสอบเรียงไม่เป็นระเบียบทำให้ ผู้สอบเกิดความสับสน มีผลต่อคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบทั้งสิ้นการจัดรูปแบบของข้อสอบปรนัย แบบเลือกตอบเพื่อให้ดูง่าย มีความเป็นระเบียบเรียบร้อยนิยมพิมพ์แบ่งครึ่งหน้ากระดาษ

2.2.4.7 ความยุติธรรม (Fair) ความยุติธรรมเป็นคุณลักษณะของข้อสอบที่ดีต้องไม่เปิดโอกาสให้เด็ก ได้เปรียบเสียเปรียบกัน เช่น ข้อสอบบางฉบับครูไปเน้นเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งตรงกับเรื่องที่เด็กทำรายงานใน บางกลุ่ม ทำให้กลุ่มนั้น ๆ ได้เปรียบคนอื่น ๆ ข้อสอบบางข้อใช้คำถามหรือข้อความที่แนะนำคำตอบ ทำให้นักเรียนใช้ไหวพริบเดาได้ การใช้ข้อสอบแบบอัตนัยเพียง 5 หรือ 10 ข้อมาทดสอบเด็กนั้นไม่อาจสร้าง ความยุติธรรมในการสอบให้แก่เด็กได้ เพราะผู้สอบมีโอกาสเก็งข้อสอบได้ถูกมากกว่าแบบปรนัยที่มีจำนวนข้อมาก ๆ

2.2.4.8 คำถามลึก (Searching) ข้อสอบที่ถามลึกไม่ถามแต่เพียงความรู้ความจำเท่านั้น แต่จะถามวัด ความเข้าใจ การนำความรู้ที่ได้เรียนไปแล้วมาแก้ปัญหา วิเคราะห์ตลอดจนสร้างสรรค์สิ่งใหม่ขึ้นมาจน ท้ายที่สุดคือการประเมินผล คำถามที่ถามลึกนั้นผู้สอบต้องคิดค้นก่อนจึงจะสามารถหาคำตอบได้ มิใช่ เพียงแต่ระลึกถึงประสบการณ์ต่าง ๆ เพียงตื่น ๆ ก็ตอบปัญหาได้แต่เป็นแบบทดสอบที่วัดความลึกซึ้งทาง วิชาการตามแนวตั้งมากกว่าจะวัดตามแนวกว้าง

2.2.4.9 คำถามยั่ว (Exemplary) คำถามยั่ว ได้แก่ คำถามที่มีลักษณะท้าทายให้เด็กอยากคิดอยากทำ มีลีลาการถามที่น่าสนใจไม่ถามวนเวียนซ้ำซากน่าเบื่อหน่าย การใช้รูปภาพประกอบ ก็เป็นวิธีหนึ่งที่ทำให้ข้อสอบน่าสนใจข้อสอบที่ยากเกินไปทำให้ผู้สอบหมดกำลังใจที่จะทำส่วนข้อสอบ

ที่ง่ายเกินไปก็ไม่ท้าทายให้ยากทำ การเรียงลำดับคำถามจากข้อง่ายไปหายากเป็นวิธีหนึ่งที่ทำให้ข้อสอบมีลักษณะท้าทายน่าทำ

2.2.4.10 จำเพาะเจาะจง (Definite) คำถามที่ดีต้องไม่ถามกว้างเกินไป ไม่ถามคลุมเครือหรือเล่น สำนวนให้ผู้สอบและผู้สอบอ่านแล้วต้องเข้าใจชัดเจนว่าคำถามอะไรส่วนจะตอบได้หรือไม่อยู่ที่ความสามารถ ของผู้ตอบเป็นสำคัญ

2.3 การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ Normalized gain

2.3.1 ความหมายของ Normalized gain

Normalized gain คือ การประเมินผลการเรียนรู้ที่พิจารณาจากคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียน โดยพิจารณาจากผลต่างของคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเทียบกับโอกาสที่นักเรียนแต่ละคนจะสามารถทำคะแนนเพิ่มขึ้นมาได้ ซึ่งเสนอโดย Richard R. Hake นักฟิสิกส์แห่ง University of Indiana (อภิสิทธิ์ ธงไชย และคณะ, 2550) Normalized gain เป็นวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียนจากการทำให้มีโอกาสเพิ่มขึ้นเท่ากันและมีค่าสูงสุดเท่ากับ 1 โดยในห้องเรียนหนึ่ง ๆ จะคำนวณออกมาในรูปของ average normalized gain $\langle g \rangle$ ซึ่งหาได้จากอัตราส่วนของผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (Actual gain) ต่อผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (Maximum possible gain) เขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\langle g \rangle = \frac{(\% \text{ posttest}) - (\% \text{ pretest})}{(100\%) - (\% \text{ pretest})} \quad (2.1)$$

โดยที่ $\langle g \rangle$ คือ average normalized gain

%post-test คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์*

%pre-test คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อนเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์*

*หมายเหตุ คิดเฉพาะนักเรียนคนที่สอบทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนเท่านั้น

สำหรับการคำนวณหา Average normalized gain $\langle g \rangle$ ไม่จำเป็นต้องใช้ค่าที่เป็นเปอร์เซ็นต์ก็ได้ แต่สามารถใช้คะแนนจริงที่เก็บได้จากข้อมูลวิจัย โดย pre-test คือคะแนนก่อนเรียน Post-test คือคะแนนสอบหลังเรียน และ 100% แทนด้วยคะแนนเต็มของชุดข้อสอบนั้น

$\langle g \rangle$ ที่คำนวณได้ คือ ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของนักเรียน (Actual gain = (%post-test) - (%pre-test)) คิดเป็นกึ่งเท่าของผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (Maximum possible gain = (100%) - (%pre-test)) ซึ่งค่าที่ได้จะมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.0-1.0 สามารถแบ่งได้เป็น 3 ระดับ คือ

High gain (ระดับสูง)	มีค่า	$0.7 \leq <g> \leq 1.0$
Medium gain (ระดับกลาง)	มีค่า	$0.3 \leq <g> < 0.7$
Low gain (ระดับต่ำ)	มีค่า	$0.0 \leq <g> < 0.3$

2.3.2 ประเภทของ Normalized gain

สำหรับการพิจารณา normalized gain เพื่อศึกษาว่านักเรียนมีผลการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างไรทั้งในระดับชั้นเรียน ระดับแต่ละแนวคิด แต่ละรายบุคคล หรือแม้กระทั่งรายชื่อนั้นเราจะได้แยกแยะให้เห็นว่าสามารถทำได้อย่างไร แบ่งประเภทของ Normalized gain ออกเป็นดังนี้

2.3.2.1 แบบแต่ละชั้นเรียน (Class normalized gain หรือ Class average normalized gain) หมายถึงการพิจารณาว่าผลการเรียนของนักเรียนทั้งชั้นนั้นเพิ่มขึ้นคิดเป็นกี่เท่าของผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ โดยดูจากคะแนนเฉลี่ยของทั้งชั้น ทั้งก่อนและหลังเรียน

การพิจารณาผลการเรียนของนักเรียนในลักษณะนี้ ใช้เพื่อดูว่าผลการเรียนการสอนโดยภาพรวมของทั้งชั้นนั้นมีพัฒนาการขึ้นมากน้อยเพียงใด ซึ่งโดยทั่วไปนักวิจัยจะอ้างถึงเนื่องจากสามารถบอกเป็นภาพรวมของทั้งชั้น อย่างไรก็ตามในการคิดคำนวณเพื่อหาค่า Normalized gain นี้ อาจใช้การนับคะแนนหรือนับจำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบได้ถูกต้องเพื่อมาเข้าสู่ตรรกะคำนวณ ผลการคำนวณที่ได้จะเป็นการบอกภาพรวมของทั้งชั้นว่ามีผลการเรียนดีขึ้นมากน้อยเพียงใด

2.3.2.2 แบบแต่ละรายบุคคล (Single student normalized gain) หมายถึงการพิจารณาว่านักเรียนแต่ละคนมีพัฒนาการการเรียนรู้เป็นอย่างไร โดยดูจากคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนแต่ละคน

สำหรับการหาค่า $<g>$ ของนักเรียนแต่ละคนทั้งชั้นเรียนแล้ว มาหาค่าเฉลี่ย (Average of the single student normalized gain) หรืออาจจะเรียกว่าเป็นค่าเฉลี่ย $<g>$ ของนักเรียนห้องนี้ ซึ่งควรจะเป็นค่าเดียวกันกับ Class normalized gain แต่ค่าที่ได้จากวิธีนี้พบได้ว่ามีค่าไม่เท่ากัน โดยค่าที่ได้ด้วยวิธีนี้จะมีค่าอยู่ในช่วง $\pm 5\%$ ของ Class normalized gain โดยที่จำนวนประชากรที่ทดสอบต้องมีค่าตั้งแต่ 20 คนขึ้นไป อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติเราอาจจะทำได้ลำบากสำหรับการที่จะดู $<g>$ ของนักเรียนแต่ละคนเนื่องจากต้องใช้เวลาหากนักเรียนมีจำนวนมาก แต่สำหรับชั้นเรียนที่มีนักเรียนน้อยเราสามารถดูได้และเป็นการดี เนื่องจากทำให้ผู้สอนสามารถพัฒนาการของนักเรียนแต่ละคนได้เป็นอย่างดี จะเป็นแนวทางในการช่วยเสริมให้กับนักเรียนมีผลการเรียนรู้ที่ทำได้ หรืออาจให้นักเรียนที่ผลการเรียนที่ดีอยู่แล้วมาช่วยเหลือเพื่อนได้

2.3.2.3 แบบแต่ละข้อ (Single test item normalized gain) หมายถึงการพิจารณาว่าจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกต้องเพิ่มขึ้นเป็นเท่าใดของข้อสอบข้อที่เรากำลังพิจารณา ในการสอบก่อนและหลังเรียน

การพิจารณาในลักษณะนี้มีข้อดี คือทำให้บอกได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจต่อข้อสอบข้อนั้นเป็นอย่างไร ซึ่งสามารถนำมาเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการเรียนการสอนในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับข้อสอบข้อนั้น ๆ ได้เป็นอย่างดี

2.3.2.4 แบบแต่ละความคิดรวบยอด (Conceptual dimensional normalized gain) เป็นการดูว่าพัฒนาการหรือผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนที่มีต่อ Concept หนึ่ง ๆ เป็นอย่างไร

การพิจารณาผลการเรียนรู้ในลักษณะนี้จะใช้ในกรณีที่ต้องการดูว่านักเรียนมีผลการเรียนหรือมีพัฒนาการต่อการเรียนในข้อหวัข้อนั้น ๆ เป็นอย่างไร เนื่องจากการสอนครั้งหนึ่ง ๆ จะมีการสอบรวบยอดเพื่อที่จะดูผลการเรียนที่นักเรียนสอบได้ต่อข้อสอบชุดนั้น ๆ ซึ่งข้อสอบมาตรฐานทั่วไปจะมีการวัดความเข้าใจหลาย ๆ concepts อยู่ในข้อสอบชุดเดียวกัน ดังนั้นหากเราดูเฉพาะคะแนนรวมไม่อาจบอกได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจในแต่ละแนวคิดรวบยอดนั้นมากน้อยเพียงใด จึงเป็นการดีที่เราจะดูได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจผิดในเรื่องใดมากหรือน้อย เพื่อที่จะเป็นแนวทางในการพัฒนาการสอนได้ตรงประเด็นที่นักเรียนมีความเข้าใจผิดกันมาก ส่วนประเด็นที่นักเรียนมีผลการเรียนรู้ที่ดีอยู่แล้วเราก็สามารถนำไปพัฒนาต่อให้ดีขึ้นไปอีกได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสนใจที่จะนำวิธี Normalized gain มาใช้ในการประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยจะพิจารณาว่านักเรียนมีผลการเรียนเพิ่มขึ้นได้อย่างไร ไว้ 2 แบบ คือ ระดับรายชั้นเรียน และรายข้อ

2.4 ความคงทนของความรู้

2.4.1 ความหมายของความคงทนของความรู้

สุชา จันทรเฒ (2541) ได้อธิบายไว้ว่า ความคงทนในการเรียน คือ การเก็บหรือการรักษาการรับรู้ และความเข้าใจที่ได้รับจากกระบวนการรับรู้อย่างมีสติสัมปชัญญะ (Apperception) โดยผ่านประสาทสัมผัสต่าง ๆ

ธราดล รานรินทร์ และวลัย อิศรางกูร ณ อยุธยา (2555) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความคงทนของความรู้ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการคงไว้ซึ่งความรู้ที่ผ่านกระบวนการเรียนรู้มาแล้ว โดยหลังจากที่ผ่านระยะเวลาไปช่วงหนึ่งแล้วก็ยังสามารถจดจำความรู้นั้นไว้ได้

Stevick (1982) กล่าวไว้ว่า องค์ประกอบสำคัญสามประการที่สามารถทำให้ผู้เรียนจดจำสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้วเป็นอย่างดี คือ ความใหม่ของเหตุการณ์ (Regency) ความถี่ที่พบเห็น (Frequency) และความเข้มข้นของประสบการณ์ (Intensity)

อาจกล่าวโดยสรุปได้ว่าความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการจำ และนำความรู้มาใช้ได้อีก หลังจากผ่านช่วงระยะเวลาหนึ่ง

2.4.2 วิธีการวัดความคงทนของความรู้

สุชาดา โพธิ์ไชยราช (2558; อ้างอิงจาก ชม ภูมิภาค, 2516) กล่าวถึงความจำนุญษ์ว่า ไม่คงที่ตลอดเวลาและเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ในการตรวจสอบว่า เมื่อเรียนไปแล้วและหยุดไประยะหนึ่ง โดยไม่มีการปฏิบัติอะไรนั้นจะมีความคงทนของความรู้มากน้อยเพียงใด มีวิธีการวัดอยู่ 3 วิธี คือ

2.4.2.1 วิธีแห่งการระลึกได้ (Recall method) คือ การเปรียบเทียบระหว่างทดสอบติดตามหลังการเรียนเสร็จสิ้นทันที กับการเว้นระยะพักไปแล้วทดสอบ

2.4.2.2 วิธีแห่งการรู้จัก (Recognitive method) ใช้วิธีการให้เลือกเอาสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วออกมาจากสิ่งอื่น ๆ ที่ปนอยู่ ซึ่งมีลักษณะคล้าย ๆ กันมาก

2.4.2.3 การเรียนใหม่ (Relearning method) เปรียบเทียบการเรียนอันเดิมกับการเรียนอันใหม่ว่าถ้าเรียนให้ได้ระดับเดิมจะใช้เวลาเท่าใด

นอกจากนี้ ยังต้องคำนึงถึงระยะเวลาที่ใช้วัดความคงทน ระยะเวลาเป็นสิ่งที่มีความสัมพันธ์กับความคงทนของความรู้หรือความจำ ดังนั้น การวัดความคงทนของความรู้จึงต้องมีระยะเวลาที่เหมาะสม การศึกษาทบทวนสิ่งที่จำเป็นอยู่แล้วซ้ำอีก จะช่วยให้ความจำถาวรมากยิ่งขึ้น และถ้าได้ทบทวนอยู่เสมอแล้ว ช่วงเวลาที่ความจำระยะสั้นจะฝังตัวแปลงสภาพเป็นความจำระยะยาวหรือความคงทนของความรู้ประมาณ 14 วัน หลังจากที่ได้ผ่านการเรียนรู้ไปแล้ว (ชัยพร วิชชาวุธ, 2525) และเพื่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยลง ควรเว้นช่วงเวลาในการสอบซ้ำห่างกันอย่างน้อย 2 สัปดาห์ เพราะความเคยชินในการทำแบบทดสอบจะให้ค่าสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทั้งสองกลุ่มสูง (วัชร บัวตา, 2550; อ้างอิงจาก กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์, 2528)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สุภาพร พรไตร (2557) ได้จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นการคิดวิเคราะห์เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่เน้นการคิดวิเคราะห์ในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้โดยมีข้อเสนอแนะคือ การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้ไปใช้ ผู้ใช้ควรทำความเข้าใจก่อนเพื่อจะได้เห็นภาพรวมและทราบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ อีกทั้งต้องพิจารณาบริบทของตนเองเพื่อปรับใช้ให้เหมาะสม เช่น การคิดวิเคราะห์ในแต่ละขั้นตอนของการสืบเสาะ หากมีข้อจำกัดเรื่องเวลาและความสามารถของผู้เรียน ผู้สอนอาจเพิ่มความช่วยเหลือให้มากขึ้น ไม่ควรปล่อยให้เป็นการสืบเสาะในลักษณะเปิด (Open inquiry)

สุภาพร พรไตร (2558) ได้จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในวิชาชีววิทยา เรื่องการเรียนรู้ เรื่องวัฏจักรเซลล์และไมโทซิสด้วยการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์: แนวเชิงรุกเพื่อเพิ่ม

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนของความรู้ จำนวน 1 ชั่วโมง เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งศึกษาประสิทธิภาพและประสิทธิผลทางการเรียนและความคงทนของความรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้นี้มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 81.4/80.6 ค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7713 ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 77.13 จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับสูง ทำให้นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (คิดเป็นร้อยละ 16.30) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (คิดเป็นร้อยละ 80.56) และเมื่อเรียนผ่านไปแล้ว 15 วัน นักเรียนยังคงมีความคงทนของความรู้ (คิดเป็นร้อยละ 80.16) ไม่แตกต่างจากการสอบหลังเรียนครั้งที่ 1

สุภาพร พรไตร (2559) ได้จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในวิชาชีววิทยา เรื่องการเรียนรู้วัฏจักร Krebs ในการสลายสารอาหารระดับเซลล์ด้วยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์: กิจกรรมการลงมือปฏิบัติ (Hands-on) เพื่อการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 35 คน กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์นี้ ประกอบด้วย 5 ขั้น ขั้นที่ 1 นักเรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ ขั้นที่ 2 นักเรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม ขั้นที่ 3 นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ ขั้นที่ 4 นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ขั้นที่ 5 นักเรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง ใช้เวลาในการจัดกิจกรรม 90 นาที ผลการวิจัยพบว่าสำหรับห้องเรียนที่ 1 กิจกรรมการเรียนรู้นี้มีค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) และค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) เท่ากับ 81.79/80.48 และ 0.7462 ตามลำดับ นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 74.62 ($\langle g \rangle = 0.74$) จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับสูง และนักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (คิดเป็นร้อยละ 22.38) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (คิดเป็นร้อยละ 80.48) ซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) สำหรับห้องเรียนที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้นี้มีค่า E_1/E_2 และค่า E.I. เท่ากับ 81.43/80.95 และ 0.7452 ตามลำดับ นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 74.52 ($\langle g \rangle = 0.74$) จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับสูง ทำให้นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (คิดเป็นร้อยละ 21.90) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (คิดเป็นร้อยละ 80.95) ซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$)

อารณัน บากา (2560) ได้จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามระดับการคิดวิเคราะห์ เรื่องการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และพบว่านักเรียนสามารถสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ถ่ายโอนการเรียนรู้วิเคราะห์ความสำคัญ ความสัมพันธ์ และหลักการของประเด็นต่าง ๆ ในใบงานได้อย่างถูกต้อง

Puche and Holt (2012) ใช้การสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ จัดการเรียนรู้เรื่องคุณภาพของน้ำ โดยการให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบจากคำถามที่เป็นข้อสงสัยผ่านกระบวนการทดลองทางวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาตัวอย่างน้ำจากแหล่งต่าง ๆ ที่มีมลพิษแตกต่างกัน แล้วนำมาทดสอบวัดคุณภาพ ตรวจสอบระดับความขุ่น ค่า pH ปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัส แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ภายในห้องเรียน พบว่าเป็นการสอนที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม ผ่านการคาดเดาโดยการหาข้อมูลเพิ่มเติมจากการทดลอง นักเรียนสามารถใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์เช่น กล้องจุลทรรศน์แบบต่าง ๆ ได้

Taylor (2014) ได้ใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะเป็นฐานในการจัดการเรียนรู้เรื่องการออสโมซิส (Osmosis) โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติการออกเป็น 3 ขั้นตอนนี้ 1) ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเองโดยการวิเคราะห์การเกิดออสโมซิส โดยใช้มันฝรั่งรูปแบบต่าง ๆ และสารละลายเกลือเข้มข้นจากนั้นให้แต่ละกลุ่มอภิปรายข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น 2) ให้นักเรียนหาความน่าเชื่อถือของการทดลอง โดยการทำซ้ำ ด้วยการเลือกปัญหาจากข้อผิดพลาดในครั้งที่ 1 และให้แต่ละกลุ่มทำงานทดลองใหม่ นำข้อมูลที่ได้มาเขียนรายงานและวิเคราะห์ผล 3) การคัดเลือกลักษณะของมันฝรั่งที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการออสโมซิส โดยให้ออกแบบมันฝรั่งที่สามารถออสโมซิสได้มากที่สุดหลังจากแช่ในสารละลาย เป็นเวลา 10 นาที โดยการชั่งน้ำหนักก่อนและหลังทำการทดลอง จากการทดลองแบบง่าย ๆ นี้ พบว่านักเรียนสามารถออกแบบการทดลองของตนเองและสามารถใช้อุปกรณ์พื้นฐานได้ ซึ่งประเมินการเรียนรู้ด้วยการทดสอบโดยให้นักเรียนอธิบายถึงการออกแบบการทดลองที่นักเรียนเลือก



ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างการออกแบบมันฝรั่งที่เหมาะสมในการออสโมซิสในการจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 3
ที่มา: Taylor (2014)

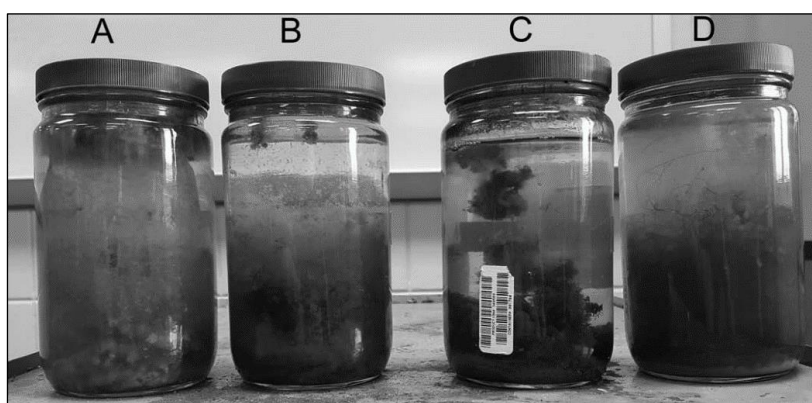
McLaughlin and Coyle (2016) ได้ใช้การสืบเสาะด้วยการปฏิบัติการทางชีววิทยาในการสอนเรื่อง เซลล์และสารชีวโมเลกุล โดยการทำปฏิบัติการเพื่อให้นักเรียนเข้าใจสิ่งมีชีวิตในระดับเซลล์ โดยมีขั้นตอนดังนี้ 1) ให้นักเรียนดูวิดีโอการพัฒนาของเซลล์ต้นกำเนิด 2) ให้ข้อมูลพื้นฐาน เช่น ชนิดของเซลล์สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เทคนิคการปลดเชื้อในการเลี้ยงเซลล์ การนับจำนวนเซลล์ การเพาะเลี้ยงเซลล์ 3) อธิบายข้อกำหนดต่างในห้องปฏิบัติการ 4) ให้นักเรียนทดลองเพาะเลี้ยงเซลล์ วัดขนาด และนับจำนวนของเซลล์ด้วยตนเอง 5) นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์ผลและนำเสนอข้อมูลที่ได้พบว่าเป็นกระบวนการสอนที่มีความยืดหยุ่น ช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์การวิจัย สามารถนำไปปรับปรุงให้เหมาะสมกับห้องแล็บขนาดเล็กได้

Lander and Calie (2017) ใช้การสอนแบบสืบเสาะด้วยการสำรวจ เพื่อศึกษาสารเคมีในครีวเรื้อน ที่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของและการเจริญของเมล็ดพืช ทำการทดลองโดยนำสลายละลายที่มีอยู่ในครีวเรื้อน เช่น แอมโมเนีย สารฟอสเฟต ยาฆ่าเชื้อ น้ำส้มสายชู นมแมกนีเซียม แอลกอฮอล์ชนิดต่าง ๆ มาคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลาย และนำไปใส่ในจานเพาะเชื้อที่มีเมล็ดพืชอยู่เพื่อเปรียบเทียบการงอกและการเจริญของเมล็ดพืช โดยให้นักเรียนวัดการเจริญของพืชหลังจากผ่านไป 28 วัน เพื่อทดสอบว่าสารเคมีชนิดต่าง ๆ นั้นมีผลต่อการเจริญของพืชต่างกันอย่างไร บันทึกผลโดยการให้นักเรียนถ่ายภาพและวัดความสูงของต้นพืช และนำเสนอข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ พบว่านักเรียนมีประสบการณ์การเรียนรู้ และสะท้อนถึงลักษณะการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์สมัยใหม่

Kane and et al. (2018) ได้พัฒนาชุดการสอนแบบสืบเสาะเรื่องวิวัฒนาการ เพื่อวัดความคิดเห็นของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมศึกษาประชากรปลาขนาดเล็กชนิดหนึ่ง โดยมีกิจกรรมแต่ละขั้น ดังนี้ ขั้นที่1) ให้นักเรียนดูวิดีโอเกี่ยวกับการทำงานของนักวิจัยที่สืบค้นข้อมูลตามธรรมชาติที่อยู่บนเกาะต่าง ๆ การทำงานในห้องปฏิบัติการ การสัมภาษณ์นักวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของสิ่งมีชีวิต 2) ครูให้ข้อมูลความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ให้นักเรียนสังเกตรูปแบบการเป็นอยู่ของประชากรทั้งหมด พร้อมทั้งจัดกลุ่มสิ่งมีชีวิตและรวบรวมข้อมูลที่ได้เพื่อนำเสนอ 3) ให้นักเรียนศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ว่าลักษณะต่าง ๆ นั้นสามารถถ่ายทอดไปยังลูกหลานได้โดยผ่านทางยีน และให้ใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็นในการคาดคะเนเกี่ยวกับลักษณะของรุ่นลูกที่จะเกิดขึ้น 4) การถูกคัดเลือกโดยธรรมชาติ โดยให้นักเรียนสังเกตพฤติกรรมว่าสิ่งมีชีวิตตัวใดที่จะอยู่รอด ซึ่งแน่นอนไม่ใช่มาจากการสุ่ม แต่มาจากการเอาตัวรอดในธรรมชาติ โดยการจับคู่และทดสอบสมมติฐานกัน 5) ให้นักเรียนวิเคราะห์รูปแบบการสืบทอดที่จะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงความถี่ของอัลลีลในประชากรโดยมีช่วงเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง พบว่าหลังจากนักเรียนเรียนด้วยวิธีดังกล่าวแล้ว ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน

สามารถเขียนวิเคราะห์และสรุปข้อมูลในลักษณะปลายเปิด นักเรียนมีความคิดในเชิงบวกพร้อมที่จะเข้าใจในวิทยาศาสตร์และวิวัฒนาการมากขึ้น

Sauterer (2018) ได้สอน เรื่องระบบนิเวศในระดับจุลภาคด้วยการทดลองที่ใช้การสืบเสาะเป็นฐาน โดยการทดลองเก็บตัวอย่างน้ำใสในขวด และตั้งทิ้งไว้เพื่อตรวจสอบคุณภาพของน้ำ เช่นลักษณะทางกายภาพ วัดค่า pH ปริมาณออกซิเจน และลักษณะทางชีวภาพ เช่น สิ่งมีชีวิต โดยการดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ถ่ายภาพ และอัดวิดีโอ พร้อมกับกำหนดรหัสให้กับสิ่งมีชีวิตที่ค้นพบ แล้วให้นักเรียนนำเสนอข้อมูลเป็นตาราง หรือกราฟ ด้วยรูปแบบโปสเตอร์หรือปากเปล่า พบว่าการสอนด้วยวิธีดังกล่าวไม่เพียงแต่ให้นักเรียนมีส่วนร่วม ยังทำให้นักเรียนเกิดประสบการณ์ในห้องปฏิบัติการเกี่ยวกับมลพิษ หรือสารเคมีต่าง ๆ ที่เข้ามาในระบบนิเวศ นอกจากนี้ ยังฝึกให้นักเรียนรู้จักสังเกตการวิเคราะห์ข้อมูล การตั้งสมมุติฐาน การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบทางวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 2.2 การจำลองระบบนิเวศในขวดน้ำ

ที่มา: Sauterer (2018)

จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ได้ลงมือทำกิจกรรม และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้อย่างมีเหตุผลเป็นขั้นตอน ทำให้ผู้เรียนรู้จักการวางแผนและแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบของคำถาม และค้นคว้าหาข้อมูลเพื่ออธิบายในสิ่งที่นักเรียนได้ทำการทดลอง โดยที่ครูทำหน้าที่อำนวยความสะดวก สนับสนุน ชี้แนะช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ ทำให้เกิดความเข้าใจลึกซึ้ง และจดจำได้นานกว่าจากการบรรยายและการบอกเล่าของครูเพียงอย่างเดียว และเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ

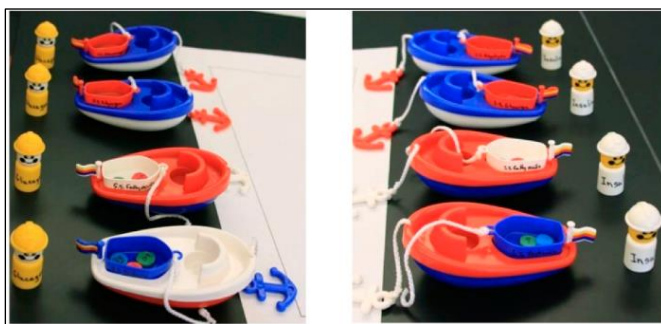
จริยา กำลังมาก (2558) ได้จัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องต่อมไร้ท่อ โดยจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมพันธ์ ด้วยการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ $E_1/E_2 = 83.55/78.68$ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 83.72 และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี โดยมีข้อเสนอแนะว่า ควรมีการทดสอบความคงทนของความรู้หลังจากจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม เพื่อเป็นการประเมินคุณภาพความเหมาะสมของกิจกรรม

ประภาศรี เอี่ยมสม (2558) ได้จัดการเรียนรู้แบบกรณีศึกษาร่วมกับเทคนิคใช้แผนผังความคิด เพื่อพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แบบวัดแนวคิดแบบปลายเปิดร่วมกับการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ใบกิจกรรม และอนุทินของนักเรียน โดยการวิเคราะห์ข้อมูลแนวคิดโดยการจัดกลุ่มคำตอบและใช้สถิติบรรยาย วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้การวิเคราะห์ห่อปญ์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาแนวคิดทุกแนวคิด มีแนวปฏิบัติที่ดีสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบกรณีศึกษาร่วมกับเทคนิคการใช้แผนผังแนวคิด คือ ครูผู้สอนควรเลือกกรณีศึกษาที่มีการกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดคำถามและข้อสงสัย อีกทั้งครูควรฝึกให้นักเรียนเขียนแผนผังความคิด เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างและใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้บทเรียน

วัชรพร พองจันทร์ (2558) ได้จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 77.77 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด โดยพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้จริงจากสิ่งที่ได้เรียนมาให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เนื่องจากผู้วิจัยยกตัวอย่างสภาพผู้ป่วยที่มีความผิดปกติจากต่อมไร้ท่อ แล้วใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเพื่อให้เกิดข้อสงสัยว่าโรคนี้เกิดขึ้นได้อย่างไร

ชนิษฐา กฤษฎี (2559) ได้จัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ประกอบการเรียนรู้แบบผังกราฟิก เรื่องต่อมไร้ท่อ พบว่า นักเรียนมีผลคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ และการจัดการเรียนรู้แบบตามแนวทางการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ประกอบการเรียนรู้แบบใช้ผังกราฟิก มีการคิดวิเคราะห์โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 23.26 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 88.24 รวมถึงเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ที่อยู่ในเกณฑ์เห็นด้วยมาก เกิดจากการจัดกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง

Conway and Leonard (2014) ใช้บอร์ดเกมในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจเกี่ยวกับเมทาบอลิซึมของฮอร์โมนอินซูลิน และกลูคากอน โดยการทำบอร์ดเกมแข่งขันขึ้น ลักษณะของบอร์ดเกมมีตัวอินซูลิน กลูคากอน ตับ และตับอ่อน วิธีการเล่นคือ ถ้าปริมาณน้ำตาลในเลือดสูงจะมีผลอย่างไรต่ออินซูลินและกลูคากอน โดยใช้ตัวโมเดลในการดำเนินเรื่อง พบว่านักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงานตรงกันข้ามกันระหว่างฮอร์โมนอินซูลินและกลูคากอน และสนุกกับการเล่นเกม รวมถึงเล็งเห็นถึงความสำคัญในการเรียนฮอร์โมนชนิดอื่น ๆ



ภาพที่ 2.3 บอร์ดเกม แสดงการทำงานของอินซูลินและกลูคากอน
ที่มา: Conway and Leonard (2014)

Venditti (2014) ได้จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแนวใหม่ (novel guided inquiry) เรื่องการตกไข่และการตั้งครรภ์ โดยใช้ชุดอุปกรณ์การตกไข่และวัดการตั้งครรภ์โดยการทดสอบแบบ over the counter products พบว่านักเรียนมีการตอบสนองในทางบวกกับการเรียนแบบทดลอง ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ขั้นตอนการสร้างควมสนใจด้วยวิธีการทดลอง นักเรียนมีความสนใจ มีการอภิปรายภายในกลุ่ม และสามารถตอบคำถามหลังการทดลองได้คิดเป็นร้อยละ 78

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ จะเห็นได้ว่าเป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างยากและเป็นนามธรรม ดังนั้นผู้วิจัยต้องจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยผ่านการลงมือปฏิบัติ จนได้องค์ความรู้และสามารถโต้แย้งแสดงเหตุผลได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยเรื่องการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องระบบต่อมไร้ท่อ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

- 3.1 รูปแบบการวิจัย
- 3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว มีการทดสอบก่อนและหลังเรียน (One-group pretest and posttest design) ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

$$O_1 \text{ ----- } X \text{ ----- } O_2 \text{ ----- } O_3 \quad (3.1)$$

- เมื่อ O_1 คือ การทดสอบก่อนเรียน (Pretest)
- O_2 คือ การทดสอบหลังเรียน (Posttest) ครั้งที่ 1 หลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้
- O_3 คือ การทดสอบหลังเรียน (Posttest) ครั้งที่ 2 หลังจากการทดสอบหลังเรียนครั้งที่ 1 ผ่านไปแล้ว 15 วัน
- X คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สายวิทย์-คณิต จำนวน 4 ห้องเรียน รวมจำนวน 134 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนสตูลวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 16

