



การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ โดยการจัดการเรียนรู้
แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน
และเทคโนโลยี

วิทยานิพนธ์

ของ

จิตาภา นามโคตร

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

เมษายน 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ โดยการจัดการเรียนรู้
แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน
และเทคโนโลยี

วิทยานิพนธ์

ของ

ฐิตาภา นามโคตร

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
เมษายน 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

DEVELOPMENT OF LEARNING ACHIEVEMENT AND SCIENCE PROCESS
SKILLS OF MATHAYOMSUKSA 4 STUDENTS ON THE TOPIC
OF EVOLUTION BY USING PROBLEM BASED LEARNING
COMBINED WITH TPACK

By

THITAPA NAMKOTE

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirement for
The Master of Education Degree in Education Program in Science
Teaching at Sakon Nakhon Rajabhat University

April 2023

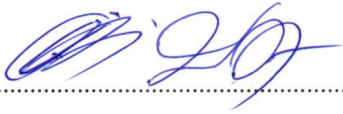
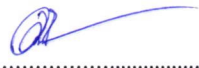
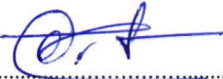
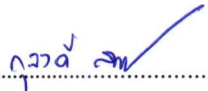
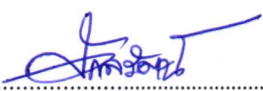
All Rights Reserved by Sakon Nakhon Rajabhat University




ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ โดยการจัดการเรียนรู้
แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ใหม่เนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี
ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์ จูฑาภา นามโคตร

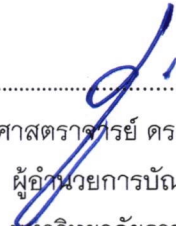
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

 ประธานกรรมการสอบ  กรรมการสอบและ
(รองศาสตราจารย์อนันต์ ปานศุภวัชร) (ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล) ประธานที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์
 กรรมการสอบ  กรรมการสอบและ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิทักษ์ วงษ์ชาลี) แต่งตั้งเพิ่มเติม (ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์) กรรมการที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์
 กรรมการสอบ
(ดร.สกลรัตน์ พันธุ์สันต์) ผู้ทรงคุณวุฒิ

คณะกรรมการบริหารหลักสูตรรับรองแล้ว


.....
(ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล)
ประธานหลักสูตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว


.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุศักดิ์ แสนทวีสุข)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

เมื่อวันที่ 10 เดือน เมษายน พ.ศ. 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลืออย่างยิ่ง จาก ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ตลอดมา ตั้งแต่เริ่มต้นจนวิทยานิพนธ์สำเร็จเรียบร้อย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณ อาจารย์สิรินทร์ ปัญญาคม อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร นางฐปณี แก้วมะ และ นายสุบรรณ บัองสุข ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสว่างแดนดิน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23 ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและแก้ไขเครื่องมือต่าง ๆ ตลอดจนให้คำแนะนำและข้อคิดที่เป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัย

ขอขอบคุณ ดร.ณรงค์ชัย เคนไชยวงษ์ ผู้อำนวยการโรงเรียนสว่างแดนดิน คณะครู นักเรียนโรงเรียนสว่างแดนดิน ที่ได้ให้ความร่วมมือและความสะดวกในการทดลองใช้เครื่องมือ และเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ เพื่อนสาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ รุ่น 6 คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ที่ให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา และขอขอบคุณครอบครัวที่ให้การสนับสนุน ช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจในการวิจัยครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ที่มีต่อการพัฒนาคุณภาพการศึกษา ผู้วิจัยขอน้อมรำลึกถึงพระคุณบิดา มารดา บุรพคณาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่อบรมสั่งสอน ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้ผู้วิจัยมีความเพียรพยายามในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จด้วยดี

ฐิตาภา นามโคตร

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี
ผู้วิจัย	ฐิตาภา นามโคตร
กรรมการที่ปรึกษา	ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์
ปริญญา	ค.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)
สถาบัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ปีที่พิมพ์	2566

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนสว่างแดนดิน อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี 2) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที่แบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน

ผลการวิจัยพบว่า

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.12/82.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิวัฒนาการ

TITLE	Development of Learning Achievement and Science Process Skills of Mathayomsuksa 4 Students on the Topic of Evolution Using Problem-Based Learning Combined with TPACK
AUTHOR	Thitapa Namkote
ADVISORS	Dr. Arunrat Khamhaengpol Dr. Kulwadee Suwannatrai
DEGREE	M.Ed. (Science Teaching)
INSTITUTION	Sakon Nakhon Rajabhat University
YEAR	2023

ABSTRACT

The purposes of this research were to 1) construct lesson plans based on problem-based learning combined with TPACK on the topic of evolution to meet the efficiency criteria of 80/80, 2) compare students' science process skills before and after the intervention, 3) compare students' learning achievement before and after the intervention, and 4) examine the satisfaction of students toward the learning management based on problem-based learning combined with TPACK. The sample, obtained through cluster random sampling, consisted of 30 students from Mathayomsuksa 4/1 at Sawangdaendin School, Sawangdaendin District, Sakon Nakhon Province, in the second semester of the academic year 2022. The instruments in this research included 1) lesson plans based on problem-based learning combined with TPACK, 2) a science process skills test, 3) a learning achievement test, and 4) a satisfaction questionnaire. The statistics used in the research were percentage, mean, standard deviation, and t-test for Dependent Samples.

The results were as follows:

1. The efficiency of lesson plans based on problem-based learning combined with TPACK on the topic of the evaluation was 82.12/82.17, which was higher than the defined criteria.
2. The science process skills of students after the intervention were higher than those before the intervention at the 0.1 level of significance.
3. The learning achievement of students after the intervention was higher than that before the intervention at the 0.1 level of significance.
4. The satisfaction of students with the learning management based on problem-based learning combined with TPACK was at the highest level.

Keywords: Problem-Based Learning Management, Science Process Skills, Evolution, TPACK

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
คำถามของการวิจัย.....	3
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
สมมติฐานของการวิจัย.....	5
ความสำคัญของการวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
กรอบแนวคิดของการวิจัย.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	15
การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560).....	17
ความสำคัญของวิทยาศาสตร์.....	17
เป้าหมายของวิทยาศาสตร์.....	18
สาระสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม.....	19
สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม.....	19
คุณภาพผู้เรียน.....	22
ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม รายวิชาชีววิทยา.....	27
การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	34
ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	34
แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	36

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	37
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	38
บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	41
ประโยชน์การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	43
การประเมินการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	45
กรอบแนวคิดแบบความรู้ในเนื้อหาพจนานุกรมวิธีสอนและเทคโนโลยี	46
ความหมายของกรอบแนวคิดความรู้ในเนื้อหาพจนานุกรมวิธีสอนและเทคโนโลยี	46
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	49
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	51
ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	51
ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	52
การวัด และประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	54
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	57
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	57
ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	58
ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	58
ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี.....	60
การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	61
ประสิทธิภาพของเครื่องมือ.....	61
ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย.....	61
การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย.....	62

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ความพึงพอใจในการเรียน.....	64
ความหมายของความพึงพอใจ.....	64
การวัดระดับความพึงพอใจ.....	65
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	68
งานวิจัยในประเทศ.....	68
งานวิจัยต่างประเทศ.....	71
3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	75
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	75
แบบแผนการวิจัย.....	76
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	76
การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ.....	77
วิธีดำเนินการศึกษา.....	93
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	93
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	94
สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	95
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	101
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	101
ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล.....	102
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	103
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	119
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	119
สมมติฐานของการวิจัย.....	120

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	120
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	121
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	121
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	122
สรุปผลการวิจัย.....	123
อภิปรายผล.....	124
ข้อเสนอแนะ.....	127
บรรณานุกรม.....	129
ภาคผนวก.....	143
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ และหนังสือขอความอนุเคราะห์.....	145
ภาคผนวก ข ผลการประเมิน และวิเคราะห์เครื่องมือวิจัย.....	157
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	175
ภาคผนวก ง เครื่องมือวิจัย.....	187
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	311

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติม สาระที่ 4 ชีววิทยา.....	28
2 แบบแผนของการวิจัย แบบกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pre-test and Post-test Design).....	76
3 การวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ และจำนวนชั่วโมง.....	77
4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์ การเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะ กิจกรรม การเรียนรู้ ภาระงานชิ้นงาน และการวัดผลประเมินผล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ.....	79
5 เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้.....	84
6 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แผนการเรียนรู้ และทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์.....	88
7 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับ แผนการจัดการเรียนรู้.....	91
8 การวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหา ผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	104
9 การวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหา ผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.....	105

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
10 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ (E ₁ /E ₂) โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหา ผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	106
11 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง วิวัฒนาการ โดยการจัด การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน และเทคโนโลยี.....	107
12 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียน และหลังเรียน เรื่อง วิวัฒนาการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี.....	108
13 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและ เทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ.....	109
14 กิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่มที่ร่วมกันทำตามกรอบแนวคิดความรู้ใน เนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี (TPACK).....	113
15 ผลการประเมินค่าความสอดคล้อง (IOC) ของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหา ผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	159
16 ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับ ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ โดย ผู้เชี่ยวชาญ.....	161

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
17 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับจุดประสงค์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวก วิธีการสอนและเทคโนโลยี โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	165
18 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับ ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	167
19 ผลการวิเคราะห์ค่าระดับความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหา เป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี.....	169
20 ผลการวิเคราะห์ค่าระดับความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี.....	171
21 ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัด การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน และเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ.....	173
22 วิเคราะห์คะแนนประสิทธิภาพของกระบวนการ (E _i) ของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและ เทคโนโลยี.....	177

ตาราง	หน้า
23 วิเคราะห์คะแนนประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E ₂) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี.....	179
24 วิเคราะห์คะแนนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี.....	181
25 วิเคราะห์คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี.....	183
26 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี.....	185
27 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	309

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในงานวิจัย.....	7
2 กรอบแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีและ องค์ประกอบ.....	48
3 กิจกรรมดำเนินการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งความรู้ออนไลน์ต่าง ๆ โดยมีจุดเน้นตามกรอบแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและ เทคโนโลยี (TPACK).....	115
4 นักเรียนร่วมกันทำใบกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหา เป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี.....	116
5 นักเรียนนำเสนอผลงานในรูปแบบ Mind Mapping.....	116
6 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในรูปแบบ Mind Mapping เรื่อง ซากดึกดำบรรพ์....	116
7 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในรูปแบบ Mind Mapping เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับ วิวัฒนาการ.....	117

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญในสังคมโลกทั้งปัจจุบันและอนาคต เพราะมีความเกี่ยวข้องกับมนุษย์ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพต่าง ๆ เครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ ที่ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน ทั้งนี้ล้วนเป็นผลมาจากความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ที่ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ทำให้เกิดการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีซึ่งเป็นส่วนสำคัญต่อการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ นอกจากนี้ยังส่งเสริมให้เกิดทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ กล่าวได้ว่าวิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้มีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อเสริมสร้างความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับโลก ธรรมชาติ และเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น รวมทั้งสามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม จึงนำไปสู่การจัดการเรียนการสอน ซึ่งครูผู้สอนจะต้องจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยเน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการให้ผู้เรียนมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ฝึกให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอนเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 92) จากความสำคัญของวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น ครูผู้สอนจำเป็นต้องวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียน มีความรู้ความสามารถตามมาตรฐานการเรียนรู้ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสมรรถนะสำคัญตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งเชื่อว่าผู้เรียนมีความสามารถในการเรียนรู้และ

พัฒนาตนเองได้และกระบวนการเรียนรู้ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองได้อย่างและเต็มศักยภาพ โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลในการเรียนรู้ ผู้เรียนต้องอาศัยกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายที่จะนำไปสู่เป้าหมายของหลักสูตร ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนได้แก่ กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการ กระบวนการสร้างองค์ความรู้ กระบวนการคิด กระบวนการทางสังคม กระบวนการเผชิญสถานการณ์และแก้ปัญหา กระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง และกระบวนการปฏิบัติ

จากผลการศึกษาในปัจจุบัน พบว่าความสามารถหรือทักษะต่าง ๆ สามารถฝึกฝน และพัฒนาเพื่อให้เกิดความชำนาญได้ ดังนั้นการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความชำนาญ สามารถเลือกใช้ทักษะต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสมในการแก้ปัญหาแต่ละด้านก็สามารถทำได้เช่นกัน (พันธ์ ทองชุมนุญ, 2547, หน้า 36) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่มีความสำคัญวิทยาศาสตร์และวิชาอื่น ๆ และจำเป็นต่อการนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง ดังนั้น ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยครูผู้สอนต้องมีวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อฝึกทักษะนี้ให้เกิดกับผู้เรียน โดยการฝึกฝนทั้งด้านปฏิบัติและด้านการคิดอย่างเป็นระบบ (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2544, หน้า 8)

จากรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขึ้นพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test : O-NET) ซึ่งเป็นการประเมินคุณภาพการศึกษาของนักเรียน ปีการศึกษา 2563 ของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) พบว่า โรงเรียนสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร มีคะแนนผลการทดสอบของช่วงชั้นที่ 4 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ น้อยที่สุด เท่ากับ 30.64 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ 32.68 คะแนน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2563) และจากรายงานการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาชีววิทยาต่ำ เรื่อง วิวัฒนาการ จากข้อมูลข้างต้นอาจมีสาเหตุที่สำคัญคือ นักเรียนขาดความเข้าใจในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือวิธีการแก้ปัญหา และวิธีจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มุ่งเน้นที่การสอนในเนื้อหาเพียงอย่างเดียว (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561, หน้า 1-4) ดังนั้นบทบาทการสอนของครูควรมีการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเองเป็นหลัก โดยใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และคิดวิเคราะห์

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริงโดยใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้น ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์และแสวงหาองค์ความรู้ใหม่ ๆ ด้วยตนเอง (เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร, 2555, หน้า 124–126) ซึ่งทำให้นักเรียนมีความอยากรู้ อยากเห็น ต้องการที่จะแก้ปัญหานั้น ๆ เกิดกระบวนการคิดส่งเสริมให้มีการแสวงหาข้อมูลเพื่อนำไปสู่การอภิปรายและตัดสินใจแก้ปัญหา ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต (อัมพร ม้าคอง, 2554, หน้า 59–68)

เพื่อให้เกิดความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ครูผู้สอนจะต้องนำเทคโนโลยีดิจิทัล เครื่องมือสื่อสาร หรือเครือข่ายคอมพิวเตอร์มาบูรณาการกับการเรียนการสอนในเนื้อหา เพื่อลดความเป็นนามธรรมและเพิ่มความเป็นรูปธรรม ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น โดย Mishra & Koehler ได้นิยาม TPACK ว่าเป็นความรู้ของครูในการสอนผ่านเทคโนโลยี โดยบูรณาการความรู้ 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้ด้านเทคโนโลยี ความรู้ด้านวิธีสอน และความรู้ด้านเนื้อหาที่สอน เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้นจึงจำเป็นสำหรับครูที่จะต้องมีความรู้ความเข้าใจในการบูรณาการความรู้ทั้ง 3 ด้านนี้เข้าด้วยกันได้ (Mishra & Koehler, 2006, pp. 1017–1054)

จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาและพัฒนาทักษะผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเรื่อง วิวัฒนาการ ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น และได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถนำความรู้ไปปฏิบัติใช้ในชีวิตประจำวันได้

คำถามของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดคำถามของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหา
ผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ
มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 หรือไม่
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและ
เทคโนโลยี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน หรือไม่
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและ
เทคโนโลยี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน หรือไม่
4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้
แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี อยู่ในระดับใด

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหา
ผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ
มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน
ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ใน
เนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี
4. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและ
เทคโนโลยี

สมมติฐานของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานการวิจัยไว้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหา
ผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ
มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและ
เทคโนโลยี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและ
เทคโนโลยี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. ศึกษาคความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและ
เทคโนโลยี อยู่ในระดับมากขึ้นไป

ความสำคัญของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความสำคัญของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. ได้แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับความรู้ในเนื้อหา
ผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สำหรับใช้ในการเรียน
รายวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพโดยผ่านกระบวนการวิจัยเพื่อตรวจสอบคุณภาพ
2. ได้แนวทางในการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ และเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอน
วิชาวิทยาศาสตร์และครูผู้สอนกลุ่มสาระอื่น ๆ ที่จะนำการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหา
เป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ไปปรับใช้ในกิจกรรมการ
เรียนการสอนได้

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง เป็นเนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สาระชีววิทยา เรื่อง วิวัฒนาการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 หลักฐานและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
จำนวน 2 ชั่วโมง

1.2 แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต จำนวน 3 ชั่วโมง

1.3 พันธุศาสตร์ประชากร จำนวน 4 ชั่วโมง

1.4 ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีล
จำนวน 2 ชั่วโมง

1.5 กำเนิดสปีชีส์ จำนวน 3 ชั่วโมง

รวมทั้งหมด 14 ชั่วโมง

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสว่างแดนดิน ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ประจำปีการศึกษา 2565 อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร เขต 23 จำนวน 7 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 280 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนสว่างแดนดิน ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ประจำปีการศึกษา 2565 อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร เขต 23 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 30 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