3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 34 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Simple random sampling) จากประชากร และโรงเรียนมีบริบท ดังนี้

3.2.2.1 ด้านภูมิศาสตร์

โรงเรียนสตูลวิทยา ตั้งอยู่ ตำบลคลองขุด อำเภอเมือง จังหวัดสตูล มีอาณาเขตติดต่อกับ ศูนย์การเรียนรู้ตามอัธยาศัย สนามกีฬาประจำจังหวัด และเขตการศึกษาประถมศึกษาจังหวัดสตูล เส้นทางคมนาคมเป็นถนน 2 ช่องจราจร เดินทางสะดวกรวดเร็ว นักเรียนส่วนใหญ่เดินทางมาโรงเรียนโดยรถประจำ และรถจักรยานยนต์

3.2.2.2 สภาพชุมชนรอบบริเวณโรงเรียน

สภาพชุมชนรอบบริเวณโรงเรียนมีลักษณะเป็นชุมชนเมือง บริเวณใกล้เคียงโดยรอบโรงเรียน ได้แก่ สถานประกอบการ ร้านค้า สถานที่ราชการ สถานศึกษา ที่ทำการแขวงทางหลวง บ้านเรือนที่อยู่อาศัย อาชีพหลักของคนในชุมชน คือ ค้าขาย รับจ้างและทำงานโรงงานอุตสาหกรรม ประชากรส่วนใหญ่นับถือศาสนาพุทธ และรองลงมาคือศาสนาอิสลาม มีความหลากหลายทางวัฒนธรรม ประเพณี และมีเอกลักษณ์ของท้องถิ่นสูง คือเป็นวัฒนธรรมแบบมีส่วนร่วม คนในชุมชนไม่ว่าจะนับถือศาสนาใดก็จะร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยดี

3.2.2.3 ด้านการจัดการเรียนรู้

โรงเรียนแห่งนี้เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ ข้อมูลนักเรียน ณ วันที่ 10 มิถุนายน 2559 มีจำนวนนักเรียนในโรงเรียนทั้งสิ้น 1,676 คน เปิดสอนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 โรงเรียนได้ประสบความสำเร็จในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้จนเป็นที่ยอมรับของสังคม โรงเรียนได้รับเกียรติให้เป็นที่ตั้งของศูนย์พัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่สำคัญ ๆ อาทิ ERIC ศูนย์ภาษาสากล ศูนย์วิทย์-คณิต ศูนย์โรงเรียนโอลิมปิกวิชาการสาขาชีววิทยา ศูนย์สะเต็มศึกษา ศูนย์มลายู ศูนย์วัฒนธรรมจังหวัดสตูล ฯลฯ ซึ่งส่งผลให้เป็นโรงเรียนที่มีมาตรฐานแห่งหนึ่งของสำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐาน

3.2.2.4 ด้านเศรษฐกิจ

ผู้ประกอบการส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายประกอบอาชีพทำสวนยาง ค้าขาย และรับจ้าง นับถือศาสนาพุทธ ร้อยละ 60 นับถือศาสนาอิสลาม ร้อยละ 40 ฐานะทางเศรษฐกิจ/รายได้ โดยเฉลี่ยต่อครอบครัวต่อปี 20,000 บาท จำนวนคนเฉลี่ยต่อครอบครัว 3 คน

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 ชนิดของเครื่องมือวิจัย

3.3.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 6 แผน รวมเวลา 9 ชั่วโมง

3.3.1.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 39 ข้อ

3.3.2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัย

3.3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนในการสร้าง (ภาพที่ 3.1) ดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น คำอธิบายรายวิชา การวัดผล และประเมินผล และหน่วยการเรียนรู้สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสตูลวิทยา

2) วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กิจกรรมการเรียนรู้ และแนวทางการวัดผลและประเมินผล

3) ศึกษาแนวคิด หลักการ ทฤษฎี วิธีการ และเทคนิคการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์จากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4) วางโครงสร้างแนวทางการจัดการเรียนรู้/กิจกรรม/เทคนิค/วิธีการสอน/สื่อการสอนให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ โดยการสร้างแผนผังความคิดสำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 7 แผน เพื่อเรียงลำดับและกำหนดขอบข่ายของการจัดกิจกรรม จากนั้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบภาษา และปรับปรุงแก้ไขตามที่ได้รับข้อเสนอแนะ (ภาคผนวก ก)

5) นำแผนผังความคิดไปเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 แผน โดยแต่ละแผนมีองค์ประกอบ ดังนี้

5.1) มาตรฐานการเรียนรู้

5.2) ผลการเรียนรู้

5.3) สาระสำคัญ

5.4) วัตถุประสงค์การเรียนรู้

5.5) สาระการเรียนรู้

5.6) คำถามสำคัญ

5.7) กิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

5.7.1) ผู้เรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ

5.7.2) ผู้เรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม

5.7.3) ผู้เรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยานที่

ค้นพบ

5.7.4) ผู้เรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

5.7.5) ผู้เรียนสื่อสารโต้แย้ง แสดงเหตุผลสนับสนุนการค้นพบ

5.8) การวัด และประเมินผลการเรียนรู้

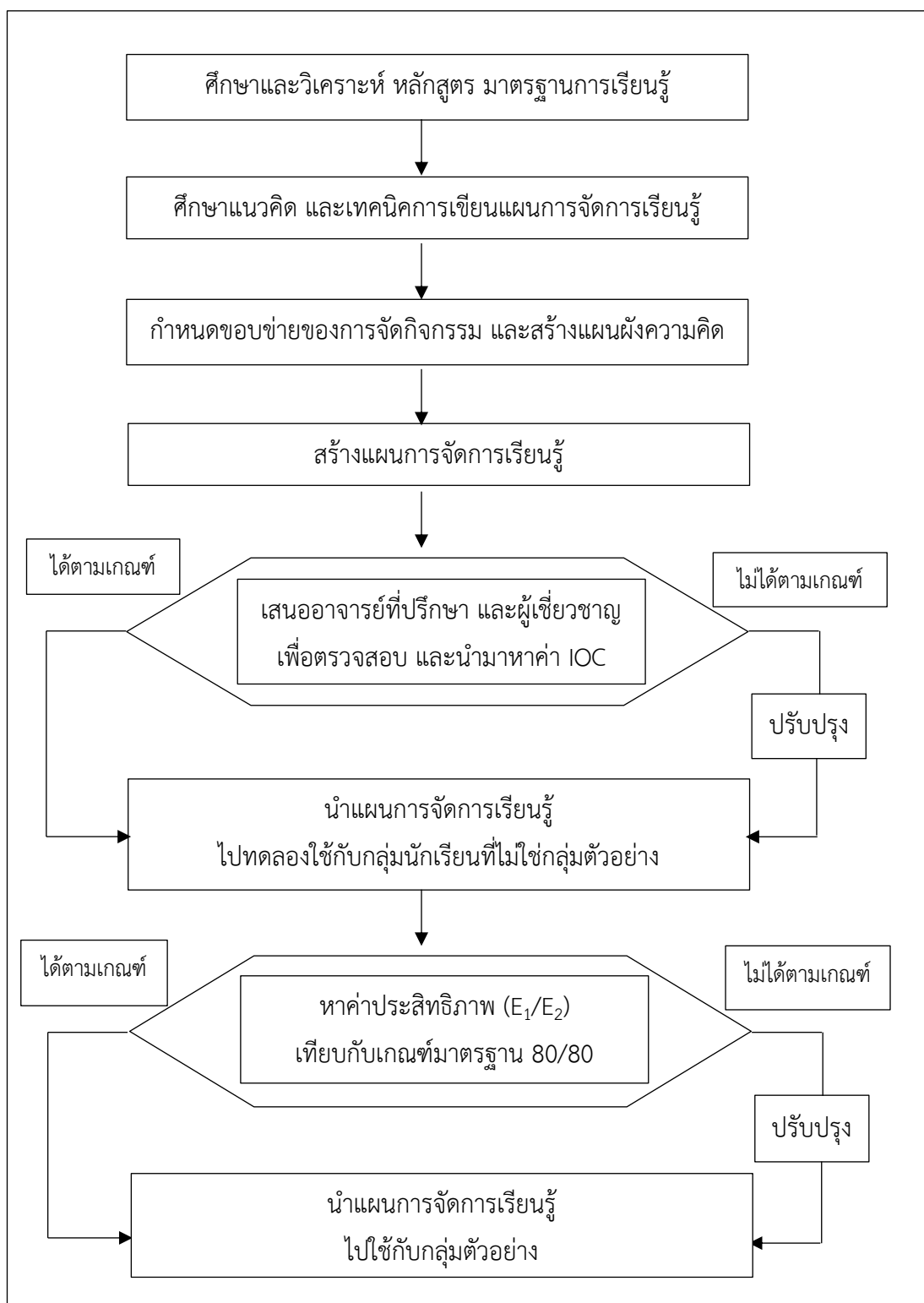
5.9) สื่อการเรียนรู้

6) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ พิจารณาตรวจสอบ แนะนำ และนำไปแก้ไขปรับปรุงเพื่อให้แผนการจัดการเรียนรู้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

7) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์แล้ว เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ (ภาคผนวก ข) เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้กับวัตถุประสงค์ (Index of item objective: IOC) โดยมีการกำหนดเกณฑ์การพิจารณาค่าดัชนี ความสอดคล้อง ดังนี้ +1 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญคิดว่าสอดคล้อง 0 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญ ไม่แน่ใจว่าสอดคล้อง และ -1 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญคิดว่าไม่สอดคล้อง จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ถ้าค่าที่คำนวณได้มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้นั้นมีกิจกรรมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (ภาคผนวก ค)

8) นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสตูลวิทยา ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (E_1/E_2) โดยเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน (80/80) (Promwong, 2013) ซึ่งพบว่ามีค่าเท่ากับ 79.26/79.88 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

9) นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ (ภาคผนวก ง) เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ทั้งนี้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยกิจกรรมหลักที่สำคัญ ดังตารางที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ 3.1 กิจกรรมหลักในแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน

แผนที่ 1 เรื่องฮอร์โมนและต่อมไร้ท่อ จำนวน 1 คาบ	
วัตถุประสงค์	กิจกรรมหลัก
1. อธิบายความหมายของฮอร์โมนได้ 2. บอกความแตกต่างของต่อมไร้ท่อและต่อมมีท่อได้ 3. บอกชนิดและตำแหน่งของต่อมไร้ท่อในร่างกายได้	- ดูภาพการทดลองของเบอร์โทลต์ - ติดอวัยวะต่าง ๆ และต่อมไร้ท่อลงบนตำแหน่งของร่างกาย - เกมจับคู่ถามตอบ - ทำตารางเปรียบเทียบต่อมไร้ท่อและต่อมมีท่อ
แผนที่ 2 เรื่องฮอร์โมนจากต่อมใต้สมอง จำนวน 2 คาบ	
วัตถุประสงค์	กิจกรรมหลัก
1. บอกชนิดของฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมใต้สมองได้ 2. บอกชนิดของตัวกระตุ้นการทำงานของต่อมใต้สมองได้ 3. ระบุอวัยวะเป้าหมายและหน้าที่ของฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมใต้สมองได้ 4. บอกอาการหรือความผิดปกติที่เกิดจากฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมใต้สมองได้	- ดูภาพสแกนสมองของผู้ป่วยที่มีเนื้องอกบริเวณต่อมใต้สมอง - เล่นเกมแยกหมวดหมู่บัตรคำ - เล่นเกมทายภาพปริศนา
แผนที่ 3 เรื่อง ฮอร์โมนจากต่อมไทรอยด์และพาราไทรอยด์ จำนวน 1 คาบ	
วัตถุประสงค์	กิจกรรมหลัก
1. บอกชนิดของฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมไทรอยด์และพาราไทรอยด์ได้ 2. บอกชนิดของตัวกระตุ้นการทำงานของต่อมไทรอยด์และพาราไทรอยด์ได้ 3. ระบุอวัยวะเป้าหมายและหน้าที่ของฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมไทรอยด์และพาราไทรอยด์ได้ 4. บอกอาการหรือความผิดปกติที่เกิดจากฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมไทรอยด์และพาราไทรอยด์ได้	- ดูประวัติการผ่าตัดต่อมไทรอยด์ของศัลยแพทย์ - แสดงบทบาทสมมติการควบคุมแคลเซียมในเลือด - เล่นเกมตอบคำถาม

ตารางที่ 3.1 กิจกรรมหลักในแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน (ต่อ)

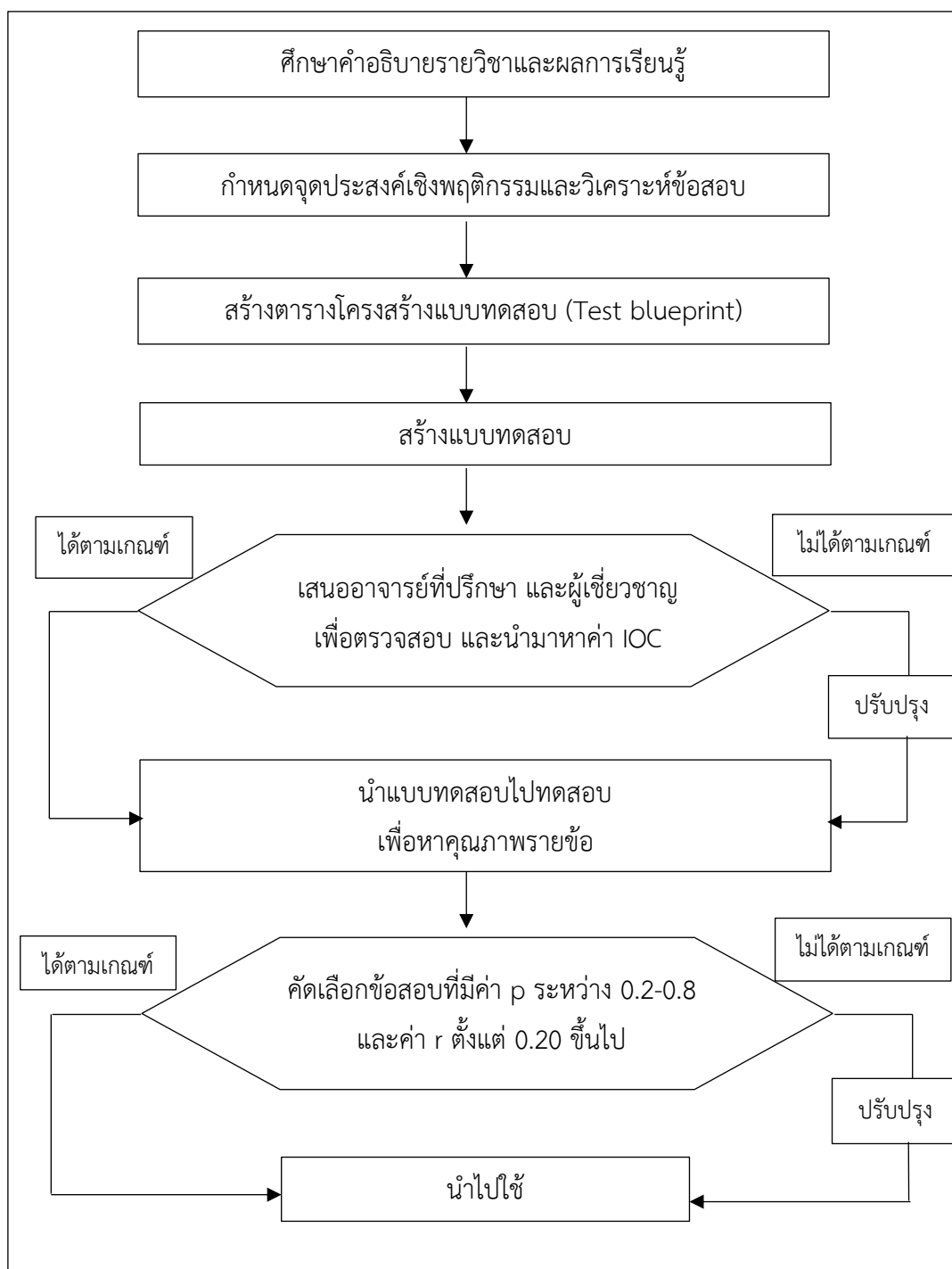
แผนที่ 4 เรื่อง ฮอร์โมนจากตับอ่อน จำนวน 2 คาบ	
วัตถุประสงค์	กิจกรรมหลัก
1. บอกชนิดของฮอร์โมนที่สร้างจากตับอ่อนได้ 2. บอกชนิดของตัวกระตุ้นการทำงานของฮอร์โมนจากตับอ่อนได้ 3. ระบุวัยวะเป้าหมายและหน้าที่ของฮอร์โมนที่สร้างจากตับอ่อนได้ 4. บอกอาการหรือความผิดปกติที่เกิดจากฮอร์โมนที่สร้างจากตับอ่อนได้	- ดูวิดีโอ 10 สัญญาณคนเป็นโรคเบาหวาน - กิจกรรมทดลองตรวจสอบน้ำตาลปัสสาวะ - เล่นเกมจากบอร์ดเกม
แผนที่ 5 เรื่อง ฮอร์โมนจากต่อมหมวกไต จำนวน 1 คาบ	
วัตถุประสงค์	กิจกรรมหลัก
1. บอกชนิดของฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมหมวกไตได้ 2. บอกชนิดของตัวกระตุ้นการทำงานของฮอร์โมนจากต่อมหมวกไตได้ 3. ระบุวัยวะเป้าหมายและหน้าที่ของฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมหมวกไตได้ 4. บอกอาการหรือความผิดปกติที่เกิดจากฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมหมวกไตได้	- ดูข่าวคนฆ่าตัวตายเพราะภาวะซึมเศร้า - เล่นเกมตอบคำถาม
แผนที่ 6 เรื่อง ฮอร์โมนจากอวัยวะเพศ ต่อมไพเนียล และอื่น ๆ จำนวน 2 คาบ	
วัตถุประสงค์	กิจกรรมหลัก
1. บอกชนิดของฮอร์โมนที่สร้างจากอวัยวะเพศ ต่อมไพเนียล และอื่น ๆ 2. บอกชนิดของตัวกระตุ้นการทำงานของฮอร์โมนจากอวัยวะเพศ ต่อมไพเนียล และอื่น ๆ 3. ระบุวัยวะเป้าหมายและหน้าที่ของฮอร์โมนที่สร้างจากอวัยวะเพศ ต่อมไพเนียล และอื่น ๆ 4. บอกอาการหรือความผิดปกติที่เกิดจากฮอร์โมนที่สร้างจากอวัยวะเพศ ต่อมไพเนียล และอื่น ๆ	- ดูข่าวดารามีลูกยาก - นับประจำเดือนจากแอปพลิเคชัน - ใช้แผนภาพไดอะแกรม - กิจกรรมวางแผนครอบครัว

3.2.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้ (ภาพที่ 3.9)

- 1) ศึกษาเอกสารมาตรฐานการศึกษา การวัดและประเมินผลการศึกษา การสร้างข้อสอบตามแนวคิดของ Bloom (ทิสนา แคมมณี, 2545)
- 2) ศึกษาเนื้อหาและผลการเรียนรู้ จากหลักสูตรแกนกลาง หลักสูตรสถานศึกษา หนังสือเรียนชีววิทยาเพิ่มเติม เล่ม 4 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 3) สร้างตารางโครงสร้างแบบทดสอบ (Test blueprint) ดังตารางที่ 3.2
- 4) สร้างแบบทดสอบให้สอดคล้องกับตารางโครงสร้างแบบทดสอบวัดระดับความรู้ตามแนวคิดของ Bloom (1976) ที่ได้รับการปรับปรุงโดย (Anderson and Krathwohl, 2001) ซึ่งวัดผลด้านสติปัญญาจากการวัดพฤติกรรม ได้แก่ ความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การประเมินค่า และคิดสร้างสรรค์
- 5) นำแบบทดสอบเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาคำถามว่าตรงตามจุดประสงค์หรือไม่ และนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) หากค่าที่คำนวณได้มีค่า 0.50 ขึ้นไป ถือว่าแบบทดสอบข้อนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์ (ภาคผนวก จ)
- 6) นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสตูลวิทยา ที่เรียนเรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อมาแล้ว และไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง นำมาตรวจให้คะแนน
- 7) วิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบเป็นรายข้อโดยหาความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ทั้งนี้พบว่ามีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.32-0.68 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.47-0.76 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.90 และมีข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 1 ข้อ
- 8) จัดทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับจริง จำนวน 39 ข้อ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 3.2 โครงสร้างแบบทดสอบ (Test blueprint) เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ

ที่	เรื่อง	จำนวน คาบ	ระดับความคิด				ประเมินค่า	รวม
			ความจำ	ความ เข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์		
1	ฮอร์โมนและต่อมไร้ท่อ	1	1	2	-	-	-	3
2	ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมอง	2	3	3	-	1	-	7
3	ฮอร์โมนจากต่อมไทรอยด์ และพาราไทรอยด์	1	3	2	1	1	-	7
4	ฮอร์โมนจากตับอ่อน	2	1	4	1	-	-	6
5	ฮอร์โมนจากต่อมหมวกไต	1	2	2	-	2	-	6
6	ฮอร์โมนจากอวัยวะเพศต่อม ไพเนียล และอื่น ๆ	2	3	4	1	2	-	10
รวม		9	13	17	3	6	-	39



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีการดำเนินการ ดังนี้ (ภาพที่ 3.10)

3.4.1 ครูแนะนำรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้และบทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

3.4.2 ทดสอบก่อนเรียนโดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่องฮอว์โมนและต่อมไร้ท่อ ตอนที่ 1 ซึ่งมีเนื้อหาอยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 จำนวน 3 ข้อ

3.4.3 แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย 7 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน คละผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยใช้คะแนนจากผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน

3.4.4 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างไว้ จำนวน 1 แผน พร้อมเก็บรวบรวมข้อมูลคะแนนใน แผนการจัดการเรียนรู้

3.4.5 ทดสอบหลังเรียนโดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดียวกันกับ ก่อนเรียนแต่มีการสลับข้อคำถาม

3.4.6 ดำเนินการตั้งแต่ข้อ 3.4.2-3.4.5 ซ้ำ โดยแบ่งการสอบอีก 5 ครั้ง โดยเปลี่ยนแบบทดสอบ ดังนี้

3.4.6.1 ตอนที่ 2 มีเนื้อหาอยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 จำนวน 7 ข้อ

3.4.6.2 ตอนที่ 3 มีเนื้อหาอยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 จำนวน 7 ข้อ

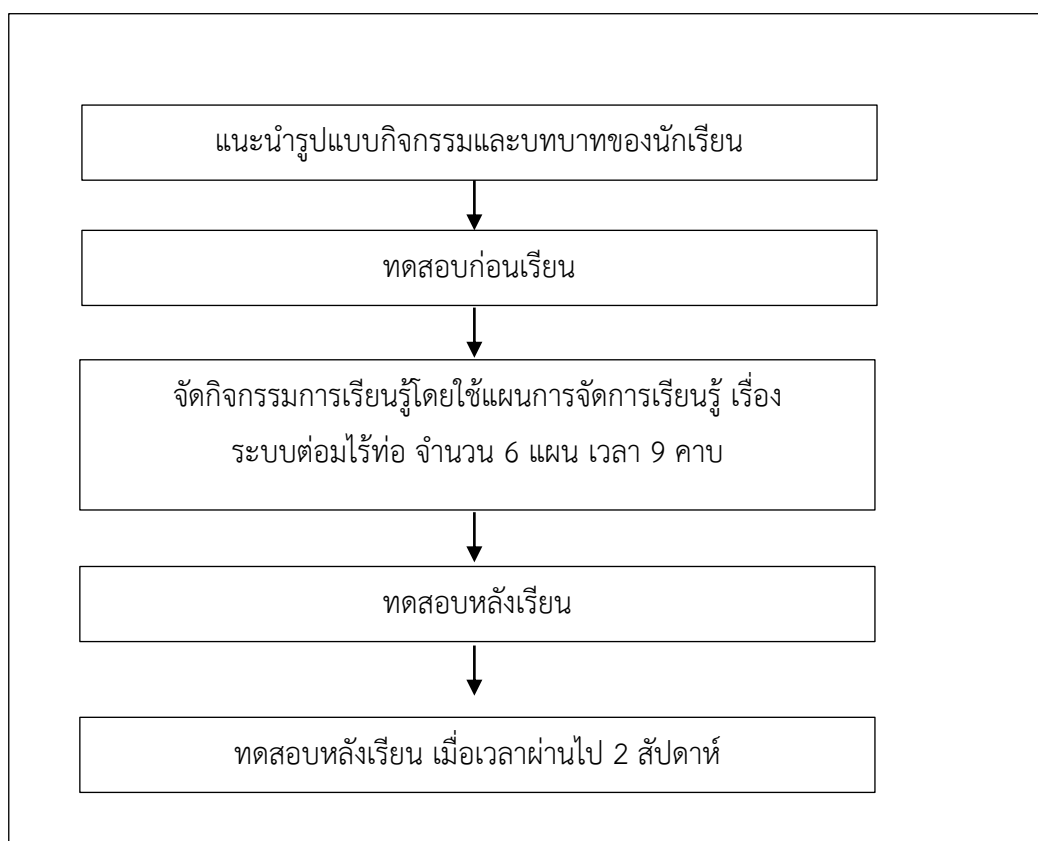
3.4.6.3 ตอนที่ 4 มีเนื้อหาอยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 จำนวน 6 ข้อ

3.4.6.4 ตอนที่ 5 มีเนื้อหาอยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 จำนวน 6 ข้อ

3.4.6.5 ตอนที่ 6 มีเนื้อหาอยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 จำนวน 10 ข้อ

3.4.8 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 39 ข้อ อีกครั้งหลังจากการจัดกิจกรรม การเรียนรู้สิ้นสุดไปแล้ว 2 สัปดาห์

3.4.9 นำคะแนนจากการทำกิจกรรมในขณะดำเนินกิจกรรมในแต่ละแผน คะแนนทดสอบ ก่อนเรียน และคะแนนทดสอบหลังเรียนจากแบบทดสอบทุกฉบับ มาหาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อนำไปใช้วิเคราะห์ข้อมูลในส่วนอื่น ๆ ต่อไป



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

3.5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

นำคะแนนที่ได้จากการทำกิจกรรม และคะแนนจากการทำแบบทดสอบทุกฉบับ มาวิเคราะห์ ดังนี้

3.5.1.1 หาค่าเฉลี่ย ร้อยละ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากการทำกิจกรรม คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน และคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

3.5.1.2 หาค่าประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้โดยรวม และรายแผนจากคะแนนที่นักเรียนทำกิจกรรมในระหว่างเรียน และคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (ภาคผนวก ฉ)

3.5.1.3 หาค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้โดยรวม และรายแผน จากร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (ภาคผนวก ช)

3.5.1.4 นำคะแนนร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยรวม และรายแผนมาแจกแจงความถี่เป็น 8 ระดับ ตามเกณฑ์ของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ดังนี้

ตารางที่ 3.3 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พ.ศ. 2551

ช่วงคะแนนร้อยละ	ระดับ	ช่วงคะแนนร้อยละ	ระดับ
80-100	ดีเยี่ยม	60-64	ปานกลาง
75-79	ดีมาก	55-59	พอใช้
70-74	ดี	50-54	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ
65-69	ค่อนข้างดี	0-49	ต่ำกว่าเกณฑ์

3.5.1.5 นำค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยรวม และรายแผน (ภาคผนวก ข) มาเปรียบเทียบกับกันโดยวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (Dependent-samples t-test analysis) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยพิจารณาทั้งรายชั้น และรายเนื้อหา

3.5.1.6 นำคะแนนร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนมาหาค่าความก้าวหน้าทางการเรียน (Normalized gain: $\langle g \rangle$) ทั้งแบบรายชั้น รายคน และรายเนื้อหา (ภาคผนวก ข) และแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามความก้าวหน้าทางการเรียน (Hake, 1998) ดังนี้

กลุ่มที่มีความก้าวหน้าในระดับสูง (High gain) $0.7 \leq \langle g \rangle \leq 1.0$

กลุ่มที่มีความก้าวหน้าในระดับปานกลาง (Medium gain) $0.3 \leq \langle g \rangle < 0.7$

กลุ่มที่มีความก้าวหน้าในระดับต่ำ (Low gain) $0.0 \leq \langle g \rangle < 0.3$

3.5.1.7 นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 (ภาคผนวก ฉ) มาเปรียบเทียบกับกันโดยการวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2007 โดยพิจารณาทั้งรายชั้น และรายแผนการจัดการเรียนรู้

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.6.1.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3.1)$$

เมื่อ IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหา
$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.6.1.2 ค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

$$E_1 = \frac{\frac{\sum x}{N}}{A} \times 100 \quad (3.2)$$

เมื่อ E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนจากแบบฝึกหัด
A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด
N	แทน	จำนวนนักเรียน

$$E_2 = \frac{\frac{\sum x}{N}}{B} \times 100 \quad (3.3)$$

เมื่อ E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนสอบหลังเรียน
B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
N	แทน	จำนวนนักเรียน

3.6.1.3 หาค่าความยากของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

$$P = \frac{R}{N} \quad (3.4)$$

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยากของแบบทดสอบ
	R	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก
	N	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

3.6.1.4 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

$$r = \frac{\frac{R_U - R_L}{N}}{2} \quad (3.5)$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ
	R_U	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง
	R_L	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

3.6.1.5 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับ ใช้วิธีวิเคราะห์แบบอิงกลุ่ม จากสูตร KR-20 (Kuder-Richardson-20)

$$r_{tt} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right) \quad (3.6)$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ความเที่ยงของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	s^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ
	p	แทน	สัดส่วนของคนทำถูกแต่ละข้อ
	q	แทน	สัดส่วนของคนทำผิดแต่ละข้อ ($q = 1 - p$)

3.6.2 สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์

3.6.2.1 ค่าเฉลี่ย

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} \quad (3.7)$$

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดของกลุ่ม
	n	แทน	จำนวนของนักเรียนทั้งหมด

3.6.2.2 ค่าร้อยละ

$$P = \frac{F \times 100}{n} \quad (3.8)$$

เมื่อ	P	แทน	ร้อยละ
F	แทน	ความถี่ที่ต้องการแปลค่าให้เป็นร้อยละ	
n	แทน	จำนวนความถี่ทั้งหมด	

3.6.2.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$S = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}} \quad (3.9)$$

เมื่อ	S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	n	แทน	จำนวนนักเรียน
	X	แทน	คะแนนแต่ละคนในกลุ่มข้อมูล
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างของคะแนนแต่ละคน

3.6.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์สมมติฐาน

3.6.3.1 การทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}; \text{ df} = n-1 \quad (3.10)$$

เมื่อ t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤติเพื่อทราบผลความมีนัยสำคัญ
n	แทน	จำนวนนักเรียน
$\sum D$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการทดสอบ
$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการทดสอบ

3.6.3.2 ค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้

$$E.I = \frac{\% \text{ ของผลรวมของคะแนนหลังเรียน} - \% \text{ ของผลรวมของคะแนนก่อนเรียน}}{100 - \% \text{ ของผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}} \quad (3.11)$$

3.6.3.3 ค่าความก้าวหน้าทางการเรียน

$$\langle g \rangle = \frac{P_1 - P_2}{100 - P_1} \quad (3.12)$$

เมื่อ $\langle g \rangle$	แทน	ค่าความก้าวหน้า
P_1	แทน	ค่าร้อยละของคะแนนสอบก่อนเรียน
P_2	แทน	ค่าร้อยละของคะแนนสอบหลังเรียน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้ ประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ ความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ความคงทนความรู้ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยรายงานเนื้อหา เรียงตามลำดับ ดังนี้

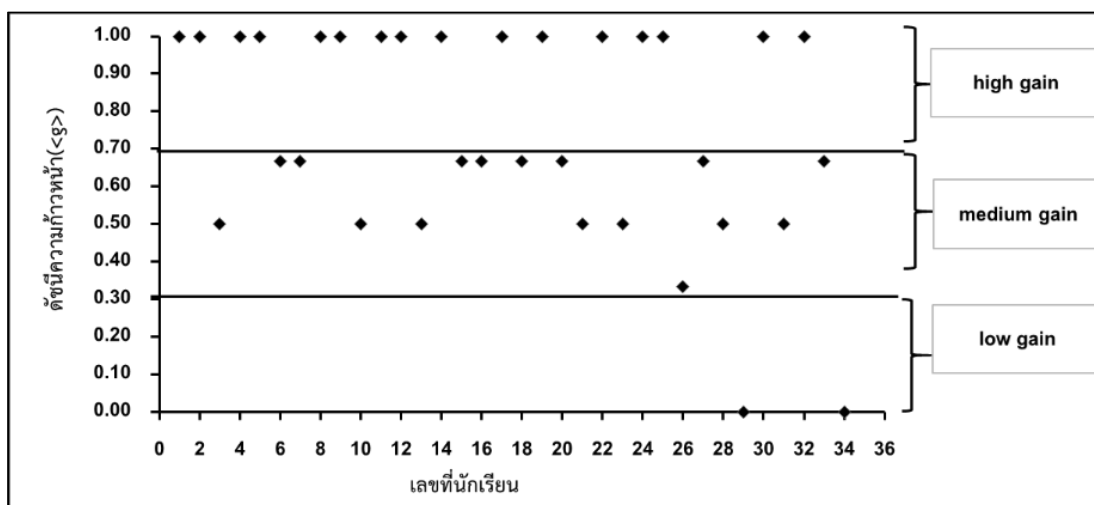
- 4.1 เรื่อง ฮอร์โมนและต่อมไร้ท่อ
- 4.2 เรื่อง ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมอง
- 4.3 เรื่อง ฮอร์โมนจากต่อมไทรอยด์และพาราไทรอยด์
- 4.4 เรื่อง ฮอร์โมนจากตับอ่อน
- 4.5 เรื่อง ฮอร์โมนจากต่อมหมวกไต
- 4.6 เรื่อง ฮอร์โมนจากอวัยวะเพศ ต่อมไพเนียล และอวัยวะอื่น ๆ
- 4.7 ภาพรวมการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ
- 4.8 ความคงทนในการเรียนรู้

4.1 เรื่อง ฮอร์โมนและต่อมไร้ท่อ

4.1.1 ประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้

จากการวิเคราะห์คะแนนใบงาน ซึ่งสะท้อนประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และคะแนนสอบหลังเรียนซึ่งสะท้อนประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่าค่า E_1/E_2 เท่ากับ 79.71/79.41 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน (80/80)

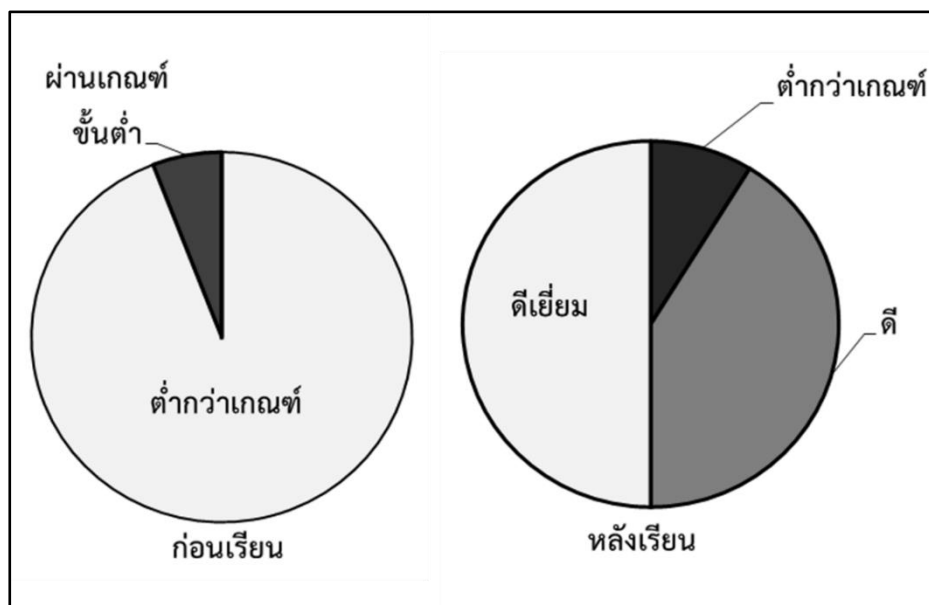
เมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนทั้งชั้นพบว่าจัดอยู่ในระดับสูง (high gain) โดยมีค่า $<g>$ เท่ากับ 0.7470 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้นี้ทำให้นักเรียนทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 74.70 ทั้งนี้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำปานกลาง และสูง จำนวน 2, 16 และ 16 คน ตามลำดับ (ภาพที่ 4.1) จากข้อมูลความก้าวหน้าทางการเรียนนี้สรุปได้ว่า นวัตกรรมนี้เมื่อใช้กับนักเรียน มีค่า E.I. เท่ากับ 0.7470 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (0.5)



ภาพที่ 4.1 ดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคลเรื่องฮอว์โมนและต่อมไร้ท่อ

4.1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

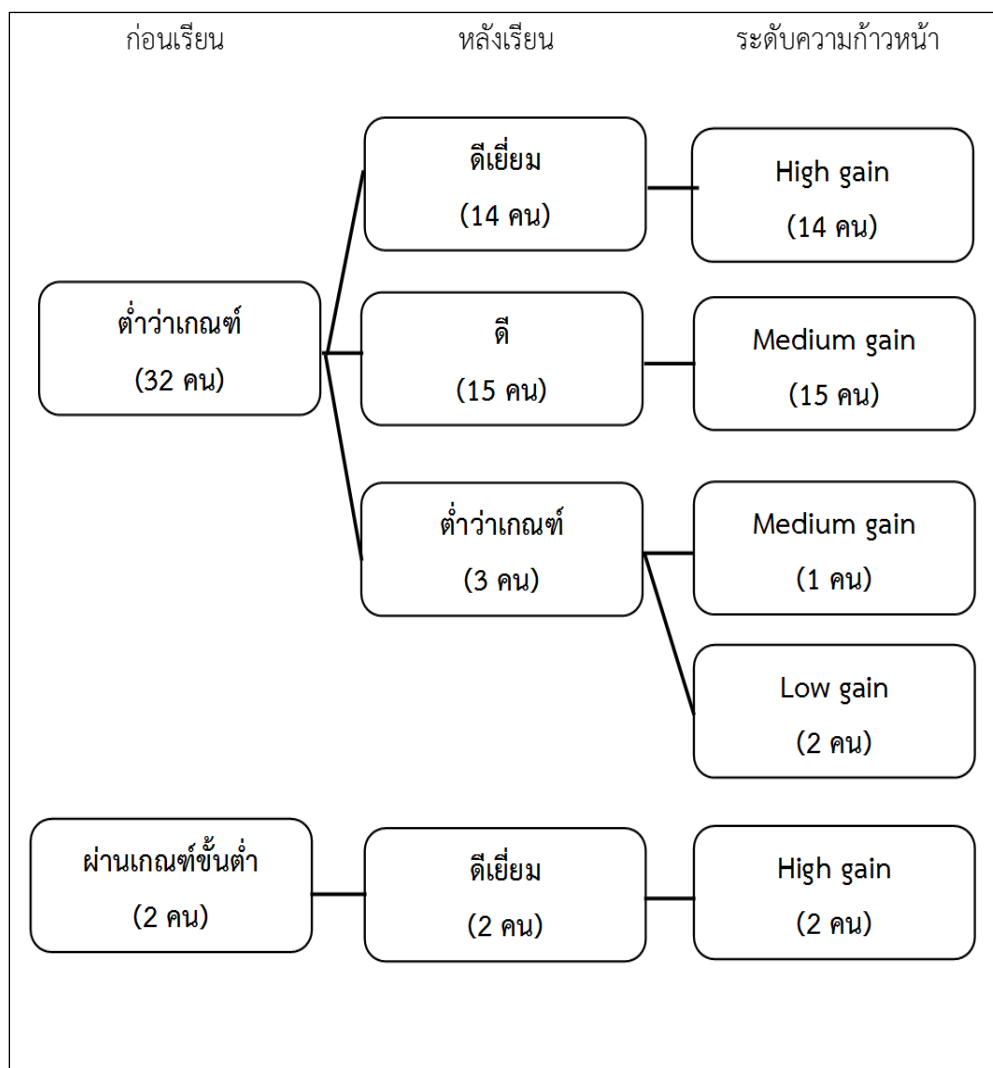
จากการวิเคราะห์คะแนนสอบก่อนเรียนพบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 18.63 อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ ทั้งนี้มีนักเรียน 2 คน มีคะแนนอยู่ในระดับค่อนข้างดี และมีนักเรียนอีก 32 คน มีคะแนนอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางในงานวิจัยนี้และมีการทดสอบหลังเรียนพบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 79.41 อยู่ในระดับดี โดยอยู่ในระดับดีเยี่ยม 16 คน ระดับดี 15 คน และต่ำกว่าเกณฑ์ 3 คน (ภาพที่ 4.2)



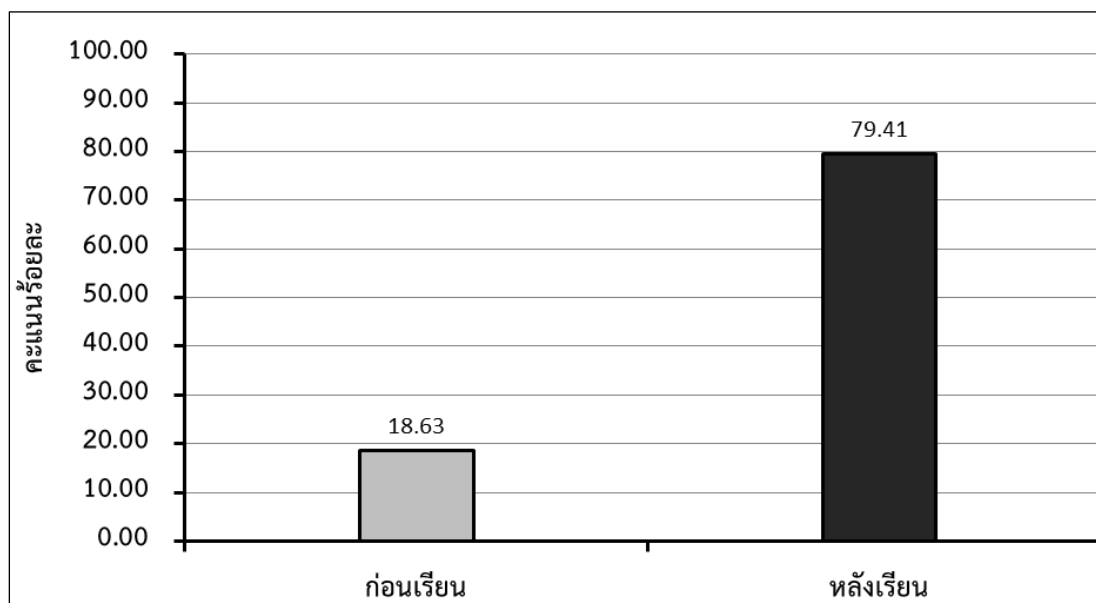
ภาพที่ 4.2 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่องฮอว์โมนและต่อมไร้ท่อ

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกิดขึ้นโดยละเอียด พบว่า นักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ จำนวน 32 คน ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ จำนวน 2 คน มีการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนไปสู่ระดับที่สูงขึ้น เช่น นักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ จำนวน 32 คน เมื่อจัดการเรียนรู้แล้ว พบว่า นักเรียนสามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์หลังเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม จำนวน 14 คน ระดับดี จำนวน 15 คน และระดับต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ จำนวน 3 คน ดังภาพที่ 4.3

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนพบว่า นักเรียนได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($p < .05$) โดยที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับร้อยละ 18.63 และ 79.41 ตามลำดับ สรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ วิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น สามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากระดับต่ำกว่าเกณฑ์ ไปอยู่ในระดับดี ($p < .05$) (ภาพที่ 4.4)



ภาพที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องฮอโรมอนและต่อมไร้ท่อ



ภาพที่ 4.4 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่องฮอร์โมนและต่อมไร้ท่อ

นอกจากนี้หากพิจารณาการตอบข้อสอบเป็นรายข้อ (ตารางที่ 4.1) พบว่านักเรียนที่ตอบข้อสอบหลังเรียนในแต่ละข้อถูกต้องมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในทุกข้อ โดยคำถามข้อที่ 2 และ 3 มีนักเรียนมากกว่าร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมดตอบข้อสอบถูกต้อง สะท้อนให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนี้ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับข้อแตกต่างของต่อมมีท่อและต่อมไร้ท่อ รวมถึงชนิดของต่อมไร้ท่อในร่างกาย สำหรับคำถามที่ 1 (ข้อใดกล่าวถึงฮอร์โมนไม่ถูกต้อง) พบว่านักเรียนตอบถูกร้อยละ 64.71 จากการวิเคราะห์ข้อสอบพบว่านักเรียนที่ตอบผิดจะเลือกตัวलग ข (สร้างจากต่อมไร้ท่อไฮโปทาลามัส และรังไข่) และ ก (มีตัวรับบริเวณเยื่อหุ้มเซลล์) และข้อ ง (ลำเลียงไปยังอวัยวะเป้าหมายผ่านทางหลอดเลือด) จำนวน 9, 2 และ 1 คน ตามลำดับ เมื่อสุ่มถามนักเรียนที่ตอบผิด พบว่า นักเรียนบางส่วนยังเข้าใจว่าไฮโปทาลามัสไม่สามารถสร้างฮอร์โมนได้

ตารางที่ 4.1 ความถี่ของนักเรียน ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบก่อนเรียน
หลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้าเรื่องฮอร์โมนและต่อมไร้ท่อ

คำถามและความคิดหลัก	ความถี่นักเรียนที่ตอบถูกต้อง (ร้อยละ)		
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	<g>
คำถามที่ 1 ความหมายและลักษณะสำคัญของฮอร์โมน	5.88	64.71	0.63
คำถามที่ 2 ลักษณะสำคัญของต่อมมีท่อและต่อมไร้ท่อ	5.88	82.35	0.81
คำถามที่ 3 ชนิดของต่อมไร้ท่อและมีท่อในร่างกาย	44.12	91.18	0.84

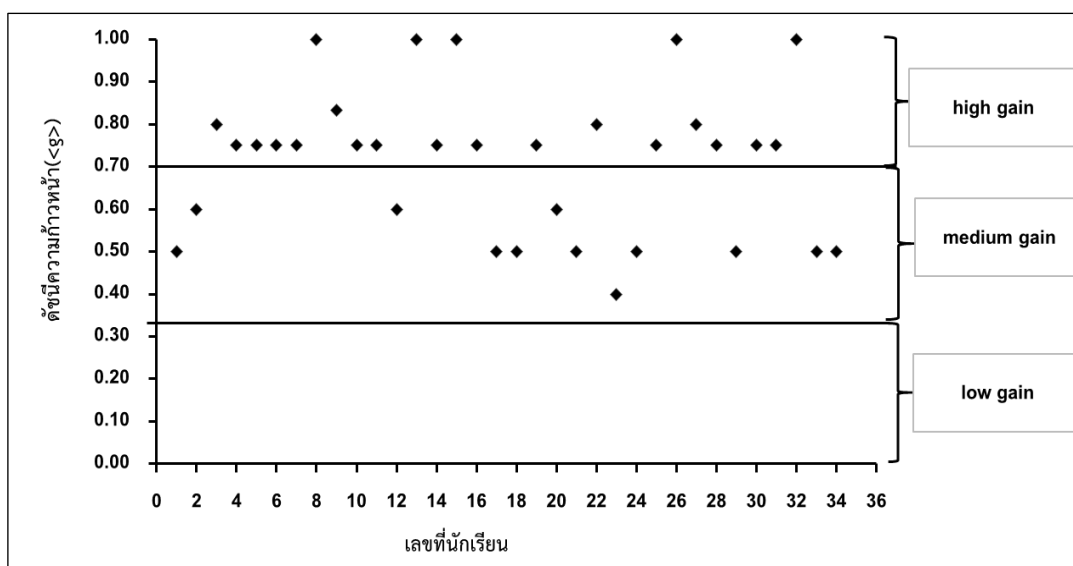
สรุปได้ว่า นักเรียนชอบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เพราะมีกิจกรรมอื่น ๆ และสื่อต่าง ๆ แทรกในแต่ละชั้น ทำให้นักเรียนสนุก มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ฝึกให้เรียนรู้โดยการค้นคว้าด้วยตนเอง อยากให้มีกิจกรรมเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ โดยที่ครูผู้สอนเป็นเพียงผู้ดำเนินกิจกรรม สร้างแรงบันดาลใจ โดยไม่กดดันนักเรียน ส่งผลให้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ดำเนินตามวัตถุประสงค์ได้ แต่ทั้งนี้ยังมีนักเรียนจำนวนหนึ่งยังปรับตัวกับการจัดการเรียนรู้โดยค้นหาคำตอบด้วยตนเองไม่ได้ เนื่องจากนักเรียนถูกสอนมาเป็นผู้รับความรู้เพียงอย่างเดียวตลอดมา

4.2 เรื่อง ฮอร์โมนจากต่อมได้สมอง

4.2.1 ประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้

จากการวิเคราะห์คะแนนใบงาน ซึ่งสะท้อนประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และคะแนนสอบหลังเรียนซึ่งสะท้อนประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่าค่า E_1/E_2 ของนักเรียน เท่ากับ 80.00/81.93 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน (80/80)

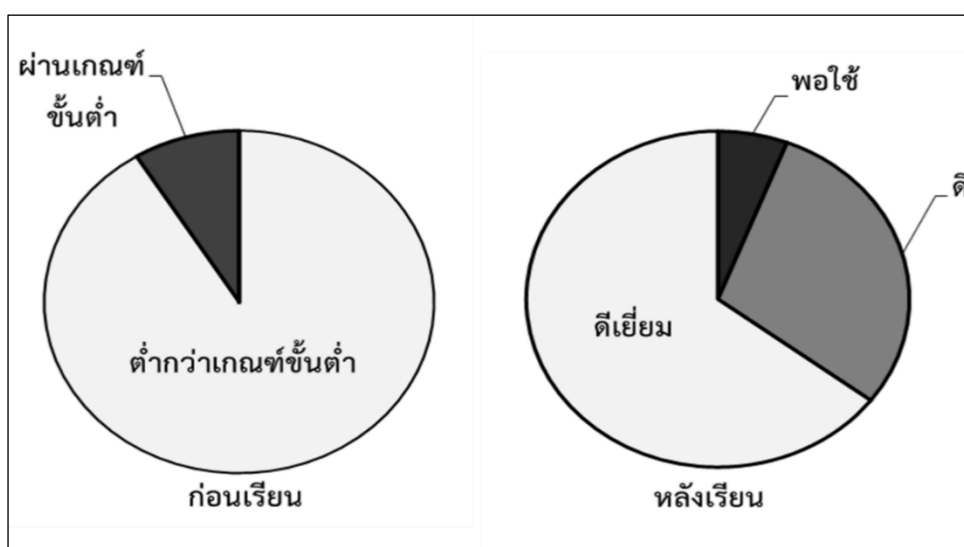
เมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนทั้งชั้นพบว่าจัดอยู่ในระดับสูง (high gain) โดยมีค่า <g> เท่ากับ 0.7014 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 70.14 ทั้งนี้ นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ ปานกลาง และสูง จำนวน 0, 12 และ 22 คน ตามลำดับ (ภาพที่ 4.5) จากข้อมูลความก้าวหน้าทางการเรียนนี้สรุปได้ว่า นวัตกรรมนี้เมื่อใช้กับนักเรียนห้องนี้มีค่า E.I. เท่ากับ 0.7014 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (0.5)



ภาพที่ 4.5 ดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคลเรียงต่อมได้ส่อง

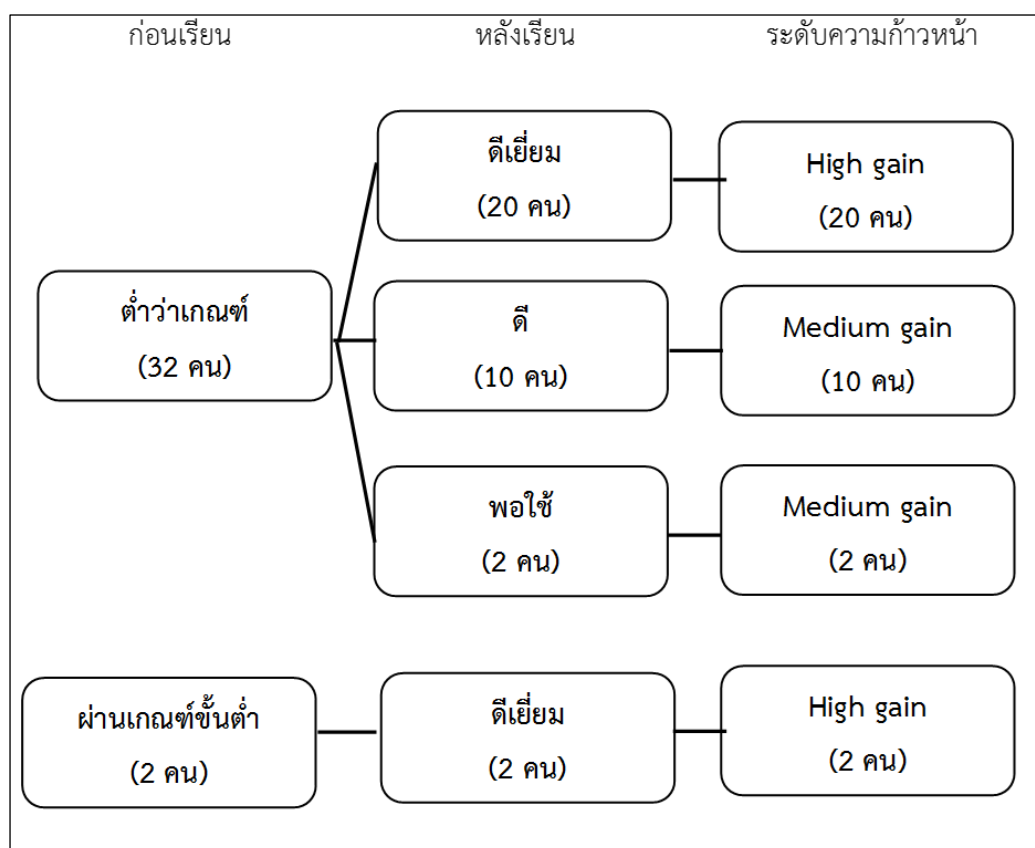
4.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

จากการวิเคราะห์คะแนนสอบก่อนเรียนพบว่า นักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 39.50 และอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ ทั้งนี้ มีนักเรียน 2 คน คะแนนอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ และอีก 32 คน มีคะแนนอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางในงานวิจัยนี้และมีการทดสอบหลังเรียนพบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 81.93 อยู่ในระดับดีเยี่ยม โดยแบ่งเป็นอยู่ในระดับดีเยี่ยม 22 คน และระดับดี 10 คน และพอใช้ 2 คน (ภาพที่ 4.6)



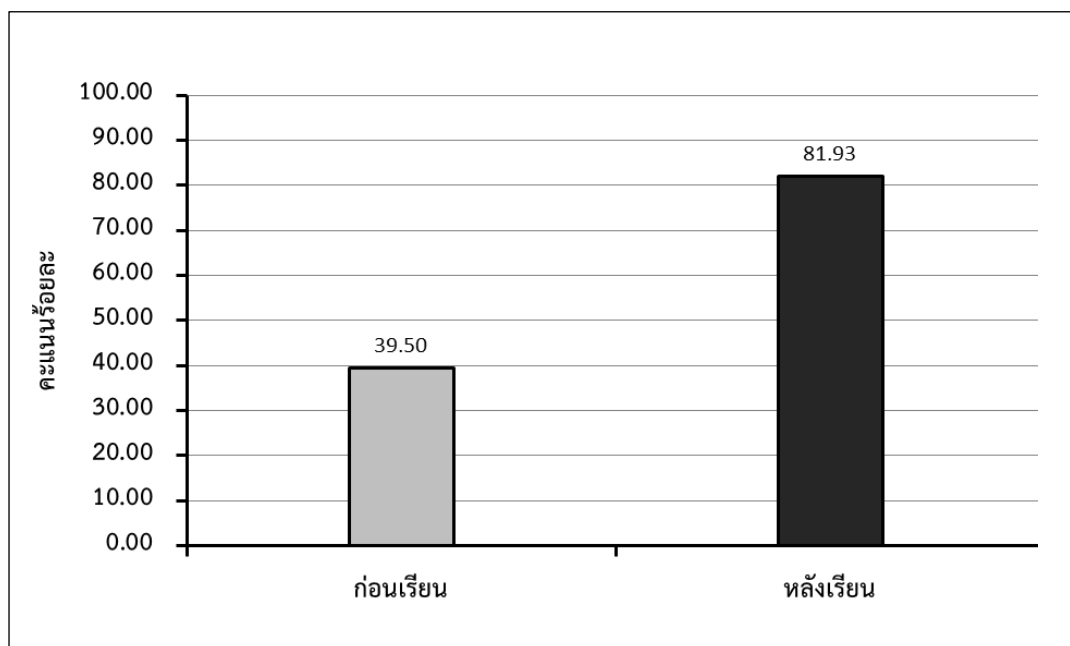
ภาพที่ 4.6 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนเรื่องฮอร์โมนจากต่อมใต้สมอง

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกิดขึ้นโดยละเอียด พบว่า นักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ จำนวน 32 คน และผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ จำนวน 2 คน มีการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนไปสู่ระดับที่สูงขึ้น เช่น นักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ จำนวน 32 คน เมื่อจัดการเรียนรู้แล้ว พบว่า นักเรียนสามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์หลังเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม จำนวน 20 คน และระดับดี จำนวน 10 คน และระดับพอใช้ 2 คน ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องฮอว์โมนจากต่อมใต้สมอง

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนพบว่า นักเรียนได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($p < .05$) โดยที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับร้อยละ 39.50 และ 81.93 ตามลำดับ สรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น สามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากระดับต่ำกว่าเกณฑ์ ไปอยู่ในระดับดีเยี่ยม ($p < .05$) (ภาพที่ 4.8)



ภาพที่ 4.8 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนเรื่องฮอร์โมนจากต่อมใต้สมอง

นอกจากนี้หากพิจารณาการตอบข้อสอบเป็นรายข้อ พบว่านักเรียนที่ตอบข้อสอบหลังเรียนในแต่ละข้อถูกต้อง มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในทุกข้อ (ตารางที่ 4.2) โดยคำถามข้อที่ 1, 2, 3, 4, และ 6 มีนักเรียนมากกว่าร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมดตอบข้อสอบถูก สะท้อนให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนี้ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองที่มีอวัยวะเป้าหมายเป็นต่อมไร้ท่อ การทำงานของต่อมใต้สมองส่วนหน้าและต่อมใต้สมองส่วนหลัง ฮอร์โมนที่หลังจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า ความผิดปกติที่เกิดขึ้นจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า การหลังฮอร์โมนที่เกิดจากการกระตุ้นด้วยสมองส่วนไฮทาลามัส

สำหรับคำถามที่ 5 และ 7 พบว่านักเรียนตอบถูกร้อยละ 79.41 และ 64.71 จากการวิเคราะห์ข้อสอบพบว่านักเรียนที่ตอบผิดจะเลือกตัวลวง โดยคำถามข้อ 5 (ข้อใดกล่าวถึงการทำงานของฮอร์โมนที่หลังจากต่อมใต้สมองส่วนหลังได้ถูกต้อง) นักเรียนเลือกข้อ ก (ควบคุมปริมาณแร่ธาตุในร่างกายและกระตุ้นการบีบตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ) และข้อ ข (กระตุ้นการบีบตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ และ กระตุ้นกล้ามเนื้อรอบต่อมน้ำนมให้หดตัว) สำหรับคำถามข้อ 7 (ข้อใดต่อไปนี้เป็นไม่ถูกต้อง) นักเรียนเลือกตัวลวงคือข้อ ก (GH กระตุ้นการเพิ่มปริมาณน้ำตาลในเลือด และ Endorphin ระงับความเจ็บปวด ช่วยเพิ่มความตื่นตัว) และ ข้อ ค (Gigantism เกิดจากร่างกายหลัง GH มากเกินไปในวัยเด็ก และ Prolactin กระตุ้นต่อมน้ำนมและช่วยให้มดลูกบีบตัวขณะคลอดบุตร) ทั้งนี้ เมื่อสุ่มถามนักเรียนที่ตอบผิดในข้อที่ 7 พบว่า นักเรียนมีความสับสนระหว่างฮอร์โมน Prolactin และ Oxytocin เนื่องจาก

มีผลต่ออวัยวะเป้าหมายคล้ายคลึงกัน ในส่วนของคำถามที่ 5 พบว่า นักเรียนเลือกตัวลง คือควบคุม ปริมาณแร่ธาตุ แต่คำตอบคือควบคุมปริมาณน้ำ

ตารางที่ 4.2 ความถี่ของนักเรียน ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้าเรื่องฮอร์โมนจากต่อมใต้สมอง

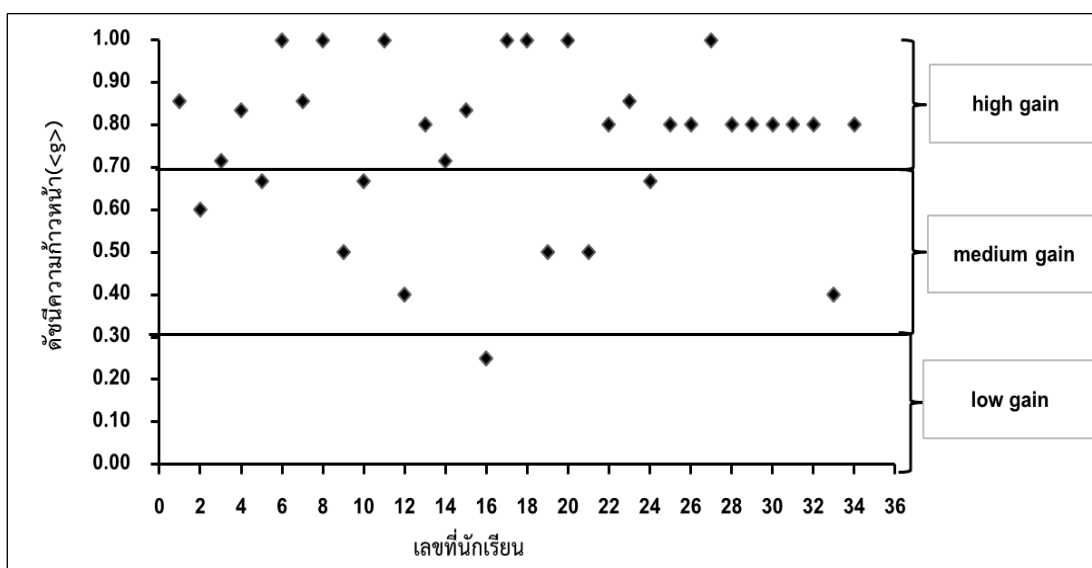
คำถามและความคิดหลัก	ความถี่ที่นักเรียนตอบถูก (ร้อยละ)		
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	<g>
คำถามที่ 1 ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองที่มีอวัยวะเป้าหมายเป็นต่อมไร้ท่อ	41.18	82.35	0.70
คำถามที่ 2 การทำงานของต่อมใต้สมองส่วนหน้าและต่อมใต้สมองส่วนหลัง	47.06	85.29	0.72
คำถามที่ 3 ฮอร์โมนที่หลั่งจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า	41.18	85.29	0.75
คำถามที่ 4 ความผิดปกติที่เกิดขึ้นหากต่อมใต้สมองส่วนหน้าไม่ทำงาน	29.41	88.24	0.83
คำถามที่ 5 ความผิดปกติที่เกิดขึ้นหากต่อมใต้สมองส่วนหลังไม่ทำงาน	35.29	79.41	0.68
คำถามที่ 6 การหลั่งฮอร์โมนที่เกิดจากการกระตุ้นด้วยสมองส่วนไฮทาลามัส	52.94	88.24	0.75
คำถามที่ 7 ความผิดปกติที่เกิดจากฮอร์โมนจากต่อมใต้สมอง	29.41	64.71	0.50

4.3 เรื่อง ฮอร์โมนจากต่อมไทรอยด์และพาราไทรอยด์

4.3.1 ประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้

จากการวิเคราะห์คะแนนใบงาน ซึ่งสะท้อนประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และคะแนนสอบหลังเรียนซึ่งสะท้อนประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่าค่า E_1/E_2 ของนักเรียน เท่ากับ 80.29/81.09 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน (80/80)

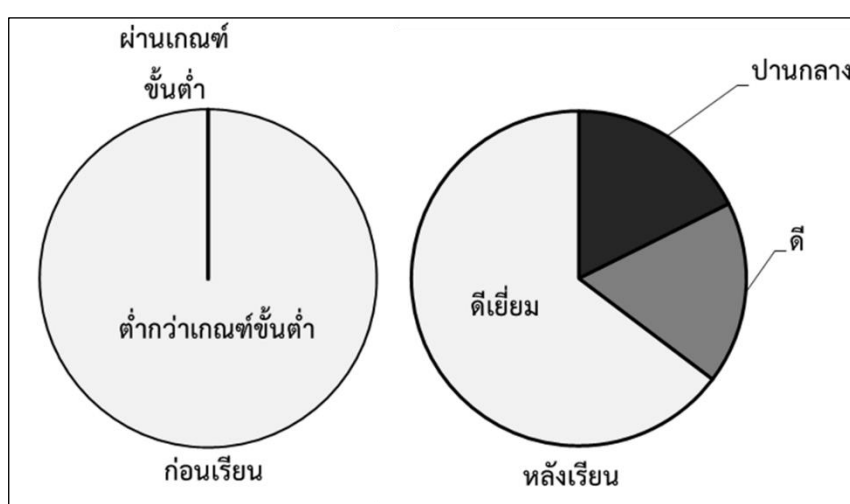
เมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนทั้งชั้นพบว่าจัดอยู่ในระดับสูง (high gain) โดยมีค่า <g> เท่ากับ 0.7644 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้นี้ทำให้นักเรียนทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 76.44 ทั้งนี้ นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ ปานกลาง และสูง จำนวน 1, 9 และ 24 คน ตามลำดับ (ภาพที่ 4.9) จากข้อมูลความก้าวหน้าทางการเรียนนี้สรุปได้ว่า นวัตกรรมนี้เมื่อใช้กับนักเรียนห้องนี้มีค่า E.I. เท่ากับ 0.7644 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (0.5)



ภาพที่ 4.9 ดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคลเรื่องฮอริโมนจากต่อมไทรอยด์และพาราไทรอยด์

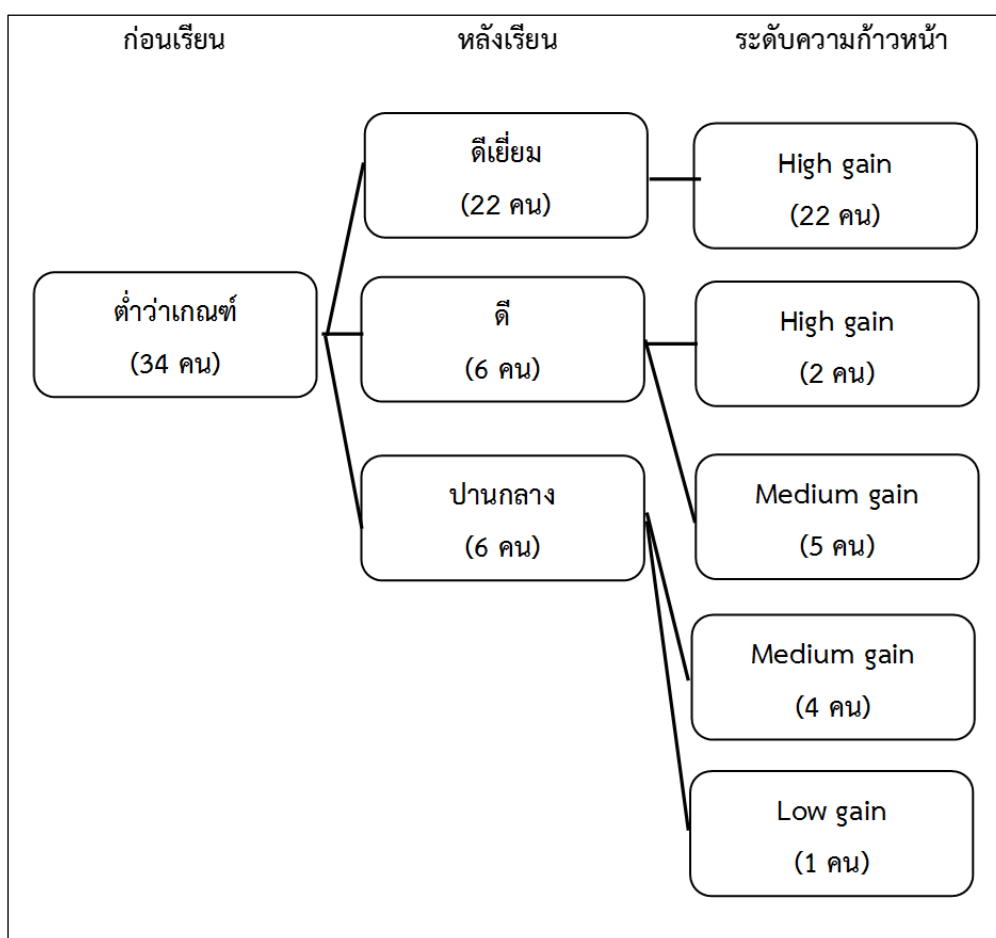
4.3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