3.3.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

3.3.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.3.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

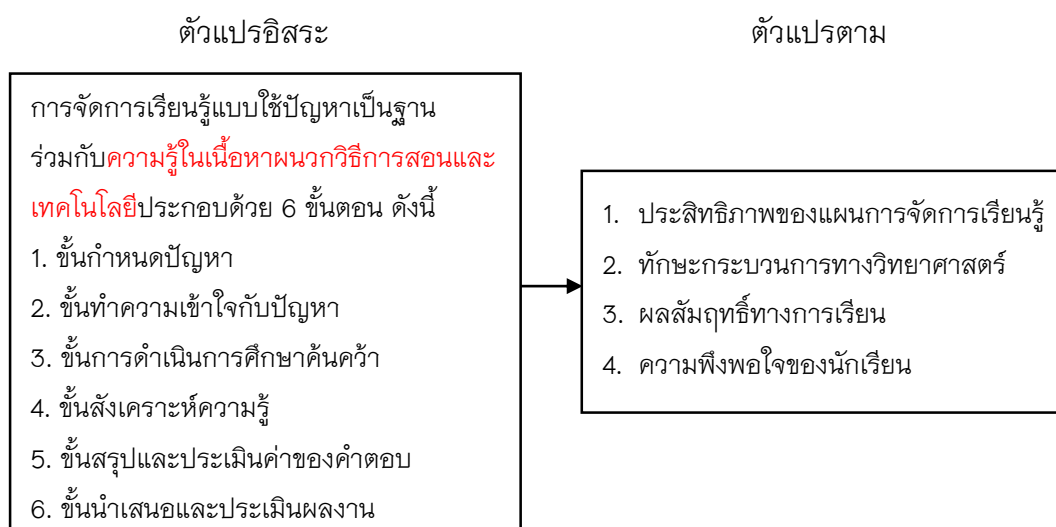
3.3.4 ความพึงพอใจของนักเรียน

4. ระยะเวลา

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดการดำเนินการทดลองสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใช้เวลาในการทดลองสอน จำนวน 14 ชั่วโมง และใช้เวลาทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน 2 ชั่วโมง

กรอบแนวคิดของการวิจัย

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เพื่อทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยจึงได้กำหนดกรอบแนวคิดของการวิจัยไว้ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดนิยามศัพท์เฉพาะไว้ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning: PBL) หมายถึง การสอนที่มุ่งสร้างความเข้าใจและหาทางแก้ปัญหา โดยใช้ปัญหาเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้ และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล และสืบค้นข้อมูลที่ต้องการเพื่อสร้างความเข้าใจกลไกของตัวปัญหารวมทั้งวิธีแก้ปัญหา ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมี 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่ผู้เรียนอยากรู้ อยากเรียนได้และเกิดความสนใจที่ค้นคำตอบ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาที่ต้องเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนจะต้องอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้เรียนจะต้องดำเนินการศึกษาค้นคว้าเป็นระบบร่วมกัน โดยมีผู้สอนให้คำชี้แนะและอำนวยความสะดวก

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนในกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันอภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ เพื่อกำหนดแนวคิด วิธีการหาคำตอบ ความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเอง และประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสม หรือไม่เพียงใดโดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย ผู้เรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน

2. กรอบแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) หมายถึง การบูรณาการของ 3 องค์ประกอบหลักที่มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างซับซ้อน และสามารถอธิบายการปฏิบัติการสอนของครูที่ใช้เทคโนโลยี ในการจัดการเรียนการสอน ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการสอนของครู ซึ่งไม่ได้ขึ้นอยู่กับ

เฉพาะความรู้และทักษะทางด้านเทคโนโลยีของครูเท่านั้น แต่ยังเกี่ยวข้องกับความรู้ด้านเนื้อหาและความรู้ด้านการสอนอีกด้วย โดยสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ดังนี้

2.1 ความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technological Knowledge) หรือ TK หมายถึง ความรู้ความสามารถของผู้สอนที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้สื่ออุปกรณ์ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษา เพื่อใช้ในการประกอบการสอนให้สอดคล้องและมีความเหมาะสมกับเนื้อหาวิชาและผู้เรียน

2.2 ความรู้ด้านวิธีการสอน (Pedagogical Knowledge) หรือ PK หมายถึง ความรู้ความสามารถของผู้สอนที่นำมาประยุกต์ใช้เพื่อเป็นแนวทางการเรียนการสอนให้กับผู้เรียน หรือที่เกี่ยวกับวิธีการถ่ายทอดความรู้ไปสู่ผู้เรียน รวมไปถึงกลยุทธ์หรือกระบวนการปฏิบัติ หรือวิธีการสอนทั้งในและนอกชั้นเรียน ในส่วนนี้ไม่รวมถึงทฤษฎีการศึกษา (Educational Theories) และวิธีการประเมิน (Assessment Methods) เช่น การเรียนการสอนโดยใช้วิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning: PBL)

2.3 ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge) หรือ CK หมายถึง สารระข้อมูล แนวคิด หลักการที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาการในหลักสูตรที่ต้องการที่จะถ่ายทอดไปยังผู้เรียน เช่น คณิตศาสตร์ ภาษาไทย วิทยาศาสตร์ หรือ วิชาอื่น ๆ

3. การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี หมายถึง การบูรณาการการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 6 ตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหา โดยใช้เทคโนโลยีมาช่วยในการกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่ผู้เรียนอยากรู้อยากเรียนและเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา ผู้เรียนทำความเข้าใจปัญหาที่ต้องเรียนรู้ซึ่งผู้เรียนจะต้องอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้สอนนำเทคโนโลยีที่หลากหลายมาให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยมีจุดเน้นตามกรอบแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนในกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ร่วมกันอภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ เพื่อกำหนดแนวคิดและวิธีการหาคำตอบว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเอง และประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลายโดยใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วย ผู้เรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนการคิดอย่างเป็นระบบในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏในแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 14 ทักษะ ดังนี้

4.1 การสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสของร่างกายนักเรียน ได้แก่ หู ตา จมูก ลิ้น กายสัมผัส เข้าสัมผัสกับวัตถุหรือเหตุการณ์เพื่อให้ทราบและรับรู้ข้อมูลรายละเอียดของสิ่งเหล่านั้น โดยปราศจากความคิดเห็นส่วนตัว

4.2 การวัด (Measuring) หมายถึง การเลือกใช้เครื่องมือให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด รวมถึงเข้าใจวิธีการวัดและแสดงขั้นตอนการวัดได้อย่างถูกต้อง

4.3 การคำนวณ (Using Numbers) หมายถึง นักเรียนนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขที่ได้จากการนับ และตัวเลขจากการวัดมาคำนวณด้วยสูตรคณิตศาสตร์ เช่น การบวก การลบ การคูณ การหาร การแสดงวิธีคำนวณ และการคำนวณที่ต้องการ

4.4 การจำแนกประเภท (Classifying) หมายถึง นักเรียนเรียงลำดับแบ่งกลุ่มวัตถุ หรือรายละเอียดข้อมูลด้วยเกณฑ์ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์ใด ๆ อย่างใดอย่างหนึ่ง

4.5 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา สเปสของวัตถุ (Using Space/Time Relationships) หมายถึง นักเรียนหาที่ว่างที่วัตถุนั้นครองอยู่ ซึ่งอาจมีรูปร่างเหมือนกันหรือแตกต่างกับวัตถุนั้น

4.6 การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Communication) หมายถึง นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและการวัดมาจัดกระทำให้มีคความหมาย โดยการหาความถี่การเรียงลำดับการจัดกลุ่ม การคำนวณค่า เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมาย ได้ดีขึ้นผ่านการเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ เขียนหรือบรรยาย

4.7 การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง นักเรียนเพิ่มความ คิดเห็นของตนต่อข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลจากพื้นฐานความรู้หรือ ประสบการณ์ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ คือ สามารถอธิบายหรือสรุปจาก ประเด็นของการเพิ่มความ คิดเห็นของตนต่อข้อมูลที่ได้มา

4.8 การพยากรณ์ (Predicting) หมายถึง นักเรียนทำนายหรือ การคาดคะเนคำตอบ โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการทำซ้ำ ผ่านกระบวนการ แปลความหมายของข้อมูลจากสัมพันธ์ภายใต้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

4.9 การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses) หมายถึง นักเรียน ตั้งคำถามหรือคิดคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองเพื่ออธิบายหาความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรต่าง ๆ

4.10 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง นักเรียนกำหนดนิยามอธิบายความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การศึกษาหรือการทดลอง

4.11 การกำหนด และควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling variables) หมายถึง บ่งบอกถึงลักษณะตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม ในสมมติฐานที่ศึกษา

4.12 การทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติ ในขั้นตอนการทดลอง เพื่อหาคำตอบจากสมมติฐาน

4.13 การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion) หมายถึง แปลความหมาย หรือการบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูล ที่มีอยู่ สรุปประเด็นสำคัญของข้อมูลที่ได้จากศึกษาหรือการทดลอง

4.14 การสร้างแบบจำลอง (Modeling Construction) หมายถึง การนำเสนอข้อมูล แนวคิด ความคิดรวบยอด เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจในรูปแบบจำลองต่าง ๆ เช่น กราฟ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว วัสดุ สิ่งของ สิ่งประดิษฐ์ หุ่น เป็นต้น

ซึ่งวัดได้จากคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของแต่ละบุคคลในด้านต่าง ๆ ที่แสดงให้เห็นถึงความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหา ทักษะกระบวนการ หรือข้อมูลความรู้ที่กำหนดไว้ที่สามารถตรวจสอบได้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามแนวการวัดและประเมินผล ด้านพุทธิพิสัย 6 ด้าน ดังนี้

5.1 ความรู้ความจำ (Remembering) คือ การที่ผู้เรียนสามารถตอบได้ว่าสิ่งที่เรียนมาจากไหน เพราะเกิดจากการจดจำ

5.2 ความเข้าใจ (Understanding) คือ การที่ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ของสิ่งที่ได้เรียนมา สามารถอธิบายตามความเข้าใจของตัวเองได้

5.3 การประยุกต์ใช้ (Applying) คือ การที่ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับมาใช้ในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้

5.4 การวิเคราะห์ (Analyzing) คือ การที่ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้เรียนมาคิดอย่างลึกซึ้ง รวมทั้งแยกแยะหาความสัมพันธ์และเหตุผลได้

5.5 การประเมินผล (Evaluating) คือ การที่ผู้เรียนสามารถตั้งเกณฑ์ตัดสิน เปรียบเทียบคุณภาพหรือประสิทธิภาพของการเรียนรู้ได้

5.6 การสร้างสรรค์ (Creating) คือ การที่ผู้เรียนสามารถคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ ได้ด้วยตนเอง หรือสามารถปรับปรุงแก้ไขออกแบบ ตั้งสมมติฐานใหม่ ๆ ได้

ซึ่งวัดได้จากคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ

6. ความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ หมายถึง ระดับความพึงพอใจของบุคคลโดยสื่อให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้นั้น ๆ เกิดจากพื้นฐานของการรับรู้ ค่านิยมและประสบการณ์ที่แต่ละบุคคลได้รับ ซึ่งความพึงพอใจเป็นองค์ประกอบสำคัญของ การเรียนรู้ ทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอีกด้วยสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำแนวทางการวัดความพึงพอใจ โดยใช้แบบวัดความพึงพอใจของลิเคิร์ต มาใช้ในการสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้

6.1 ด้านเนื้อหา หมายถึง การประเมินความพึงพอใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่นำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ว่าเหมาะสมกับผู้เรียน มีความน่าสนใจ และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

6.2 ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การประเมินความพึงพอใจ เกี่ยวกับรูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียน นักเรียนชอบหรือมีความสุขในการร่วมกิจกรรม ความเหมาะสมกับเนื้อหาและเวลา และเป็นกิจกรรมที่ฝึกทักษะการคิดของนักเรียน

6.3 ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ หมายถึง การประเมินความพึงพอใจเกี่ยวกับบรรยากาศในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความหลากหลายน่าสนใจ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ด้านต่าง ๆ

6.4 ด้านการวัดและประเมินผล หมายถึง การประเมินความพึงพอใจเกี่ยวกับการประเมินผลงานของนักเรียน นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผลงาน โดยแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีจำนวน 20 ข้อ ซึ่งแต่ละข้อ จะกำหนดคะแนนเป็น 5 ระดับ

7. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการที่สำคัญที่ผู้วิจัย ต้องสร้างเครื่องมือวิจัยให้สอดคล้องกับลักษณะตัวแปร คำนิยามปฏิบัติการเพื่อให้ได้ข้อมูลการวัดสอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการศึกษาและมีคุณภาพ เช่น การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หรือสิ่งที่พัฒนาเพื่อที่จะมั่นใจที่จะนำไปใช้ต่อไป โดยการหาประสิทธิภาพนิยมใช้เกณฑ์ 80/80

ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ได้ตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ 80/80 ซึ่งมีความหมายในลักษณะที่ 1 ดังนี้

80 ตัวหน้า คือ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบย่อย ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

80 ตัวหลัง คือ ร้อยละของคะแนนที่เฉลี่ยได้จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (Post-Test) ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทุกคน หลังการทดลองเสร็จสิ้นลงครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาแนววิธีการสอนและเทคโนโลยี ผู้ศึกษาได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

- 1.1 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์
 - 1.2 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์
 - 1.3 สาระสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม
 - 1.4 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม
 - 1.5 คุณภาพผู้เรียน
 - 1.6 ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม รายวิชาชีววิทยา
2. การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน
- 2.1 ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 2.2 แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 2.3 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 2.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 2.5 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 2.6 ประโยชน์การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 2.7 การประเมินการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

3. กรอบแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK)
 - 3.1 ความหมายของกรอบแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี
 - 3.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 4.2 ประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 4.3 การวัด และประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 5.2 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 5.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 5.4 ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี
 - 5.5 การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6. ประสิทธิภาพของเครื่องมือ
 - 6.1 ความหมายของประสิทธิภาพ
 - 6.2 การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย
7. ความพึงพอใจในการเรียน
 - 7.1 ความหมายของความพึงพอใจ
 - 7.2 การวัดระดับความพึงพอใจ
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 8.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

**การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
(ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)**

จากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)
สรุปสาระสำคัญได้ ดังนี้

1. ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา
ขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 นี้ ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1
วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก
และอวกาศ และสาระที่ 4 เทคโนโลยี โดยมีสาระเพิ่มเติม 4 สาระ ได้แก่ สาระชีววิทยา
สาระเคมี สาระฟิสิกส์ สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ องค์ประกอบของหลักสูตร
ทั้งในด้านของเนื้อหา การจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้นั้น
มีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละ
ระดับชั้น ให้มีความต่อเนื่องเชื่อมโยงกัน ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 6 สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดตัวชี้วัด
และสาระการเรียนรู้แกนกลางที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถ
นำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้
โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละสาระในแต่ละระดับชั้นให้มีการเชื่อมโยง
ความรู้กับกระบวนการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนา
ความคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญ
ทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้า
และสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ
สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลาย และประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

ตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์
ต่อผู้เรียนมากที่สุด จึงได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ขึ้นเพื่อให้สถานศึกษา ครูผู้สอน ตลอดจน หน่วยงานต่าง ๆ ได้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหนังสือเรียน คู่มือครู สื่อประกอบการ เรียนการสอน ตลอดจนการวัดและประเมินผล โดยตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่จัดทำขึ้นนี้ ได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันภายในสาระการเรียนรู้เดียวกัน และระหว่างสาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนการเชื่อมโยง เนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังได้ปรับปรุงเนื้อหาเพื่อให้ มีความทันต่อการเปลี่ยนแปลง และความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ เพื่อทัดเทียม กับนานาชาติ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 1-3)

2. เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ ด้วยตนเองมากที่สุดเพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจ ตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ (ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง, 2560, หน้า 10) ดังนี้

- 1) เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐาน ในวิชาวิทยาศาสตร์
- 2) เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
- 3) เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้น ทางเทคโนโลยี
- 4) เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีมวลมนุษย สภาวะแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
- 5) เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
- 6) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

7) เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

3. สาระสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ผู้เรียนจะได้เรียนรู้สาระสำคัญ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 128–129) ดังนี้

ชีววิทยา เรียนรู้เกี่ยวกับการศึกษาชีววิทยา สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต เซลล์ของสิ่งมีชีวิต พันธุกรรม และการถ่ายทอดวิวัฒนาการ ความหลากหลายทางชีวภาพ โครงสร้างและการทำงานของส่วนต่าง ๆ ในพืชดอก ระบบและการทำงานในอวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

เคมี เรียนรู้เกี่ยวกับปริมาณสาร องค์ประกอบและสมบัติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร ทักษะและการแก้ปัญหาทางเคมี

ฟิสิกส์ เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ และการค้นพบทางฟิสิกส์ แรงและการเคลื่อนที่ และพลังงาน

โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับโลกและกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา ข้อมูลทางธรณีวิทยาและการนำไปใช้ประโยชน์ การถ่ายโอนพลังงานความร้อนของโลกการเปลี่ยนแปลงลักษณะลมฟ้าอากาศกับการดำรงชีวิตของมนุษย์ โลกในเอกภพ และดาราศาสตร์กับมนุษย์

4. สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ทั้งหมด 4 สาระ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 128–129) ดังนี้

สาระที่ 4 ชีววิทยา

1. เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

2. เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก

การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊ส และคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอก และการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4. เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ รวมทั้งการหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอร์โมนกับการรักษาคุณภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

5. เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหาและผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ และแนวทางการแก้ไขปัญหา

สาระที่ 5 เคมี

1. เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์ และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจหลักการปฏิบัติการณ์เคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วยการคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน และการแก้ปัญหาทางเคมี

สาระที่ 6 ฟิสิกส์

1. เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล

แรงเสียดทานสมดุกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัม และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้งรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่นเสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็ก ที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำ แม่เหล็กไฟฟ้า และกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิ และสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุ และมอดุลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยาง และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติ และพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแวนเดอวาลส์ ปฏิกริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

1. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก ธรณีพิบัติภัย และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม การศึกษาลำดับชั้นหิน ทรัพยากรธรณี แผนที่ และการนำไปใช้ประโยชน์

2. เข้าใจสมดุลพลังงานของโลก การหมุนเวียนของอากาศบนโลก การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร การเกิดเมฆ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการพยากรณ์อากาศ

3. เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ ความสัมพันธ์ของดาราศาสตร์กับมนุษย์ จากการศึกษาตำแหน่งดาวบนท้องฟ้า และปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ รวมทั้งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

5. คุณภาพผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียนที่เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำหรับผู้เรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 131-134) ไว้ ดังนี้

5.1 เข้าใจวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตและปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์ การใช้กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์และการหายใจระดับเซลล์

5.2 เข้าใจหลักการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต การถ่ายทอดยีนบนอโตโซมและโครโมโซมเพศ โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ การจำลองดีเอ็นเอ กระบวนการสังเคราะห์โปรตีน การเกิดมิวเทชัน ในสิ่งมีชีวิต หลักการและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต เงื่อนไขของภาวะสมดุล ของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก กระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ลักษณะสำคัญของสิ่งมีชีวิต กลุ่มแบคทีเรีย โพรทิสต์ พืช ฟังไจ และสัตว์ การจำแนกสิ่งมีชีวิต ออกเป็นหมวดหมู่ และวิธีการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์

5.3 เข้าใจโครงสร้างและส่วนประกอบของพืช ทั้งราก ลำต้น และใบ การแลกเปลี่ยนแก๊ส การคายน้ำ การลำเลียงน้ำ ธาตุอาหาร การลำเลียงอาหาร การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์และการปฏิสนธิของพืชดอก การเกิดผลและเมล็ด บทบาทของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช และการประยุกต์ใช้ และการตอบสนองของพืช

5.4 เข้าใจกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต โครงสร้าง หน้าที่ และกระบวนการต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ ได้แก่ การย่อยอาหาร การแลกเปลี่ยนแก๊ส การเคลื่อนที่ การกำจัดของเสียออกจากร่างกายของสิ่งมีชีวิต ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายของมนุษย์ การทำงานของระบบประสาท และอวัยวะรับความรู้สึก ระบบสืบพันธุ์ การปฏิสนธิ การเจริญเติบโต ฮอร์โมน และพฤติกรรมของสัตว์

5.5 เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบต่าง ๆ ในระบบนิเวศการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรมนุษย์ในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ และระดับโลก แนวทางการป้องกัน และแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

5.6 เข้าใจการศึกษาโครงสร้างอะตอมของนักวิทยาศาสตร์ การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม สมบัติบางประการของธาตุ และการจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ พันธะเคมี สมบัติของสารที่มีความสัมพันธ์กับพันธะเคมี กฎต่าง ๆ ของแก๊ส และสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์ประเภท และสมบัติของพอลิเมอร์

5.7 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี การคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมีและปัจจัยที่มีผลต่อสมดุลเคมี ทฤษฎีกรด-เบส สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส สารละลายบัฟเฟอร์ ปฏิกิริยารีดอกซ์ และเซลล์เคมีไฟฟ้า

5.8 เข้าใจข้อปฏิบัติเบื้องต้นเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำปฏิบัติการเคมี การเลือกใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการทำปฏิบัติการ หน่วยวัด และการเปลี่ยนหน่วยวัดด้วยการใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย การคำนวณเกี่ยวกับมวลอะตอม มวลโมเลกุล และมวลสูตร ความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP การคำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย การเตรียมสารละลาย และการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

5.9 เข้าใจธรรมชาติของฟิลิกส์ กระบวนการวัด ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่ในแนวตรง แรงลัพธ์ กฎการเคลื่อนที่ แรงเสียดทาน กฎความโน้มถ่วงสากล สนามโน้มถ่วง งาน กฎการอนุรักษ์พลังงานกล สมดุลกลของวัตถุ เครื่องกลอย่างง่าย โมเมนตัมและการดล กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การชน และการเคลื่อนที่ในแนวโค้ง

5.10 เข้าใจการเคลื่อนที่แบบคลื่น ปรากฏการณ์คลื่น การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบนและการแทรกสอด หลักการของฮอยเกนส์ การเคลื่อนที่

ของคลื่นเสียง ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง ความเข้มเสียงและระดับเสียง การได้ยิน ภาพที่เกิดจากกระจกเงาและเลนส์ ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงและการมองเห็นแสงสี

5.11 เข้าใจสนามไฟฟ้า แรงไฟฟ้า กฎของคูลอมบ์ ศักย์ไฟฟ้า ตัวเก็บประจุ ตัวต้านทานและกฎของโอห์ม พลังงานไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทน เป็น พลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีด้านพลังงาน สนามแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ระหว่าง สนามแม่เหล็กกับกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

5.12 เข้าใจผลของความร้อนต่อสสาร สภาพยืดหยุ่น ความดัน ในของไหล แรงพุง ของไหลอุดมคติ ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส แนวคิดควอนตัมของพลังงาน ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค การสลายของ นิวเคลียสกัมมันตรังสี กัมมันตภาพ ปฏิกริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงาน แรงแยกในนิวเคลียส และการค้นคว้าวิจัย ด้านฟิสิกส์อนุภาค

5.13 เข้าใจการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก สาเหตุ และรูปแบบการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเกิดลักษณะธรณีฐานและธรณี โครงสร้างแบบต่าง ๆ หลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบในปัจจุบันและการลำดับเหตุการณ์ ทางธรณีวิทยาในอดีต สาเหตุ กระบวนการเกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด สึนามิ ผลกระทบ แนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย สมบัติและการจำแนกชนิด ของแร่ กระบวนการเกิดและการจำแนกชนิดหิน กระบวนการเกิดและการสำรวจ แหล่งปิโตรเลียมและถ่านหิน การแปลความหมายจากแผนที่ภูมิประเทศ และแผนที่ธรณีวิทยา และการนำข้อมูลทางธรณีวิทยาไปใช้ประโยชน์

5.14 เข้าใจปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการรับและปลดปล่อยพลังงาน จากดวงอาทิตย์ กระบวนการที่ทำให้เกิดสมดุลพลังงานของโลก ผลของแรงโน้ม จากความแตกต่างของความกดอากาศ แรงคอริโอลิส แรงสู่ศูนย์กลาง และแรงเสียดทาน ที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศ การหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อ ภูมิอากาศ ปัจจัยที่ทำให้เกิดการแบ่งชั้นน้ำ และการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร รูปแบบการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร และผลของการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร ที่มีต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ ลิงมีชีวิตร และสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ระหว่างเสถียรภาพ อากาศ และการเกิดเมฆ การเกิดแนวปะทะอากาศแบบต่าง ๆ และลักษณะลมฟ้าอากาศ ที่

เกี่ยวข้อง ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก รวมทั้งการแปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศ และการพยากรณ์ลักษณะลมฟ้าอากาศเบื้องต้นจากแผนที่อากาศและข้อมูลสารสนเทศ

5.15 เข้าใจการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาดอุณหภูมิของเอกภพ หลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง ประเภทของกาแล็กซี โครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือก กระบวนการเกิดดาวฤกษ์ และการสร้างพลังงานของดาวฤกษ์ ปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์ และความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์ ความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์ วิธีการหาระยะทางของดาวฤกษ์ด้วยหลักการพารัลแลกซ์ วิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดาวฤกษ์ กระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริหารของดวงอาทิตย์ ลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต การโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ด้วยกฎเคปเลอร์ และกฎความโน้มถ่วงของนิวตัน โครงสร้างของดวงอาทิตย์ การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะ และผลที่มีต่อโลก การระบุพิกัดของดาวในระบบขอบฟ้า และระบบศูนย์สูตร เส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์ เวลา สุริยุคติ และการเปรียบเทียบเวลาของแต่ละเขตเวลาบนโลก การสำรวจอวกาศและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

5.16 ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

5.17 ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้ และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ที่แสดงให้เห็นถึงการใช้ความคิดระดับสูงที่สามารถสำรวจ ตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้ สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบวิธีการสำรวจ ตรวจสอบตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ได้อย่างเหมาะสม มีหลักฐานเชิงประจักษ์ เลือกวัสดุอุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการในการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ

5.18 วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปเพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงวิธีการสำรวจ ตรวจสอบ จัดกระทำข้อมูลและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม สื่อสารแนวคิด

ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ โดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยี สารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจโดยมีหลักฐานอ้างอิงหรือมีทฤษฎีรองรับ

5.19 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้ มีเหตุผล และยอมรับได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้

5.20 แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบหรือแก้ปัญหาได้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็น โดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็น ของผู้อื่น

คุณภาพของผู้เรียนที่เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (สำหรับผู้เรียนทุกคน)

1. วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี ได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยี ที่ซับซ้อน การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์ อื่น โดยเฉพาะ วิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจ เพื่อเลือกใช้เทคโนโลยี โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ ทรัพยากรเพื่อออกแบบสร้างหรือพัฒนาผลงานสำหรับแก้ปัญหา ที่มีผลกระทบต่อสังคม โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบและนำเสนอผลงาน เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ปลอดภัย รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา

2. ใช้ความรู้ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยี สารสนเทศ และการสื่อสาร เพื่อรวบรวมข้อมูลในชีวิตจริงจากแหล่งต่าง ๆ และความรู้ จากศาสตร์อื่น มาประยุกต์ใช้สร้างความรู้ใหม่ เข้าใจการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ที่มีผลต่อการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม วัฒนธรรม และใช้อย่างปลอดภัย มีจริยธรรม

3. เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนา เทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

4. ตระหนักถึงความสำคัญและเห็นคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง

อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลมาจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

5. แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษา ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชน ในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

6. ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม รายวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายวิชาชีววิทยา เป็นรายวิชาเพิ่มเติมที่สอดคล้องกับมาตรฐาน การเรียนรู้ ข้อที่ 1 2 3 4 และ 5 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 129-132) โดยผู้วิจัยเลือกในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 จะสอดคล้องกับมาตรฐาน การเรียนรู้ข้อที่ 2 ดังนี้

สาระที่ 4 ชีววิทยา

1. เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบน โครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของ สิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ดังตาราง 1

ตาราง 1 ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติม สาระที่ 4 ชีววิทยา

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
ม.4	1. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และสรุปผล การทดลองของเมนเดล	- เมนเดลศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยการผสมพันธุ์ถั่วลันเตา จนสรุปเป็นกฎแห่งการแยกและกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ
	2. อธิบาย และสรุปกฎแห่ง การแยก และกฎแห่งการรวม กลุ่มอย่างอิสระ และนำกฎของเมนเดลนี้ไปอธิบายการ ถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและใช้ ในการคำนวณโอกาสในการเกิด พีโนไทป์ และจีโนไทป์แบบต่าง ๆ ของรุ่น F_1 และ F_2	- กฎแห่งการแยกมีใจความว่า แอลลีลที่อยู่ เป็นคู่จะแยกออกจากกันในระหว่าง การสร้างเซลล์สืบพันธุ์โดยเซลล์สืบพันธุ์ แต่ละเซลล์จะมีเพียงแอลลีลใดแอลลีลหนึ่ง - กฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระมี ใจความว่า หลังจากคู่ของแอลลีลแยกออก จากกันแต่ละแอลลีลจะจัดกลุ่มอย่างอิสระ กับแอลลีลอื่น ๆ ที่แยกออกจากคู่เช่นกัน ในการเข้าไปอยู่ในเซลล์สืบพันธุ์
	3. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะ ทางพันธุกรรม ที่เป็นส่วนขยายของ พันธุศาสตร์เมนเดล	- การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม บางลักษณะให้อัตราส่วนที่แตกต่างจาก ผลการศึกษาของเมนเดล เรียกลักษณะ เหล่านี้ว่าลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วน ขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล เช่น การขมไม่สมบูรณ์ การขมร่วมกันมัลติเปิล แอลลีลยีนบนโครโมโซมเพศ และพอลิยีน

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
ม.4	4. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และเปรียบเทียบลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ต่อเนื่องและลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันต่อเนื่อง	<ul style="list-style-type: none"> - ลักษณะพันธุกรรมบางลักษณะมีความแตกต่างกันชัดเจน เช่น การมีติ่งหูหรือไม่มีติ่งหูซึ่งเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ต่อเนื่อง - ลักษณะทางพันธุกรรมบางลักษณะ เช่น ความสูงและสีผิวของมนุษย์ถูกควบคุมโดยยีนหลายคู่ซึ่งเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันต่อเนื่องและสิ่งแวดล้อมอาจมีผลต่อการแสดงลักษณะนั้นแตกต่างกันเล็กน้อยและลดหลั่นกันไป
	5. อธิบายการถ่ายทอดยีน บนโครโมโซม และยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซมและยีนบนโครโมโซมเพศ	<ul style="list-style-type: none"> - โครโมโซมภายในเซลล์ร่างกายแบ่งเป็นออโตโซมและโครโมโซมเพศ ลักษณะทางพันธุกรรมส่วนใหญ่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซมบางลักษณะถูกควบคุมด้วยยีนบนโครโมโซมเพศซึ่งส่วนมากเป็นยีนบนโครโมโซม X - เมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ยีนบนโครโมโซมเดียวกันที่อยู่ใกล้กัน มักจะถูกถ่ายทอดไปด้วยกันแต่การเกิดครอสซิงโอเวอร์ในการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส อาจทำให้ยีนบนโครโมโซมเดียวกันแยกจากกันได้ส่งผลให้รูปแบบของเซลล์สืบพันธุ์ - DNA เป็นพอลิเมอร์ของนิวคลีโอไทด์แต่ละเซลล์สืบพันธุ์ที่ได้แตกต่างไปจากกรณีที่ไม่เกิดครอสซิงโอเวอร์

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
ม.4	6. สืบค้นข้อมูล อธิบายสมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของ DNA และสรุปการจำลอง DNA	– นิวคลีโอไทด์ประกอบด้วยน้ำตาลดีออกซี ไรโบส หมู่ฟอสเฟต และไนโตรจีนัสเบส คือ A T C และ G
	7. อธิบาย และระบุขั้นตอนในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและหน้าที่ของ DNA และ RNA แต่ละชนิดในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน	– โมเลกุลของ DNA เป็นพอลินิวคลีโอไทด์ 2 สายเรียงสลับทิศและบิดเป็นเกลียวเวียนขวา โดยการเข้าคู่กันของสาย DNA เกิดจากการจับคู่ของเบสคู่สม คือ A คู่กับ T และ C คู่กับ G
	8. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างสารพันธุกรรม แอลลีล โปรตีน ลักษณะทางพันธุกรรม และเชื่อมโยงกับความรู้เรื่องพันธุศาสตร์เมนเดล	– ยีน คือสาย DNA บางช่วงที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมได้โดยยีนกำหนดลำดับกรดอะมิโนของโปรตีนซึ่งทำหน้าที่เป็นโครงสร้าง เอนไซม์ และอื่น ๆ มีผลทำให้เซลล์และสิ่งมีชีวิตปรากฏลักษณะต่าง ๆ ได้ – DNA จำลองตัวเองได้โดยใช้สายหนึ่งเป็นแม่แบบ และสร้างอีกสายขึ้นมาใหม่ซึ่งจะมีโครงสร้างและลำดับนิวคลีโอไทด์เหมือนเดิม – DNA ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตได้ โดยการสร้าง RNA 3 ประเภท คือ mRNA tRNA และ rRNA ซึ่งร่วมกันทำหน้าที่ในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน – RNA เป็นพอลิเมอร์ของนิวคลีโอไทด์สายเดี่ยวแต่นิวคลีโอไทด์ประกอบด้วยน้ำตาลไรโบส หมู่ฟอสเฟตและไนโตรจีนัสเบส คือ A U C และ G