จากการวิเคราะห์คะแนนสอบก่อนเรียนพบว่า นักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 19.75 และอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ทุกคน เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางในงานวิจัยนี้และมีการทดสอบหลังเรียนพบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 81.09 อยู่ในระดับดีเยี่ยม โดยอยู่ในระดับดีเยี่ยม 12 คน และระดับดี 6 คน และปานกลาง 6 คน (ภาพที่ 4.10)



ภาพที่ 4.10 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนเรื่องฮอริโมนจากต่อมไทรอยด์และพาราไทรอยด์

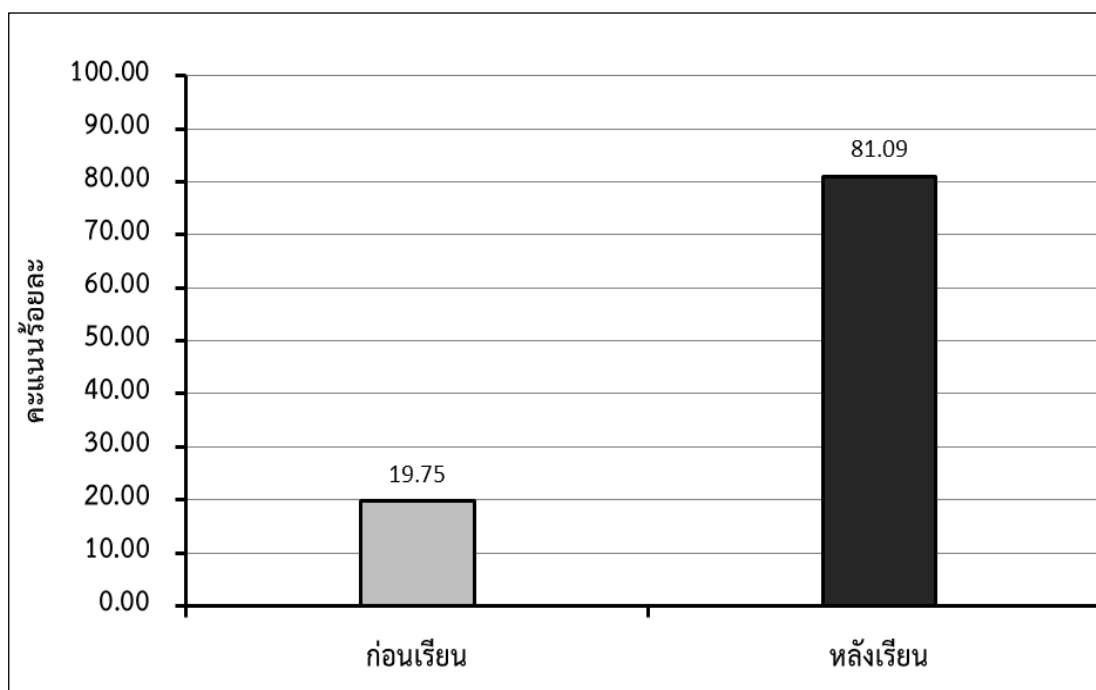
เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกิดขึ้นโดยละเอียด พบว่า นักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ จำนวน 34 คน มีการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนไปสู่ระดับที่สูงขึ้น เช่น นักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ จำนวน 34 คน เมื่อจัดการเรียนรู้แล้ว พบว่า นักเรียนสามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์หลังเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม จำนวน 22 คน และระดับดี จำนวน 6 คนและปานกลาง 6 คน ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.11 การเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรือฮอร์โมนจากต่อมไทรอยด์และพาราไทรอยด์

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนพบว่า นักเรียนได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($p < .05$) โดยที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับร้อยละ 19.75 และ 81.09 ตามลำดับ สรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

วิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น สามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากระดับต่ำกว่าเกณฑ์ ไปอยู่ในระดับดีเยี่ยม ($p < .05$) (ภาพที่ 4.12)



ภาพที่ 4.12 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน เรื่องฮอร์โมนจากต่อมไทรอยด์และพาราไทรอยด์

นอกจากนี้หากพิจารณาการตอบข้อสอบเป็นรายข้อ พบว่านักเรียนที่ตอบข้อสอบหลังเรียนในแต่ละข้อถูกต้องมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในทุกข้อ (ตารางที่ 4.3) โดยคำถามข้อที่ 1, 2 และ 4 มีนักเรียนมากกว่าร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมดตอบข้อสอบถูกต้อง สะท้อนให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนี้ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะโครงสร้างของต่อมไทรอยด์ หน้าที่ของฮอร์โมนไทรอกซิน และโครงสร้างของเซลล์ซี สำหรับคำถามข้อที่ 3 ถ้าไทรอยด์ฟอลลิเคิลผลิตฮอร์โมนได้มากกว่าปกติจะส่งผลอย่างไรต่อร่างกาย) พบว่า นักเรียนตอบถูกร้อยละ 73.52 จากการวิเคราะห์ข้อสอบพบว่านักเรียนที่ตอบผิดจะเลือกตัวลวง คือข้อ ง (ร่างกายมีไทรอกซินมากเกินไปจนทำให้เกิดอาการเหนื่อยง่าย) จำนวน 9 คน

ตารางที่ 4.3 ความถี่ของนักเรียน ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบก่อนเรียน
หลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้าเรื่องฮอร์โมนจากต่อมไทรอยด์และพาราไทรอยด์

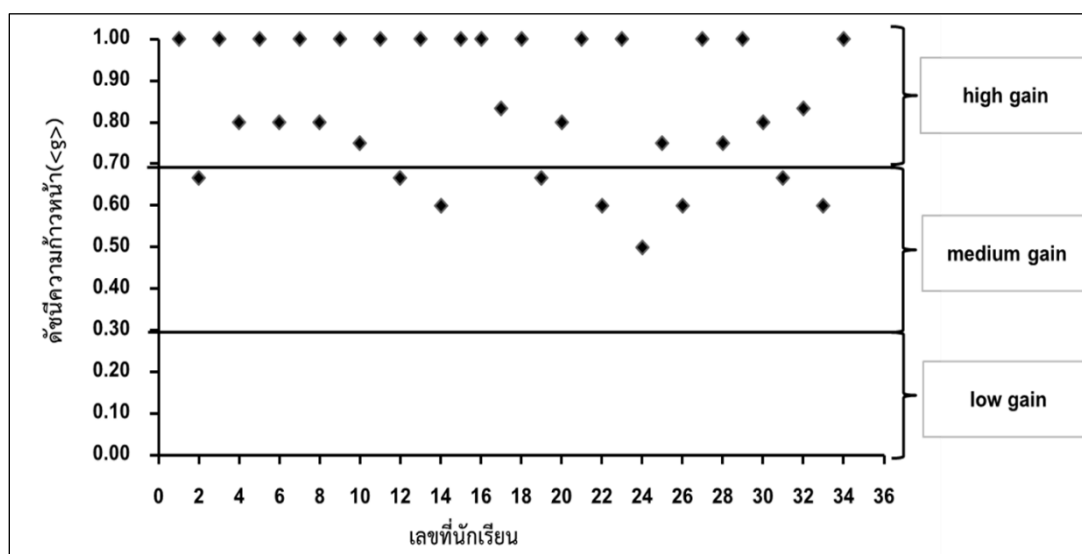
คำถามและความคิดหลัก	ความถี่นักเรียนที่ตอบถูกต้อง (ร้อยละ)		
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	<g>
คำถามที่ 1 ลักษณะและโครงสร้างของต่อมไทรอยด์	17.64	100.00	1.00
คำถามที่ 2 โรคหรืออาการที่เกิดจากความผิดปกติของต่อมไทรอยด์	0.00	100.00	1.00
คำถามที่ 3 อาการหรือโรคที่เกิดจากความผิดปกติของฮอร์โมนไทรอกซิน	0.00	73.52	0.74
คำถามที่ 4 โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ซีในการผลิตฮอร์โมน	29.41	97.05	0.96
คำถามที่ 5 หน้าที่ของฮอร์โมนแคลซิโทนิน	2.94	55.88	0.55
คำถามที่ 6 ฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมพาราไทรอยด์	52.94	73.52	0.44
คำถามที่ 7 ความผิดปกติที่เกิดจากฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมพาราไทรอยด์	35.29	67.64	0.50

4.4 เรื่อง ฮอร์โมนจากตับอ่อน

4.4.1 ประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้

จากการวิเคราะห์คะแนนใบงาน ซึ่งสะท้อนประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และคะแนนสอบหลังเรียนซึ่งสะท้อนประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่าค่า E_1/E_2 ของนักเรียน เท่ากับ 85.59/86.76 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (80/80)

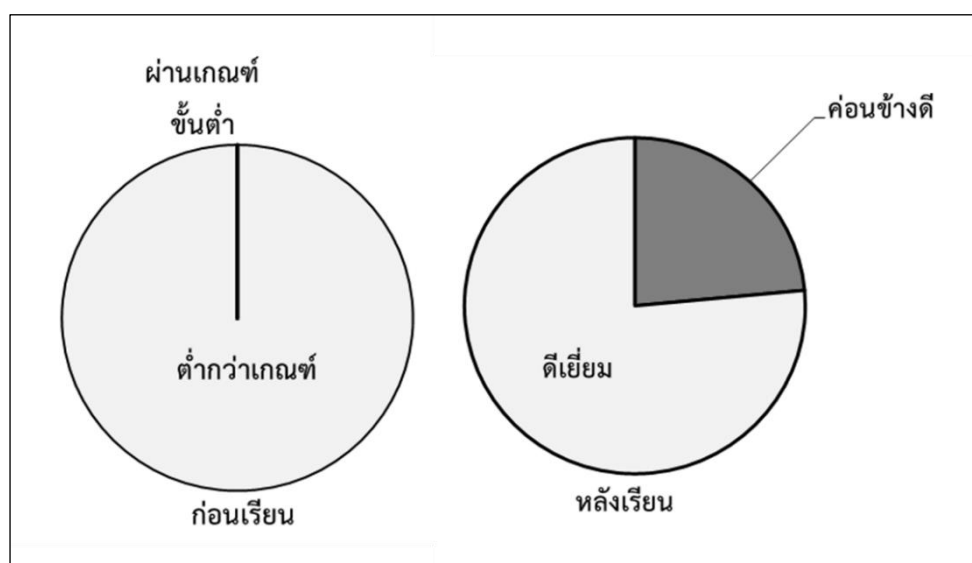
เมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนทั้งชั้นพบว่าจัดอยู่ในระดับสูง (high gain) โดยมีค่า <g> เท่ากับ 0.8344 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้นี้ทำให้นักเรียนทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 83.44 ทั้งนี้ นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำปานกลาง และสูง จำนวน 0, 9 และ 24 คน ตามลำดับ (ภาพที่ 4.13) จากข้อมูลความก้าวหน้าทางการเรียนนี้สรุปได้ว่า นวัตกรรมนี้เมื่อใช้กับนักเรียนห้องนี้มีค่า E.I. เท่ากับ 0.8344 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (0.5)



ภาพที่ 4.13 ดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคลเรื่องฮอร์โมนจากตับอ่อน

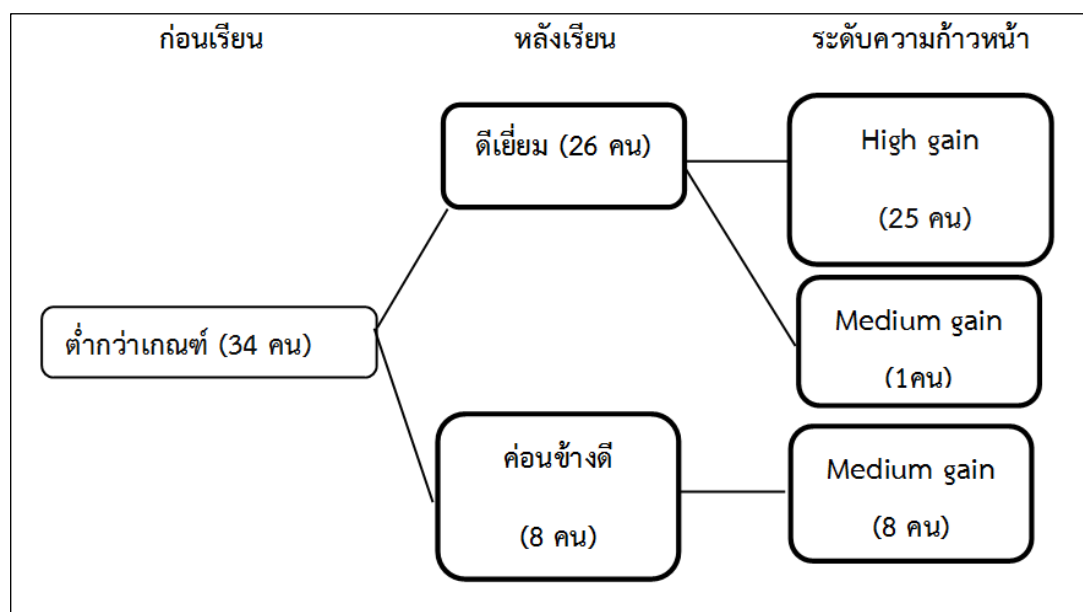
4.4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

จากการวิเคราะห์คะแนนสอบก่อนเรียนพบว่า นักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 20.21 และอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ และมีคะแนนอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ทุกคน เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางในงานวิจัยนี้และมีการทดสอบหลังเรียนพบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 86.76 อยู่ในระดับดีเยี่ยม โดยในระดับดีเยี่ยม 26 คน และระดับค่อนข้างดี 8 คน ตามลำดับ (ภาพที่ 4.14)



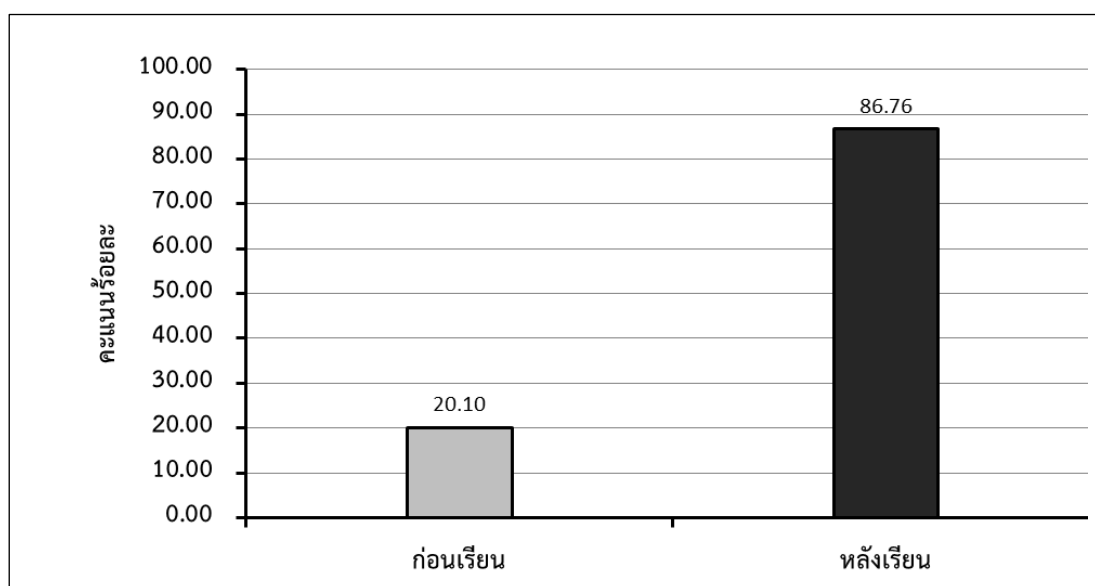
ภาพที่ 4.14 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนเรื่องฮอร์โมนจากตับอ่อน

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกิดขึ้นโดยละเอียด พบว่า นักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ทั้ง 34 คน มีการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนไปสู่ระดับที่สูงขึ้น เมื่อจัดการเรียนรู้แล้ว พบว่า นักเรียนสามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์หลังเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม จำนวน 26 คน และระดับค่อนข้างดี จำนวน 8 คน ดังภาพที่ 4.15



ภาพที่ 4.15 การเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องฮอริโมนจากตับอ่อน

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนพบว่า นักเรียนได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($p < .05$) โดยที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับร้อยละ 20.10 และ 86.76 ตามลำดับ สรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น สามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากระดับต่ำกว่าเกณฑ์ไปอยู่ในระดับดีเยี่ยม ($p < .05$) (ภาพที่ 4.16)



ภาพที่ 4.16 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน
เรื่องฮอร์โมนจากตับอ่อน

นอกจากนี้หากพิจารณาการตอบข้อสอบเป็นรายข้อ พบว่านักเรียนที่ตอบข้อสอบหลังเรียนในแต่ละข้อถูกต้องมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในทุกข้อ (ตารางที่ 4.4) โดยคำถามข้อที่ 1, 2 และ 3 นักเรียนทุกคนตอบได้ถูกต้องร้อยละ 100 สะท้อนให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนี้ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับ การควบคุมการหลั่งฮอร์โมนจากตับอ่อน การทำงานของเบตาเซลล์และแอลฟาเซลล์ รวมถึงชนิดของฮอร์โมนที่สร้างจากตับอ่อน

สำหรับคำถามที่ 4, 5 และ 6 พบว่านักเรียนตอบถูกร้อยละ 76.47, 76.47 และ 67.65 ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ข้อสอบพบว่านักเรียนที่ตอบผิดจะเลือกตัวลวง โดยคำถามข้อ 4 (จากกราฟระดับน้ำตาลในเลือดหลังรับประทานอาหารข้อใดเป็นจริงเกี่ยวกับนายลูปี้) นักเรียนเลือกตัวลวงข้อ ข (ระดับอินซูลินในเลือดสูงกว่าปกติ) จำนวน 1 คน และข้อ ค (ระดับกลูคากอนในเลือดสูงกว่าปกติ) จำนวน 4 คน ตามลำดับ จากการสัมภาษณ์นักเรียนที่ตอบผิดพบว่า ที่เลือกตอบข้อ ข เพราะนักเรียนเข้าใจว่าหลังรับประทานอาหารนายลูปี้ควรมีระดับน้ำตาลในเลือดสูงเนื่องจากมีภาวะอินซูลินในเลือดสูงกว่าปกติ และในส่วนคำถามข้อ 5 (หากระดับอินซูลินในร่างกายต่ำลงเกิดจากสาเหตุใด) นักเรียนส่วนใหญ่ เลือกตัวลวง คือข้อ ง (แอลฟาเซลล์ของตับอ่อนทำงานน้อยลง) ทั้งนี้เมื่อสัมภาษณ์นักเรียนที่ตอบผิดพบว่ามีความสับสนในการตอบจำสับสนระหว่างเบตาเซลล์ และแอลฟาเซลล์

ตารางที่ 4.4 ความถี่ของนักเรียน ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบก่อนเรียน
หลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้าเรื่องฮอร์โมนจากตับอ่อน

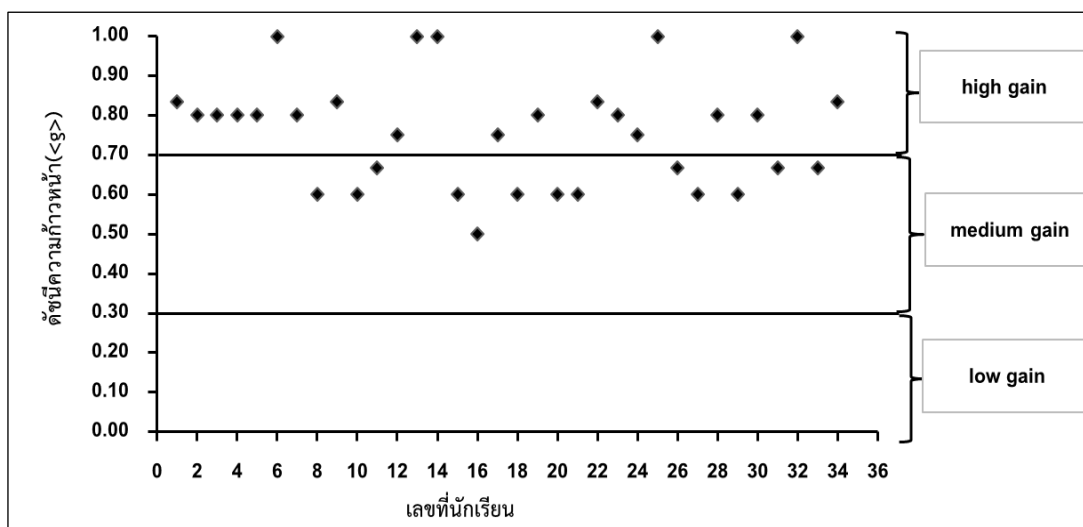
คำถามและความคิดหลัก	ความถี่นักเรียนที่ตอบถูกต้อง (อยลัร)		
	ก่อน เรียน	หลัง เรียน	<g>
คำถามที่ 1 ตัวควบคุมการหลั่งฮอร์โมน	17.64	100	1.00
คำถามที่ 2 การทำงานของเซลล์ในไอส์เลตออฟลันเกอร์ฮันส์	0.00	100	1.00
คำถามที่ 3 ชนิดของฮอร์โมนที่ตับอ่อนสร้าง	0.00	100	1.00
คำถามที่ 4 อาการของคนเป็นโรคเบาหวาน	29.41	76.47	0.74
คำถามที่ 5 ความผิดปกติของเบตาเซลล์และแอลฟาเซลล์	2.94	76.47	0.70
คำถามที่ 6 ฮอร์โมนที่เพิ่มระดับน้ำตาลในเลือด	52.94	67.65	0.58

4.5 เรื่อง ฮอร์โมนจากต่อมหมวกไต

4.5.1 ประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้

จากการวิเคราะห์คะแนนใบงาน ซึ่งสะท้อนประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และคะแนนสอบหลังเรียนซึ่งสะท้อนประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่าค่า E_1/E_2 ของนักเรียน เท่ากับ 80.88/80.39 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (80/80)

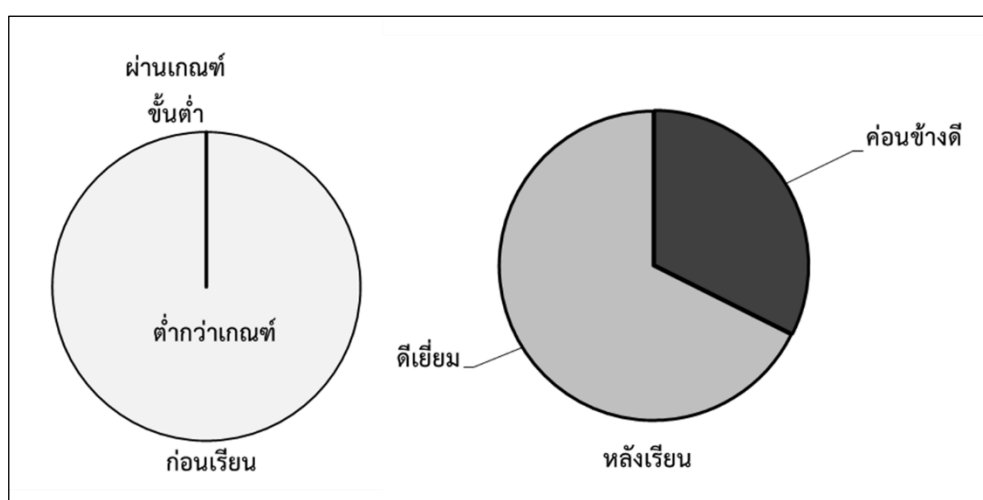
เมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนทั้งชั้นพบว่าจัดอยู่ในระดับสูง (high gain) โดยมีค่า <g> เท่ากับ 0.7605 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้นี้ทำให้นักเรียนทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 76.05 ทั้งนี้ นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ ปานกลาง และสูง จำนวน 0, 25 และ 9 คน ตามลำดับ (ภาพที่ 4.17) จากข้อมูลความก้าวหน้าทางการเรียนนี้สรุปได้ว่า นวัตกรรมนี้เมื่อใช้กับนักเรียนห้องนี้มีค่า E.I. เท่ากับ 0.7605 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (0.5)



ภาพที่ 4.17 ดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคลเรื่องฮอว์โมนจากต่อมหมวกไต

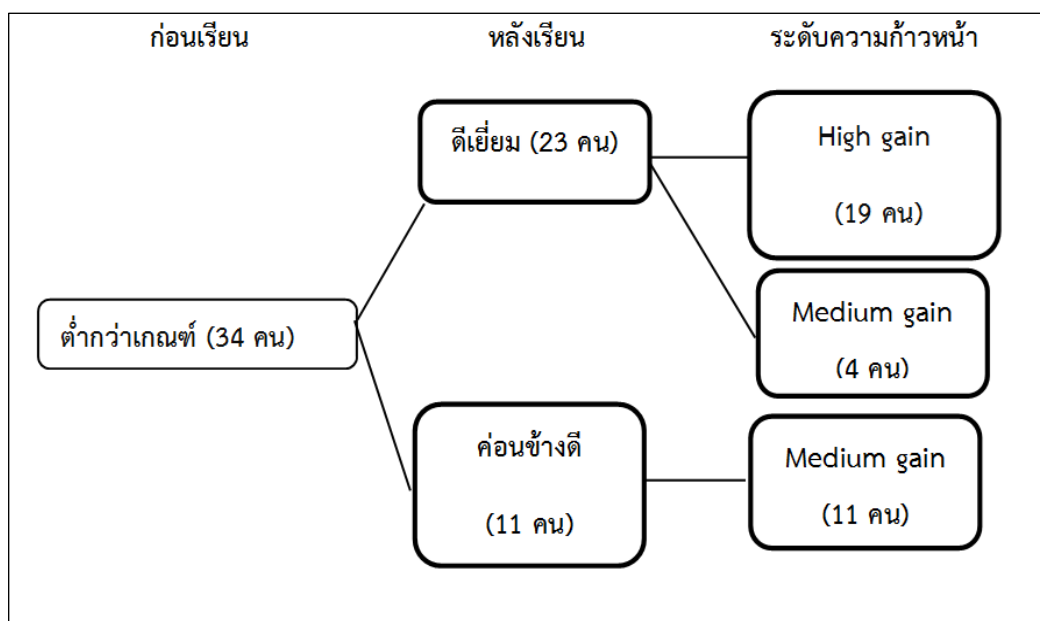
4.5.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

จากการวิเคราะห์คะแนนสอบก่อนเรียนพบว่า นักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 18.14 และอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ ทั้งนี้ทั้งนักเรียนทั้ง 34 คน อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางในงานวิจัยนี้และมีการทดสอบหลังเรียนพบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 80.39 อยู่ในระดับดีเยี่ยม โดยอยู่ในระดับดีเยี่ยม 23 คน ระดับค่อนข้างดี 11 คน คน ตามลำดับ (ภาพที่ 4.18)



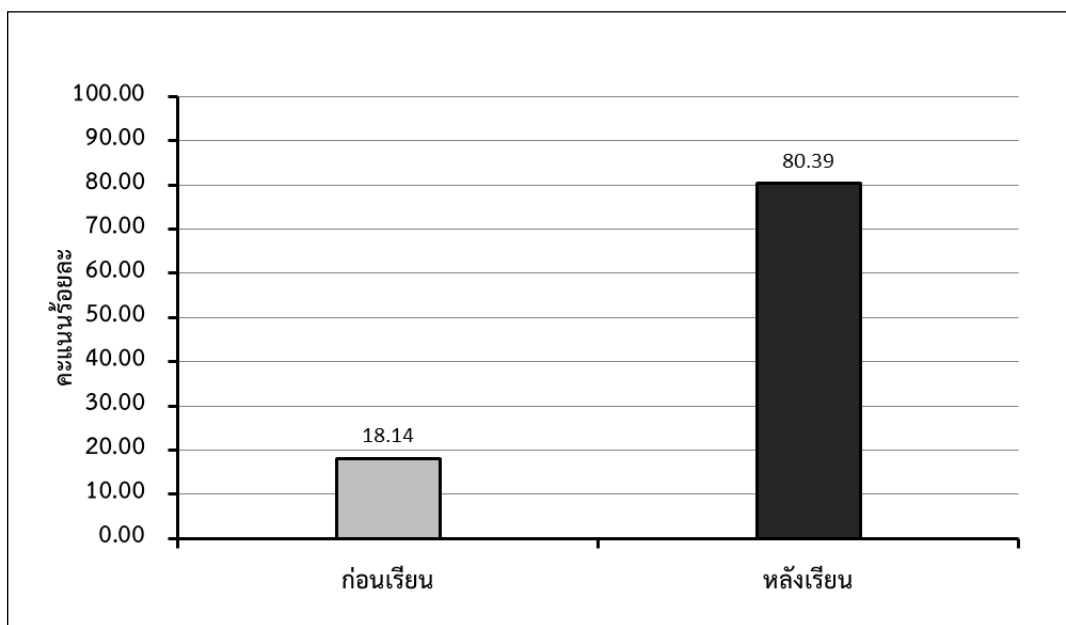
ภาพที่ 4.18 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนเรื่องฮอว์โมนจากต่อมหมวกไต

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกิดขึ้นโดยละเอียด พบว่า นักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ มีจำนวน 34 คน มีการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนไปสู่ระดับที่สูงขึ้น เช่น นักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ทั้ง 34 คน เมื่อจัดการเรียนรู้แล้ว พบว่า นักเรียนสามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์หลังเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม จำนวน 23 คน และระดับค่อนข้างดี จำนวน 11 คน ดังภาพที่ 4.19



ภาพที่ 4.19 การเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฮอริโมนจากต่อมหมวกไต

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนกับหลังเรียน พบว่า นักเรียนได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($p < .05$) โดยที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับร้อยละ 18.14 และ 80.39 ตามลำดับ สรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น สามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากระดับต่ำกว่าเกณฑ์ไปอยู่ในระดับดีเยี่ยม ($p < .05$) (ภาพที่ 4.20)



ภาพที่ 4.20 คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนเรื่องฮอร์โมนจากต่อมหมวกไต

นอกจากนี้หากพิจารณาการตอบข้อสอบเป็นรายข้อ (ตารางที่ 4.5) พบว่านักเรียนที่ตอบข้อสอบหลังเรียนในแต่ละข้อถูกต้องมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในทุกข้อ โดยคำถามข้อที่ 5 นักเรียนทุกคนตอบถูกต้องร้อยละ 100 และคำถามข้อที่ 1 และ 2 มีนักเรียนมากกว่าร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมดตอบข้อสอบถูกต้อง สะท้อนให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนี้ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของต่อมหมวกไต หน้าของฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมหมวกไตชั้นนอกและชั้นใน และหน้าที่ของฮอร์โมนอะดรีนาลีน

สำหรับคำถามที่ 5 (ยายปริญ่วงเล่นไฟกับกลุ่มเพื่อนบ้านอย่างสนุกสนาน ทันใดนั้นตำรวจได้เข้าจับกุมวงไฟยากปรกตใจ กระโดดหนีทางหน้าต่าง ๆ จากเหตุการณ์ดังกล่าวนักเรียนคิดว่าฮอร์โมนชนิดใดที่กระตุ้นพฤติกรรมดังกล่าว) พบว่านักเรียนตอบถูกร้อยละ 100 อยู่ในระดับดีมาก สำหรับคำถามข้อ 2 (สารในข้อใดไม่ใช่ตัวกระตุ้นการทำงานของเนื้อเยื่อบริเวณต่อมหมวกไตชั้นใน) คำถามข้อที่ 1 (ข้อใดคือฮอร์โมนที่สร้างต่อมหมวกไตชั้นนอกและและชั้นในทั้งหมด) ข้อที่ 3 (ฮอร์โมนชนิดใดที่มีผลต่อร่างกายเหมือนกับฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมหมวกไตชั้นใน) ข้อที่ 4 (นายอาลีบาบาไปตรวจสุขภาพประจำปี พบว่ามีการขับปัสสาวะมากกว่าปกติ และในปัสสาวะมีโซเดียมมากกว่าเกณฑ์มาตรฐาน นายอาลีบาบามีความผิดปกติของฮอร์โมนใด) พบว่านักเรียนตอบถูกร้อยละ 94.12, 85.29, 76.47 และ 73.53 ตามลำดับ อยู่ในระดับดี ซึ่งมีทั้งคำถามที่เกี่ยวกับความจำ การวิเคราะห์ และการนำไปใช้ พบว่านักเรียนที่ตอบผิดจะเลือกตัวลวง เช่นคำถามที่เกี่ยวข้องกับแร่ธาตุ ซึ่งจะมีความสับสนระหว่างแร่ธาตุกับน้ำ คือฮอร์โมน ADH และ Aldosterone สำหรับคำถามข้อที่ 6 (ข้อใดกล่าวถึง Cushing syndrome และ Addison disease ได้ถูกต้อง) พบว่านักเรียนตอบถูกร้อยละ 52.94

อยู่ระดับน่าพอใจ เป็นคำถามเกี่ยวกับความผิดปกติของฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมหมวกไต ซึ่งนักเรียนจะต้องวิเคราะห์ และรู้รายละเอียดเกี่ยวกับอาการทั้งสอง รวมถึงเกิดจากฮอร์โมนที่สร้างจากบริเวณใดของต่อมหมวกไต ซึ่งนักเรียนที่ตอบผิดจะเลือกตัวลวงข้อ ก (อาการทั้งสองเกิดจากความผิดปกติของฮอร์โมนจากต่อมหมวกไตชั้นนอก) และ ข (อาการทั้งสองเกิดจากความบกพร่องของฮอร์โมนชนิดเดียวกัน) จำนวน 4 และ 10 คน ตามลำดับ