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
ม.4	9. สืบค้นข้อมูล และอธิบาย การเกิดมิวเทชันระดับยีนและ ระดับโครโมโซม สาเหตุการ เกิดมิวเทชัน รวมทั้งยก ตัวอย่างโรคและกลุ่มอาการ ที่เป็นผลของการเกิดมิวเทชัน	<p>- มิวเทชันเป็นการเปลี่ยนแปลงของลำดับหรือ จำนวนนิวคลีโอไทด์ใน DNA ซึ่งอาจนำไปสู่การ เปลี่ยนแปลงโครงสร้างและการทำงานของโปรตีน ซึ่งถ้าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิดในเซลล์สืบพันธุ์ จะสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อ ๆ ไปได้และทำให้เกิดความแปรผันทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต การเกิดมิวเทชันมีสาเหตุมาจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น รังสีและสารเคมี</p> <p>- การขาดหายไปหรือเพิ่มขึ้นของนิวคลีโอไทด์ และการแทนที่คู่เบส เป็นการเกิดมิวเทชันระดับยีน เช่น โรคโลหิตจางชนิด ซิกเคิลเซลล์เป็นผลมาจากการ แทนที่คู่เบส</p>
	10. อธิบายหลักการสร้าง สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม โดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์	<p>- การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโครโมโซม เช่น หายไปหรือเพิ่มขึ้นบางส่วน และการเปลี่ยนแปลง จำนวนโครโมโซม เช่นการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของ โครโมโซมบางแท่งหรือทั้งชุด เป็นสาเหตุของการเกิด มิวเทชันระดับโครโมโซม เช่น กลุ่มอาการครีดูชาต์</p> <p>- การใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ในการสร้างดีเอ็นเอ รีคอมบิแนนท์สามารถนำไปใช้ในการสร้างสิ่งมีชีวิต ดัดแปรพันธุกรรม โดยนำยีนที่ต้องการมาตัดต่อใส่ใน สิ่งมีชีวิต ทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นมีสมบัติตามต้องการ</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
ม.4	11. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอธิบายการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ใช้ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตรและอุตสาหกรรม และข้อควรคำนึงถึงด้านชีวจริยธรรม	<p>- เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น สิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์การเกษตร และอุตสาหกรรม โดยการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอต้องคำนึงถึงความปลอดภัยทางชีวภาพ ชีวจริยธรรม และผลกระทบต่อสังคม</p>
	12. สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับหลักฐานที่สนับสนุนและข้อมูลที่ใช้อธิบายการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต	<p>- หลักฐานที่ทำให้เชื่อว่าสิ่งมีชีวิตมีวิวัฒนาการ เช่น ซากดึกดำบรรพ์กายวิภาค เปรียบเทียบ วิทยาเอ็มบริโอ การแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตทางภูมิศาสตร์ การศึกษาทางชีวภูมิศาสตร์ และด้านชีววิทยาระดับโมเลกุล</p> <p>- มนุษย์มีการสืบสายวิวัฒนาการมาเป็นเวลานานโดยมีหลักฐานที่สนับสนุนจากซากดึกดำบรรพ์ของบรรพบุรุษมนุษย์ที่ค้นพบ และจากการเปรียบเทียบลำดับเบสบน DNA ระหว่างมนุษย์กับไพรเมตอื่น ๆ</p>
	13. อธิบาย และเปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของ ฌอง ลามาร์ก และทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของชาลส์ ดาร์วิน	<p>- ฌอง ลามาร์ก ได้เสนอแนวคิดเพื่ออธิบายเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตว่า สิ่งมีชีวิตมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างให้เข้ากับสภาพแวดล้อมโดยอาศัยกฎการใช้และไม่ใช้และกฎแห่งการถ่ายทอดลักษณะ ที่เกิดขึ้นมาใหม่</p> <p>- ชาลส์ ดาร์วิน เสนอทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตว่า เกิดจากการคัดเลือกโดยธรรมชาติโดยสิ่งมีชีวิตมีแนวโน้มที่จะให้กำเนิดลูกที่มีลักษณะ</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
ม.4		แตกต่างกันจำนวนมาก แต่มีเพียงจำนวนหนึ่งที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม สามารถมีชีวิตรอด และถ่ายทอดลักษณะที่เหมาะสมไปยังรุ่นต่อไปได้
	14. ระบุสาระสำคัญ และอธิบายเงื่อนไขของภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีล ในประชากร พร้อมทั้งคำนวณหาความถี่ของแอลลีลและจีโนไทป์ของประชากร โดยใช้หลักของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก	- เมื่อประชากรอยู่ในภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก โดยประชากรมีขนาดใหญ่ ไม่มีการถ่ายเทยีนระหว่างประชากร ไม่เกิดมิวเทชัน สมาชิกทุกตัวมีโอกาสผสมพันธุ์ได้เท่ากัน และไม่เกิดการคัดเลือกโดยธรรมชาติ จะทำให้ความถี่ของแอลลีลของลักษณะนั้นไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะผ่านไปกี่รุ่นก็ตาม เป็นผลให้ลักษณะนั้นไม่เกิดวิวัฒนาการ - การเปลี่ยนแปลงความถี่ของยีนหรือแอลลีลในประชากร เกิดจากปัจจัยหลายประการ นำไปสู่การเกิดวิวัฒนาการ
	15. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต	- สปีชีส์ใหม่จะเกิดขึ้นได้เมื่อไม่มีการถ่ายเทเคลื่อนย้ายยีนระหว่างประชากรหนึ่งกับอีกประชากรหนึ่ง ในรุ่นบรรพบุรุษ ทำให้ประชากรทั้งสอง มีโครงสร้างทางพันธุกรรมที่แตกต่างกัน และวิวัฒนาการเกิดเป็นสปีชีส์ใหม่ - ปัจจัยที่ทำให้เกิดสปีชีส์ใหม่อาจเกิดได้ 2 แนวทาง คือ การเกิดสปีชีส์ใหม่จากการแบ่งแยกทางภูมิศาสตร์และการเกิดสปีชีส์ใหม่ในเขตภูมิศาสตร์เดียวกัน

จากตาราง 1 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติมสาระที่ 4 ชีววิทยา สามารถนำไปเขียนคำอธิบายรายวิชาและกำหนดหน่วยการเรียนรู้ รายวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้

การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นกระบวนการการเรียนรู้ ที่มุ่งการแก้ปัญหาผ่านกระบวนการทำงานกลุ่ม ซึ่งเป็นการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อแก้ปัญหา หรือสถานการณ์ต่าง ๆ โดยมีปัญหาเป็นตัวกระตุ้นและจุดเริ่มต้น ของกระบวนการการเรียนรู้ซึ่งจะช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล และการสืบค้นข้อมูลเพื่อหาสาเหตุของปัญหา แล้วนำมาวิเคราะห์เพื่อจะได้มาซึ่งวิธีการแก้ปัญหา โดยการเรียนรู้รูปแบบนี้มุ่งเน้นการพัฒนาผู้เรียนในด้านทักษะและกระบวนการการเรียนรู้ การสร้างองค์ความรู้โดยผ่านการแก้ปัญหา เพื่อให้ความรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียน

1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากการศึกษาจากนักทฤษฎีหลายท่านได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานไว้หลายท่าน ดังนี้

ทิตนา แคมมณี (2547, หน้า 137-138) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง การจัดสภาพการณ์ของการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหา เป็นเครื่องมือในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยผู้สอนอาจนำผู้เรียน ไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง หรือผู้สอนอาจจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา และฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียน เกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจน ได้เห็นทางเลือกและวิธีการที่หลากหลาย ในปัญหานั้น รวมทั้งให้ผู้เรียนเกิดความใฝ่รู้ เกิดทักษะกระบวนการคิด และกระบวนการ แก้ปัญหา

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, หน้า 1) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้น จากปัญหาที่เกิดขึ้น โดยสร้างความรู้จากกระบวนการทำงานกลุ่ม เพื่อแก้ปัญหา หรือสถานการณ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวันและความสำคัญต่อผู้เรียน ตัวปัญหาจะเป็นจุด ตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้ และเป็นตัวกระตุ้นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล

และการสืบค้นหาข้อมูลเพื่อเข้าใจกลไกของตัวปัญหา รวมทั้งวิธีการแก้ปัญหา มุ่งเน้นพัฒนา ผู้เรียนในด้านทักษะและกระบวนการเรียนรู้ และพัฒนาผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้ โดยการชี้นำตนเอง ซึ่งผู้เรียนจะได้ฝึกฝนการสร้างองค์ความรู้โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยการแก้ปัญหาอย่างมีความหมายต่อผู้เรียน

เอมอร จรัสพันธ์ (2550, หน้า 33) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง การเรียนรู้ที่เริ่มต้นด้วยสถานการณ์ปัญหาเป็นสิ่งที่กระตุ้นให้ผู้เรียนไปศึกษา ค้นคว้า แสวงหาความรู้ความเข้าใจด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยผู้เรียนเป็นผู้สืบค้นด้วยตนเอง เพื่อจะได้ค้นพบคำตอบของปัญหานั้น ซึ่งกระบวนการหาความรู้ด้วยตนเองจะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการแก้ปัญหา สรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องสัมพันธ์กับปัญหาในชีวิตประจำวัน เป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนฝึกฝนสืบค้น รวบรวมข้อมูลเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล โดยอาศัยกระบวนการกลุ่ม การระดมสมอง ภายใต้การกระตุ้นช่วยเหลือของครูทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการแก้ปัญหา 2 ลักษณะสำคัญของรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ญดาภักดิ์ กิจทวี (2551, หน้า 29) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหามาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ศึกษา ค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเอง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาโดยจะแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อยเพื่อช่วยการศึกษาอภิปรายปัญหา โดยนำเอาข้อมูลและประสบการณ์ที่ผู้เรียนมีอยู่มาวิเคราะห์อย่างมีวิจารณญาณ เพื่อที่จะให้ผู้เรียนได้จดจำความรู้ใหม่ไว้ได้นาน และรู้จักนำไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ต่าง ๆ ให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดความเข้าใจในปัญหานั้นได้อย่างชัดเจนและถูกต้องจนสามารถแก้ไขปัญหานั้นที่พบได้ในที่สุด

กนกวรรณ ศรีนรจันทร์ (2555, หน้า 37) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) หมายถึง การเรียนรู้อีกรูปแบบหนึ่งที่ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นเพื่อนำทางให้มีความอยากรู้อยากเห็นกระตุ้นให้ตัวผู้เรียนใช้ทักษะการคิดแก้ปัญหาและนำไปสู่การตัดสินใจที่ถูกต้องด้วยตนเอง มีการศึกษาค้นคว้าจากข้อมูลที่หลากหลายเพื่อนำมาแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการกลุ่มจากการลงมือปฏิบัติจริงก่อนที่จะเผชิญกับปัญหาและการแก้ปัญหา

Gallagher (1997, pp. 332–362) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง การเรียนที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้จากการเรียน โดยผู้เรียนจะทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเพื่อค้นหาวิธีการแก้ปัญหา โดยจะบูรณาการความรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับการแก้ปัญหาเข้าด้วยกันปัญหาที่ใช้มีลักษณะเกี่ยวกับชีวิตประจำวัน และมีความสัมพันธ์กับผู้เรียน การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะมุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนในด้านทักษะการเรียนรู้มากกว่าความรู้ที่ผู้เรียนจะได้มาและพัฒนาผู้เรียนสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนโดยการชี้นำตนเองได้

ดังนั้น สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการสอนที่มุ่งสร้างความเข้าใจและหาทางแก้ปัญหาโดยใช้ปัญหาเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้ และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล และสืบค้นข้อมูล ที่ต้องการเพื่อสร้างความเข้าใจกลไกของตัวปัญหารวมทั้งวิธีแก้ปัญหา ให้ความหมายการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานว่าเป็นกระบวนการเรียนที่พัฒนากลวิธีการแก้ปัญหา พัฒนาคำความรู้ พัฒนาทักษะต่าง ๆ โดยให้นักเรียนเผชิญกับปัญหาในสภาพชีวิตจริง ซึ่งไม่มีการจัดโครงสร้างที่ชัดเจน

2. แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

ปัญหาจากวิธีสอนแบบบรรยายซึ่งนิยมใช้มาก เนื่องจากเป็นวิธีที่ให้เนื้อหา ได้มากแต่ไม่ได้พัฒนาทักษะกระบวนการคิดของผู้เรียน ผู้เรียนไม่สามารถแสวงหาความรู้ใหม่เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ประกอบกับปัญหาเกี่ยวกับความรู้ในด้านแพทย์ซึ่งเป็นวิชาชีพที่เน้นการปฏิบัติในช่วงที่เรียนอยู่ผู้เรียนได้รับความรู้จำนวนหนึ่งไป แต่เมื่อไปทำงาน กับต้องเผชิญกลับสถานการณ์หรือปัญหาหลากหลายแตกต่างที่ครูเคยสอนไว้ในชั้นเรียน และผู้เรียนไม่สามารถแก้ปัญหาเหล่านั้นได้ เพราะในการเรียนการสอนนั้นไม่ได้ให้ทักษะในการแก้ปัญหาแก่พวกเขา ซึ่งมีผู้ให้แนวคิด ดังนี้

บุญนำ อินทนนท์ (2551, หน้า 14) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีแนวคิดพื้นฐานมาจากกระบวนการสร้างความรู้ใหม่โดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิมที่มีอยู่ด้วยตนเองจากการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ต้องลงมือกระทำด้วยตนเอง จนการค้นพบความรู้หรือข้อมูลใหม่ และสามารถนำข้อมูลออกมาใช้ในการกระทำและการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ โดยผู้สอนเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทางเท่านั้น

ไพศาล สุวรรณน้อย (2558, หน้า 3) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากแนวคิดตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบ

สร้างสรรค์นิยม (Constructivism) โดยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในโลกเป็นบริบทของการเรียนรู้ (Learning Context) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขาวิชาที่ตนศึกษาไปพร้อมกัน การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจึงเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจ และการแก้ปัญหาเป็นหลัก ถ้ามองในแง่ของยุทธศาสตร์การสอน เป็นเทคนิคการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองเผชิญหน้ากับปัญหาด้วยตัวเอง จะทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะในการคิดหลายรูปแบบ เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

ดังนั้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง วิธีการเรียนการสอนวิธีหนึ่งที่มีจุดมุ่งหมายที่จะสอนผู้เรียนให้ฝึกกระบวนการคิดแก้ปัญหา และฝึกทำงานเป็นกลุ่ม โดยที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ และใช้ปัญหาหรือสถานการณ์ในการเรียนรู้และค้นคว้าด้วยตนเอง การเรียนจะอยู่ในรูปของกลุ่มย่อย นักเรียนจะเป็นผู้กระทำด้วยตนเองโดยมีครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะและให้ข้อมูลที่จำเป็นประโยชน์เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะที่จำเป็นให้นักเรียน ซึ่งได้แก่ การเรียนรู้ด้วยตนเอง การแก้ปัญหา การชี้นำตนเองในการเรียนรู้ และการทำงานเป็นทีม

3. ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นผู้เรียน ให้เกิดการค้นคว้า มีลักษณะสำคัญ ดังมีผู้กล่าวไว้ ดังนี้

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, หน้า 1) ได้กล่าวไว้ว่า

1. ต้องมีสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและเริ่มต้นการจัดการกระบวนการเรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้

2. ปัญหาที่นำมาใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ควรเป็นปัญหาที่เกิดขึ้น พบเห็นได้ในชีวิตจริงของผู้เรียนหรือมีโอกาสที่จะเกิดขึ้นจริง ๆ ผู้เรียนรู้โดยการนำตัวเอง (Self-Directed Learning) ค้นหาและแสวงหาความรู้คำตอบด้วยตัวเอง ดังนั้น ผู้เรียน จึงต้องวางแผนการเรียนด้วยตัวเอง บริหารเวลาเอง คัดเลือกวิธีการเรียนรู้ และประสบการณ์ การเรียนรู้ รวมทั้งประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตัวเอง

3. ผู้เรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย เพื่อประโยชน์ในการค้นหาความรู้ ข้อมูลร่วมกัน เป็นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุและผล ฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะในการรับส่งข้อมูล เรียนรู้เกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างบุคคล และฝึกการจัดการระบบตนเอง

เพื่อพัฒนาความสามารถในการทำงานร่วมกันเป็นทีม ความรู้คำตอบที่ได้มีความหลากหลาย องค์ความรู้จะผ่านการวิเคราะห์โดยผู้เรียน มีการสังเคราะห์และการตัดสินใจร่วมกัน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น นอกจากการจัดการเรียนเป็นกลุ่มแล้วยังสามารถจัดให้ผู้เรียนเป็นการบุคคลได้แต่อาจทำให้ผู้เรียนขาดทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น การเรียนรู้มีลักษณะการบูรณาการความรู้และบูรณาการทักษะกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้และคำตอบที่กระจ่างชัด

กนกวรรณ ศรีนรินทร์ (2555, หน้า 37) ได้กล่าวว่า ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1. ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้
2. การเรียนรู้เกิดขึ้นในกลุ่มผู้เรียนขนาดเล็ก
3. ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) หรือผู้ให้คำแนะนำ
4. ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้
5. ปัญหาที่นำมาใช้มีลักษณะคลุมเครือ ไม่ชัดเจน ปัญหาหนึ่ง