**ตารางที่ 4.5 ความถี่ของนักเรียน ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบก่อนเรียน
หลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้าเรื่องฮอร์โมนจากต่อมหมวกไต**

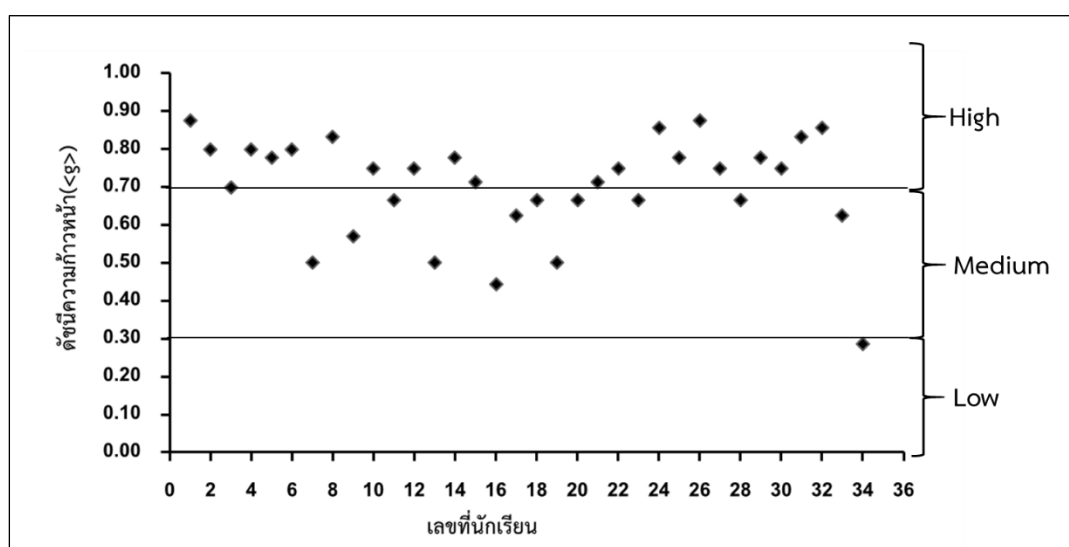
คำถามและความคิดหลัก	ความถี่ที่นักเรียนตอบถูก (ร้อยละ)		
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	<g>
คำถามที่ 1 ฮอร์โมนจากต่อมหมวกไต	17.64	85.29	0.81
คำถามที่ 2 หน้าที่ของฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมหมวกไตส่วนนอกและส่วนใน	0.00	94.12	0.93
คำถามที่ 3 หน้าที่ของฮอร์โมน Cortisol	0.00	76.47	0.76
คำถามที่ 4 หน้าที่ของฮอร์โมน Aldosterone	29.41	73.53	0.67
คำถามที่ 5 หน้าที่ของฮอร์โมน Adrenaline	2.94	100.00	1.00
คำถามที่ 6 ความผิดปกติที่เกิดขึ้นต่อมหมวกไต	52.94	52.94	0.47

4.6 เรื่อง ฮอร์โมนจากอวัยวะเพศ ต่อมไพเนียลและอวัยวะอื่น ๆ

4.6.1 ประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้

จากการวิเคราะห์คะแนนใบงาน ซึ่งสะท้อนประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และคะแนนสอบหลังเรียนซึ่งสะท้อนประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่าค่า E_1/E_2 ของนักเรียน เท่ากับ 80.88/79.12 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน (80/80)

เมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนทั้งชั้นพบว่าจัดอยู่ในระดับสูง (high gain) โดยมีค่า $\langle g \rangle$ เท่ากับ 0.7092 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้นี้ทำให้นักเรียนทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 70.92 ทั้งนี้ นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ ปานกลาง และสูง จำนวน 1, 13 และ 20 คน ตามลำดับ (ภาพที่ 4.21) จากข้อมูลความก้าวหน้าทางการเรียนนี้สรุปได้ว่า นวัตกรรมนี้เมื่อใช้กับนักเรียนห้องนี้มีค่า E.I. เท่ากับ 0.7092 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (0.5)

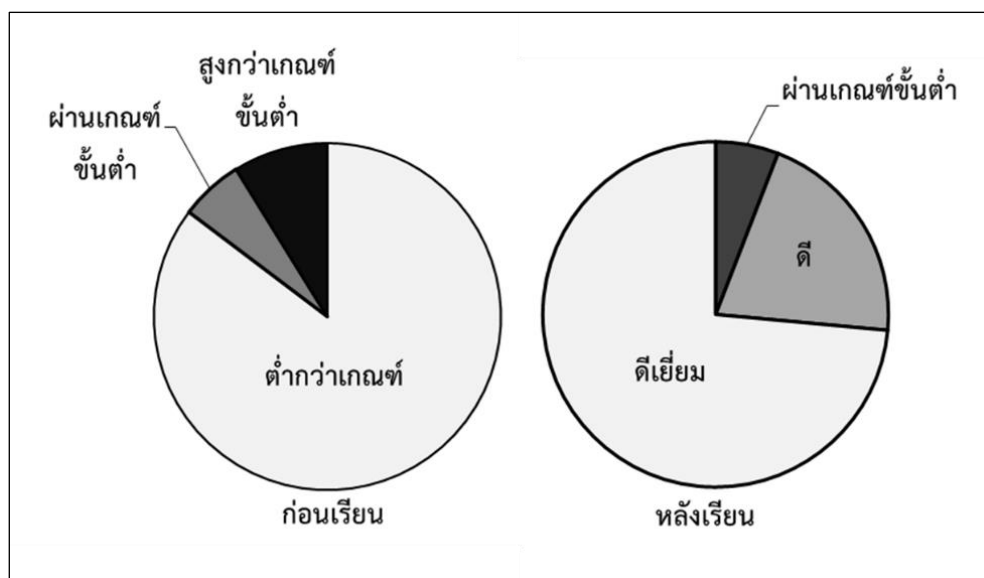


ภาพที่ 4.21 ดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคลเรื่องฮอร์โมนจากอวัยวะ ต่อมไพเนียลและอวัยวะอื่น ๆ

4.6.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

จากการวิเคราะห์คะแนนสอบก่อนเรียนพบว่า นักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 28.24 และอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ ทั้งนี้ มีนักเรียน 3 คน มีคะแนนอยู่ในระดับสูงกว่าเกณฑ์ มีนักเรียน 2 คน มีคะแนนอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ และนักเรียนอีก 29 คน มีคะแนนอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อ นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางในงานวิจัยนี้และมีการทดสอบหลังเรียนพบว่า คะแนน

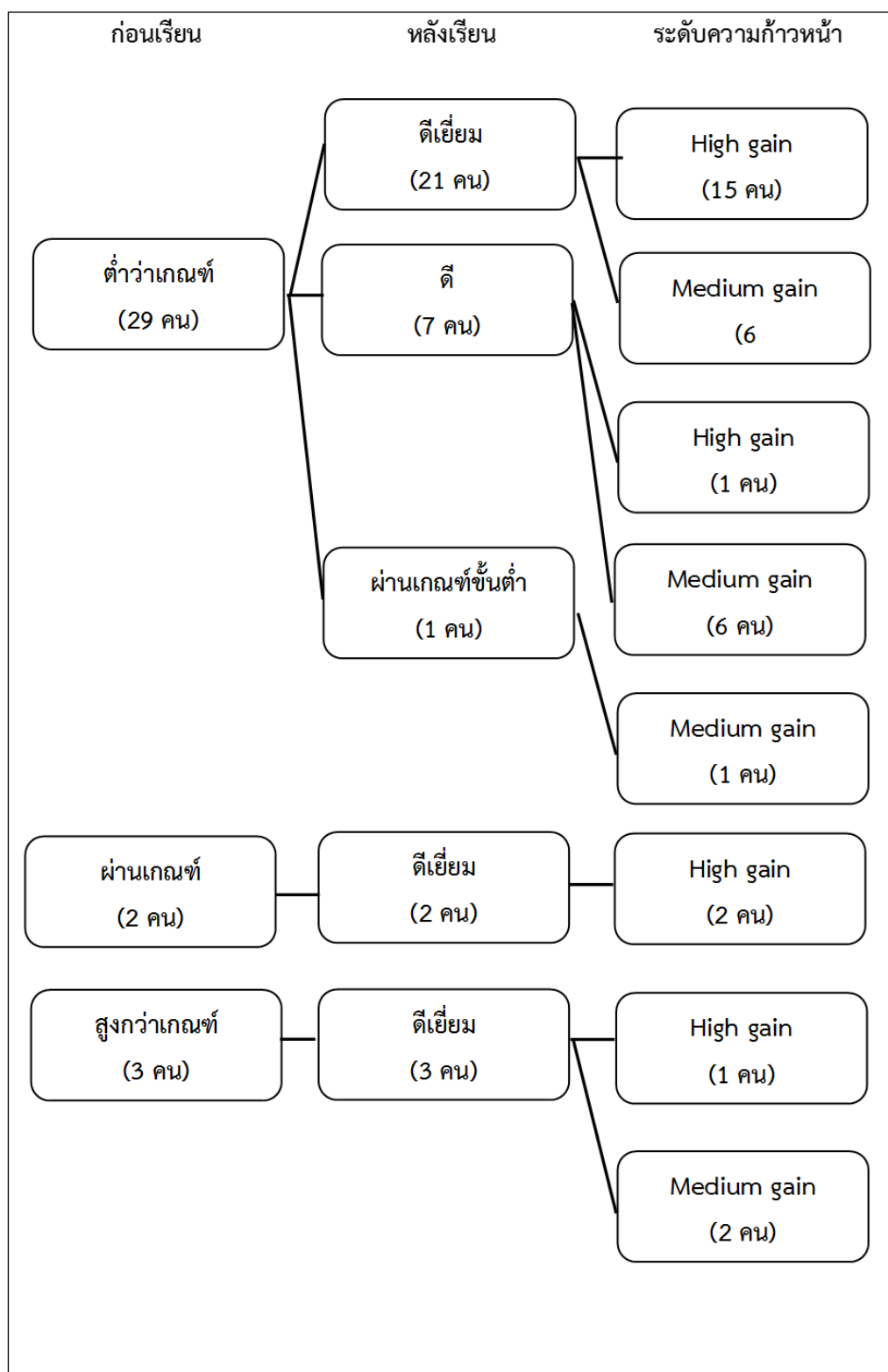
สอบหลังเรียนของนักเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 79.12 อยู่ในระดับดี โดยในระดับดีเยี่ยม 25 คน และระดับดี 7 คน และระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ 2 คน ตามลำดับ (ภาพที่ 4.22)



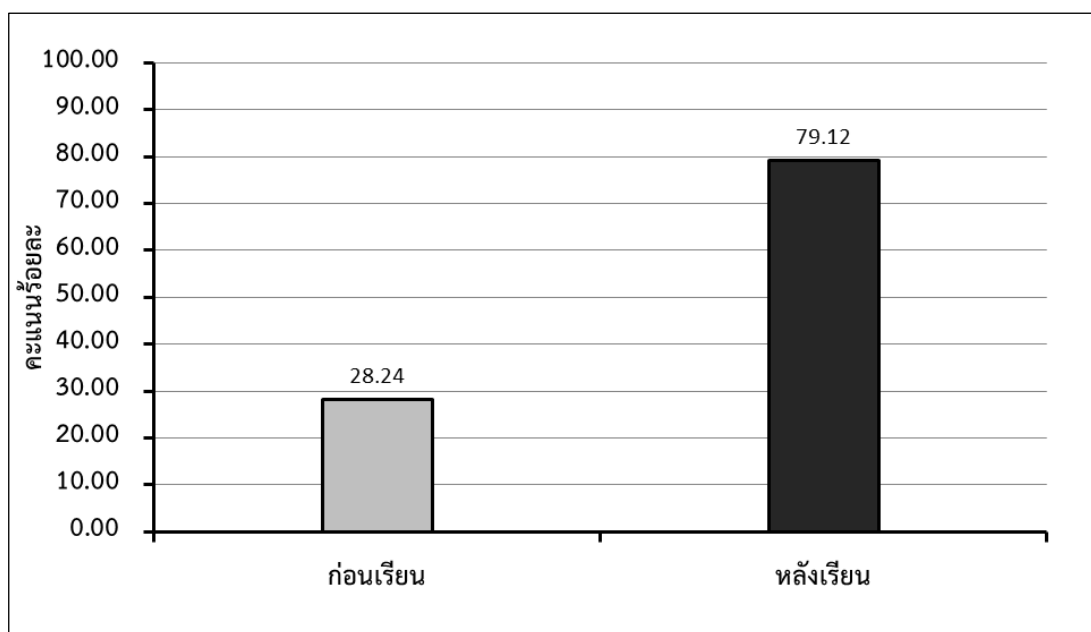
ภาพที่ 4.22 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนเรื่องฮอริโมน จากอวัยวะเพศ ต่อมไพเนียลและอวัยวะอื่น ๆ

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกิดขึ้นโดยละเอียด พบว่า นักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ มีจำนวน 29 คน ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ มีจำนวน 2 คน และสูงกว่าเกณฑ์ มีจำนวน 3 คน มีการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนไปสู่ระดับที่สูงขึ้น เช่น นักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ จำนวน 29 คน เมื่อจัดการเรียนรู้แล้ว พบว่า นักเรียนสามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์หลังเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม จำนวน 21 คน และระดับดี จำนวน 7 คน และผ่านเกณฑ์จำนวน 1 ดังภาพที่ 4.23

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนพบว่า นักเรียนได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($p < .05$) โดยที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับร้อยละ 28.24 และ 79.12 ตามลำดับ สรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ วิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น สามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากระดับต่ำกว่าเกณฑ์ ไปอยู่ในระดับดีเยี่ยม ($p < .05$) (ภาพที่ 4.24)



ภาพที่ 4.23 การเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฮอร์โมนจากอวัยวะเพศ ต่อมไพเนียล และอวัยวะอื่น ๆ



ภาพที่ 4.24 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน
เรื่อง ฮอร์โมนจากอวัยวะเพศ ต่อมไพเนียล และอวัยวะอื่น ๆ

นอกจากนี้หากพิจารณาการตอบข้อสอบเป็นรายข้อ พบว่านักเรียนที่ตอบข้อสอบหลังเรียนในแต่ละข้อถูกต้องมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในทุกข้อ (ตารางที่ 4.6) โดยคำถามข้อที่ 4 และคำถามข้อที่ 9 นักเรียนทุกคนตอบได้ถูกต้องร้อยละ 100 และคำถามข้อที่ 1, 3 และ 5 มีนักเรียนมากกว่าร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมดตอบข้อสอบถูกต้อง สะท้อนให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนี้ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับ การมีประจำเดือน หน้าที่ของต่อมไทมัส ฮอร์โมนที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงภายในรังไข่ หน้าที่ Progesterone และหน้าที่ของ Luteinizing hormone

สำหรับคำถามข้อที่ 6, 7, 8 และ 10 พบว่านักเรียนตอบถูกร้อยละ 70.59, 55.88, 35.29 และ 58.82 ตามลำดับ อยู่ในระดับน่าพอใจ นักเรียนส่วนใหญ่ที่ตอบผิดจะเลือกตัวลวง เช่น คำถามข้อที่ 6 (เหตุการณ์ใดเกิดขึ้นหลังการปฏิสนธิ) นักเรียนส่วนใหญ่ที่ตอบผิดจะเลือกตัวลวงคือ corpus lutetium มีขนาดใหญ่ขึ้น ส่วนคำถามข้อที่ 7 (ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับต่อมไพเนียล) นักเรียนส่วนใหญ่เลือกตัวลวงคือข้อ ก หากมีมากเกินไปจะทำให้เป็นหนุ่มสาวช้ากว่าปกติ เมื่อสุ่มถามนักเรียนที่ตอบผิดพบว่า นักเรียนลืมนอ่านคำว่าไม่ในคำถาม ทำให้ตีความข้อคำถามผิดไป สำหรับคำถามข้อที่ 8 (ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับฮอร์โมนที่สร้างรก) ส่วนใหญ่นักเรียนที่ตอบผิดเลือกตัวลวงคือ ค มีปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่องระหว่างการตั้งครรภ์

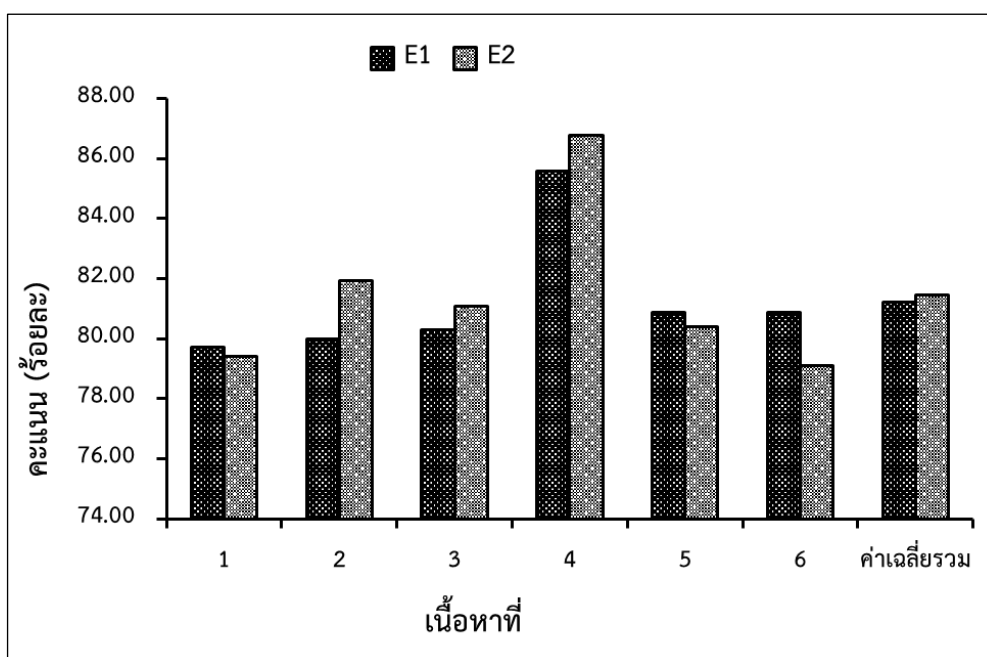
ตารางที่ 4.6 ความถึของนักเรียนที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้าเรื่องฮอร์โมนจาก อวัยวะเพศ ต่อมไพเนียล และอวัยวะอื่น ๆ

คำถามและความคิดหลัก	ความถึนักเรียนที่ตอบถูกต้อง (ร้อยละ)		
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	<g>
คำถามที่ 1 ฮอร์โมนที่ควบคุมกระบวนการเปลี่ยนแปลงในรังไข่	41.17	88.24	0.80
คำถามที่ 2 หน้าที่ของฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน	20.59	97.06	0.96
คำถามที่ 3 หน้าที่ของฮอร์โมนเอสโตรเจน	14.18	94.12	0.93
คำถามที่ 4 การมีประจำเดือน	29.41	100.00	1.00
คำถามที่ 5 หน้าที่ของฮอร์โมน LH	41.18	91.18	0.85
คำถามที่ 6 การเปลี่ยนแปลงหลังปฏิสันธิ	26.47	70.59	0.60
คำถามที่ 7 หน้าที่ของต่อมไพเนียล	14.71	55.88	0.48
คำถามที่ 8 หน้าที่ของฮอร์โมนที่สร้างจากรก	32.35	35.29	0.04
คำถามที่ 9 หน้าที่ของต่อมไทมัส	20.59	100.00	1.00
คำถามที่ 10 หน้าที่ของฮอร์โมนที่สร้าง จากส้าไส้เล็ก	41.18	58.82	0.30

4.7 ภาพรวมการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ

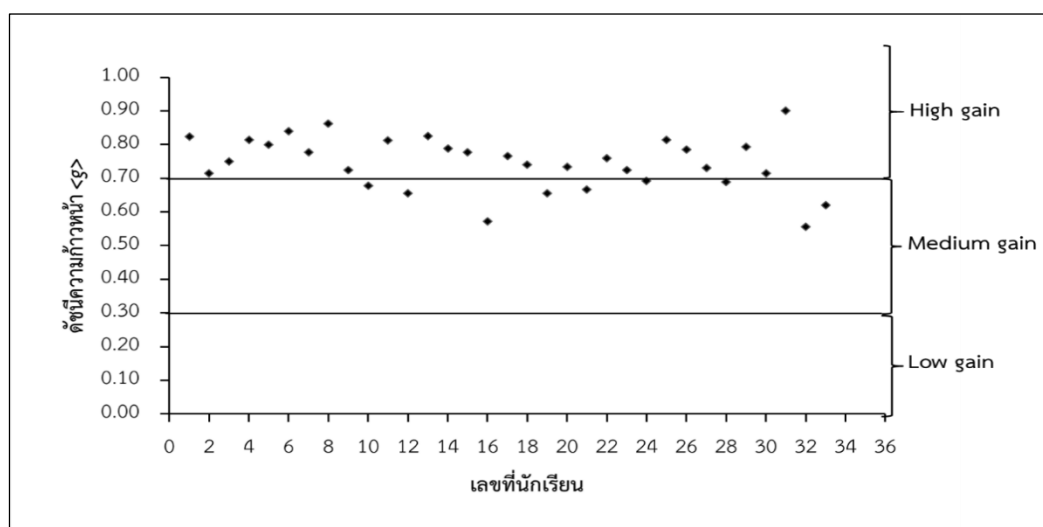
4.7.1 ประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้

จากการวิเคราะห์คะแนนใบงาน ซึ่งสะท้อนประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และคะแนนสอบหลังเรียนซึ่งสะท้อนประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่าค่า E_1/E_2 ของนักเรียน เท่ากับ 81.23/81.45 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ เกณฑ์มาตรฐาน (80/80) (ภาพที่ 4.25)

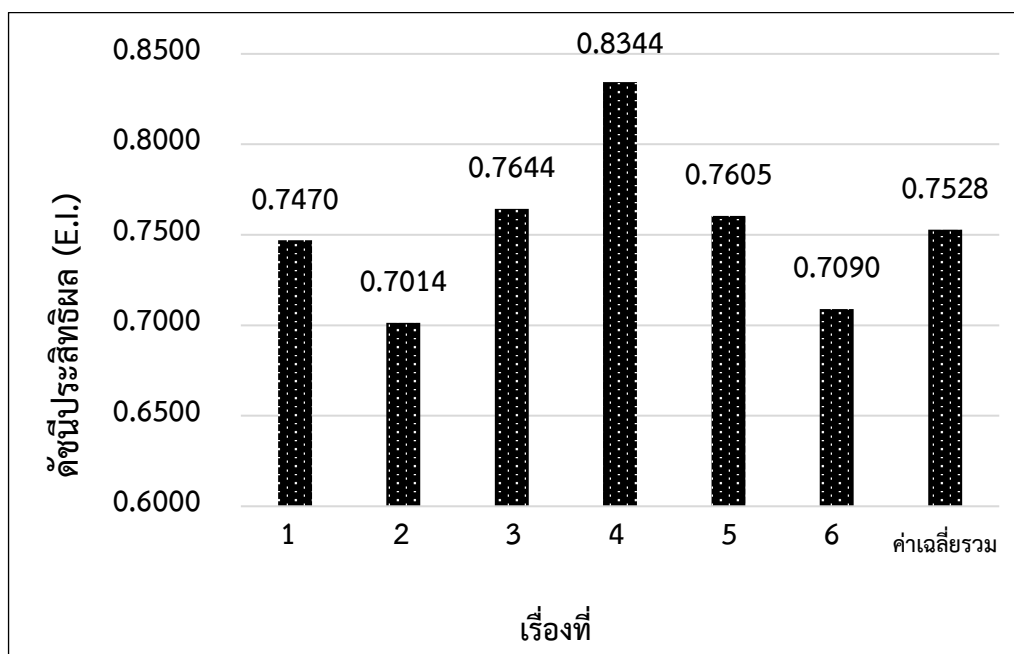


ภาพที่ 4.25 ค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ทุกแผน

เมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนทั้งชั้นพบว่าจัดอยู่ในระดับสูง (high gain) โดยมีค่า $\langle g \rangle$ เท่ากับ 0.7528 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้นี้ทำให้นักเรียนทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 75.28 ทั้งนี้ นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ ปานกลาง และสูง จำนวน 0, 9 และ 25 คน ตามลำดับ (ภาพที่ 4.26) จากข้อมูลความก้าวหน้าทางการเรียนนี้สรุปได้ว่า นวัตกรรมนี้เมื่อใช้กับนักเรียนห้องนี้มีค่า E.I. เท่ากับ 0.7528 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (0.5) (ภาพที่ 4.27)



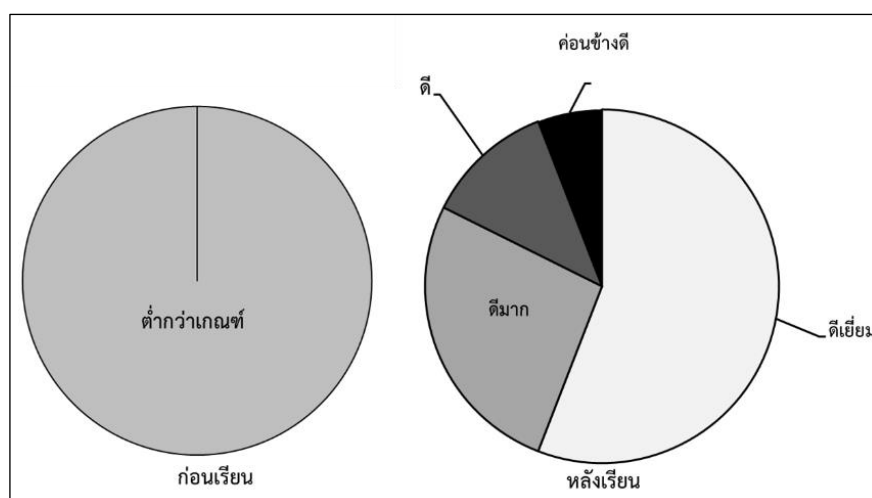
ภาพที่ 4.26 ดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล



ภาพที่ 4.27 ค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้

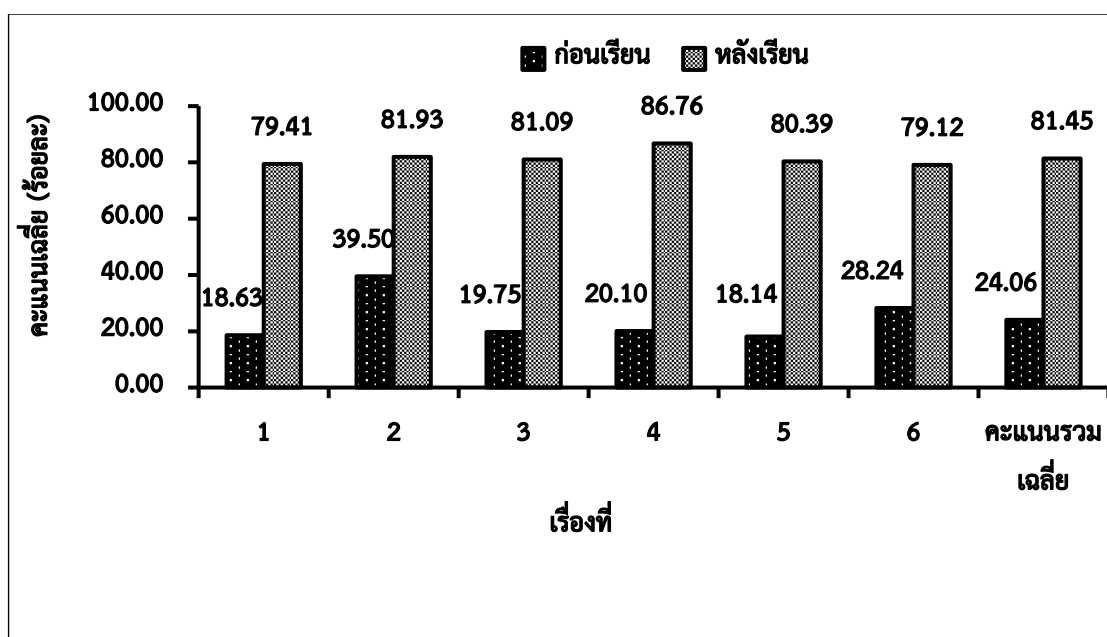
4.7.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

จากการวิเคราะห์คะแนนสอบก่อนเรียนพบว่า นักเรียน 34 คน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 24.06 อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ ทั้งหมด เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางในงานวิจัยนี้ และมีการทดสอบหลังเรียนพบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 81.45 อยู่ในระดับดีเยี่ยม โดยอยู่ในระดับดีเยี่ยม 19 คน ระดับดีมาก 9 คน และระดับดี 4 คน และระดับค่อนข้างดี 2 คนตามลำดับ (ภาพที่ 4.28)



ภาพที่ 4.28 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนพบว่า นักเรียนได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($p < .05$) โดยที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับร้อยละ 24.06 และ 81.45 ตามลำดับ สรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น สามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากระดับต่ำกว่าเกณฑ์ไปอยู่ในระดับดีเยี่ยม ($p < .05$) (ภาพที่ 4.29)



ภาพที่ 4.29 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน

จากผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้นี้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน สามารถทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และมีมโนคติ (Concept) ที่ถูกต้องในเรื่องที่เรียน เพราะแผนการจัดการเรียนรู้ได้ผ่านวิธีการสร้างและพัฒนาเป็นระบบ มีขั้นตอนการดำเนินงานตั้งแต่การศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน วิเคราะห์สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ศึกษากิจกรรมกระบวนการเรียนรู้ แนวทางการเขียนแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผ่านการพิจารณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ได้รับการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญว่ามีความเหมาะสม และแผนการจัดการเรียนรู้ได้ผ่านการทดลองใช้ และทำการปรับปรุงก่อนนำมาใช้จริง ส่งผลให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับสูง (Medium gain) และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นสำคัญ 5 ชั้น ดังนี้

(1) การที่นักเรียนได้จัดจ้อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ โดยครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยวัตถุ สถานการณ์ หรือศึกษาประวัติการทดลองจากนักวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัยและอยากรู้ เพื่อให้เกิดการสืบเสาะ คำถามต้องเป็นคำถามเชิงวิทยาศาสตร์ที่ส่งต่อให้เกิดการสำรวจตรวจสอบต่อไปในการอธิบาย โดยคำถาม เรื่อง ฮอร์โมนและต่อมไร้ท่อมีคำถามสำคัญ 2 ข้อ คือ 1) จากการทดลองของเบอร์โกลด์อะไรเป็นตัวควบคุมลักษณะความเป็นไก่เพศผู้ 2) อันตะเกี่ยวกับลักษณะของไก่เพศผู้ได้อย่างไร เรื่องฮอร์โมนจากต่อมได้สมองมีคำถามสำคัญ 3 ข้อ คือ 1) ต่อมที่นักเรียนเห็นคือต่อมอะไร 2) ต่อมชนิดนี้สร้างฮอร์โมนชนิดใดบ้าง 3) ถ้าต่อมนี้เกิดเนื้องอกจะส่งผลอย่างไรต่อร่างกาย เรื่องฮอร์โมนจากต่อมไทรอยด์และพาราไทรอยด์ มีคำถามสำคัญ 3 ข้อ คือ 1) ต่อมไทรอยด์สร้างฮอร์โมนอะไรบ้าง 2) ฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมไทรอยด์มีผลอย่างไรต่อร่างกาย 3) หากต่อมไทรอยด์ทำงานผิดปกติ ร่างกายจะมีการหรือเกิดโรคใดบ้าง เรื่อง ฮอร์โมนจากตับอ่อนมีคำถามสำคัญ 2 ข้อ คือ 1) นักเรียนจะอธิบายการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตาลในเลือดจากกราฟอย่างไร 2) ร่างกายมีกลไกอะไรควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ในระดับปกติได้ เรื่องฮอร์โมนจากต่อมหมวกไตมีคำถามสำคัญ 1 ข้อ คือ เหตุใดคนที่บ้านไฟไหม้ถึงสามารถวิ่งหนีและยกของหนัก ๆ ได้โดยที่ในภาวะปกติร่างกายไม่สามารถทำเช่นนี้ได้ การตั้งคำถามทำให้นักเรียนได้รู้ขอบเขตและทราบเป้าหมายของการเรียน (NRC, 2000) และมีความมุ่งมั่นที่จะเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถามที่ตนสงสัย จึงเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและมีเป้าหมายที่แน่ชัด (Ozcan et al., 2012)

(2) นักเรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม ในขั้นนี้ครูต้องพยายามกระตุ้นให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบจนได้หลักฐาน ข้อมูลมาใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์หรือปัญหานั้น ๆ จากการสังเกต ทดลอง ลงมือปฏิบัติ แต่ไม่ใช้การไปค้นคว้าจากเอกสารข้อมูล ใบความรู้ โดยกิจกรรมที่ผู้วิจัยได้ทำในขั้นตอนนี้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ มีดังนี้ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ฮอร์โมนและต่อมไร้ท่อมีกิจกรรมระบุตำแหน่งต่อมไร้ท่อลงบนโมเดลร่างกาย และเล่นเกมจับคู่คำถามตอบ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ฮอร์โมนจากต่อมได้สมอง ให้นักเรียนเล่นเกมแยกบัตรคำจากหมวดหมู่ เล่นเกมบันไดงู และเกมทายภาพปริศนา แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องฮอร์โมนจากต่อมไทรอยด์และพาราไทรอยด์ ให้นักเรียนเล่นเกมบันไดงูและเล่นเกมถามตอบ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องฮอร์โมนจากตับอ่อน ให้นักเรียนทำกิจกรรมตรวจสอบน้ำตาลปัสสาวะ และเล่นเกมจากบอร์ดเกม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องฮอร์โมนจากต่อมหมวกไต ให้นักเรียนเล่นเกมตอบคำถาม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องฮอร์โมนจากอวัยวะเพศต่อมไพเนียลและตับอ่อน ให้นักเรียนทำกิจกรรมจากกราฟประจำเดือน และทำกิจกรรมวางแผนครอบครัว

จะเห็นได้ว่าการที่นักเรียนได้มาซึ่งหลักฐานนั้นต้องผ่านกระบวนการคิดที่แสดงถึงความมีเหตุผล ได้ลงมือปฏิบัติจริงเพื่อแก้ปัญหา และเน้นกระบวนการมากกว่าการเรียนรู้เนื้อหา การให้นักเรียนพิจารณารูปภาพ แล้วจับคู่ความสัมพันธ์นั้นเป็นแนวทางส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ที่นำไปสู่ความเข้าใจที่แท้จริง (McDonald, 2012; Prasertsan, 2012) การเรียนรู้ที่เกิดจากการลงมือปฏิบัติ ทำให้นักเรียนได้ฝึกการสังเกตอย่างแน่วแน่ การได้มีสมาธิมุ่งมั่นในการปฏิบัติกิจกรรม ทำให้นักเรียนเห็นและเข้าใจสิ่งที่กำลังเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ และต่อเนื่อง (Hussain and Akhtar, 2013) ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่โดดเด่นของการเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติ (Boomer and Latham, 2011)

(3) นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (คำตอบ) จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ ในการสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับผลการสำรวจตรวจสอบทั้งของตนเองและผู้อื่นต้องมีการแสดงหลักฐานที่สนับสนุนคำอธิบายดังกล่าว การอธิบายต้องสอดคล้องกับหลักฐานที่ได้จากการปฏิบัติด้วยตนเอง นำไปสู่การอธิบายทางวิทยาศาสตร์ การเน้นย้ำให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยานที่ค้นพบและเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนทราบว่าคำถามที่ตนสงสัยได้รับการตอบแล้วหรือยัง ฝึกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคำกล่าวอ้างและหลักฐานสนับสนุนว่าเพียงพอหรือไม่ มีความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด สมเหตุสมผลหรือไม่ สอดคล้องหรือคลาดเคลื่อนจากคำอธิบายที่นักวิทยาศาสตร์ได้กล่าวไว้ในเรื่องเดียวกันหรือไม่ อย่างไร (Phochaiyarach and Porntrai, 2015) ซึ่งหากมีความสอดคล้องกันจะทำให้ให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจในตนเอง ที่สามารถใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างองค์ความรู้ได้ เช่นเดียวกับนักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงในเรื่องที่ตนศึกษา ในทางกลับกันหากผลการศึกษาไม่สอดคล้องกัน จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้บนความผิดพลาดและจำความผิดพลาดและความถูกต้องนั้นได้นานยิ่งขึ้น (Porntrai, 2015)

(4) นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีการประเมินเกี่ยวกับสิ่งที่ได้อธิบายจากหลักฐานที่มีอยู่ โดยเปรียบเทียบกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับในปัจจุบัน ในการอธิบายต้องมีการตรวจสอบผลการอธิบายโดยอ้างอิงหลักฐานในการเรียนรู้เป็นหลัก ในขั้นตอนนี้จะเป็นการปรับความรู้ที่คลาดเคลื่อนหรือผิดพลาดไปสู่แนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

(5) นักเรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง นักเรียนได้แลกเปลี่ยนคำอธิบายเกี่ยวกับผลการสำรวจตรวจสอบกับผู้อื่นเพื่อที่นักเรียนจะได้ประเมินตนเอง ตรวจสอบความรู้ความเข้าใจเดิมกับความรู้ใหม่ที่ค้นพบเพิ่มเติม ซึ่งครูจะได้ประเมินความคิดความเข้าใจ พัฒนาการในการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ การที่นักเรียนได้สื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผล ทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจในเรื่องที่เรียนมากขึ้น เกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข เข้าใจลึกซึ้งในงานของตนเอง (Wu and Hsieh, 2006) และทำให้เกิดการ

พัฒนาทางความคิด แล้วนำมาสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ เกิดเป็นความจำระยะยาวขึ้น (Custers, 2010; Dresner et al., 2014; Scimid and Bogner, 2015)

ซึ่งจะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับการเล่นเกมดังกล่าวเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนได้ฝึกการสังเกตอย่างแน่วแน่ การมีสมาธิมุ่งมั่นในการปฏิบัติกิจกรรมทำให้นักเรียนเห็นและเข้าใจสิ่งที่กำลังเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ นักเรียนได้พัฒนาความคิด และมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542) ที่กล่าวไว้ว่า การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ ความเข้าใจที่จะช่วยให้นักเรียนหรือบุคคลใดก็ตามค้นพบความจริงด้วยตนเองเกิดประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติด้วยกระบวนการสำรวจตรวจสอบที่หลากหลาย มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเพื่อให้เกิดความเข้าใจในการเรียนรู้ ซึ่งสุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545) ได้เสนอข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นวิธีการที่ทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ มีความอิสระ มีชีวิตชีวาและสนุกสนานกับการเรียนรู้ ได้ประสบการณ์ตรง สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ความรู้ที่ได้มีคุณค่า มีความหมายสำหรับผู้เรียน ฝึกให้นักเรียนรู้วิธีค้นหาความรู้ ฝึกทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ เป็นการพัฒนาศักยภาพด้านสติปัญญา เป็นนักริเริ่มสร้างสรรค์ และนักจัดระเบียบ การค้นพบด้วยตนเอง ทำให้เกิดแรงจูงใจภายในมากกว่าการเรียนรู้แบบท่องจำ ช่วยให้จดจำความรู้ได้นาน และสามารถถ่ายทอดความรู้ได้ แก้ปัญหาด้วย ช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นว่าจะทำการสิ่งใด ๆ จะสำเร็จด้วยตนเอง สามารถคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค สอดคล้องกับงานวิจัยของ Porntrai (2015) ศึกษาเรื่อง การเรียนรู้เรื่องวัฏจักรเซลล์และไมโทซิส ด้วยการสืบเสาะวิทยาศาสตร์ แนวเชิงรุกเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนของความรู้ พบว่าเมื่อกิจกรรมนี้แล้ว พบว่า ประสิทธิภาพของกิจกรรม (E_1/E_2) และค่าดัชนีประสิทธิผลมีค่าเท่ากับ $81.4/80.6$ และ 0.7713 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ($80/80$) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ในแต่ละขั้นตอนนักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา ฝึกให้นักเรียนรู้จักการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ จากการตั้งคำถาม ฝึกการสังเกต ออกแบบ สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ สรุปผล และนำเสนอ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัย ดังนี้ กรรณิการ์ กวางศิริ (2012) พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและมีความเข้าใจที่คงทนระดับดี Sadi et al. (2010) พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นตอน เรื่อง ระบบหมุนเวียนโลหิตของมนุษย์ สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ารูปแบบการสอนปกติ Wilson et al. (2010) พบว่าผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบปกติ ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ ความเป็น

เหตุเป็นผล และการโต้แย้ง และ Abdi (2014) ได้นำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับสัมผัส มาพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเกรด 5 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบบรรยาย

4.8 ความคงทนในการเรียนรู้

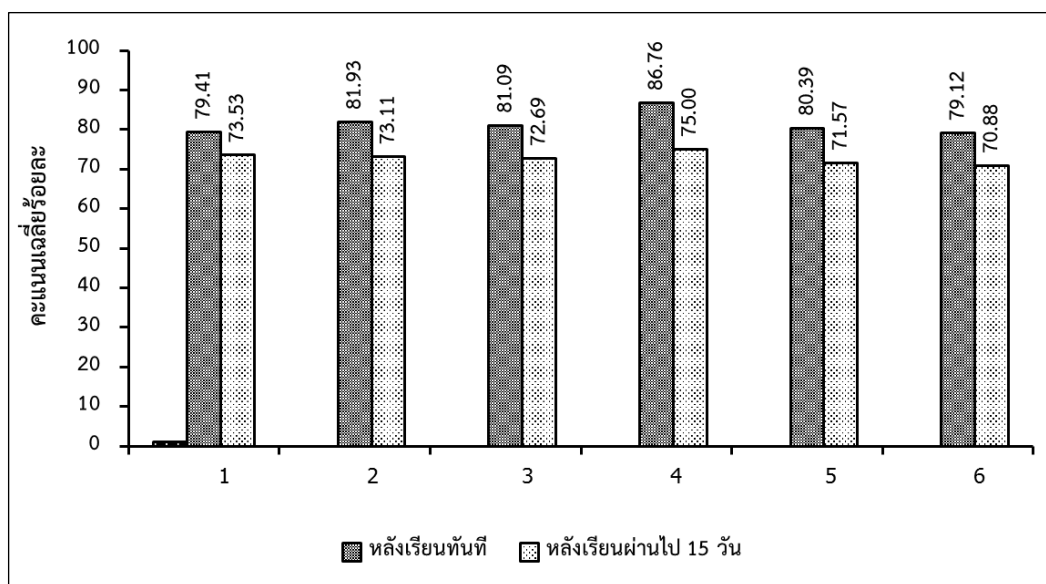
จากการพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนครั้งที่ 1 คือทดสอบจากเรียนเสร็จ และครั้งที่ 2 เมื่อเรียนเสร็จสิ้นไปแล้ว 2 สัปดาห์ พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.73 และ 28.29 ตามลำดับ จากตารางที่ 4.8 แสดงให้เห็นว่าคะแนนหลังเรียนครั้งที่ 2 ผ่านไป 15 วัน ลดลงจากครั้งที่ 1 นั่นคือ นักเรียนลืมเนื้อหาบางส่วน แต่ยังจำเนื้อหาส่วนใหญ่ได้ และเมื่อวิเคราะห์คะแนนทั้งสองครั้งด้วยสถิติค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเสร็จไปแล้ว 15 วัน ไม่แตกต่างจากคะแนนหลังเรียนครั้งที่ 1 หรือหลังเรียนเสร็จทันที ที่ระดับ 0.05 และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนรายแผนการจัดการเรียนรู้ ก็ได้ผลเช่นเดียวกัน จึงกล่าวได้ว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ มีความคงทนของความรู้ ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งแบบโดยรวมและรายแผนการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนทันที และหลังเรียนผ่านไป 15 วัน

ผลสัมฤทธิ์	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ร้อยละ	t	p
หลังเรียนทันที	39	31.74	2.23	81.37	-14.15*	1.00
หลังเรียน 15 วัน	39	28.29	2.19	72.55		

*ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยร้อยละของคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนทันที และหลังเรียนผ่านไป 15 วัน โดยแยกตามเนื้อหาในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ (ภาพที่ 4.34) พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละหลังเรียนหลังเรียนทันที สูงกว่าหลังเรียนผ่านไป 15 วัน ในทุกเนื้อหา



ภาพที่ 4.34 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยร้อยละของคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
หลังเรียนทันที และหลังเรียนผ่านไป 15 วัน

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถสรุปผล ตลอดจนมีข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 เรื่อง ฮอรโมนและต่อมไร้ท่อ

กิจกรรมการเรียนรู้นี้มีค่า E_1/E_2 และ ค่า E.I. เท่ากับ 79.71/79.41 และ 0.7470 ตามลำดับ ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 74.70 ($\langle g \rangle = 0.7470$) จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับสูง นักเรียนสามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับต่ำกว่าเกณฑ์ (ร้อยละ 18.63) ไปสู่ระดับดี (ร้อยละ 79.41) ซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$)

5.1.2 เรื่อง ฮอรโมนจากต่อมใต้สมอง

กิจกรรมการเรียนรู้นี้มีค่า E_1/E_2 และ ค่า E.I. เท่ากับ 80.00/81.93 และ 0.7014 ตามลำดับ ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 70.14 ($\langle g \rangle = 0.7014$) จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับสูง นักเรียนสามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับต่ำกว่าเกณฑ์ (ร้อยละ 39.50) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 81.93) ซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$)

5.1.3 เรื่อง ฮอรโมนจากต่อมไทรอยด์และพาราไทรอยด์

กิจกรรมการเรียนรู้นี้มีค่า E_1/E_2 และ ค่า E.I. เท่ากับ 80.29/81.09 และ 0.7644 ตามลำดับ ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 76.43 ($\langle g \rangle = 0.7643$) จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับสูง ทำให้นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับต่ำกว่าเกณฑ์ (ร้อยละ 19.75) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 81.90) ซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$)

5.1.4 เรื่อง ฮอรโมนจากตับอ่อน

กิจกรรมการเรียนรู้นี้มีค่า E_1/E_2 และ ค่า E.I. เท่ากับ 85.59/86.76 และ 0.8344 ตามลำดับ ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 83.44 ($\langle g \rangle = 0.8344$) จัดเป็น

ความก้าวหน้าในระดับสูง ทำให้นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับต่ำกว่าเกณฑ์ (ร้อยละ 20.10) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 86.76) ซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$)

5.1.5 เรื่อง ฮอริโมนจากต่อมหมวกไต

กิจกรรมการเรียนรู้นี้มีค่า E_1/E_2 และ ค่า E.I. เท่ากับ 80.88/80.39 และ 0.7605 ตามลำดับ ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 76.05 ($\langle g \rangle = 0.7605$) จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับสูง ทำให้นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับต่ำกว่าเกณฑ์ (ร้อยละ 18.14) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 80.39) ซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$)

5.1.6 เรื่อง ฮอริโมนจากอวัยวะเพศ ต่อมไพเนียล และอื่นๆ

กิจกรรมการเรียนรู้นี้มีค่า E_1/E_2 และ ค่า E.I. เท่ากับ 80.88/79.12 และ 0.7090 ตามลำดับ ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 70.92 ($\langle g \rangle = 0.792$) จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับสูง ทำให้นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับต่ำกว่าเกณฑ์ (ร้อยละ 28.24) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 80.93) ซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$)

5.1.7 ภาพรวมการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ต่อมไร้ท่อ

ภาพรวมการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ต่อมไร้ท่อ มีค่า E_1/E_2 และ ค่า E.I. เท่ากับ 81.23/81.45 และ 0.7528 ตามลำดับ ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 75.28 ($\langle g \rangle = 0.7528$) จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับสูง ทำให้นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับต่ำกว่าเกณฑ์ (ร้อยละ 24.06) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 81.45) ซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$)

5.1.8 ความคงทนในการเรียนรู้

นักเรียนได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนทันทีที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.73 คิดเป็นร้อยละ 81.37 สูงกว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนผ่านไปแล้ว 15 วัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.29 คิดเป็นร้อยละ 72.55 ซึ่งคะแนนเฉลี่ยทั้ง 2 ครั้งไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05 สรุปได้ว่านักเรียนมีความคงทนของความรู้

5.2 อภิปรายผล

5.2.1 ประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้

ประสิทธิภาพของกระบวนการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 81.23/81.45 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ร้อยละ 80/80 ทั้งแบบโดยรวมและ

แบบรายแผนจัดการเรียนรู้ โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือแผนที่ 4 เรื่อง ฮอว์โมนจากตับอ่อน ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับโรคเบาหวานซึ่งเป็นโรคที่นักเรียนคุ้นเคยและให้ความสนใจ รวมถึงเป็นเนื้อหาที่สามารถทดสอบโรคได้จริงในชีวิตประจำวันมีกิจกรรมที่หลากหลาย นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติโดยการทดสอบน้ำตาลในปัสสาวะของตนเองเป็นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียน รวมถึงการแข่งขันการตอบคำถามโดยใช้บอร์ดเกม ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมและสนุกกับการทำกิจกรรมขณะที่ได้เรียนรู้ไปพร้อม ๆ กัน ทำให้การเรียนรู้แผนนี้มีค่าประสิทธิภาพมากที่สุด

นอกจากนี้การแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานของตับ และตับอ่อน ในการควบคุมปริมาณน้ำตาลในเลือดโดยผ่านบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของไกลโคเจนและน้ำตาลได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Conway and Leonard (2014) ที่ศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างฮอว์โมนอินซูลินและกลูคา곤ในการควบคุมปริมาณน้ำตาลในเลือด พบว่า เนื้อหาที่ซับซ้อนหากนำเสนอในกิจกรรมรูปแบบเกม ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนสามารถทำนายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ และพบว่าจากการสอนนักศึกษาระดับปริญญาตรี ปีที่ 2 โดยใช้บอร์ดเกม เรื่องการทำงานของอินซูลินและกลูคาгон นักเรียนมีการตอบสนองที่ดี และเชื่อว่าเกมช่วยเพิ่มความเข้าใจทำให้มองเห็นภาพผลกระทบของอินซูลินและกลูคา곤ในการควบคุมน้ำตาลได้

การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง จะมีประสิทธิภาพตามมาตรฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นถึงการวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา การกำหนดวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน การเตรียมสื่อต่าง ๆ ตลอดจนการศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้ของครู เพื่อให้นักเรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ (ทศนา แชนณี, 2554) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ได้รับการพัฒนาตามขั้นตอน ทั้งได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ มีการทดลองใช้ แก้ไข ปรับปรุงพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพตามมาตรฐาน ทำให้ช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสอดคล้องกับงานวิจัยของ นุชศรา ชุมมินทร์ และสุภาพร พรไตร (2557) ได้พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะวิทยาศาสตร์เพื่อยกระดับความสามารถในการคิดวิเคราะห์เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.80/82.44 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75 เช่นเดียวกับงานวิจัยของ นิชา สีพรมทอง, วิลาวัณย์ พร้อมพรม และชูศรี ตลับมุข (2558) ที่ได้ศึกษาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง ยีนและโครโมโซม เทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 84.78/83.04 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ อรุณี จันทร์หอม และสุภาพร พรไตร (2560) ที่ได้ศึกษาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารพันธุกรรม พบว่ามีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 83.25/81.82 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้

งานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น ได้อธิบายถึงเหตุที่ทำให้แผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ เพราะแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นได้ผ่านการศึกษาค้นคว้า ดำเนินการสร้างอย่างเป็นระบบตามขั้นตอนและผ่านการตรวจความถูกต้องจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ นำไปทดลองก่อนนำไปใช้จริง การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ดำเนินการอย่างเป็นระบบดังกล่าวแล้ว ดังนั้นแผนการจัดการเรียนรู้ที่จะนำมาใช้ต้องมีการสร้างและพัฒนาตามขั้นตอนเพื่อให้แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ อันจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพตามไปด้วย ดังจะเห็นได้จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7528 หมายถึงนักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนมากขึ้นร้อยละ 75.28 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ 0.50 และเป็นไปตามสมมติฐาน

5.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

จากการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนพบว่า นักเรียนมีความรู้เดิมใกล้เคียงกัน อยู่ในระดับอ่อน และต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูผู้สอนได้แบ่งกิจกรรมออกเป็น 5 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 นักเรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ เป็นขั้นสร้างความสนใจ โดยการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรือเริ่มด้วยความสนใจของนักเรียนที่เกิดจากการอภิปรายกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้น เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับประเด็น กำหนดขอบเขตรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้นจะช่วนนำสู่ความเข้าใจเรื่องที่จะศึกษามากขึ้น

ขั้นที่ 2 นักเรียนจะได้ทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจอย่างถ่องแท้ มีการวางแผน กำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น การลงมือปฏิบัติ ทดลอง การเล่นเกม เพื่อเก็บข้อมูลสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 3 นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากร่องรอยหลักฐานที่พบ เป็นขั้นตอนที่เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลอย่างเพียงพอแล้ว จึงนำข้อมูล ที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ ในการสร้างคำอธิบายนั้นเป็นการตอบคำถามที่สงสัยในขั้นแรก พร้อมทั้งให้เหตุผลบนพื้นฐานของหลักฐานที่ค้นพบ

ขั้นที่ 4 นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะได้เรียนรู้เพิ่มเติมถึงการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ได้เปรียบเทียบว่าสิ่งที่นักเรียนรู้กับสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ทำอันค้นพบเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร นักเรียนได้นำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือ

แนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ

ขั้นที่ 5 นักเรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนการค้นพบด้วยตนเอง เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีการสื่อสาร อภิปราย โต้แย้งเพื่อหาข้อสรุปของเรื่องที่ได้อศึกษามาทั้งหมด ขั้นนี้ยังเป็นการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด

จะเห็นได้ว่าในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกปฏิบัติ ฝึกคิด และได้เรียนรู้ผ่านการปฏิบัติ จึงเป็นผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้นและอยู่ในระดับที่ดีและดีมาก ทั้งนี้ คณะแผนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับงานวิจัยหลายเรื่อง เช่น การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามระดับการวิเคราะห์ เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ ของ อาร์ฝัน บากา, สาลินี ขจรพิสิฐศักดิ์ และเชษฐ ศิริสวัสดิ์ (2560) ที่พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนและการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และพบว่านักเรียนสามารถสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ถ่ายโอนความรู้ วิเคราะห์ความสำคัญ ความสัมพันธ์ และหลักการของประเด็นต่าง ๆ ในใบงานได้อย่างถูกต้อง เช่นเดียวกับงานวิจัยของ พิชญา สิทธิชัย, จิระวรรณ เกษสิงค์ และสมาน แก้วไวยุทธ (2558) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสื่อการสร้างมโนภาพต่อแนวคิดเรื่องระบบประสาทของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน เช่นเดียวกับ การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ด้วยสื่อผสม เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกของ เสาวลักษณ์ หล้าสิงห์ (2558) พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

จากงานวิจัยที่กล่าวมาในข้างต้นได้กล่าวอ้างถึงสาเหตุที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเพราะการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม ให้โอกาสนักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกสังเกต ฝึกนำเสนอ ฝึกคิดวิเคราะห์ ฝึกสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยครูตั้งคำถาม กระตุ้นให้นักเรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง ครูจึงมีบทบาทอย่างมากในการปรับเปลี่ยนจากผู้สอนเป็นผู้ฝึก เพื่อให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ (สุวิทย์ มูลคำ 2545; Newman et al., 2004; Pedaste et al., 2015) การที่นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านกิจกรรมที่

หลากหลาย ได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น ได้ลงมือกระทำด้วยตนเอง ทำให้ผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น (Oliver, 2007; Prince and Felder, 2007; Wang and Posey, 2011; Monvises et al., 2011; Kowasupat et al., 2012)

5.2.3 ความก้าวหน้าทางการเรียน

นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับสูง (0.7629) ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยความกระตือรือร้น ผ่านกระบวนการเล่นเกม การแสดงบทบาทสมมติ การทดลอง การใช้ไดอะแกรมรูปภาพ รวมถึงการเรียนรู้ร่วมกันของนักเรียนในกลุ่ม เพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทั้งนี้พบว่าไม่มีนักเรียนคนใดมีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำเลย ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะมีการจัดกิจกรรมที่หลากหลาย มีการเชื่อมโยงว่านักเรียนจะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ได้อย่างไร ทำให้นักเรียนเห็นว่าเนื้อที่เรียนมีความสำคัญ เป็นเรื่องใกล้ตัว จึงมีความสนใจในการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Hudson M.L. (2012) ที่ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทบาทสมมติ เรื่องการควบคุมแบบย้อนกลับ (Negative Feedback) ในฮอร์โมนจากต่อมพาราไทรอยด์ พบว่า ผลของการเรียนรู้ส่งผลต่อความจำของนักเรียน ซึ่งครูทำหน้าที่เพียงผู้ฝึกหรือโค้ชคอยช่วยเหลือสนับสนุนเท่านั้น นักเรียนมีการตั้งคำถามและสามารถตรวจสอบสมมติฐานได้ด้วยตนเอง และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Venditti J.J. and Surmacz C.A. (2012) ที่ได้ศึกษาผลการเรียนรู้เรื่อง ฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการตกไข่ (Ovulation) โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ผ่านกระบวนการทดลอง พบว่านักเรียนมีความกระตือรือร้น ในขณะที่ปฏิบัติกิจกรรม และได้ตระหนักถึงประโยชน์ที่ได้จากกิจกรรม ส่งผลให้นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับสรีรวิทยาการสืบพันธุ์ และการดูแลสุขภาพของตนเองมากขึ้น เช่นเดียวกับการใช้สื่อ หรือแผนภาพไดอะแกรมในการศึกษาฮอร์โมนและเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในรอบประจำเดือน (Menstrual Cycle) พบว่าแผนภาพประจำเดือนสามารถอธิบายลักษณะและความซับซ้อนที่เกิดขึ้นในรอบเดือนได้ Ho. I.S. and Parmar N.K. (2014)

ผลการวิจัยยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ มิรันตี โทผางษ์ และกานต์ตะรัตน์ วุฒิสเลา (2557) ที่ได้ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนและทักษะการทดลองในการเรียน เรื่องปฏิกิริยาเคมีด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย พบว่านักเรียนร้อยละ 42.86 และนักเรียนร้อยละ 57.14 มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนระดับปานกลาง และไม่มีนักเรียนอยู่ในระดับต่ำ และงานวิจัยของ สุธี ผลดี และศักดิ์ศรี สุภาพร (2554) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด เบส ด้วยชุดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน ในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนกลุ่มที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนมากที่สุด คือนักเรียนกลุ่มเก่ง รองลงมาคือกลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน ตามลำดับ

5.2.4 ความคงทนของความรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครั้งที่ 2 มีค่าเท่ากับ 28.29 ลดลงจากครั้งแรก 31.74 แต่คะแนนทั้ง 2 ครั้งไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะมีความคงทนของความรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สาเหตุที่ทำให้นักเรียนมีความคงทนของความรู้ เนื่องมาจากนักเรียนได้เรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัติ เช่น การทดลอง การแสดงบทบาทสมมติ การเล่นเกม เป็นต้น ซึ่งกระบวนการเหล่านี้เป็นการเรียนรู้ที่ต้องอาศัยการทำงานร่วมกันของสมองหลายส่วน นักเรียนจึงจดจำเนื้อหาได้ดี ดังที่ Schmid and Bogner (2015) ได้กล่าวไว้ การลงมือปฏิบัติกิจกรรมเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ก่อให้เกิดความเข้าใจที่ถ่องแท้ และทำให้เกิดความรู้ที่คงทน นอกจากนี้ Lederman, Antntink and Bartos (2014) ได้อธิบายว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่มีการใช้กิจกรรมที่นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ จะมีส่วนช่วยอย่างมากในการทำความเข้าใจด้านเนื้อหาแก่นักเรียน กิจกรรมการเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยส่งเสริมให้การเรียนรู้มีความหมาย ส่วนคะแนนเฉลี่ยที่ลดลงในการทดสอบครั้งต่อมาหลังจากการสอบหลังเรียนทันที เป็นรูปแบบปกติ นักเรียนจะลืมเนื้อหาบางส่วนแต่จะไม่ลืมเนื้อหาทั้งหมด นั่นคือ นักเรียนจะไม่มีคะแนนน้อยกว่าก่อนเรียน สิ่งที่เหลืออยู่ในการทำแบบทดสอบครั้งต่อ ๆ มาคือความคงทนของความรู้หรือความจำ (Geier and Bogner, 2010)

ผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของวรณัฐ เชื้ออ่อน และเสนอ ชัยรัมย์ (2557) ที่ศึกษาการส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง โพรตีน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และคะแนนสอบหลังเรียนครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกัน ดังนั้นนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่อง โพรตีน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มีความคงทนของความรู้

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 จากแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 แผน พบว่าการจัดการเรียนรู้เรื่องฮอร์โมนจากตับอ่อนนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าแผนอื่น ๆ เนื่องจากใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้จำนวน 2 ชั่วโมง ดังนั้นควรปรับเพิ่มเวลาในแผนอื่น ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของนักเรียน

5.3.2 ควรมีการเก็บข้อมูลในหลากหลายรูปแบบ เช่น แบบสัมภาษณ์ อนุทินสะท้อนความคิด เพื่อตรวจสอบมโนคติของนักเรียนหลังจากจัดการเรียนรู้ ในทุกเนื้อหาย่อย

5.3.3 อาจเพิ่มเติมกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ให้หลากหลายมากขึ้น เช่น คลิปแอนิเมชัน การสร้างแบบจำลอง การวาดภาพ เพื่อให้นักเรียนได้มีความเข้าใจเนื้อหาในรูปแบบมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

- กนกรัตน์ ศิริแจ่ม และอดิสร เนาวนนท์. “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้ สารชีวโมเลกุล และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับผังรูปตัววี”, **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม**. 8(4): 7-18; ตุลาคม-ธันวาคม, 2557.
- กรรณิการ์ กวางศิริ. **การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และความเข้าใจที่คงทนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้**. วิทยานิพนธ์ปริญญา ศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2554.
- เกียรติสุดา ศรีสุข. **ระเบียบวิธีวิจัย**. เชียงใหม่: ครองช้าง, 2552.
- ชนิษฐา ฤทธิ. “การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ประกอบการเรียนรู้แบบผังกราฟิกกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4”, **วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม**. 10(พิเศษ): 120-134; กันยายน, 2559.
- จรรยา กำลึงมาก. “การศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค การแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์”, **วารสารการศึกษาและการพัฒนาสังคม**. 1(1): 71-82; กันยายน, 2558.
- จิตติรัตน์ แสงเลิศอุทัย. “เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย”, **วารสารบัณฑิตศึกษา**. 12(58): 13-24; กรกฎาคม-กันยายน, 2558.
- ชลสิทธิ์ จันทาสี. **เรียนรู้คิดแก้ปัญหาโดยใช้การทดลอง และอภิปรายซักถามเป็นกิจกรรมหลักในการสอน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2543.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. “การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน (Development Testing of Media and Instructional Package)”, **วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย**. 5(1): 1-20; กุมภาพันธ์-เมษายน, 2556.
- ชัยพร วิชชาวุธ และธีรพร อวรรณโณ. **แนวคิดและการพัฒนาใหม่ในการปลูกฝังจริยธรรม**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525.
- ดวงเดือน เทศวานิช. “รูปแบบการสอน”, **วารสารวิชาการ วิทยาลัยครูพระนคร**. 1(2): 20-22; ธันวาคม-พฤษภาคม, 2535.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- ทิวต์ถ์ มณีโชติ. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2549.
- ทิตินา แคมมณี. ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.
กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
- ธราดล รานรินทร์ และวลัย อิศรางกูร ณ อยุธยา. ผลของการจัดการเรียนการสอนสังคมศึกษา
ด้วยกลวิธีสืบสอบ ที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความคงทน
ในการเรียนรู้ของนักเรียน มัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร
มหาบัณฑิต: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2554.
- นุชศรา ชุมมินทร์ และสุภาพร พรไตร. “การยกระดับความสามารถการคิดวิเคราะห์ด้วยการจัดการ
เรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์”, วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 5(2): 55-67; กรกฎาคม-ธันวาคม, 2557.
- นิชา สีพรมทอง, วิลาวัลย์ พรหมพร และชูศรี ตลับมุข. “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ยีนและโครโมโซม ที่เรียนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป และแบบสืบ
เสาะหาความรู้”, วารสารบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร. 12(58):
119-126; กรกฎาคม-กันยายน, 2558.
- บัญญัติ ชำนาญกิจ. “วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5Es”, วารสารวิชาการบัณฑิตศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. 2(4): 1-9; พฤษภาคม-สิงหาคม, 2550.
- ประกาศรี เอี่ยมสม. “การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5
เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบกรณีศึกษาร่วมกับเทคนิคการใช้แผนผัง
ความคิด”, ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2558.
น.1283-1292. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยรังสิต, 2558.
- ปวีณา ชาลีเครือ. การศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ. การค้นคว้าอิสระปริญญาการศึกษา
มหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2553.
- พรทิพย์ สุตรรักษา. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพันธุศาสตร์ และเทคโนโลยีชีวภาพ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามวัฏจักรการสืบ
เสาะหาความรู้. การค้นคว้าอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต:
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2555.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- พิชญา สิทธิชัย, จิระวรรณ เกษสิงค์ และสมาน แก้วไวยุทธ. “ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสื่อการสร้างมโนภาพต่อแนวคิดเรื่องระบบประสาทของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5”, ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53. น.321-329. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2558.
- ภพ เลหาไพบุลย์. แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2542.
- มนมนัส สุดสิ้น. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิด วิเคราะห์ วิจัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหา ความรู้ ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2543.
- มาเรียม วัฒนาด, เชษฐ ศิริสวัสดิ์ และสุทิน กิ่งทอง. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง ระบบประสาท ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ”, วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้. 7(2): 254-264; กรกฎาคม-ธันวาคม, 2559.
- มีรันตี โทผางษ์ และกานต์ตระกูล วุฒิสเลา. “ความก้าวหน้าทางการเรียนและทักษะการทดลองในการเรียนเรื่อง ปฏิกริยาเคมี ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย”, วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้. 5(1): 57-65; พฤษภาคม, 2557.
- วัชรพร ฟองจันทร์. “ผลการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก วิชาชีววิทยา เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5”, วารสารสาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. 8(2): 301-314; มกราคม, 2558.
- วัชร บัวตา. ผลสัมฤทธิ์และความคงทนทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนตามสภาพจริง. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร, 2550.
- วิชัย ลาธิ และศักดิ์ศรี สุภาธร. “การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาทางวิทยาศาสตร์”, วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. 24(1): 29-52; มกราคม-เมษายน, 2556.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- วินิตา สร้อยเพชรประภา และบำรุง ชำนาญเรือ. “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง คำภาษาต่างประเทศในภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย”, *Veridian E-Journal Silpakorn University*. 8(3): 359-373; กันยายน-ธันวาคม, 2558.
- วิไลลักษณ์ ไชยวงศ์. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องการสลายสารอาหารระดับเซลล์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2559.
- ศักดิ์ศรี สุภาธร. “กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในการทดลองเคมีระดับมัธยมศึกษา ตอนปลาย: ทบทวนงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาจากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี”, *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*. 22(3): 331-343; กันยายน-ธันวาคม, 2554.
- สมกิจ กิจพูนวง. “การวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบด้วยโปรแกรม JEMS Just Easy Measurement and Statistics”, *วารสารการวัดผลการศึกษา*. 30(87): 20-31; มกราคม-มิถุนายน, 2556.
- สมจิต สวธนไพบูลย์. เอกสารการสอนวิชา กว.571 ประชุมปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2541.
- เสาวลักษณ์ หล้าสิงห์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์โดยใช้การ สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ด้วยสื่อประสมเรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับ ความรู้สึกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร มหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยบูรพา, 2558.
- สุชา จันท์ธอม. *จิตวิทยาในชีวิตประจำวัน*. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2541.
- สุชาดา พ่อไชยราช และสุภาพร พรไตร. “การยกระดับความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ด้วย การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์”, *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และ สิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*. 6(1): 46-56; มิถุนายน, 2558.
- สุธี ผลดี และศักดิ์ศรี สุภาธร. “การเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง กรด-เบส ด้วยชุดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน”, *วารสารวิจัย มข. สาขา มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*. 1(2): 45-67; กรกฎาคม-กันยายน, 2554.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

สุวัฒน์ คำนิยม. **ทฤษฎีและแนวทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้**.

กรุงเทพมหานคร: เจเนอรัลบุ๊คส์เซ็นเตอร์, 2531.