อาจมีคำตอบได้หลายคำตอบหรือแก้ปัญหาได้หลายทาง

6. ผู้เรียนเป็นผู้แก้ปัญหาโดยแสวงหาข้อมูลใหม่ ๆ ด้วยตนเอง
7. ประเมินผลจากสถานการณ์จริงโดยสังเกตจากความสามารถ

ในการปฏิบัติ (Authentic Assessment)

ดังนั้นสรุปได้ว่า ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก กระตุ้นนักเรียนโดยใช้ปัญหาที่อาจเกิดจากอดีต ปัจจุบัน หรือที่จะส่งผลในอนาคต ให้นักเรียนทำงานกลุ่มศึกษาค้นคว้าเพื่อให้ได้ข้อมูลใหม่ ๆ และมีการประเมินจากสถานการณ์จริง

4. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

กิจกรรมการเรียนรู้จะประสบความสำเร็จได้ ต้องมีขั้นตอนที่ชัดเจน ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานได้ ดังนี้

ยุรวุฒน์ คล้ายมงคล (2545, หน้า 118-123) ได้กล่าวว่า กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. เตรียมปัญหา จุดมุ่งหมายเพื่อสร้างปัญหาสำหรับการเรียนให้ได้ตามสาระการเรียนรู้ด้านเนื้อหาและกระบวนการที่ต้องการ

2. สร้างความเชื่อมโยงสู่ปัญหา มีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนมีความรู้สึกว่ปัญหาที่มีความสำคัญ นำให้ความสนใจและเวลาดำเนินการ และเพื่อนำเสนอปัญหา โดยวิธีสอนและเทคนิคการสอน ใช้การอภิปรายที่เชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม การที่ใช้คำถามที่กระตุ้นประสบการณ์เดิมบทบาทสมมติสถานการณ์จำลอง และการทดลอง

3. สร้างกรอบของการศึกษา มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างกรอบหรือขอบเขตที่ชัดเจนที่ทำให้การศึกษาค้นคว้าเป็นรูปธรรมชัดเจน ดำเนินต่อไปได้ง่าย และเป็นไปตามทิศทางที่กำหนด โดยวิธีการสอนและเทคนิคการสอน ใช้การระดมสมอง การเขียนตาราง แสดงแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหา ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหาที่รู้ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม วิธีการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม และเทคนิคการระดมสมอง เพื่อช่วยหาแนวคิด

4. ศึกษาค้นคว้าโดยกลุ่มย่อย มีจุดมุ่งหมายเพื่อรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหาตามที่กำหนดไว้ในกรอบการศึกษา โดยวิธีการสอนและเทคนิคการสอน ใช้บทบาทสมมติสถานการณ์จำลอง เพื่อศึกษาทักษะการค้นคว้า และการทำงานกลุ่มอย่างมีประสิทธิภาพ และกิจกรรมกลุ่มเพื่อศึกษาทักษะการค้นคว้า และการทำงานกลุ่มอย่างมีประสิทธิภาพ

5. ตัดสินใจหาทางแก้ปัญหา มีจุดมุ่งหมายเพื่อประเมินความเป็นได้ ความเหมาะสมของแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้ โดยพิจารณาจากข้อมูลที่ได้ จากการศึกษาค้นคว้า และเพื่อตัดสินใจเลือกวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา โดยวิธีการสอน และเทคนิคการสอน ใช้การอภิปรายข้อดีข้อเสียจุดเด่นจุดด้อยของวิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธี

6. สร้างผลงาน มีจุดมุ่งหมายเพื่อชิ้นงานหรือดำเนินการตามแนวทางที่กำหนดไว้โดยวิธีสอนและเทคนิคการสอน ใช้การทำงานเป็นกลุ่ม

7. ประเมินผลการเรียนรู้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อสรุปสาระการเรียนรู้ด้านเนื้อหาและกระบวนการ ประเมินการเรียนรู้และสร้างความเชื่อมโยงกับเรื่องที่เกี่ยวข้อง โดยวิธีสอนและเทคนิคการสอน โดยใช้แผนผังความคิด

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, หน้า 7-8) ได้กล่าวว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานได้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่ปัญหาที่ผู้เรียนอยากรู้หรืออยากเรียนได้และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนจะต้องสามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้เรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียน ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ด้วยวิธีการหลากหลาย

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของตนเอง และประเมินผลผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบหลากหลาย ผู้เรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน

สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้ (2550, หน้า 8) ได้กล่าวว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีดังนี้

ขั้นที่ 1 เชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา เป็นขั้นที่ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหา สามารถระบุสิ่งที่ปัญหาที่นักเรียนอยากรู้หรืออยากเรียนและเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 กำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนการศึกษา ค้นคว้า ทำความเข้าใจอภิปรายปัญหาภายในกลุ่ม ระดมสมองคิดวิเคราะห์ เพื่อหาวิธีการหาคำตอบ ครูคอยช่วยเหลือกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายภายในกลุ่มให้นักเรียนเข้าใจวิเคราะห์ปัญหา แห่ส่งข้อมูล

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า นักเรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียน ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ด้วยวิธีการหลากหลาย

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ นักเรียนนำข้อค้นพบ ความรู้ที่ได้ค้นคว้ามา แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุป ผลงานของกลุ่มตนเอง และประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใดโดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระทุกกลุ่ม ช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบ องค์ความรู้ และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย ครูประเมินผลการเรียนรู้ และทักษะกระบวนการ

ดังนั้นสรุปได้ว่า ผู้วิจัยเลือกขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ ปัญหาเป็นฐาน จากแนวทางของ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา ซึ่งมีขั้นตอน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 6 ขั้น คือ 1) ขั้นกำหนดปัญหา 2) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 3) ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า 4) ขั้นสังเคราะห์ความรู้ 5) ขั้นสรุปและประเมินค่า ของคำตอบ และ 6) ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน

5. บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน นักเรียนเป็นศูนย์กลางครู เป็นผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้กิจกรรมการเรียนรู้ดำเนินไปตามขั้นตอน ผู้วิจัยได้ศึกษา บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

นัจญ์มีย์ สะอะ (2551, หน้า 30-31) ได้กล่าวว่า บทบาทของครู ดังนี้

1. มีความรู้ และประสบการณ์ในวิชาชีพที่สอน
2. รู้วัตถุประสงค์การศึกษาของหน่วยการสอน พร้อมกับรู้เรื่อง วัตถุประสงค์ของหลักสูตรด้วย ทั้งนี้เพื่อจะได้แนะนำผู้เรียนให้ไปพบวิทยากรคนใด หรือจะแสวงหาความรู้ที่ห้องสมุดแห่งใด จึงจะเหมาะสมกับหลักสูตร

3. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์พร้อมทั้งทักษะในการเข้าใจ ตัวปัญหาและการจัดการปัญหา

4. มีความเข้าใจเบื้องต้นในเรื่องพฤติกรรมของกลุ่ม โดยเฉพาะ พลวัต (Dynamic) ของกลุ่ม ทั้งนี้เพื่อใช้ประโยชน์ในการสอนและการทำงานในกลุ่มย่อย นอกเหนือจากนี้ผู้สอนควรจะต้องมีคุณลักษณะและเจตคติ ดังนี้

4.1 ผู้สอนต้องมองปัญหาทางวิชาชีพให้ยืดหยุ่นและกว้างขวาง ครอบคลุมแง่มุมต่าง ๆ ของปัญหา

4.2 ผู้สอนต้องมีความเชื่อมั่นในตนเองและงานของตนในฐานะที่เป็นนักวิชาการ และนักวิชาชีพ

4.3 ผู้สอนต้องมีความสามารถที่จะติดต่อกับผู้เรียนได้ ในฐานะ บุคคลด้วยกัน ผู้สอนต้องสนใจในพฤติกรรมของมนุษย์มากกว่าที่จะสนใจในเนื้อหาวิชา มีความสามารถที่จะค้นพบความสนใจ ความสามารถ จุดมุ่งหมาย และปัญหา

4.4 ผู้สอนมีความสนใจในกิจกรรมของผู้เรียน เพื่อที่จะกระตุ้น ผู้เรียนให้ทำงานของตนให้สำเร็จเท่าที่ศักยภาพของผู้เรียนจะอำนวยให้

4.5 ผู้สอนต้องมีความเชื่อมั่นในตนเองที่จะให้คำติชมที่ ตรงไปตรงมา กับผู้เรียนได้ และต้องสามารถที่จะเผชิญกับผู้เรียนที่ไม่ทำงานหรือเอาเปรียบ ผู้อื่นและ ผู้เรียนที่หนีปัญหา

4.6 ผู้สอนให้ความนับถือแก่ผู้เรียนในฐานะเพื่อนร่วมงานที่มี ความรับผิดชอบสูง โดยผู้สอนสามารถเรียนรู้ร่วมกับผู้เรียนได้

4.7 ผู้สอนต้องมีความรับผิดชอบสูง ซึ่งแสดงออกโดยการที่ได้ สัญญาอะไรไปแล้ว จะต้องปฏิบัติตาม

ศศิรินทร์ บุทธิจักร์ (2553, หน้า 75) ได้กล่าวว่า บทบาทของครูผู้สอน ในการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานว่า ครูมีบทบาทโดยตรงต่อการจัดการเรียนรู้ ดังนั้น ลักษณะของผู้สอนที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ควรมีลักษณะ ดังนี้

1. ผู้สอนต้องมุ่งมั่น ตั้งใจสูง รู้จักแสวงหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเอง อยู่เสมอ
2. ผู้สอนต้องรู้จักผู้เรียนเป็นรายบุคคลเข้าใจศักยภาพของผู้เรียน เพื่อสามารถให้คำแนะนำ ช่วยเหลือผู้เรียนได้ทุกเวลา
3. ผู้สอนต้องเข้าใจขั้นตอนของแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ ปัญหาเป็นฐานอย่างถ่องแท้ชัดเจนทุกขั้นตอน เพื่อจะได้แนะนำให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียนได้ ถูกต้อง
4. ผู้สอนต้องมีทักษะและศักยภาพสูงในการจัดการเรียนรู้และ การติดตาม ประเมินผลการพัฒนาของผู้เรียน

5. ผู้สอนต้องเป็นผู้อำนวยความสะดวกด้วยการจัดหา สนับสนุน สื่ออุปกรณ์ การเรียนรู้ให้เหมาะสมเพียงพอ จัดเตรียมแหล่งเรียนรู้ จัดเตรียมห้องสมุด อินเทอร์เน็ต ฯลฯ

6. ผู้สอนต้องมีจิตวิทยาสร้างแรงจูงใจแก่ผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียน เกิดการตื่นตัวในการเรียนรู้ตลอดเวลา

7. ผู้สอนต้องชี้แจงและปรับทัศนคติของผู้เรียนให้เข้าใจและเห็นคุณค่าของการเรียนรู้แบบนี้

8. ผู้สอนต้องมีความรู้ความสามารถด้านการวัดและประเมินผล ผู้เรียนตามสภาพจริง ให้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการและเจตคติให้ครบทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้

ดังนั้นสรุปได้ว่า บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ครูคือผู้อำนวยความสะดวก ที่ต้องมีความรู้ มีความมุ่งมั่น มีจิตวิทยาของศักยภาพ ของผู้เรียนที่แตกต่างกัน เป็นผู้ชี้แนะ กระตุ้น สร้างแรงกระตุ้น ให้คำปรึกษา สนับสนุน ให้ค้นคว้าตามแหล่งเรียนรู้ จัดหาสื่อและอุปกรณ์ ให้บรรยากาศในชั้นเรียน น่าสนใจ ไม่จำเจ รวมทั้งมีการวัดและประเมินผล

6. ประโยชน์การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้ถูกนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการค้นคว้า การทำงานกลุ่ม ซึ่งมีผู้กล่าวถึงประโยชน์ ดังนี้

มณฑนา บรรพสุทธิ (2553, หน้า 55-56) ได้กล่าวว่า ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานไว้ ดังนี้

1. จากการเรียนแบบเก่า นักเรียนส่วนใหญ่จะถูกเน้นให้ท่องจำ บอกรวดในห้องเรียนมากกว่าที่จะมีการลงมือปฏิบัติจริง แต่ในการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน จะพยายามมุ่งไปที่การให้นักเรียนได้มีการเรียนรู้กับสิ่งที่จะเกิดขึ้นในชีวิตจริง ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสเจอกับปัญหาจริง ได้ลงมือแก้ไขอย่างจริงจัง มีการลงมือปฏิบัติจริง การเรียนรู้แบบนี้ถือว่าการเรียนรู้ที่มีความหมาย

2. ผู้เรียนจะมีการนำพาตัวเองในการเรียนรู้และมีความรับผิดชอบ ในการเรียนรู้เพิ่มมากยิ่งขึ้นเมื่อเกิดปัญหา

3. การเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานจะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในสิ่งที่เกิดสูงมากขึ้น และมีการพัฒนาทักษะในด้านต่าง ๆ มากขึ้น

4. การรู้จักทำงานเป็นทีมและมีทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่นมากขึ้น

5. ผู้เรียนมีทัศนคติในการจงใจตนเองเพิ่มขึ้น

6. ความสัมพันธ์ของครูผู้สอนกับนักเรียน ครูผู้สอนถือได้ว่าเป็นผู้แนะแนวทาง และใกล้ชิดกับนักเรียน เมื่อครูผู้สอนรู้ถึงความต้องการ ความสนใจของผู้เรียนแล้ว

7. ปัญหาที่นำมาแก้ไขก็จะกลายเป็นแรงจูงใจอย่างดีในการเพิ่มบรรยากาศการทำงานเป็นกลุ่มให้แก่ผู้เรียน

8. ระดับในการเรียนรู้ของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้น ผู้เรียนจะมีการพัฒนาความเข้าใจ เพิ่มมากยิ่งขึ้นตามลำดับของการเรียน

บุญเสียง ทุมทอง (2556, หน้า 23) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ว่าทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และสังเคราะห์ ผึกการคิดอย่างสร้างสรรค์ ผู้เรียนมีส่วนร่วมและได้ลงมือปฏิบัติมากขึ้น ผึกความรับผิดชอบการนำตนเอง

กวิณนาฏ เสียงเลิศ (2560, หน้า 31) ได้กล่าวว่า ประโยชน์ของการเรียนรู้ แบบปัญหาเป็นฐานไว้ ดังนี้

1. ได้รับความรู้ในเนื้อหาวิชาที่เป็นการบูรณาการ และนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา

2. พัฒนาทักษะความสามารถในการแก้ปัญหา

3. พัฒนาทักษะในการเรียนรู้ด้วยตนเอง

4. พัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีม

5. เพิ่มแรงจูงใจในการเรียน เนื่องจากผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้

ดังนั้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างแท้จริง มีการบูรณาการ และนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เหมาะแก่การนำมาจัดการเรียนการสอน ในยุคศตวรรษที่ 21

7. การประเมินการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

นักวิชาการได้ทำการประเมินการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

พวงรัตน์ บุญญาบุรุษ (2544, หน้า 123-128) ได้กล่าวว่า การประเมินผลการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานว่าเมื่อได้มีการพัฒนาวิธีการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เครื่องมือการประเมินผลสอดคล้องกับแนวทฤษฎีที่ต้องใช้ในการประเมินการพัฒนาของผู้เรียน ได้มีการบูรณาการวิธีการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้เป็นการพัฒนาแผนการเรียนรู้ แผนการเรียนรู้จึงเป็นเป้าหมายของการพัฒนาทักษะที่มุ่งปฏิบัติ เช่น การตั้งเป้าหมาย การเลือกวิธีการเรียนรู้ การค้นหาข้อมูล และแหล่งต่าง ๆ และการประเมิน ความก้าวหน้า แผนการเรียนรู้ที่กล่าวถึงนี้ ใช้เป็นส่วนของกระบวนการประเมินผล อย่างต่อเนื่อง ด้วยวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้แก่

1. แฟ้มงานการเรียนรู้ (The Learning Portfolio)
2. บันทึกรับการเรียนรู้ (Learning Log)
3. การประเมินตนเอง (Self-Assessment)
4. ข้อมูลย้อนกลับจากเพื่อน (Peer Feedback)
5. การประเมินผลรวม (Overall Evaluation)

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพียวร์ ยินดีสุข (2557, หน้า 44-45) ได้กล่าวว่า สิ่งที่ประเมินผลและวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ โดยการประเมินการเรียนรู้ ตามสภาพจริง มีรายละเอียด ดังนี้

1. ผลการเรียนรู้ด้านวิชาการ เช่น ความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหา
2. การใช้เหตุผลของผู้เรียน เช่น การใช้กระบวนการแก้ปัญหา การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์การใช้กระบวนการสร้างความรู้
3. ทักษะของการเรียนรู้ เช่น ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการนำเสนอ ทักษะการเขียน ทักษะการแก้ปัญหาความขัดแย้ง
4. เจตคติต่อการเรียนรู้ เช่น การพัฒนาเจตคติต่อการเรียน การรักเรียน เป็นผู้ใฝ่รู้ใฝ่เรียนอัตโนมัติ

5. นิสัยการทำงาน เช่น การทำงานได้สำเร็จ ตรงตามเวลา ใช้เวลาอย่างมีค่า มีความรับผิดชอบ และความอดทนเพื่อให้ได้งานที่มีคุณภาพ การทำงานอย่างต่อเนื่อง

พิเชษฐ เทบารุง (2557, หน้า 44) ได้กล่าวว่า การประเมินผลการเรียนรู้ ในการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ต้องมีการวางแผนดำเนินการ และจัดการประเมินการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ในการตัดสินคุณค่าเรื่องหนึ่งเรื่องใด การวัดหรือประเมินสิ่งนั้นอย่างดีอย่างรอบคอบ ผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ต้องประเมินหลาย ๆ ด้าน และสอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ การทำกิจกรรม และชิ้นงานของผู้เรียน เรียกว่า การประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment)

ดังนั้นสรุปได้ว่า การประเมินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีการประเมินทั้งด้านความรู้ ทักษะ เจตคติ ผลงาน เช่น แฟ้มงานการเรียนรู้ บันทึกการเรียนรู้ การประเมินตนเอง ข้อมูลย้อนกลับจากเพื่อน การประเมินผลรวม เพื่อให้ตรงตามจุดประสงค์และผลการเรียนรู้

กรอบแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน และเทคโนโลยี (TPACK)

1. ความหมายของกรอบแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน และเทคโนโลยี

กรอบแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน และเทคโนโลยี เป็นการบูรณาการของ 3 องค์ประกอบหลักที่มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างซับซ้อน คือ เนื้อหาวิชา (Content Knowledge: CK) ศาสตร์การสอน (Pedagogical Knowledge: PK) และเทคโนโลยี (Technological Knowledge: TK) สามารถอธิบายการปฏิบัติการสอนของครูที่ใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอน ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการสอนของครู ซึ่งไม่ได้ขึ้นอยู่กับเฉพาะความรู้และทักษะทางด้านเทคโนโลยีของครูเท่านั้น แต่ยังเกี่ยวข้องกับความรู้ด้านเนื้อหาและความรู้ด้านการสอนอีกด้วย

โดย TPACK เป็นแนวคิดที่อธิบายว่าครูมีความรู้ความสามารถทางด้านเทคโนโลยีแล้วนำไปผสมผสานกับความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอน (PC) อย่างไรจึงสามารถจัดการเรียนการสอนที่ใช้เทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ ความสำคัญของความรู้แต่ละ

องค์ประกอบและความสัมพันธ์เชื่อมโยงของ แต่ละองค์ประกอบตามกรอบแนวคิดมี ดังนี้ องค์ประกอบของความรู้ 3 ด้าน ได้แก่

1) CK-Content Knowledge (ความรู้ด้านเนื้อหาวิชา) หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจในเรื่องเนื้อหาวิชาที่ครูรับผิดชอบ ประกอบด้วย (1) ความรู้ความเข้าใจ ด้านตัวองค์ความรู้ ซึ่งต้องมีความถูกต้องและทันสมัย และความรู้ความเข้าใจธรรมชาติ ของความรู้ และการสืบเสาะเพื่อให้มาซึ่งความรู้ นั้น ๆ

2) PK-Pedagogical Knowledge (ความรู้ด้านศาสตร์การสอน) หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจทางด้านการจัดการเรียนการสอนที่หลากหลาย ครอบคลุมตั้งแต่ แนวคิด เทคนิค กลวิธีการจัดการเรียนการสอน และวิธีการสนับสนุน การเรียนรู้ของ นักเรียน รวมทั้งความเข้าใจในหลักสูตร หลักการออกแบบการจัด การเรียนการสอน การจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

3) TK-Technological Knowledge (ความรู้ทางด้านเทคโนโลยี) ประกอบด้วย (1) ความรู้ ทักษะ และความสามารถใช้เทคโนโลยี ทั้ง Hardware และ Software ทั่วไป และเทคโนโลยีทางการศึกษาต่าง ๆ อย่างหลากหลาย ทั้งในด้าน รูปแบบและวิธีการ (2) ความเข้าใจ เกี่ยวกับลักษณะการใช้ การจัดการ และการบริหาร เทคโนโลยีต่าง ๆ และ (3) ความสามารถในการเรียนรู้เทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่สามารถบูรณาการ เข้าไปยังการเรียนการสอนได้

กรอบแนวคิดของการมีปฏิสัมพันธ์ หรือความเกี่ยวข้องระหว่างกัน ของ 3 องค์ประกอบข้างต้น ได้แก่

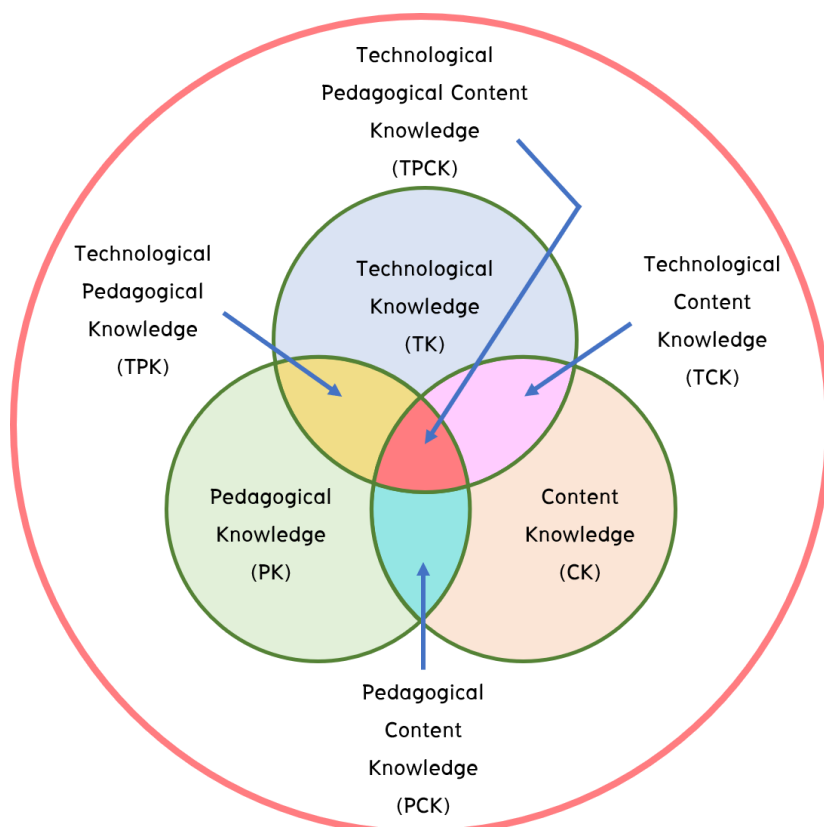
1) TPK-Technological Pedagogical Knowledge (ความรู้ด้านศาสตร์ การสอน ผนวกเทคโนโลยี) หมายถึง ครูมีความสามารถ และมีความรู้ทางด้านการใช้ เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในกระบวนการเรียนการสอน เพื่อการเรียนรู้ ของนักเรียน เช่น การสร้างวิธีการเรียนแบบ ออนไลน์ การสร้างห้องเรียนบนคลาวด์ การสร้างรูปแบบ การเรียนรู้ร่วมกันในรูปแบบของ MOOC เป็นต้น

2) TCK-Technological Content Knowledge (ความรู้ด้านเนื้อหาวิชา ผนวกเทคโนโลยี) หมายถึง ครูมีความสามารถและมีความรู้ทางด้านการใช้เทคโนโลยี เพื่อการจัดการ เนื้อหา การแสวงหาความรู้ การนำความรู้ที่อยู่บนคลาวด์มาใช้ให้ เกิดประโยชน์

3) PCK–Pedagogical Content Knowledge (ความรู้ด้านศาสตร์ การสอนผนวกเนื้อหาวิชา) หมายถึง ครูมีความรู้ความสามารถในด้านการนำเอา วิธีการกระบวนการมาจัดการเนื้อหาเพื่อการเรียนการสอน และการเรียนรู้ของนักเรียน

4) TPACK–Technological Pedagogical Content Knowledge (ความรู้ด้านศาสตร์การสอนผนวกเนื้อหาวิชาและเทคโนโลยี) หมายถึง ครูมีความรู้ในเรื่อง ผลผสมผสานการใช้เทคโนโลยีทางด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะทาง ICT เพื่อการจัดการเรียน การสอนกระบวนการจัดการเรียนรู้ การใช้เนื้อหาในโลกดิจิทัล เพื่อประสิทธิภาพ การเรียนรู้ทำให้ลดระยะเวลาการเรียนรู้ เรียนรู้ได้มาก และมีต้นทุนต่ำ

กรอบแนวคิด TPACK นอกจากการอธิบายการบูรณาการเทคโนโลยี เข้ามาสู่การเรียนการสอน และการเรียนรู้ว่ามีความเกี่ยวข้องกันระหว่างศาสตร์การสอน เนื้อหาวิชาและเทคโนโลยี ยังให้ความสำคัญกับความเฉพาะเจาะจงที่สอดคล้องของบริบท ที่ครูปฏิบัติการสอน ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 กรอบแนวคิด TPACK และองค์ประกอบ

ที่มา : <https://21things4teachers.net/images/01tpackmodel.png>

2. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

Technological Pedagogical Content Knowledge หรือ TPACK Model ถูกพัฒนาโดย Misha & Koehler (Koehler, 2016) ซึ่งพัฒนาต่อยอดขึ้นมาจาก Pedagogical Content Knowledge หรือ PCK โดย Shuman ซึ่งให้ความสำคัญกับความรู้ในการสอน รูปแบบ แนวทางกระบวนการทัศนในการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาเฉพาะเจาะจง จากนั้น Misha & Koehler เสนอให้มีการเพิ่มเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอนเข้าไปกับโมเดลนี้ เนื่องจากแนวโน้มการเรียนการสอนที่เปลี่ยนแปลงไป รวมถึงเทคโนโลยีอื่น ๆ มีบทบาทสูงมากยิ่งขึ้นในการเรียนการสอน โมเดล PCK จึงพัฒนาเป็น TPCK (Technological Pedagogical Content Knowledge) และต่อมา Thomson และ Misha (Thomson & Misha, 2008) ได้เสนอให้เรียกว่า TPACK ซึ่งสอดคล้องกับความหมาย องค์รวมในการบูรณาการ ความรู้ทั้งสามมิติเข้าด้วยกันเป็น Total Package ของการใช้เนื้อหา การสอน และเทคโนโลยีในการเรียนการสอน

TPACK มีวัตถุประสงค์หลัก คือ การที่จะทำให้ครูผู้สอนสามารถ บูรณาการเลือกใช้ และผลิตสื่อนวัตกรรมทางเทคโนโลยี เพื่อให้มีความสอดคล้องกัน กับหลักทฤษฎีการสอน และเนื้อหาวิชาที่สอน (Mishra & Koehler, 2006; Koehler, 2016; Lu, 2016) TPACK แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ที่สำคัญขององค์ประกอบ 3 ด้านใหญ่ ที่มีความสัมพันธ์กัน 7 ประการ ตามโมเดลที่สำคัญ คือ

1. Content Knowledge (CK) คือ สาระ ความรู้เนื้อหาขององค์ประกอบสำคัญ ทั้งหมด ที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถสื่อสารทางภาษาได้ทั้งโดย วิธีวจนภาษา และอวัจนภาษา (Verbal and Non-Verbal Language) โดยครูผู้สอนต้องมีความรู้อย่างน้อยตามหลักสูตร ที่ระบบการศึกษากำหนดเอาไว้

2. Pedagogical Knowledge (PK) คือ ความรู้ด้านกระบวนการทัศนการสอน หมายถึง ครูผู้สอนที่รู้ถึงกลยุทธ์และวิธีในการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย และมีการฝึกฝน ตามแนวทางการเรียนการสอนภาษาเพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะทางด้านภาษาได้อย่างเหมาะสม

3. Technological Knowledge (TK) คือ ความรู้ ในการใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น โปรแกรม Microsoft พื้นฐานหรือเข้าใจและรู้ถึงการใช้งานของเครื่องมือทางเทคโนโลยี ต่าง ๆ เช่น Projector, Visualizer & Interactive Whiteboard โดยครูผู้สอนอาจไม่เชี่ยวชาญ ในการสอนหรือเรื่องของเนื้อหาในการสอนมากนัก

ความรู้ในข้อที่ 1-3 ถือเป็นทักษะเดียวหรือความรู้เฉพาะด้านซึ่งยังไม่เพียงพอในการปรับใช้เพื่อการจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ เพราะฉะนั้นครูผู้สอนจึงจำเป็นต้องบูรณาการความรู้ด้านอื่น ๆ เพิ่มขึ้น ซึ่งรวมไปถึงข้อ 4-6 คือ PCK, TCK และ TPK

4. Pedagogical Content Knowledge (PCK) คือ ความรู้ในกระบวนการสอนภาษา รูปแบบ แนวทางการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาเฉพาะเจาะจงนั้น ๆ โดยสามารถปรับใช้เทคนิคในการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหา นั้น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสื่อสารทางภาษาได้ ซึ่งกิจกรรมที่เหมาะสมกับแนวทางการสอนแบบนี้คือ Communicative Teaching Approach เน้นการฟังและอ่านจากเอกสารจริง ฝึกสร้างประโยค และใช้กิจกรรม Role Play/Information Gap ในการฝึกฝน เป็นต้น

5. Technological Content Knowledge (TCK) คือ ความรู้ ความเข้าใจ การใช้เทคโนโลยีที่หลากหลายน่าสนใจ และเหมาะสมกับการสอนเนื้อหาทางภาษาเฉพาะเจาะจงนั้น ๆ และสามารถพิจารณาว่าเทคโนโลยีสารสนเทศใดที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ความรู้ในเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ โดยหมายรวมถึงความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยี เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงวัฒนธรรมของภาษาที่ผู้เรียนกำลังศึกษาอยู่ด้วย

6. Technological Pedagogical Knowledge (TPK) คือ ความรู้ความเข้าใจว่าการสอนและการเรียนรู้สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงไปได้ เมื่อเทคโนโลยีสารสนเทศที่ใช้เปลี่ยนแปลงไป รวมถึงความรู้ เทคนิควิธีการในการสอนภาษานั้นสามารถเปลี่ยนแปลงไปตามความสามารถ หรือข้อจำกัดต่าง ๆ ของเทคโนโลยีสารสนเทศที่ใช้ในการเรียนการสอนซึ่งอาจเป็นอุปสรรคสำคัญในการสอนถ้าผู้สอนไม่รู้จักเนื้อหาภาษาที่จะสอนอย่างแท้จริง อาจทำให้สอนผิด หรือสอนได้ไม่ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

7. Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) คือ การบูรณาการ (Interaction and Incorporation) ความรู้ ความสามารถ ทักษะ การผสมผสานในการใช้สื่อนวัตกรรมเทคโนโลยี กับวิธีสอน เนื้อหา ในการออกแบบการเรียนรู้อย่างสอดคล้อง และเป็นระบบ ซึ่งประกอบไปด้วยองค์ประกอบสำคัญที่สัมพันธ์กันคือ เนื้อหา (Content: CK) วิธีสอน (Pedagogy: PK) และเทคโนโลยี (Technology: TK) ที่สามารถทำให้ผู้เรียนมีทักษะ มีความรู้ความเข้าใจด้านภาษาและวัฒนธรรมที่เรียน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะกระบวนการที่มีความสำคัญและจำเป็นในการเรียนรู้ทั้งวิชาที่มีเนื้อหาเป็นวิทยาศาสตร์และวิชาอื่น ๆ ที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์ การนำไปใช้ในการแสวงหาความรู้ และนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ดังนั้น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นทักษะสำคัญที่นักเรียนจะต้องมีและเกิดความชำนาญ ครูผู้สอนจำเป็นต้องหาวิธีการเพื่อฝึกทักษะเหล่านี้ให้เกิดกับผู้เรียน นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

กวินนาฏ เสียงเลิศ (2560, หน้า 47) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความคิด และปฏิบัติอย่างเป็นระบบ ซึ่งก่อให้เกิดพัฒนาการทางสติปัญญาการแก้ไขปัญหา การค้นคว้าและการแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ อย่างมีประสิทธิภาพและเชื่อถือได้

น้ำผึ้ง เสนดี (2560, หน้า 77) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติเพื่อนำไปสู่การแสวงหาความรู้และแก้ไขปัญหาอย่างมีระเบียบแบบแผนส่งผลให้ทำงานได้อย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ

ปัญญารัตน์ ผุยลานวงศ์ (2561, หน้า 27) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบก่อให้เกิด ความมั่งคั่งทางสติปัญญา

ศิริรักษ์ แก้วหานาม (2562, หน้า 55) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะในการแสวงหาความรู้อย่างเป็นระบบ คิดอย่างชำนาญ ซึ่งทักษะเหล่านี้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีการฝึกฝนจนสามารถนำไปใช้แก้ไขปัญหาต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ได้และบูรณาการให้เข้ากับการดำรงชีวิตในปัจจุบัน

ดังนั้นสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนการคิดอย่างเป็นระบบในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏในแผนการจัดการเรียนรู้

2. ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักวิทยาศาสตร์ได้กำหนดประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้หลายประการ โดยยึดตามแนวของสมาคมเพื่อการพัฒนาความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจำแนกทักษะที่ 1-8 เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และทักษะที่ 9-14 เป็นทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงหรือขั้นผสม หรือขั้นบูรณาการ ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 14 ทักษะ มีรายละเอียด ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต (Observation) ความหมาย การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้นและผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ เพื่อค้นหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น โดยไม่ใส่ความเห็นของผู้สังเกตลงไป ในข้อมูลที่ได้จากการสังเกต

2. ทักษะการวัด (Measurement) ความหมาย การเลือกใช้เครื่องมือ และการใช้เครื่องมือนั้นทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้ อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่วัด แสดงวิธีใช้เครื่องมือวัดอย่างถูกต้องพร้อมทั้งบอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือ รวมทั้งระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. ทักษะการจำแนกประเภท (Classification) ความหมาย การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่มีอยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ และเกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือนความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Using Space / Space and Space / Time Relationships) สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองอยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้ว สเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือความกว้าง ความยาว และความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส ของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่ง ที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

5. การคำนวณ (Using Number) ความหมาย การนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขที่แสดงจำนวนที่นับได้ มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือการหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดการกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Manipulating and Communicating Data) ความหมาย การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดการกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายได้ดีขึ้น โดยอาจจะเสนอในรูปของ ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม กราฟ สมการ การเขียนบรรยาย เป็นต้น

7. การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) ความหมาย การเพิ่มความเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ (Prediction) ความหมาย การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้า โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น หลักการ กฎ หรือทฤษฎีความสัมพันธ์ของตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นมาช่วยสรุป เช่น การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ซึ่งทำได้สองแบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่ กับการพยากรณ์นอกขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่

9. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) ความหมาย การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง เป็นคำตอบที่รอการพิสูจน์ สมมติฐานได้มา โดยอาศัยการสังเกต ความรู้หรือประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ ยังไม่ทราบ หรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร (Defining Variables Operationally) ความหมาย การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้ โดยให้คำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองและบอกวิธีวัดตัวแปรที่เกี่ยวกับการทดลองนั้น

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) การกำหนดตัวแปร ความหมาย การบ่งชี้ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม ให้คงที่ในการตั้งสมมติฐานต่าง ๆ สำหรับตัวแปรนั้น หมายถึง สิ่งที่แปรเปลี่ยนค่าได้ เช่น อายุ ความสูง ประเภทของรถ อุณหภูมิ ระดับการศึกษา เป็นต้น

12. การทดลอง (Experiment) ความหมาย กระบวนการปฏิบัติการ เพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลอง ก่อนลงมือทดสอบจริง

2. การปฏิบัติกาทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติจริงและใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากกาทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ ได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง การบันทึกอาจอยู่ในรูปตารางหรือการเขียนกราฟ

13. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusion) ความหมาย ความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำ และอยู่ในรูปแบบที่ใช้ในการสื่อความหมายแล้ว ซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิ หรือรูปภาพต่าง ๆ รวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายข้อมูลในเชิงสถิติด้วย และสามารถลงข้อสรุปโดยการเอาความหมายของข้อมูลที่ได้ทั้งหมด สรุปให้เห็นความสัมพันธ์ ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษาภายในขอบเขตของการทดลองนั้น ๆ

14. การสร้างแบบจำลอง (Modeling Construction) หมายถึง การนำเสนอข้อมูล แนวคิด ความคิดรวบยอด เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจในรูปของแบบจำลองต่าง ๆ เช่น กราฟ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว วัสดุ สิ่งของ สิ่งประดิษฐ์ หุ่น เป็นต้น

ดังนั้นสรุปได้ว่า ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ทักษะขั้นพื้นฐานเป็นทักษะที่ใช้ในการศึกษาหรือเก็บรวบรวมข้อมูลขั้นต้น มี 8 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับวัตถุ และสเปกกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็น ทักษะการพยากรณ์ และทักษะขั้นบูรณาการ เป็นทักษะกระบวนการขั้นสูงที่ใช้ทักษะขั้นพื้นฐานเป็นพื้นฐานมี 6 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูล การลงข้อสรุป และการสร้างแบบจำลอง

3. การวัด และประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2544) กล่าวว่า การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มี 2 แบบ คือ การประเมินโดยใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Paper and Pencil Tests) และการประเมินจากพฤติกรรมการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Performance Assessment) การประเมินโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือก

คำตอบเป็นวิธีเดิม ในขณะที่การประเมินพฤติกรรมถือว่าเป็นแนวทางเลือกใหม่ในการใช้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเน้นวัตถุประสงค์ที่สำคัญของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนการสอน

จันทนา สอนทองแดง (2550) กล่าวไว้ว่า การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นมีวิธีการต่าง ๆ หลายวิธี แต่ที่นิยมใช้กันมากกล่าวได้ว่า 2 ลักษณะ คือการประเมินด้วยแบบทดสอบ และประเมินจากการลงมือปฏิบัติการประเมินโดยแบบทดสอบนั้นทั้งข้อสอบแบบอัตนัย และข้อสอบแบบปรนัย ในการประเมินแบบลงมือปฏิบัติ นั้น จะให้นักเรียนลงมือกระทำจริง ๆ เช่น ให้ทำทดลองปฏิบัติในสถานการณ์ ตรวจงานหรือแบบฝึกหัด ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งต้องแจ้งให้ชัดเจนโดยศึกษาจุดมุ่งหมายในแต่ละทักษะให้เข้าใจ แล้วมาแจกแจงในจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ทั้งส่วนที่เป็นสถานการณ์ และพฤติกรรมที่คาดหวัง และเกณฑ์ที่ใช้ในการกำหนดพฤติกรรมนั้น ๆ

2. การเลือกเนื้อหาที่จะวัด หมายถึง การเลือกความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม กับเนื้อหาที่จำเป็นที่ขาดเสียมิได้ในบทหนึ่ง ๆ ควรจะกำหนดว่าในทักษะใด เนื้อหาใดเป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้ ทักษะนั้นและเนื้อหานั้นจะปรากฏอยู่ในข้อสอบ

3. การสร้างตารางเพื่อกำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมทักษะ ซึ่งมีความมุ่งหมายที่จะกำหนดว่าจะวัดทักษะหรือพฤติกรรมได้เท่าไร อย่างละกี่ข้อ จะได้ไม่บกพร่อง นอกจากนั้นผู้ออกข้อสอบยังจะทราบต่อไปว่าข้อสอบวัดพฤติกรรมใด มีสัดส่วน มากน้อย เพียงใด

4. การเลือกแนวทางออกข้อสอบ ควรจะถือหลักว่าจะใช้การสอบแบบใด ซึ่งจะวัดพฤติกรรมนั้น ๆ ได้ตรงและถูกต้องเหมาะสมที่สุด ตลอดทั้งเหมาะสมกับวัยของเด็ก ประหยัดเวลา และง่ายต่อการปฏิบัติด้วย

วิธีการประเมินโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการใช้ทักษะต่าง ๆ หรือวิธีการอื่นที่ปรับปรุงมาจากวิธีการทั้งสอง ดังกล่าวมีทั้งข้อดีและข้อเสีย เช่น แบบทดสอบสามารถใช้ประเมินทักษะหลาย ๆ ทักษะในเวลาเดียวกัน ในช่วงเวลาที่จำกัดได้ การตรวจคำตอบ อาจใช้คนหรือเครื่องจักรตรวจในช่วงใดก็ได้ซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้คนที่ม่ประสบการณ์ตรวจคำตอบก็ได้ แบบทดสอบประเภทนี้ไม่ได้ให้นักเรียนค้นหาความชัดเจนของคำถาม สิ่งที่เกี่ยวข้องเป็นเพียงแต่ตัวคำถามและตัวเลือก ดังนั้นวิธีการประเมินแบบนี้จึงจำกัดความคิดของผู้ตอบการลงมือปฏิบัติกับวัตถุจริง ๆ ไม่ได้เน้นในการประเมินแบบนี้ นักเรียน

เพียงแต่ใช้ทักษะการเขียน ถ้าแบบทดสอบต้องการให้นักเรียนเขียน หรือให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้อง ถ้าเป็นแบบทดสอบประเภทเลือกตอบในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการใช้แบบวัดนั้น มักจะใช้คำถามในแต่ละทักษะแยกจากกัน จึงอาจจะมีข้อจำกัดที่อาจจะมีผลคลาดเคลื่อนในการประเมิน เพราะมีหลายทักษะ โดยเฉพาะทักษะขั้นบูรณาการจะต้องมีการประเมินร่วมกัน โดยใช้สถานการณ์ในการแก้ไขปัญหาแล้วตั้งคำถามได้หลายทักษะ ดังนั้นจึงควรนำวิธีการประเมินหลาย ๆ วิธีมาใช้

ชนินันท์ พุกฤษ์ประมูล (2557, หน้า 353-354) กล่าวไว้ว่า การประเมินทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์สามารถทำการประเมินผลสรุป หรือประเมินผลย่อย (Formative Assessment) ได้ด้วยวิธีการหรือเครื่องมือที่ใช้สามารถใช้ได้หลายวิธี ซึ่งแต่ละเครื่องมือมีข้อดี และข้อจำกัดแตกต่างกัน เครื่องมือประเมินบางอย่างสามารถแก้ไขข้อจำกัด ของอีกเครื่องมือหนึ่งได้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนสำคัญในการส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนและยังสามารถใช้ทักษะเหล่านี้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งถือเป็นประโยชน์แก่นักเรียนเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นในฐานะผู้สอนจึงเป็นส่วนสำคัญในความเจริญก้าวหน้าของผู้เรียน จึงควรตระหนักและให้คุณค่าต่อการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน การวัดและประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนนั้น จำเป็นจะต้องมีเครื่องมือในการประเมิน ความสามารถของผู้เรียนว่าเกิดทักษะที่ต้องการหรือไม่

วิรัชชณา จิตรภักดิ์ (2560, หน้า 40) สรุปไว้ว่าการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ควรดำเนินการโดยการกำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน สร้างตารางเพื่อกำหนดเนื้อหา และพฤติกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อกำหนดว่าจะวัดทักษะหรือพฤติกรรมใด อย่างละเอียด สร้างสถานการณ์ และข้อคำถามที่ต้องการให้ทักษะทางวิทยาศาสตร์การตรวจสอบจะต้องมีความเป็นปรนัยในการให้คะแนน กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน

ดังนั้นสรุปได้ว่า การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถทำการประเมินผลสรุป (Summative Assessment) หรือประเมินผลย่อย (Formative Assessment) ก็ได้โดยวิธีการหรือเครื่องมือที่ใช้สามารถใช้ได้หลากหลาย ซึ่งแต่ละเครื่องมือมีข้อดีและข้อจำกัด เครื่องมือประเมินบางอย่างสามารถแก้ไขข้อจำกัดของอีกเครื่องมือหนึ่งได้ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนสำคัญในการส่งเสริมการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน และยังสามารถใช้ทักษะเหล่านี้ในชีวิตประจำวันซึ่งถือเป็นประโยชน์แก่ผู้เรียนเป็นอย่างมาก ดังนั้นในฐานะครูผู้สอนเป็นส่วนสำคัญในความเจริญก้าวหน้าของผู้เรียนจึงควรตระหนักและให้คุณค่าต่อการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนควบคู่ไปกับการให้ความรู้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Learning Achievement) เป็นความสามารถของนักเรียนในด้านต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากนักเรียนได้รับประสบการณ์จากกระบวนการเรียนการสอนของครู นักการศึกษาหลาย ๆ ท่าน จึงได้ให้ความหมายและความสำคัญกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

สมพร เชื้อพันธ์ (2547, หน้า 53) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถ ความสำเร็จและสมรรถภาพด้านต่าง ๆ ของผู้เรียน ที่ได้จากการเรียนรู้อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน การฝึกฝน หรือประสบการณ์ของแต่ละบุคคลซึ่งสามารถวัดได้จากการทดสอบด้วยวิธีการต่าง ๆ

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2549, หน้า 16) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงผลจากการ เรียนรู้ที่แต่ละคนได้ศึกษาเรียนรู้มาแล้วในอดีตหรือในปัจจุบัน โดยเป็นผลจากการประเมินความรู้ ทางด้านเนื้อหาวิชาการเป็นหลักเน้นความตรงเชิงเนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับตัววัตถุประสงค์ของการศึกษาเป็นสำคัญ

นิมน้อย แพงปัสสา (2551, หน้า 79) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะ ความรู้ความสามารถ และมวลประสบการณ์ของบุคคลอันเป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ และเป็นผลให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ซึ่งตรวจสอบได้จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ดังนั้นสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของแต่ละบุคคลในด้านต่าง ๆ ที่แสดงให้เห็นถึงความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหา ทักษะกระบวนการ หรือข้อมูลความรู้ที่กำหนดไว้ที่สามารถตรวจสอบได้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเครื่องมือสำคัญที่ครูผู้สอน ใช้วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนด้านความรู้ทักษะและกระบวนการ รวมไปถึง สมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ซึ่งปัจจุบันมีแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลายแบบแตกต่างกันไป จะใช้รูปแบบใดก็ควรพิจารณาถึงจุดประสงค์ในการวัดเป็นสำคัญ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำแนกได้ 2 ประเภท (สุทธิวรธรณ์ พิศศักดิ์โสภณ, 2561, หน้า 2) ดังนี้

2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูสร้างขึ้นเอง

2.2 แบบทดสอบมาตรฐาน ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ที่ครูสร้างขึ้นเอง เพื่อใช้วัดความรู้ความสามารถของนักเรียน จำแนกออกได้ ดังนี้

1. ชนิดที่ผู้สอบเป็นผู้ให้คำตอบ ได้แก่

1.1 แบบทดสอบแบบอัตนัย หรือความเรียง (Subjective Test or Essay Test) จำแนกออกเป็น

1.1.1 แบบจำกัดคำตอบ (Restricted Response Type)

1.1.2 แบบไม่จำกัดคำตอบ (Unrestricted Response Type)

1.2 แบบทดสอบแบบเติมคำหรือตอบสั้น (Completion or Short Answer Test)

3. ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เนื่องจากแบบทดสอบเป็นเครื่องมือวัดผลชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญ อันจะทำให้ครูได้ทราบถึงพฤติกรรมการเรียนของผู้เรียน และทราบถึงประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอน การสร้างแบบทดสอบที่ดีมีคุณภาพจึงไม่ใช่ของง่ายนักสำหรับครู ผู้ออกข้อสอบ ดังนั้นจึงควรมีขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ (สุทธิวรธรณ์ พิศศักดิ์โสภณ, 2561, หน้า 2-3) ดังนี้

3.1 กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบให้แน่ชัดว่าจะสอบเพื่ออะไร สอบกับใคร ในระดับชั้นใด

3.2 กำหนดลักษณะของสิ่งที่จะวัด ในการสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผู้วัดต้องรู้ว่าสิ่งที่ต้องการจะวัดนั้นคืออะไร เช่น ต้องการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วัดจะต้องรู้ว่าในสาระ

ของกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์นี้มีจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนอย่างไร ประกอบด้วยเนื้อหาใดบ้าง ต้องการให้ผู้เรียนบรรลุพฤติกรรมใดบ้าง พฤติกรรมเหล่านั้นเป็นอย่างไร ต้องกำหนดให้ชัดเจน ซึ่งอาจศึกษาต้นคว้าจากเอกสาร ตำรา และทฤษฎีต่าง ๆ ได้ในขั้นตอนนี้เราอาจพิจารณาจากตารางวิเคราะห์หลักสูตรที่ได้ทำไว้แล้ว

3.3 กำหนดชนิดของเครื่องมือที่ใช้ในการวัด ในการกำหนดชนิดของเครื่องมือที่ใช้วัดนั้นพิจารณาจากคุณลักษณะของสิ่งที่เราจะวัดว่าคืออะไร ซึ่งดูได้จากตารางวิเคราะห์หลักสูตร และต้องดูด้วยว่าวัดพฤติกรรมใด จะวัดกับใคร ที่ไหน เมื่อไร อย่างไรด้วย เพราะเครื่องมือที่ใช้วัดมีหลายชนิด แต่ละชนิดก็เหมาะกับคุณลักษณะที่จะวัดต่างกัน ดังนั้นผู้สร้างต้องรู้ลักษณะของเครื่องมือแต่ละชนิดด้วย

3.4 เขียนข้อสอบ เมื่อกำหนดได้แล้วถึงชนิดของเครื่องมือที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ก็เริ่มลงมือเขียนข้อสอบ โดยเขียนให้สอดคล้องกับคุณลักษณะหรือพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด และให้ถูกต้องตามหลักวิชาของการเขียนข้อสอบแต่ละชนิดด้วย

3.5 ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบแก้ไข เมื่อเขียนข้อสอบเสร็จแล้วควรให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญควรประกอบด้วยบุคคล 2 ฝ่าย คือ ผู้เชี่ยวชาญ ในเนื้อหาสาระวิชาและ ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ทางด้านวัดผล เป็นผู้พิจารณาคำถามและคำตอบว่าถูกต้องตามหลักวิชา หรือไม่ ข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์หรือไม่ อีกทั้งภาษาที่ใช้ในการเขียนข้อสอบ ถูกต้องตามหลักวิชา หรือไม่