สุวิทย์ คงภักดี. “ผลของการสอบแบบสืบเสาะโดยใช้แบบจำลองดาวศุกร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียน เรื่องปรากฏการณ์เกี่ยวกับดาวศุกร์”,

วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. 26(3): 75-8; กันยายน-ธันวาคม, 2558.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. **21 วิธีการเรียนรู้ เพื่อพัฒนากระบวนการคิด**. กรุงเทพมหานคร: ภาพพิมพ์, 2545.

สุภาพร พรไตร. **นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา**. อุบลราชธานี: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2555.

_____. “การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะวิทยาศาสตร์ที่เน้นการคิดวิเคราะห์”, **วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้**. 5(1): 11-20; ตุลาคม, 2557.

_____. “การเรียนรู้เรื่องวัฏจักรเซลล์และไมโทซิสด้วยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์: แนวเชิงรุกเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนของความรู้”, **วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้**. 6(2): 172-187; ตุลาคม, 2558.

_____. “การเรียนรู้วัฏจักร Krebs ในการสลายอาหารระดับเซลล์ด้วยการสืบเสาะวิทยาศาสตร์: กิจกรรมการลงมือปฏิบัติ (hands-on) เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน”, **วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้**. 7(2): 285-297; กรกฎาคม-ธันวาคม, 2559.

สถาบันการทดสอบแห่งชาติ. (2559). “รายงานผลการสอบความถนัดทางวิทยาศาสตร์”, **ESCORE**. <http://www.escore.niets.or.th>. มีนาคม, 2560.

_____. **คู่มือการใช้หลักสูตรชีวภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6**. กรุงเทพมหานคร: สกสศ, 2547.

_____. (2560). “รายงานสรุปผลการวิจัย PISA 2015”, **PISATHAILAND**. <http://www.pisathailand.ipst.ac.th>. มีนาคม, 2560.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพมหานคร: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2551.

อารี พันธมณี. **ความคิดสร้างสรรค์กับการเรียนรู้**. กรุงเทพมหานคร: ต้นอ่อนแถมมี, 2540.

อารี พันธมณี, สาลินี ขจรพิสิฐศักดิ์ และเชษฐ ศิริสวัสดิ์. “การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามระดับการวิเคราะห์ เรื่องการสลายสารอาหารระดับเซลล์”, **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร**. 19(2): 120-133, เมษายน-พฤษภาคม, 2560.

อนันต์ จันทร์ทวี. **ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ และทัศนคติของนักเรียนชั้น ม.ศ.2 และ ม.2**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศึกษาศาสตร์: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2523.

อภิสิทธิ์ ธงไชย และคณะ. “การประเมินแบบใหม่โดยการใช้ผลสอบก่อนเรียนและหลังเรียน”, **วารสาร มจร.วิชาการ**. 11(21): 86-94; กรกฎาคม-ธันวาคม, 2550.

อรุณี จันทร์หอม และสุภาพร พรไตร. “การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารพันธุกรรม โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6”, **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์**. 9(1): 277-290; มกราคม-มิถุนายน, 2560.

Abdi A. “The Effective of Inquiry-based Learning Method on Student’s Academic Achievements in Science Corse”, **University Journal of Education Research**. 2(1): 37-41; January, 2010.

Anderson L.W. and Krathwohl D.R. **A Taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom Taxonomy of education objective**. New York: Complete edition, 2001.

Biological Science Curriculum Society. **Teacher’s guide BSCS biology: A human approach**. Chicago: Kendell Hunt, 1997.

Bloom B.S. **Taxonomy of education objective handbook I: Cognitive domain**. New York: David Mckay, 1976.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Boomer S.M. and Latham K.L. “Manipulatives-based Laboratory for Majors Biology a Hands-on Approach to Understanding Respiration and Photosynthesis”, **Journal of Microbiology and Biology Education**. 12(2): 127-134; December, 2011.
- Bybee R.W. **The BSCS 5E instructional model: origins and effectiveness**. A report prepared for the office of science education national institute of health, 2006.
- Cimer A. “What makes biology learning difficult and effective: Student Views”, **Education Research and Reviews**. 7: 61-71; January, 2012.
- Conway C.J. and Leonard M. “Insulin Glucagon Interaction: Using a game to understand hormonal control”, **Chemical Education**. 91: 530-540; May, 2014.
- Custers E.J. “Long-term retention of basic science knowledge: A review study”, **Advances in Health Science Education**. 15: 109–128; March, 2010.
- Dresner M. and et al. “Improving higher-order thinking and knowledge retention in environmental science teaching”, **Bioscience**. 64(1): 40-48; January, 2014.
- Eisenkraft A. “Expending the 5E model”, **The Science Teacher**. 70(6): 56-59; May 2003.
- Groothuis S., Boshuizen H.P. and Talmon J.L. “Analysis of the Conceptual Difficulties of the Endocrinology Domain and an Empirical Analysis of Student and Expert Understanding of That Domain”, **Teaching and Learning in Medicine: An International Journal**. 10(2): 207-216; July-August, 2009.
- Grilliot M.E. and Harden S. “Using card games to simulate the process of natural selection”, **The American Biology Teacher**. 76(2): 124-126; December, 2014.
- Hake R.R. “Interactive-engagement versus traditional methods: a six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses”, **American Journal of Physics**. 66(1): 64–74; November, 1998.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Ho I.S. and Parmar N. “Using a cyclical diagram to visualize the events of the ovary menstrual cycle”, **The American Biology Teacher**. 76(1): 12-15; June-July, 2014.
- Hudson M.L. “Easy Cheap & Fun: Role-play on Endocrine Regulation & Negative Feedback”, **The American Biology Teacher**. 74(9): 644-646; November-December, 2012.
- Hussain M. and Akhtar M. “Impact of hands-on activities on students’ achievement in science: An experimental evidence from Pakistan”, **Middle-East Journal of Scientific Research**. 16(5): 626–632; October, 2013.
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. **Teacher’s manual of specialized Biology II for grade 10-12 students, Substance, based on the basic education core curriculum B.E.2551 (A.D.2008)**. Bangkok: Office of the welfare Promotion Commission for Teachers and Education Personnel Printing Ladphrao, 2011.
- Kane E.A. and et al. “Small Fish, Big Questions: Inquiry Kits for Teaching Evolution”, **The American Biology Teacher**. 80(2): 124-131; February, 2018.
- Kowasupat C. and et al. “Betta Mahachaiensis, a New species of Bubble-nesting Fighting Fish (Teleostei: Osphronemidae) from Samut Sakhon Province, Thailand”, **Zootaxa**. 35(22): 49-60; September-October, 2012.
- Lander R.M. and Calie P.J. “Explorer inquiry: household chemical and their impact on seed germination and plant growth”, **The American Biology Teacher**. 79(5): 407-409; April, 2017.
- Liu E.Z.F. and Chen P.K. “The effect of game based learning on students’ learning performance in science learning–A case of Conveyance Go”, **Social and Behavioral Sciences**. 103(2013): 1044-1051; October, 2013.
- Massialas and Cox. **Inquiry in Social Studies**. New York: McGraw Hill, 1968
- McDonald G. “Teaching critical and analytical thinking in high school biology”, **The American Biology Teacher**. 74(3): 178-181; March, 2012.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- McLaugh J.S. and Coye M.S. “Increasing Authenticity and inquiry in the cell and molecular biology laboratory”, **The American biology Teacher**. 78(6): 492-500; August, 2016.
- Metzger K. “Starting right: Using “Biophilia” organism card & key themes in biology to introduce student centered active learning strategies at the beginning of a course”, **The American Biology Teacher**. 75(4): 285-289; July, 2013.
- Ministry of Education. **Basic Education Core Curriculum B.E. 2551**. Bangkok: Agriculture Cooperatives of Thailand Printing, 2008.
- Monvises A. and et al. “Promoting student understanding of genetics and Biodiversity by using inquiry-based and hands-on learning unit with Emphasis on guided inquiry”, **The international journal of learning**. 17(12): 227-244; January, 2011.
- National Research Council (NRC). **Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning**. Washington D.C.: National Academy, 1996.
- _____. **Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning**. Washington D.C.: National Academy, 2000.
- Newman W.J. and et al. “Dilemmas of teaching inquiry in elementary science methods”, **Journal of science teacher education**. 15(4): 257-279; March, 2017.
- Office of the National Education Commission. **Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning**. Washington D.C.: National Academy, 2002.
- _____. **National Education Act B.E.2542(1999) and Amendment (Second National Education Act B.E.2545 (2002))**. Bangkok: Pimdeekarnpim, 2003.
- Oliver R. “Exploring an inquiry-based learning approach with first-year student in a large undergraduate class”, **Innovations in Education and Teaching International**. 44: 3-15; January, 2007.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

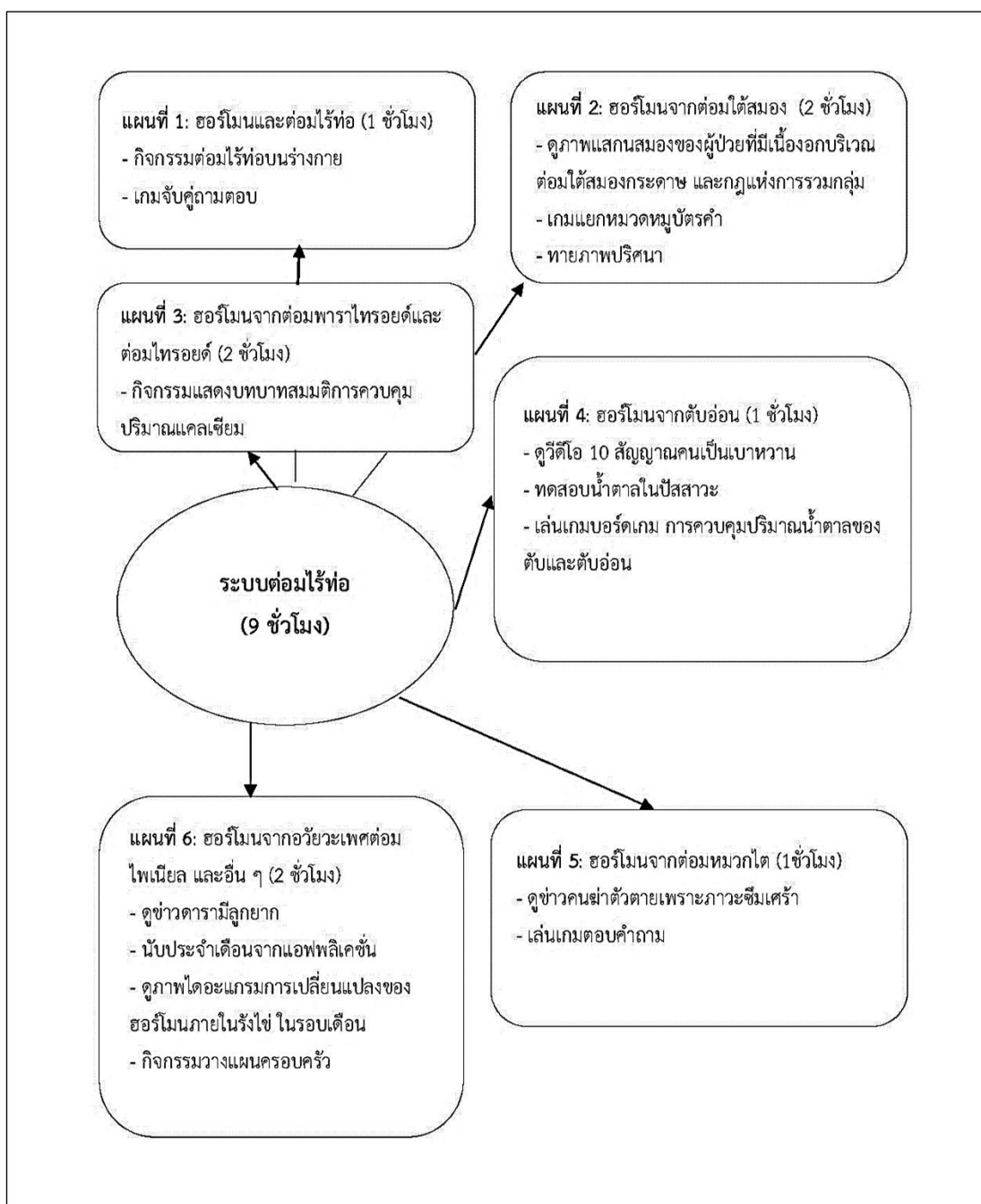
- Ozcan T., Yildirim O. and Ozgur S. “Determining of the university freshmen students’ misconceptions and alternative conceptions about mitosis and meiosis”, **Procedia**. 46: 3677–3680; February, 2012.
- Pedaste M., and et al. “Phases of inquiry-based learning: definition and the inquiry cycle”, **Educational research review**. 14: 47-61; February, 2015.
- Phochaiyarach S. and Porntrai S. “Enhancing Analytical Thinking Abilities Using Science Inquiry Approach”, **Journal of Research on Science Technology and Environment for Learning**. 6(1): 46-56; February, 2015.
- Porntrai S. “Learning cell cycle and mitosis by science inquiry: An active way to increase academic achievement and knowledge retention”, **Journal of Research on Science, Technology and Environment for Learning**. 6(2): 175-187; July-December, 2015.
- Prasertsan S. **Research-based project: New learning process for Thai education**. Bangkok: Thailand Research Fund, 2012.
- Prince M. and Felder R.M. “The many faces of inductive teaching and learning”, **Journal of College Science Teaching**. 36: 14-20; November, 2007
- Promwong C. “Developmental testing of media or teaching package’s efficiency”, **Silpakorn Educational Research Journal**. 5(1): 7–20; January-June, 2013.
- Puche H. and Holt J. “Using scientific inquiry to teach students about water quality”, **The American Biology Teacher**. 74(7): 503-508; February, 2012.
- Sauterer R. “Inquiry Base Laboratory experience using ecosystem microcosms”, **The American Biology teacher**. 76(6): 466-472; April-May, 2018.
- Sadi O. and Cakiroglu J. “Effects of 5E Learning Cycle on Stusents’ Human Circulatory System Achievement”, **Journal of Applied Biological Sciences**. 4(3): 63-67; December, 2010.
- Schmid S. and Bogner F.X. “Does inquiry–learning support long-term retention of knowledge”, **International Journal of Learning, Teaching and Educational Research**. 10(4): 51–70; March, 2015.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

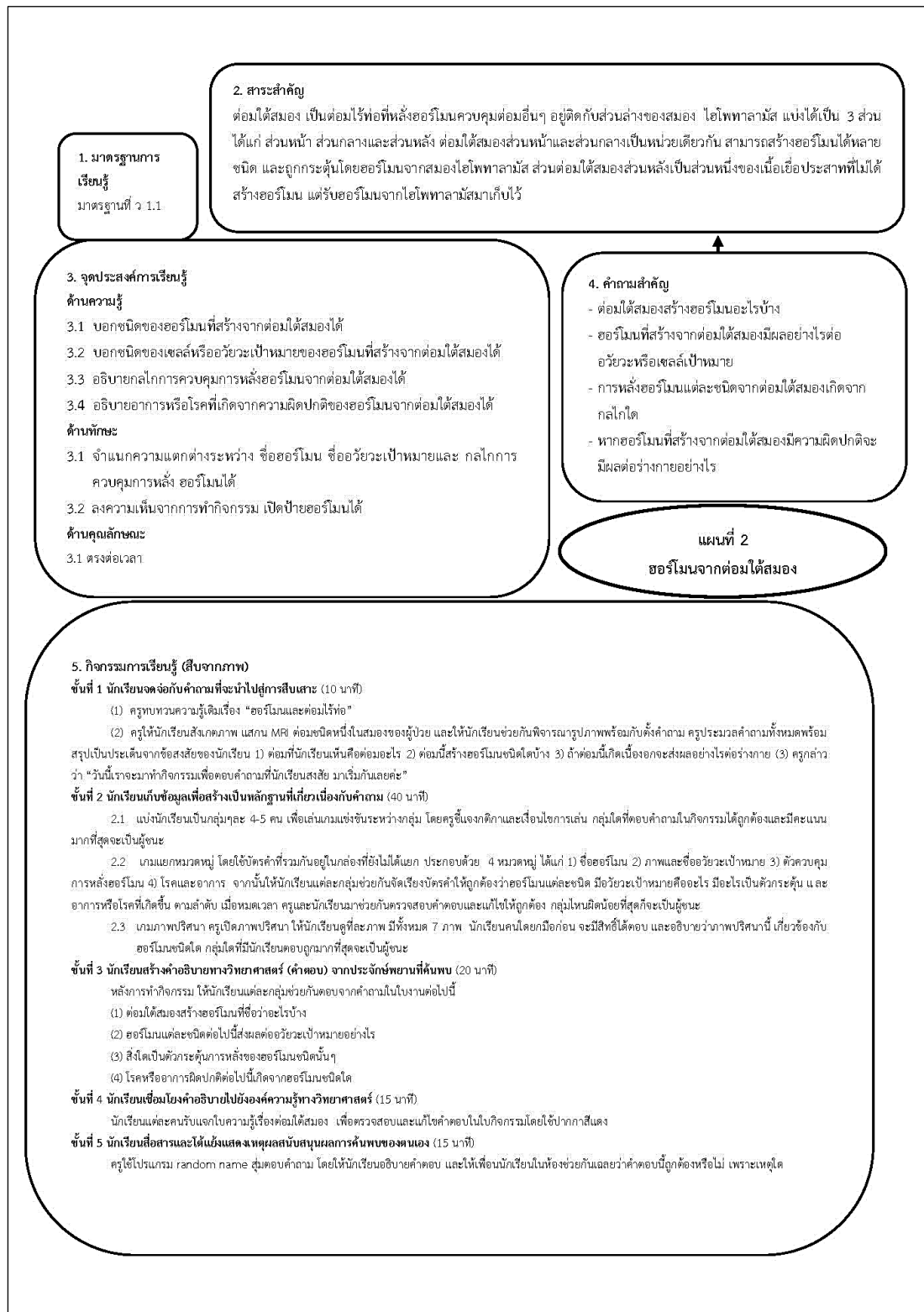
- Stansfield W. “The discovery of insulin: A case study of science methodology”,
The American Biology Teacher. 74(1): 10-14; May, 2012.
- Stevick E.W. **Teaching and learning languages.** London: Longman, 1982.
- Stuart P., Stuart K. and Milanick M. “An Inquiry Based Laboratory Base Student of the
Endocrine and Renal system”, **American Biology Teacher.** 79(5):
387-39; November, 2017.
- Suksawad U. **The Effect of using science learning activities in heredity by 7E
learning cycle mixed storyline teaching of Matthayomsuksa III student.**
Master’s Thesis: Burapha University, 2013.
- Taylor J. “A simple inquiry based lab for teaching osmosis”, **The American Biology
Teacher.** 76(4): 265-269; April, 2014.
- Venditti J. and Surmacz C. A. “Exploring Ovulation and Pregnancy Using Over the
Counter Product: A novel guided inquiry”, **The American Biology Teacher.**
74(9): 613-618; October, 2012.
- Wang H. and Posey L. “An inquiry-based linear algebra class, online submission”,
US-China Education Review. 4(12): 489-494; May, 2011.
- Wilson C.D. and et al. “The relative effects and equity of inquiry-based and
commonplace science teaching on student's knowledge, reasoning and
argumentation”, **Journal of Research in Science Teaching.** 47(3): 276-301;
March, 2010.
- Wu H. and Hsieh C. “Developing sixth grades’ inquiry skills to construct explanations
in inquiry-based learning environments”, **International Journal of Science
Education.** 28(11): 1289–1313; May, 2006.
- Zojonc S. and Lavoie B. “Addressing Misconception about Birth Control: Case Studies
Immersing Students in the Facts & Real life Decisions”, **The American
Biology Teacher.** 73(6): 353-356; August-September, 2011.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แผนผังความคิดการสร้างแผนการจัดการ



ภาพที่ ก.1 แผนผังความคิด สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ 6 แผน



ภาพที่ ก.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ฮอริโมนจากต่อมใต้สมอง

ภาคผนวก ข
รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบค่าดัชนีสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์นพดล ศุภระกาญจน์ อาจารย์ มหาวิทยาลัยทักษิณ
ตำแหน่ง อาจารย์มหาวิทยาลัย
ผู้เชี่ยวชาญด้านชีววิทยา
คุณวุฒิ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ประมง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. นางสาววรรัตน์ แสงพรหมเลิศ ครูโรงเรียนกำแพงวิทยา
ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการ
ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนชีววิทยา
คุณวุฒิ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา
มหาวิทยาลัยทักษิณ
3. นางสาวยามีละห์ กลียอ ครูโรงเรียนสตรียะลา
ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนชีววิทยา
คุณวุฒิ วิทยาศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

ภาคผนวก ค

ค่า IOC ของแผนการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ ค.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ (IOC)

แผนที่	เรื่อง	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	ฮอริโมนและต่อมไร้ท่อ	+1	+1	+1	1.00
2	ฮอริโมนจากต่อมใต้สมอง	+1	+1	+1	1.00
3	ฮอริโมนจากต่อมไทรอยด์และพาราไทรอยด์	+1	+1	+1	1.00
4	ฮอริโมนจากตับอ่อน	+1	+1	+1	1.00
5	ฮอริโมนจากต่อมหมวกไต	+1	+1	+1	1.00
6	ฮอริโมนจากอวัยวะเพศต่อมไพนีเยลและอื่น ๆ	+1	+1	+1	1.00

ภาคผนวก ง
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

รายวิชาชีววิทยา รหัส ว 30243

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ระบบต่อมไร้ท่อ

เรื่อง ฮอรโมนจากต่อมใต้สมอง เวลา 2 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว1.1: เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว8.1: ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

2. ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการทำงานของฮอรโมนจากต่อมไร้ท่อและอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย

3. สาระสำคัญ

ต่อมใต้สมอง เป็นต่อมไร้ท่อที่หลังฮอรโมนควบคุมต่อมอื่น ๆ อยู่ติดกับส่วนล่างของสมอง ไฮโปทาลามัส แบ่งได้เป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนหน้า ส่วนกลางและส่วนหลัง ต่อมใต้สมองส่วนหน้าและส่วนกลางเป็นหน่วยเดียวกัน สามารถสร้างฮอรโมนได้หลายชนิด และถูกกระตุ้นโดยฮอรโมนจากสมองไฮโปทาลามัส ส่วนต่อมใต้สมองส่วนหลังเป็นส่วนหนึ่งของเนื้อเยื่อประสาทที่ไม่ได้สร้างฮอรโมน แต่รับฮอรโมนจากไฮโปทาลามัสมาเก็บไว้

4. วัตถุประสงค์การเรียนรู้

4.1 ความรู้

4.1.1 บอกชนิดของฮอรโมนที่สร้างจากต่อมใต้สมองได้

4.1.2 บอกชนิดของเซลล์หรืออวัยวะเป้าหมายของฮอรโมนที่สร้างจากต่อมใต้สมองได้

4.1.3 อธิบายกลไกการควบคุมการหลั่งฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมใต้สมองได้

4.1.4 อธิบายอาการหรือโรคที่ผิดปกติที่เกิดจากฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองได้

4.2 ทักษะกระบวนการ

จำแนกความแตกต่างระหว่าง ชื่อฮอร์โมน ชื่ออวัยวะเป้าหมายและกลไกการควบคุมการหลั่งฮอร์โมนได้

4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

มุ่งมั่นในการทำงาน

5. สารการเรียนรู้

ต่อมใต้สมอง (pituitary gland) เป็นต่อมไร้ท่อ (endocrine gland) ที่สร้างและเก็บฮอร์โมน เพื่อไปกระตุ้น ต่อมไร้ท่อ และอวัยวะ หรือเนื้อเยื่ออื่น ๆ ให้ทำงาน แบ่งออกเป็นต่อมใต้สมองส่วนหน้า (Anterior gland) ฮอร์โมนที่สร้างได้แก่ Growth hormone(GH) มีผลไปกระตุ้นร่างกายโดยเฉพาะกระดูก ทำให้ร่างกายเจริญ สังเคราะห์โปรตีนต่าง ๆ เพิ่มระดับกลูโคสในเลือด ถ้าน้อยไป ในเด็กจะเตี้ยแคระ (dwarfism) ในผู้ใหญ่จะมีเมตาบอลิซึม ผิดปกติ โปรตีนสร้างน้อยน้ำตาลต่ำ (simmon disease) ถ้ามามากไปในเด็กร่างกายจะสูงใหญ่ (gigantism) ในผู้ใหญ่จะมีกระดูกบางส่วน เช่น กราม นิ้ว หนาใหญ่โต(acromegaly) ฮอร์โมน follicle stimulating hormone(FSH) ในผู้ชายจะกระตุ้น sertoli cell และการสร้างอสุจิ(spermatogenesis) ในผู้หญิงกระตุ้นการเจริญของ follicle ในรังไข่ ให้สร้างฮอร์โมน estrogen และกระตุ้น meiosis ของ oocyte ฮอร์โมน Luteinizing hormone(LH) ในผู้ชายกระตุ้น Leydig cell ให้สร้างฮอร์โมน testosterone ในผู้หญิงกระตุ้นการตกไข่ และการสร้าง corpus luteum ที่สร้างฮอร์โมน progesterone และ estrogen เรียกรวม FHS และ LH ว่า gonadotropin hormone ฮอร์โมน Prolactin (PRL) กระตุ้นต่อมน้ำนมให้สร้างน้ำนม adrenocorticotropin (ACTH) กระตุ้น adrenal cortex ให้หลั่งฮอร์โมน โดยเฉพาะ cortisol และความเครียดสามารถกระตุ้น hypothalamus ให้หลั่งฮอร์โมนมากระตุ้น ACTH ได้ ฮอร์โมน Thyroid stimulating hormone (TSH) กระตุ้นต่อมไทรอยด์ให้หลั่งฮอร์โมน endorphin ระวังความเจ็บปวด ทำให้อารมณ์ดี คือสารแห่งความสุข ฮอร์โมน Melanocyte stimulating hormone (MSH) กระตุ้นการสร้างรงควัตถุ melanin ในเซลล์ melanocyte ทำให้สีผิวเข้มขึ้น ส่วนต่อมใต้สมองส่วนหลัง ไม่ใช่ต่อมไร้ท่อ แต่มีปลาย axon จาก neurosecretory cell ในไฮโปทาลามัส ปลั่งฮอร์โมนออกมาสองชนิด ได้แก่ Antidiuretic hormone (ADH) หรือ vasopressin กระตุ้นการดูดกลับน้ำที่ท่อหน่วยไต และทำให้หลอดเลือดแดงหดตัว ปริมาตรเลือดเพิ่มขึ้นความดันเลือดสูง แรงดันออสโมซิสเลือดลดลง ถ้าน้อยเกินไป น้ำถูกขับออกมามาก เป็นภาวะเบาจืด Oxytocin กระตุ้นกล้ามเนื้อเรียบมดลูกให้หดตัวเวลาคลอด และกระตุ้นกล้ามเนื้อรอบ ๆ ท่อน้ำนมเวลาให้นมลูก

6. คำถามสำคัญ

- 6.1 ต่อมได้สมองสร้างฮอร์โมนอะไรบ้าง
- 6.2 ฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมได้สมองมีผลอย่างไรต่ออวัยวะหรือเซลล์เป้าหมาย
- 6.3 การหลั่งฮอร์โมนแต่ละชนิดจากต่อมได้สมองเกิดจากกลไกใด
- 6.4 หากฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมได้สมองมีความผิดปกติจะมีผลต่อร่างกายอย่างไร

7. กิจกรรมการเรียนรู้ (สืบจากภาพ)

ขั้นที่ 1 นักเรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ (10 นาที)

- (1) ครูทบทวนความรู้เดิมเรื่อง “ต่อมไร้ท่อ”
- (2) ครูให้นักเรียนดูภาพ แสแกน MRI ต่อมชนิดหนึ่งในสมองของผู้ป่วยรายหนึ่ง และให้นักเรียนช่วยกันพิจารณารูปภาพพร้อมกับตั้งคำถาม ครูประมวลคำถามทั้งหมดพร้อมสรุปเป็นประเด็นจากข้อสงสัยของนักเรียน 1) ต่อมที่นักเรียนเห็นคือต่อมอะไร 2) ต่อมนี้สร้างฮอร์โมนชนิดใดบ้าง 3) ถ้าต่อมนี้เกิดเนื้องอกจะส่งผลอย่างไรต่อร่างกาย

(3) ครูกล่าวว่า “วันนี้เราจะมาทำกิจกรรมเพื่อตอบคำถามที่นักเรียนสงสัย มาเริ่มกันเลยละ”

ขั้นที่ 2 นักเรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม (40 นาที)

- (1) แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน เพื่อเล่นเกมแข่งขันระหว่างกลุ่ม โดยครูชี้แจงกติกาและเงื่อนไขการเล่น กลุ่มใดที่ตอบคำถามในกิจกรรมได้ถูกต้องและมีคะแนนมากที่สุดจะเป็นผู้ชนะ
- (2) ฐานที่ 1 เกมแยกหมวดหมู่ โดยใช้บัตรคำที่รวมกันอยู่ในกล่องที่ยังไม่ได้แยก ประกอบด้วย 4 หมวดหมู่ ได้แก่ ชื่อฮอร์โมน ภาพและชื่ออวัยวะเป้าหมาย ตัวควบคุมการหลั่งฮอร์โมน โรคและอาการ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันจัดเรียงบัตรคำให้ถูกต้องว่าฮอร์โมนแต่ละชนิด มีอวัยวะเป้าหมายคืออะไร มีอะไรเป็นตัวกระตุ้น และอาการหรือโรคที่เกิดขึ้น ตามลำดับ เมื่อหมดเวลา ครูและนักเรียนมาช่วยกันตรวจสอบคำตอบและแก้ไขให้ถูกต้อง กลุ่มไหนผิดน้อยที่สุดก็จะเป็นผู้ชนะ
- (3) ฐานที่ 2 เกมภาพปริศนา ครูเปิดภาพปริศนา ให้นักเรียนดูทีละภาพ มีทั้งหมด 7 ภาพ นักเรียนคนใดยกมือก่อน จะมีสิทธิ์ได้ตอบ และอธิบายว่าภาพปริศนาี้เกี่ยวข้องกับฮอร์โมนใด กลุ่มใดที่มีนักเรียนตอบถูกมากที่สุดจะเป็นผู้ชนะ

ขั้นที่ 3 นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (คำตอบ) จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ (20 นาที)

หลังการทำกิจกรรม ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันตอบจากคำถามในใบงานต่อไปนี้

- (1) ต่อมได้สมองสร้างฮอร์โมนที่ชื่อว่าอะไรบ้าง
- (2) ฮอร์โมนแต่ละชนิดต่อไปนี้มีผลต่ออวัยวะเป้าหมายอย่างไร
- (3) สิ่งใดเป็นตัวกระตุ้นการหลั่งของฮอร์โมนชนิดนั้นๆ

(4) โรคหรืออาการผิดปกติต่อไปนี้เกิดจากฮอร์โมนชนิดใด

ขั้นที่ 4 นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (15 นาที)

นักเรียนแต่ละคนรับแจกใบความรู้เรื่องต่อมใต้สมอง เพื่อตรวจสอบและแก้ไขคำตอบในใบกิจกรรมโดยใช้ปากกาสีแดง

ขั้นที่ 5 นักเรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง (15 นาที)

ครูใช้โปรแกรม random name สุ่มตอบคำถาม โดยให้นักเรียนอธิบายคำตอบ และให้เพื่อนนักเรียนในห้องช่วยกันเฉลยว่าคำตอบนี้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด

- (1) หากต่อมใต้สมองส่วนหน้าทำงานผิดปกติ ร่างกายไม่สามารถเจริญเติบโตได้เพราะสาเหตุใด
 - (2) ฮอร์โมนใดที่สร้างจากต่อมใต้สมองและมีอวัยวะเป้าหมายเป็นต่อมไร้ท่อ
 - (3) เมื่อนักเรียนเข้าสู่ฤดูการถือศีลอดมีความจำเป็นต้องอดน้ำอดอาหาร ฮอร์โมนใดที่ควบคุมสมดุลในเรื่องนี้
 - (4) คนะที่ผู้หญิงคนหนึ่งคลอดบุตร ฮอร์โมนชนิดใดที่ช่วยในการบีบตัวของมดลูก
 - (5) ชายคนหนึ่งมีภาวะมีบุตรยาก หมอให้คำปรึกษาว่า เกิดจากความผิดปกติของเซลล์อสุจิ
- นักเรียนคิดว่าน่าจะเกิดจากความผิดปกติของฮอร์โมนใด

8. การวัด และประเมินผลการเรียนรู้

หลักฐานการเรียนรู้ วิธีการ และเครื่องมือ

เกณฑ์การผ่านร้อยละ 80

8.1 การวัด และประเมินผลการเรียนรู้

วัตถุประสงค์การเรียนรู้	หลักฐานการเรียนรู้	วิธีการและเครื่องมือวัด
1) ด้านความรู้ - บอกชนิดของฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมใต้สมองได้ - บอกชนิดของเซลล์หรืออวัยวะเป้าหมายของฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมใต้สมองได้ - อธิบายกลไกการควบคุมการหลั่งฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมใต้สมองได้	1) ด้านความรู้ - ใบกิจกรรมที่ 1-2	1) ด้านความรู้ - ตรวจใบกิจกรรมที่ 1-2

วัตถุประสงค์การเรียนรู้	หลักฐานการเรียนรู้	วิธีการและเครื่องมือวัด
- อธิบายอาการหรือโรคที่ผิดปกติที่เกิดจากฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองได้		
2) ด้านทักษะกระบวนการ - สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และสรุป - กระบวนการทำงานกลุ่ม	2) ด้านทักษะกระบวนการ - แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	2) ด้านทักษะกระบวนการ - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
3) คุณลักษณะที่พึงประสงค์ - ใฝ่เรียนรู้	3) คุณลักษณะที่พึงประสงค์ - แบบสังเกตพฤติกรรมการใฝ่เรียนรู้	3) คุณลักษณะที่พึงประสงค์ - สังเกตพฤติกรรมการใฝ่เรียนรู้

8.2 เกณฑ์การประเมินด้านความรู้

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
การตอบคำถาม	ตอบคำถามได้ เหตุผล ประกอบ ถูกต้องทั้งหมด	ตอบคำถามได้ เหตุผล ประกอบ ถูกต้องบางส่วน	ตอบคำถามได้ เหตุผลประกอบ ไม่ถูกต้อง	ตอบคำถามไม่ได้ ไม่มีเหตุผล ประกอบ
การทำใบกิจกรรม ที่ 1	ทำใบกิจกรรม ถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป	ทำใบกิจกรรม ถูกต้องร้อยละ 60-79	ทำใบกิจกรรม ถูกต้องร้อยละ 50-59	ทำใบกิจกรรม ถูกต้องต่ำกว่า ร้อยละ 50
การทำใบกิจกรรม ที่ 2	ทำใบกิจกรรม ถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป	ทำใบกิจกรรม ถูกต้องร้อยละ 60-79	ทำใบกิจกรรม ถูกต้องร้อยละ 50-59	ทำใบกิจกรรม ถูกต้องต่ำกว่า ร้อยละ 50
พัฒนาการ (การทดสอบก่อน และหลังเรียน)	เพิ่มขึ้น 2 คะแนนขึ้นไป	เพิ่มขึ้น 1 คะแนนขึ้นไป	คะแนนหลัง เรียนเท่ากับก่อน เรียน	คะแนนหลังเรียน น้อยกว่า ก่อนเรียน

8.3 เกณฑ์การประเมินด้านทักษะกระบวนการ

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
การวางแผนการทำงาน	ทำงานเป็นระบบ มีการวางแผนก่อนการทำงาน	ทำงานไม่ค่อยเป็นระบบ มีการวางแผนก่อนการทำงาน	ทำงานไม่ค่อยเป็นระบบ ไม่มีการวางแผนก่อนการทำงาน	ทำงานไม่เป็นระบบ ไม่มีการวางแผนก่อนการทำงาน
การสืบค้นและรวบรวมข้อมูล	สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการสืบค้นและรวบรวมข้อมูล	สมาชิกมีส่วนร่วมในการสืบค้นและรวบรวมข้อมูล ร้อยละ 60-90	สมาชิกมีส่วนร่วมในการสืบค้นและรวบรวมข้อมูล ร้อยละ	สมาชิกมีส่วนร่วมในการสืบค้นและรวบรวมข้อมูล น้อยกว่าร้อยละ 50
การวิเคราะห์ข้อมูลและการแสดงความคิดเห็น	สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการทำงาน	สมาชิกมีส่วนร่วมในการทำงาน ร้อยละ 60-90	สมาชิกมีส่วนร่วมในการทำงาน ร้อยละ 50	สมาชิกมีส่วนร่วมในการทำงาน น้อยกว่าร้อยละ 50
ความสำเร็จของชิ้นงาน	ทำงานส่งตามเวลาที่กำหนด และถูกต้อง ชัดเจน	ทำงานส่งตามเวลาที่กำหนด และส่วนใหญ่ถูกต้อง	ส่งงานช้าและไม่ค่อยถูกต้อง ชัดเจน	ส่งงานช้าและไม่ถูกต้อง

8.4 เกณฑ์การประเมินด้านคุณลักษณะ

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
ตรงเวลา	เข้าเรียนตรงเวลา	เข้าเรียนช้า ไม่เกิน 5 นาที	เข้าเรียนช้า 5-10 นาที	เข้าเรียนช้ากว่า 5 นาที
ความมีระเบียบวินัย	ปฏิบัติงานได้ เรียบร้อยทุกครั้ง	ปฏิบัติงานได้ เรียบร้อยบ่อยครั้ง	ปฏิบัติงานได้ เรียบร้อยบางครั้ง	ปฏิบัติงาน ไม่เรียบร้อยทุกครั้ง
ความรับผิดชอบ	ปฏิบัติงานสำเร็จ ทันเวลาทุกครั้ง	ปฏิบัติงานได้ สำเร็จ ทันเวลา บ่อยครั้ง	ปฏิบัติงานได้ สำเร็จ ทันเวลา บางครั้ง	ปฏิบัติงาน ไม่สำเร็จ ไม่ทันเวลาทุกครั้ง
ใฝ่เรียนรู้	กระตือรือร้นใน การเรียนรู้และ ตอบคำถามทุกครั้ง	กระตือรือร้นใน การเรียนรู้และ ตอบคำถาม บ่อยครั้ง	กระตือรือร้นใน การเรียนรู้และ ตอบคำถาม บางครั้ง	ไม่กระตือรือร้นใน การเรียนรู้และ ไม่เคยตอบคำถาม

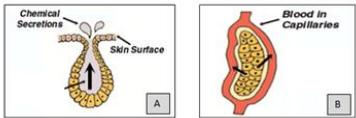
9. สื่อการเรียนรู้

9.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 3 ของ สสวท.

9.2 ใบความรู้ เรื่อง ต่อมใต้สมอง

ภาคผนวก จ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ จ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
1. ข้อใดกล่าวถึงฮอร์โมนไม่ถูกต้อง ก. มีตัวรับ (receptor) ที่เยื่อหุ้มเซลล์ ข. สร้างจากต่อมไร้ท่อ ไฮโปทาลามัส และรังไข่ ค. เป็นสารประเภท โปรตีน และไขมัน ง. ถูกำล้ลยงไปยงอว้ยวะเป้ำหมายทงทอของต่อมนั้นๆ	0.67	0.36	0.74	ใช้ได้
2. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับต่อมในภาพ  ก. สร้างฮอร์โมนได้ทั้ง 2 ต่อม ข. ต่อม A ได้แก่ ต่อมน้ำลาย และต่อมใต้สมอง ง. ต่อม B ได้แก่ ต่อมไพนีล และต่อมหมวกไต จ. สารที่หลั่งจาก A และ B จะถูกำล้ลยงไปทงมกระสเลื่อต	0.67	0.48	0.40	ใช้ได้
3. ข้อใดไม่ใช่ต่อมไร้ท่อ ก. ต่อมไพนีล ข. ต่อมน้ำลาย ค. ต่อมหมวกไต จ. ต่อมพาราไทรอยด์	0.67	0.60	0.47	ใช้ได้
4. ข้อใดเป็นฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองที่มีอว้ยวะเป้ำหมายเป็นต่อมไร้ทอท้ทงมต ก. LH และ GH ข. GH และ FSH ค. FSH และ ADH ง. ACTH และ TSH	0.67	0.68	0.47	ใช้ได้

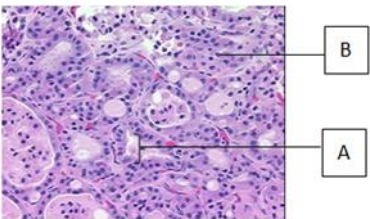
ตารางที่ จ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
5. ข้อใดกล่าวถึงการทำงานของต่อมใต้สมองส่วนหน้า และส่วนหลังได้ถูกต้อง ก. ต่อมทั้งสองชนิดสามารถสร้างฮอร์โมนได้ ☒ ข. ต่อมทั้งสองชนิด หลั่งฮอร์โมนโดยการควบคุมของไฮโปทาลามัส ค. หากตัดต่อมทั้งสองทิ้ง ร่างกายจะเสียสมดุลของน้ำและเกลือแร่ ง. ต่อมใต้สมองส่วนหน้า ทำหน้าที่เก็บฮอร์โมนที่สร้างจาก neurosecretory cell ของ ไฮโปทาลามัส	1.00	0.60	0.56	ใช้ได้
6. ข้อใดคือฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมใต้สมองส่วนหน้าทั้งหมด ก. GH, FSH, ADH, TSH ข. GH, FSH, ADH, PTH ค. GH, FSH, ADH, ACTH ☒ ง. GH, FSH, ACTH, TSH	1.00	0.48	0.75	ใช้ได้
7. หากต่อมใต้สมองส่วนหน้าทำงานผิดปกติ <u>ไม่ส่งผลต่อ</u> ข้อใด ก. ต่อมไทรอยด์สามารถสร้างฮอร์โมนไทรอกซินได้ ข. ต่อมหมวกไตส่วนนอกสามารถหลั่งฮอร์โมนได้ ☒ ค. ไตสามารถควบคุมการดูดกลืนน้ำบริเวณท่อหน่วยไตได้ ง. อัณฑะและรังไข่สามารถสร้างเซลล์ไข่และเซลล์อสุจิได้	1.00	0.48	0.63	ใช้ได้

ตารางที่ จ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
8. ข้อใดกล่าวถึงการทำงานของฮอร์โมนที่หลังจากบริเวณต่อมใต้สมองส่วนหลังได้ถูกต้อง A – ควบคุมปริมาณแร่ธาตุในร่างกาย B – กระตุ้นการบีบตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ C – กระตุ้นกล้ามเนื้อรอบต่อมน้ำนมให้หดตัว D – ควบคุมการดูดน้ำกลับของท่อหน่วยไต ก. A และ B ข. B และ C ☒ ค. C และ D ง. A และ D	1.00	0.32	0.76	ใช้ได้
9. ฮอร์โมนในข้อใดที่ถูกกระตุ้นด้วยฮอร์โมนจากไฮโปทาลามัสทั้งหมด ก. GH, TSH, ADH, FSH ข. GH, ADH, ACTH, LH ☒ ค. GH, ACTH, FSH, LH ง. GH, ACTH, FSH, ADH	1.00	0.52	0.68	ใช้ได้
10. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้อง A - GH กระตุ้นการเพิ่มปริมาณน้ำตาลในเลือด B - Endorphin ระงับความเจ็บปวด ช่วยเพิ่มความตื่นตัว C – Gigantism เกิดจากร่างกายหลั่ง GH มากเกินไปในวัยเด็ก D – Prolactin กระตุ้นต่อมน้ำนม และช่วยให้มดลูกบีบตัวขณะคลอดบุตร ก. ข้อ A และ B ข. ข้อ B และ C ค. ข้อ C และ D ☒ ง. ข้อ D เท่านั้น	1.00	0.52	0.67	ใช้ได้

ตารางที่ จ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
11. จากภาพ พบเนื้อเยื่อกลุ่มนี้บริเวณใดของร่างกาย  ก. ตับอ่อน ☒ ข. ต่อมไทรอยด์ ค. ต่อมหมวกไต ง. ต่อมพาราไทรอยด์	1.00	0.36	0.63	ใช้ได้
12. หากกลุ่มเซลล์ Thyroid follicle สร้างฮอร์โมนได้น้อยลง ข้อใดไม่ถูกต้อง ก. เด็กจะมีพัฒนาการทางร่างกายและสมองด้อยลง ข. เด็กจะมีการเจริญเติบโตช้ากว่าปกติและปัญญาอ่อน ☒ ค. ผู้ใหญ่จะมีอาการตาโปน เหงื่อออกง่าย อยู่ไม่นิ่ง กินเท่าไรก็ไม่อ้วน ง. ผู้ใหญ่จะมีอาการเหนื่อยง่าย น้ำหนักเพิ่ม ผิวหนังแห้ง หัวใจโต ติดเชื้อง่าย	1.00	0.40	0.77	ใช้ได้
13. หาก Thyroid follicle สร้างฮอร์โมนได้มากกว่าปกติ จะส่งผลอย่างไรต่อร่างกาย ก. ร่างกายขาดไทรอกซิน จนทำให้ปัญญาอ่อน ข. ร่างกายขาดไทรอกซิน จนทำให้เมตาบอลิซึมของร่างกายสูง ☒ ค. ร่างกายมีไทรอกซินมากเกินไป จนทำให้เกิดโรคคอพอกเป็นพิษ ง. ร่างกายขาดไทรอกซินมากเกินไป จนทำให้เกิดอาการเหนื่อยง่าย	1.00	0.36	0.58	ใช้ได้

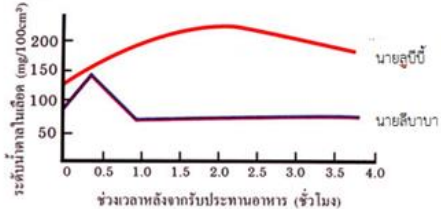
ตารางที่ จ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
14. เซลล์ที่สร้างฮอร์โมนชนิดใด ก. Thyroxin ข. Cortisol ☒ ค. Calcitonin ง. Parathyroid hormone	1.00	0.40	0.57	ใช้ได้
15. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับฮอร์โมน Calcitonin A – อวัยวะเป้าหมายคือ กระดูก ตับ และไต B – สร้างกลุ่มเซลล์ Thyroid follicle C – กลไกการหลั่งฮอร์โมนขึ้นอยู่กับปริมาณแคลเซียมในเลือด D – ทำงานร่วมกับฮอร์โมนจากต่อมพาราไทรอยด์และวิตามินดี ก. A และ B ข. A และ C ค. B และ C ☒ ง. C และ D	1.00	0.56	0.65	ใช้ได้
16. ข้อใดกล่าวถึงหน้าที่ของฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมพาราไทรอยด์ <u>ไม่</u> ถูกต้อง A – เพิ่มการสลายแคลเซียมจากกระดูก B – เพิ่มการดูดกลับแคลเซียมที่ท่อหน่วยไต C – ลดการดูดกลับแคลเซียมที่ท่อหน่วยไต D – ลดอัตราการดูดแคลเซียมที่ลำไส้เล็ก ก. A และ B ข. B และ C ☒ ค. C และ D ง. D และ A	1.00	0.56	0.61	ใช้ได้

ตารางที่ จ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
17. หากเกิดภาวะกล้ามเนื้อเกร็งชักกระตุก และหัวใจบีบตัวช้าลง ร่างกายจะมีกลไกการควบคุมเพื่อลดภาวะดังกล่าวอย่างไร ก. ต่อมไทรอยด์ ลดระดับไทรอกซิน แคลเซียมในกระดูกเพิ่มขึ้น ข. ต่อมไทรอยด์ เพิ่มระดับไทรอกซิน แคลเซียมในเลือดเพิ่มขึ้น Ⓒ. ต่อมพาราไทรอยด์เพิ่มระดับ PTH แคลเซียมในเลือดเพิ่มขึ้น ง. ต่อมพาราไทรอยด์ลดระดับ PTH แคลเซียมในเลือดลดลง	1.00	0.27	0.38	ใช้ได้
18. ข้อใดต่อไปนี้เป็นตัวกระตุ้นให้ Islets of Langerhans หลั่งฮอร์โมน ก. สารสื่อประสาท Ⓐ. ปริมาณน้ำตาลในเลือด ค. ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมอง ง. ฮอร์โมนจากไฮโปทาลามัส	1.00	0.64	0.40	ใช้ได้
19. จากคำถามในข้อ 18 ตัวกระตุ้นดังกล่าวจะไปกระตุ้นการทำงานของเซลล์ใด A – แอลฟาเซลล์ B – เบต้าเซลล์ C – เดย์คิกซ์เซลล์ D – ซีเซลล์ Ⓐ. A และ B ข. B และ C ค. C และ D ง. A และ D	1.00	0.40	0.72	ใช้ได้

ตารางที่ จ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
20. ข้อใดคือฮอร์โมนที่สร้างจากตับอ่อนทั้งหมด ☒ ก. กลูคากอน และอินซูลิน ข. อินซูลิน และแคลซิโทนิน ค. กลูคากอน และแอนตี้ไดยูเรติกฮอร์โมน ง. แคลซิโทนิน และแอนตี้ไดยูเรติกฮอร์โมน	1.00	0.44	0.70	ใช้ได้
21. จากภาพข้อใดเป็นจริงสำหรับนายลูปี้  ☒ ก. ระดับน้ำตาลในเลือดต่ำกว่าปกติ ข. ระดับอินซูลินในเลือดสูงกว่าปกติ ค. ระดับกลูคากอนในเลือดสูงกว่าปกติ ง. ระดับกลูคากอนในเลือดต่ำกว่าปกติ	1.00	0.48	0.77	ใช้ได้
22. ข้อใดคือสาเหตุที่ทำให้ระดับอินซูลินในเลือดต่ำ ☒ ก. เบต้าเซลล์ของตับอ่อนทำงานน้อยลง ข. เบต้าเซลล์ของตับอ่อนทำงานมากขึ้น ค. แอลฟาเซลล์ของตับอ่อนทำงานมากขึ้น ง. แอลฟาเซลล์ของตับอ่อนทำงานน้อยลง	1.00	0.36	0.84	ใช้ได้
23. ฮอร์โมนชนิดใดที่เพิ่มระดับน้ำตาลในเลือด ก. อินซูลิน ข. กลูคากอน ค. พาราเทอโมน ง. วาโซเพรสซิน	1.00	0.36	0.70	ใช้ได้

ตารางที่ จ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
24. ข้อใดคือฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมหมวกไตทั้งหมด ก. คอร์ติซอล เอนโดฟิน และ วาโซเพรสซิน ข. คอร์ติซอล อะดรีนาลีน และ วาโซเพรสซิน ค. คอร์ติซอล มินิราโลคอร์ติคอยด์ และเอนโดฟิน ☒ ง. กลูโคคอร์ติคอยด์ มินิราโลคอร์ติคอยด์ และ อะดรีนาลีน	1.00	0.36	0.82	ใช้ได้
25. ข้อใดไม่ใช่ตัวกระตุ้นการทำงานของเนื้อเยื่อบริเวณต่อมหมวกไต ก. ระดับน้ำตาลในเลือด ข. ปริมาณแร่ธาตุในเลือด ค. สารสื่อประสาท ☒ ง. ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า	1.00	0.36	0.37	ใช้ได้
26. ฮอร์โมนในข้อใดที่มีผลต่อร่างกายเหมือนกับฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมหมวกไตชั้นใน ก. อินซูลิน ☒ ข. กลูคาγον ค. ไทรอกซิน ง. แคลซิโทนิน	1.00	0.44	0.85	ใช้ได้
27. นายอาลีบาบาไปตรวจสุขภาพประจำปี พบว่ามีการขับปัสสาวะมากกว่าปกติ และในปัสสาวะมีโซเดียมมากกว่าเกณฑ์มาตรฐาน นายอาลีบาบานั้นจะมีความผิดปกติของฮอร์โมนใด ก. แอนตี้ไดยูเรติกฮอร์โมน ข. อะดรีโนคอร์ติโคโทรฟิน ☒ ค. มินิราโลคอร์ติคอยด์ ง. อะดรีนาลีน	1.00	0.24	0.63	ใช้ได้

ตารางที่ จ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
28. ยายปรีกนั่งวงเล่นไฟกับกลุ่มเพื่อนอย่างสนุก ทันใดนั้นตำรวจได้เข้าจับกุมวงไฟ ยายปรีกตกใจ กระโดดหนีทางหน้าต่าง จากเหตุการณ์ดังกล่าวนี้ นักเรียนคิดว่าฮอร์โมนชนิดใดที่กระตุ้นพฤติกรรมกระโดดหน้าต่างของยายปรีก ก. อินซูลิน ข. แอนโดรเจน ☒ ค. อะดรีนาลีน ง. แอลโดสเตอโรน	1.00	0.56	0.59	ใช้ได้
29. ข้อใดกล่าวถึง Cushing syndrome และ Addison disease ได้ถูกต้อง ก. อาการทั้งสองเกิดจากความผิดปกติของต่อมหมวกไตส่วนใน ข. อาการทั้งสองเกิดจากความบกพร่องของฮอร์โมนชนิดเดียวกัน ค. ผู้ป่วย Addison disease มีลักษณะใบหน้ากลม คล้ายดวงจันทร์ ☒ ง. ผู้ป่วย Cushing syndrome มีระดับน้ำตาลในเลือดสูงและกล้ามเนื้ออ่อนแรง	1.00	0.40	0.46	ใช้ได้
30. กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในรังไข่ถูกกระตุ้นด้วยฮอร์โมนที่หลังจากข้อใด ก. ไฮโพทาลามัส ข. ต่อมพาราไทรอยด์ ☒ ค. ต่อมใต้สมองส่วนหน้า ง. ต่อมใต้สมองส่วนหลัง	1.00	0.40	0.73	ใช้ได้

ตารางที่ จ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
31. ถ้า Corpus luteum ภายในรังไข่ทำงานผิดปกติ เหตุการณ์ใดจะ <u>ไม่</u> เกิดขึ้น ก. การเจริญของ follicles ข. กระบวนการ Oogenesis ค. กระบวนการ Ovulation ☒ ง. การสร้างเนื้อเยื่อชั้น เอนโดเมเทรียม ในมดลูก	1.00	0.36	0.65	ใช้ได้
32. ข้อใดกล่าวถึงหน้าที่ของ Mature follicle และ Corpus luteumภายในรังไข่ <u>ไม่</u> ถูกต้อง ก. Mature Follicle สร้างฮอร์โมนเอสโตรเจน ☒ ข. Mature Follicle สร้างฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน ค. Corpus luteum สร้างฮอร์โมนเอสโตรเจน ง. Corpus luteum สร้างฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน	1.00	0.60	0.41	ใช้ได้
33. ชมพู่มีรอบการมีประจำเดือน 28 วัน ถ้ามีประจำเดือนวันแรกคือ วันที่ 3 หากต้องการให้เกิดการปฏิสนธิ ชมพู่ควรมีเพศสัมพันธ์วันที่เท่าไร ก. วันที่ 7 ☒ ข. วันที่ 16 ค. วันที่ 20 ง. วันที่ 28	1.00	0.64	0.56	ใช้ได้
34. จากข้อ 33 หากมีการปฏิสนธิเกิดขึ้น ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในรังไข่ ☒ ก. เกิด Ovulation ระดับ LH สูงสุด ข. เกิด Ovulation ระดับ FSH ต่ำสุด ค. เกิด corpus luteum ระดับ เอสโตรเจนสูงสุด ง. เกิด corpus luteum ระดับ ดโปรเจสเตอโรน สูงสุด	1.00	0.57	0.54	ใช้ได้

ตารางที่ จ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
35. หลังจากวันที่มีการปฏิสนธิ เหตุการณ์ในข้อใดเกิดขึ้น ก. Follicle เจริญ ข. ผนังมดลูกหนาตัวขึ้น ค. Corpus luteum มีขนาดใหญ่ขึ้น ง. รังไข่มีการสร้างเซลล์ไข่ใหม่อีกครั้ง	1.00	0.52	0.66	ใช้ได้
36. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับ ต่อมไพเนียล ก. หากมีมากเกินไปจะทำให้เป็นหนุ่มสาวช้ากว่าปกติ ข. แสงสว่างมีบทบาทต่อการทำงานของต่อมไพเนียล ในสัตว์ ค. สัตว์เลี้ยงลูกบางชนิดมีต่อมไพเนียลไว้สำหรับ สร้างฮอร์โมน ง. ในคน ต่อมไพเนียลจะสร้างฮอร์โมนออกมามากใน ช่วงเวลากลางคืน	1.00	0.32	0.79	ใช้ได้
37. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับฮอร์โมนที่สร้างจากรก ก. ทำให้มดลูกหนาตัวขึ้น ข. ทำให้มดลูกบีบตัวเมื่อใกล้คลอด ค. มีปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่องในระหว่างการ ตั้งครรภ์ ง. ให้ผลการทำงานตรงข้ามกับฮอร์โมน โปรเจสเตอโรน	1.00	0.36	0.47	ใช้ได้
38. ต่อมไทมัสสร้างฮอร์โมนชนิดใด และมีอวัยวะ เป้าหมายคืออะไรตามลำดับ ก. Gastrin – เซลล์เม็ดเลือดขาว ข. Gastrin – เซลล์เม็ดเลือดแดง ค. Thymosin – เซลล์เม็ดเลือดขาว ง. Thymosin – เซลล์เม็ดเลือดแดง	1.00	0.24	0.60	ใช้ได้

ตารางที่ จ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
38. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับฮอร์โมนที่สร้างจากลำไส้เล็ก A- Secretin – มีอวัยวะเป้าหมายคือถุงน้ำดี B – Cholecystokinin – อวัยวะเป้าหมายคือตับอ่อน C – Secretin – ทำให้เกิดการหลั่งโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต D – Secretin และ Cholecystokinin สร้างจากส่วนดูโอดีนัม ในลำไส้เล็ก ก. A และ C ข. B และ C ค. B, C และ D ง. A,B และ C	1.00	0.44	0.56	ใช้ได้

หมายเหตุ: ความเชื่อมั่น (Reliability: KR20) = 0.96

ภาคผนวก ฉ

ค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของแผนการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ ฉ.1 ค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

เลขที่	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*
	10 ^a	3 ^b	10 ^a	7 ^b	10 ^a	7 ^b	10 ^a	6 ^b	10 ^a	6 ^b	10 ^a	10 ^b
1	6	3	6	4	7	6	7	6	7	5	7	9
2	8	3	8	5	6	5	8	5	8	5	8	8
3	7	2	7	6	4	5	7	6	7	5	7	7
4	7	3	7	6	8	6	9	5	9	5	9	9
5	8	3	8	6	8	5	8	6	8	5	8	8
6	9	2	9	6	6	7	9	5	9	6	9	9
7	9	2	9	7	6	6	9	6	9	5	9	8
8	8	3	9	6	7	7	9	5	9	4	9	9
9	9	2	9	6	6	4	9	6	9	5	9	7
10	9	2	9	6	6	5	10	5	9	4	9	8
11	7	3	9	5	6	7	8	6	8	4	8	7
12	7	3	8	7	8	4	8	4	8	5	8	8
13	8	2	6	6	6	6	8	6	8	6	8	8
14	6	3	8	7	8	5	8	4	8	6	8	8
15	9	2	6	6	6	6	10	6	9	4	9	8
16	9	2	9	5	6	4	9	6	8	4	8	5
17	79	3	6	6	7	7	7	5	7	5	7	7
18	10	2	7	6	6	7	9	6	9	4	9	8
19	7	3	9	5	7	4	9	4	8	5	8	7
20	9	2	10	5	5	7	8	5	8	4	8	8
21	9	2	7	6	7	4	9	6	8	4	8	8
22	8	3	9	4	6	6	8	4	7	5	7	9
23	9	2	9	5	8	6	9	6	8	5	8	8
24	8	3	8	6	5	5	9	4	7	5	7	9
25	8	3	9	7	8	6	9	5	8	6	8	8
26	6	1	8	6	7	6	9	4	9	5	9	9
27	6	2	8	5	6	7	7	6	7	4	7	8
28	9	2	6	6	7	5	10	5	8	5	8	8
29	9	1	9	6	7	6	9	6	8	4	8	8
30	9	3	9	7	8	6	10	4	9	5	9	8
31	9	2	9	5	8	6	9	4	8	4	8	9
32	7	3	7	5	7	6	9	5	8	6	8	9
33	9	2	9	5	8	4	9	4	9	5	9	7
34	6	1	6	5	6	6	6	6	6	5	6	5

ตารางที่ ฉ.1 ค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

E_1/E_2	79.71/79.41	80.00/81.93	80.29/81.09	85.59/86.76	80.88/80.39	80.88/79.12
เฉลี่ย	81.23/81.45					

หมายเหตุ

- 1* คือ คะแนนระหว่างเรียน a คือ คะแนนเต็มระหว่างเรียน
 2* คือ คะแนนหลังเรียนทันที b คือ คะแนนเต็มหลังเรียนทันที
 แผนที่ 1 คือ เรื่องฮอร์โมนและต่อมไร้ท่อ
 แผนที่ 2 คือ เรื่องฮอร์โมนจากต่อมใต้สมอง
 แผนที่ 3 คือ เรื่องฮอร์โมนจากต่อมไทรอยด์และพาราไทรอยด์
 แผนที่ 4 คือ เรื่องฮอร์โมนจากตับอ่อน
 แผนที่ 5 คือ เรื่องฮอร์โมนจากต่อมหมวกไต
 แผนที่ 6 คือ เรื่องฮอร์โมนจากต่อมไพเนียล อวัยวะเพศและอื่น

ภาคผนวก ข

ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของแผนการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ ข.1 ค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนที่	คะแนน เต็ม	คะแนนรวม ก่อนเรียน	คะแนนรวม หลังเรียน	ดัชนีประสิทธิผล (E.I.)	แปลผล
1	3	19	81	0.7470	ผ่านเกณฑ์
2	7	94	195	0.7014	ผ่านเกณฑ์
3	7	47	193	0.7644	ผ่านเกณฑ์
4	6	41	177	0.8344	ผ่านเกณฑ์
5	6	45	191	0.7605	ผ่านเกณฑ์
6	10	96	269	0.7092	ผ่านเกณฑ์

หมายเหตุ: เกณฑ์ที่ยอมรับได้ว่า คือ ค่าดัชนีประสิทธิผล มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

แผนที่ 1 คือ เรื่องฮอว์โมนและต่อมไร้ท่อ

แผนที่ 2 คือ เรื่องฮอว์โมนจากต่อมใต้สมอง

แผนที่ 3 คือ เรื่องฮอว์โมนจากต่อมไทรอยด์และพาราไทรอยด์

แผนที่ 4 คือ เรื่องฮอว์โมนจากตับอ่อน

แผนที่ 5 คือ เรื่องฮอว์โมนจากต่อมหมวกไต

แผนที่ 6 คือ เรื่องฮอว์โมนจากต่อมไพเนียล อวัยวะเพศและอื่น

ภาคผนวก ซ

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน
และค่าความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ ข.1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

เลขที่	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6		รวม	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*
	3 ^a		7 ^a		7 ^a		6 ^{6a}		6 ^a		10 ^a		39 ^a	
1	0	3	1	4	2	6	1	6	0	5	2	9	6	33
2	1	3	2	5	2	5	3	5	1	5	0	8	9	31
3	1	2	2	6	0	5	1	6	1	5	0	7	6	31
4	0	3	3	6	1	6	1	5	1	5	5	9	11	34
5	0	3	3	6	1	5	1	6	1	5	1	8	7	33
6	0	2	3	6	1	7	1	5	2	6	5	9	12	35
7	0	2	3	6	0	6	1	6	1	5	6	8	10	33
8	0	3	3	7	1	7	1	5	1	4	4	9	10	35
9	2	3	1	6	1	4	2	6	0	5	3	7	9	31
10	1	2	3	6	1	5	2	5	1	4	2	8	10	30
11	1	3	3	6	0	7	1	6	0	4	1	7	6	33
12	1	3	2	5	2	4	0	4	2	5	2	8	9	29
13	1	2	4	7	2	6	1	6	1	5	6	8	15	35
14	0	3	3	6	0	5	1	4	1	6	1	8	6	32
15	0	2	3	7	1	6	3	6	1	4	3	8	11	33
16	0	2	3	6	3	4	2	6	2	4	1	5	11	27
17	0	3	3	5	2	7	0	5	2	5	2	7	12	32
18	0	2	3	5	2	7	2	6	1	4	4	8	12	32
19	0	3	3	6	1	4	0	4	1	5	4	7	9	29
20	0	2	2	5	1	7	1	5	1	4	4	8	9	31
21	1	2	3	5	1	4	0	6	1	4	3	8	9	29
22	2	3	2	6	2	6	1	4	0	5	6	9	13	33
23	1	2	2	4	0	6	2	6	1	5	4	8	10	31
24	1	3	3	5	1	5	2	4	2	5	3	9	12	31
25	0	3	3	6	2	6	2	5	2	6	1	8	10	34
26	0	1	3	7	2	6	1	4	3	5	2	9	11	32

ตารางที่ ข.1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

เลขที่	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6		รวม	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*
	3 ^a		7 ^a		7 ^{7a}		6 ^{6a}		6 ^a		10 ^a		39 ^a	
27	0	2	2	6	3	7	2	6	1	4	2	8	10	33
28	1	2	3	6	2	6	2	5	1	5	4	8	13	32
29	1	1	3	5	2	6	1	6	1	4	1	8	9	30
30	1	3	3	6	2	6	1	5	1	5	2	8	10	33
31	1	2	3	6	2	6	0	4	0	4	4	9	10	31
32	0	3	4	7	2	6	0	5	0	6	3	9	12	36
33	0	2	3	5	2	4	1	4	3	5	2	7	11	27
34	1	1	3	5	2	6	1	6	0	5	3	5	10	28
รวม	19	81	94	195	47	193	41	177	37	164	96	269	340	1079
เฉลี่ย	0.56	2.38	2.76	5.74	1.38	5.64	1.21	5.21	1.09	4.82	2.82	7.91	19.42	31.73

หมายเหตุ

1* คือ คะแนนก่อนเรียน

2* คือ คะแนนหลังเรียนทันที

a คือ คะแนนเต็ม

แผนที่ 1 คือ เรื่องฮอว์โมนและต่อมไร้ท่อ

แผนที่ 2 คือ เรื่องฮอว์โมนจากต่อมใต้สมอง

แผนที่ 3 คือ เรื่องฮอว์โมนจากต่อมไทรอยด์และพาราไทรอยด์

แผนที่ 4 คือ เรื่องฮอว์โมนจากตับอ่อน

แผนที่ 5 คือ เรื่องฮอว์โมนจากต่อมหมวกไต

แผนที่ 6 คือ เรื่องฮอว์โมนจากต่อมไพเนียล อวัยวะเพศและอื่น

ตารางที่ ซ.2 วิเคราะห์สถิติค่าที่ของการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ก่อนเรียนและหลังเรียน

แผนที่	การ ทดสอบ	คะแนนเต็ม		SD	<i>t</i>	<i>p</i>
1	ก่อนเรียน	3	2.76	0.70	24.15*	0.00
	หลังเรียน	3	5.74	0.79		
2	ก่อนเรียน	7	2.76	0.70.	24.15*	0.00
	หลังเรียน	7	5.74	0.79		
3	ก่อนเรียน	7	1.38	0.85	19.04*	0.00
	หลังเรียน	7	5.68	1.01		
4	ก่อนเรียน	6	1.21	0.81	24.46*	0.00
	หลังเรียน	6	5.20	0.80		
5	ก่อนเรียน	6	1.09	0.79	22.61*	0.00
	หลังเรียน	6	4.82	0.67		
6	ก่อนเรียน	10	1.09	0.79	22.61*	0.00
	หลังเรียน	10	4.82	0.67		

หมายเหตุ

แผนที่ 1 คือ เรื่องฮอร์โมนและต่อมไร้ท่อ

แผนที่ 2 คือ เรื่องฮอร์โมนจากต่อมใต้สมอง

แผนที่ 3 คือ เรื่องฮอร์โมนจากต่อมไทรอยด์และพาราไทรอยด์

แผนที่ 4 คือ เรื่องฮอร์โมนจากตับอ่อน

แผนที่ 5 คือ เรื่องฮอร์โมนจากต่อมหมวกไต

แผนที่ 6 คือ เรื่องฮอร์โมนจากต่อมไพเนียล อวัยวะเพศและอื่น

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวยามีละห์ คำเต๊ะ
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2546–พ.ศ. 2550 มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พ.ศ. 2553 มหาวิทยาลัยทักษิณ ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2553–ปัจจุบัน ครู โรงเรียนสตูลวิทยา ตำบลคลองขุด อำเภอเมือง จังหวัดสตูล
ตำแหน่ง	ครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนสตูลวิทยา ตำบลคลองขุด อำเภอเมือง จังหวัดสตูล อีเมลล์ yamilahaulyaa@gmail.com