3.6 การทดลองใช้ข้อสอบ หลังจากที่ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบแก้ไขแล้ว ก็นำแบบทดสอบไปทดลองใช้แล้วนำผลจากการทดลองมาวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพและพัฒนาแบบทดสอบต่อไป ในการทดลองใช้อาจต้องทำหลาย ๆ ครั้งจนสามารถพัฒนาแบบทดสอบได้มีคุณภาพเป็นที่พอใจจึงนำไปใช้จริงในการสอบต่อไป

3.7 สร้างเกณฑ์ในการแปลความหมายคะแนน การสร้างเกณฑ์ในการแปลความหมายคะแนนก็เพื่อต้องการบอกให้ทราบว่ ถ้าบุคคลใดสอบได้คะแนนเท่าไรจะเป็นผู้ที่มีความสามารถหรือมีลักษณะพฤติกรรมอย่างไร

3.8 การเขียนรายงานและคู่มือการใช้ การเขียนรายงานและคู่มือการใช้จะทำให้ผู้นำไปใช้ได้รู้ถึงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบนั้น และรายละเอียดเกี่ยวกับการดำเนินการสอบว่าจะปฏิบัติอย่างไรคะแนนที่แต่ละคนสอบได้จะแปลความหมายอย่างไร ซึ่งจะเป็นข้อมูลให้ผู้ใช้เลือกใช้แบบทดสอบได้เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายในการสอบด้วย

4. ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี

แบบทดสอบที่ดีมีคุณภาพย่อมทำให้ผลการวัดที่ได้มีความถูกต้อง แต่ถ้าแบบทดสอบมีคุณภาพไม่ดีย่อมทำให้ผลการวัดมีความผิดพลาด ดังนั้นในการวัดผล การศึกษาคุณภาพของเครื่องมือ ย่อมเป็นสิ่งที่ต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษ ลักษณะของ เครื่องมือวัดผลที่ดีมีหลายประการ ดังนี้ (สุทธิวรรณ พิรศักดิ์โสภณ, 2561, หน้า 1)

4.1 ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง การวัดในสิ่งที่ต้องการจะวัดได้ อย่างถูกต้อง

4.2 ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง การวัดที่ให้ผลแน่นอน สม่ำเสมอ คงเส้นคงวา (Consistency) เป็นที่มั่นใจหรือเชื่อถือในผลที่วัดได้จริง ถึงแม้จะมีการวัดซ้ำอีก ผลที่ได้ก็ย่อมแน่นอนไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

4.3 ความเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง ความแจ่มชัดของคำถาม ที่ทำให้ผู้ตอบเข้าใจความหมายได้ถูกต้องตรงกัน ข้อคำถามที่มีความเป็นปรนัยต้องมีคุณสมบัติ 3 ประการ คือ

4.3.1 ข้อคำถามมีความชัดเจนว่าต้องการถามอะไร

4.3.2 การตรวจให้คะแนนได้ตรงกันไม่ว่าจะให้ใครตรวจก็ตาม

4.3.3 คะแนนที่ได้สามารถแปลความหมายได้ตรงกัน

4.4 อำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นความสามารถในการแยก หรือจำแนกบุคคลที่มีคุณลักษณะหรือความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้

4.5 ความยากพอเหมาะ (Difficulty) เป็นคุณลักษณะของข้อสอบที่ไม่ ยากเกินไปหรือง่ายเกินไป

4.6 วัดอย่างลึกซึ้ง (Searching) หมายความว่า ลักษณะของคำถาม วัดได้ครอบคลุมพฤติกรรมที่ต้องการวัด และไม่เป็นคำถามที่วัดแต่เพียงความรู้ความจำ อย่างเดียว

4.7 ยุติธรรม (Fair) เป็นลักษณะของคำถามที่ไม่ถาม เพื่อเปิดโอกาส ให้คนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งหรือบุคคลใดบุคคลหนึ่งได้เปรียบในการตอบมากกว่าคนในกลุ่มหนึ่ง หรือบุคคลหนึ่ง

4.8 มีความจำเพาะเจาะจง (Definite) ไม่ถามหลายแง่หลายมุม ในข้อเดียวกัน และควรถามคำถามเดียวในแต่ละข้อ

5. การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนส่วนหนึ่งวัดได้โดยการใช้แบบทดสอบ ซึ่งเรียกว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

รัฐพล ประดับเวทย์ (2560, หน้า 39–49 อ้างถึงใน Bloom, et al., 1956, unpagged) ได้กล่าวว่า สิ่งใดก็ตามที่มีปริมาณอยู่จริงนั้นสามารถวัดได้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก็อยู่ภายใต้กรอบแนวคิดดังกล่าว ซึ่งการวัดจะเป็นประโยชน์ที่ทำให้ทราบถึงระดับความรู้ ทักษะ และเจตคติของนักเรียน ระดับความรู้ความสามารถตามแนวคิดของ Bloom มี 6 ระดับ ดังนี้

1. ความรู้ความจำ (Remembering) คือการที่ผู้เรียนสามารถตอบได้ว่าสิ่งที่เรียนมาจากไหน เพราะเกิดจากการจดจำ
2. ความเข้าใจ (Understanding) คือการที่ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ของสิ่งที่ได้เรียนมา สามารถอธิบายตามความเข้าใจของตัวเองได้
3. การประยุกต์ใช้ (Applying) คือการที่ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับมาใช้ในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้
4. การวิเคราะห์ (Analyzing) คือการที่ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้เรียนมาคิดอย่างลึกซึ้ง รวมทั้งแยกแยะหาความสัมพันธ์และเหตุผลได้
5. การประเมินผล (Evaluating) คือการที่ผู้เรียนสามารถตั้งเกณฑ์ตัดสิน เปรียบเทียบคุณภาพหรือประสิทธิภาพของการเรียนรู้ได้
6. การสร้างสรรค์ (Creating) คือการที่ผู้เรียนสามารถคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ ได้ด้วยตนเอง หรือสามารถปรับปรุงแก้ไขออกแบบ ตั้งสมมติฐานใหม่ ๆ ได้

ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

1. ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

ความหมายของคำว่า ประสิทธิภาพ (Efficiency) ได้มีผู้ให้คำนิยามความหมายไว้หลากหลาย ดังนี้

สวัสดี กาญจนสุวรรณ (2542, หน้า 4) ได้กล่าวว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง การใช้ทรัพยากรและเวลาที่น้อย แต่งานบรรลุเป้าประสงค์และมีคุณภาพมาก

กฤษณ์ อุทัยรัตน์ (2545, หน้า 350) ได้กล่าวว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ที่บรรลุแล้วโดยการเปรียบเทียบกับทรัพยากรที่ใช้ไป

ราชบัณฑิตยสถาน (2546, หน้า 667) ได้กล่าวว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถที่ทำให้เกิดผลในการทำงาน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 7) ได้กล่าวว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง สภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงาน เพื่อให้งานเกิดความสำเร็จ บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ โดยใช้เวลา ความพยายามและค่าใช้จ่ายค้ำค่าที่สุดตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละ

ดังนั้นสรุปได้ว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถที่ทำให้เกิดผลในการทำงานด้วยความพยายาม ปรับปรุงแก้ไขความสามารถและพัฒนาทักษะในการทำงานของตนเองให้ดีขึ้นเพื่อทำให้งานบรรลุเป้าประสงค์และมีคุณภาพมาก

2. การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

ความหมายของคำว่า การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย ได้มีผู้ให้คำนิยามความหมายไว้หลากหลาย ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 153-156) ได้กล่าวว่า เมื่อครูทำการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนหรือนวัตกรรมจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทดลองใช้ และหาประสิทธิภาพของสิ่งที่พัฒนา เพื่อที่จะมั่นใจที่จะนำไปใช้ต่อไป การหาประสิทธิภาพนิยมใช้เกณฑ์ 80/80

วัชรินทร์ กงภูธร (2555, หน้า 58-59) ได้กล่าวว่า วิธีหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการจัดการเรียนรู้มี ดังนี้

1. วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ (Empirical Approach)

วิธีการหาประสิทธิภาพ จะนำสื่อไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนเป้าหมายการหาประสิทธิภาพของสื่อ เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บทเรียนโปรแกรม ชุดการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบฝึกทักษะ เป็นต้น ประสิทธิภาพที่วัดส่วนใหญ่จะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การทำแบบฝึกหัดหรือกระบวนการเรียน หรือแบบทดสอบย่อย โดยแสดงเป็นค่าตัวเลข 2 ตัว เช่น $E_1/E_2 = 80/80$, $E_1/E_2 = 75/75$ เป็นต้น

เกณฑ์ประสิทธิภาพ (E_1/E_2) มีความหมายแตกต่างกันหลายลักษณะ ซึ่งการที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความเข้าใจ โดยปกติเป็นเนื้อหาที่เป็นด้านความรู้ความจำจะตั้งไว้ 80/80, 85/85 หรือ 90/90

ส่วนเนื้อหาที่เป็นด้านทักษะ หรือเจตคติอาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 เป็นต้น อย่างไรก็ตามไม่ควรตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำเพราะตั้งเกณฑ์ไว้เท่าใดก็มักจะได้ผลเท่านั้น เกณฑ์ที่นิยมตั้งไว้สำหรับด้านทักษะ หรือเจตคติ คือ $E_1/E_2 = 90/90, 85/85$ หรือ $80/80$ ขึ้นอยู่กับระดับพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) หากเน้นระดับ ความจำและความเข้าใจก็อาจตั้ง 90/90 หากเน้นการนำไปใช้และการวิเคราะห์ก็อาจตั้ง 85/85 หรือหากเน้นการคิดวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินก็อาจตั้ง 80/80 เป็นต้น

ส่วนเกณฑ์ที่ตั้งไว้สำหรับด้านจิตพิสัยและทักษะพิสัย อาจตั้งไว้ ดังนี้
85/85 เมื่อเป็นการเปลี่ยนแปลงทัศนคติหรือความชำนาญที่ไม่ต้องใช้เวลามากนัก

80/80 เมื่อต้องการเวลาในการเปลี่ยนแปลงทัศนคติ หรือฝึกฝน
75/75 เมื่อต้องใช้เวลาในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้านจิตพิสัยหรือทักษะพิสัยเป็นเวลานานและผู้เรียนต้องการเวลาในการฝึกฝนมากขึ้น

ดังนั้นไม่ว่าจะเป็นเนื้อหาสาระด้านใดก็ไม่ควรตั้งเกณฑ์ E_1/E_2 ไว้ต่ำกว่า 75/75 ในที่นี้จะยกตัวอย่าง $E_1/E_2 = 80/80$

1. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 1 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ถือเป็นประสิทธิภาพ กระบวนการส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80

2. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 2 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ จำนวนนักเรียนร้อยละ 80 ทำแบบทดสอบหลังเรียน ได้คะแนนร้อยละ 80 ทุกคนส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนครั้งนั้น ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 เช่น มีนักเรียน 40 คน ร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมดคือ 32 คน แต่ละคนได้คะแนนจากการทดสอบหลังเรียน ถึงร้อยละ 80 (E_1) ส่วน 80 ด้านหลัง (E_2) คือ ผลการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนทั้งหมด 40 คน ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80

3. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 3 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ที่นักเรียนทำเพิ่มขึ้นจากแบบทดสอบหลังเรียน โดยเปรียบเทียบกับคะแนนที่ทำได้ก่อนเรียน

4. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 4 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E₁) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E₂) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละข้อถูกมีจำนวนร้อยละ 80 (ถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อใดถูกมีจำนวนนักเรียนไม่ถูกร้อยละ 80 แสดงว่าสื่อไม่มีประสิทธิภาพ และชี้ให้เห็นว่าจุดประสงค์ที่ตรงกับข้อนั้นมีความบกพร่อง)

ณัฐกรรณ์ หลาวทอง (2561, หน้า 1) ได้กล่าวว่า การสร้างเครื่องมือการวิจัยเป็นกระบวนการหนึ่งในสามของการออกแบบการวิจัย ซึ่งประกอบไปด้วย การออกแบบการสุ่มตัวอย่าง การออกแบบการวัด การออกแบบการวิเคราะห์ ผู้วิจัยทางการศึกษาต้องสร้างเครื่องมือวิจัยให้สอดคล้องกับลักษณะของตัวแปร คำนึงตามปฏิบัติการเพื่อให้ได้ข้อมูลการวัดที่สอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการศึกษา และคะแนนที่ได้จากเครื่องมือวิจัยมีความน่าเชื่อถือเพียงพอ

ดังนั้นสรุปได้ว่า การหาประสิทธิภาพเครื่องมือวิจัยเป็นกระบวนการที่สำคัญที่ผู้วิจัย ต้องสร้างเครื่องมือวิจัยให้สอดคล้องกับลักษณะตัวแปร คำนึงตามปฏิบัติการเพื่อให้ได้ข้อมูลการวัดสอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการศึกษาและมีคุณภาพ เช่น การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หรือสิ่งที่พัฒนาเพื่อที่จะมั่นใจที่จะนำไปใช้ต่อไป โดยการหาประสิทธิภาพนิยมใช้เกณฑ์ 80/80

ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ได้ตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ 80/80 ซึ่งมีความหมายในลักษณะที่ 1 ดังนี้

80 ตัวแรก คือ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบย่อย ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียน

80 ตัวหลัง คือ ร้อยละของคะแนนที่เฉลี่ยได้ จากการทดลองวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (Post-Test) ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทุกคน

ความพึงพอใจในการเรียนรู้

1. ความหมายของความพึงพอใจ

มีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้หลายประการ ดังนี้

เทพพนม เมืองแมน และสวิง สุวรรณ (2540, หน้า 98) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ภาวะของความพึงพอใจหรือภาวะของการมีอารมณ์ในทางบวก ที่มีผลเกิดขึ้นเนื่องจากการประเมินประสบการณ์ของคน ๆ หนึ่ง สิ่งที่เขาคาดหวังไประหว่างการนำเสนอให้กับสิ่งที่ได้รับจะเป็นรากฐานแห่งความพอใจและไม่พอใจได้

มณี โพธิเสน (2543, หน้า 12) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่ดีหรือเจตคติที่ดีของบุคคลเมื่อได้รับตอบสนองตามความต้องการของตน ทำให้เกิดความรู้สึกที่ดีต่อสิ่งนั้น ๆ

สุรงค์ ไควตระกูล (2544, หน้า 179) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง องค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้ ความสัมฤทธิ์ผลในการเรียนของนักเรียน นอกจากนี้จะขึ้นกับความสามารถแล้วยังขึ้นกับความพอใจด้วย

ชุตินา เทียงคำ (2547, หน้า 29) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง เจตคติหรือระดับความพึงพอใจของบุคคลต่อกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งสื่อให้เห็นถึงประสิทธิภาพของกิจกรรมนั้น ๆ โดยเกิดจากพื้นฐานของการรับรู้ ค่านิยมและประสบการณ์ที่แต่ละบุคคลได้รับระดับความพึงพอใจจะเกิดขึ้นเมื่อกิจกรรมนั้น ๆ สามารถตอบสนองความต้องการแก่บุคคลนั้นได้

ประสาท อิศรปริดา (2547, หน้า 300) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง พลังที่เกิดจากพลังจากพลังทางจิต ซึ่งเป็นภาวะภายในที่กระตุ้นพฤติกรรม เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์หรือเป้าหมายที่ต้องการ

ดังนั้นสรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ระดับความพึงพอใจที่ดีของบุคคล โดยสื่อให้เห็นถึงประสิทธิภาพของกิจกรรมนั้น ๆ เกิดจากพื้นฐานของการรับรู้ค่านิยมและประสบการณ์ที่แต่ละบุคคลได้รับ ซึ่งความพึงพอใจเป็นองค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้ ทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของนักเรียนอีกด้วย

2. การวัดระดับความพึงพอใจ

สาโรช ไสยสมบัติ (2534, หน้า 39) ได้กล่าวว่า การวัดความพึงพอใจ อาจจะทำได้หลายวิธี ดังต่อไปนี้

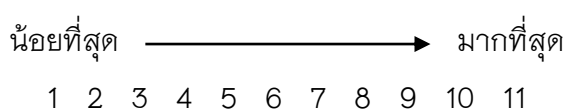
1. การใช้แบบสอบถาม เป็นวิธีหนึ่งที่นิยมใช้กันแพร่หลายวิธีหนึ่ง โดยการร้องขอหรือขอความร่วมมือจากกลุ่มบุคคลที่ต้องการจะวัดแสดงความคิดเห็นลงในแบบฟอร์มที่กำหนดคำตอบไว้ให้เลือกตอบหรือคำตอบอิสระ โดยคำถามอาจจะถามถึงความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ

2. การสัมภาษณ์ เป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะทำให้ทราบถึงระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ ซึ่งเป็นวิธีที่ต้องอาศัยเทคนิคและความชำนาญพิเศษของผู้สัมภาษณ์ที่จะช่วยให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ตอบคำถามให้ตรงกับข้อเท็จจริง การวัดความพึงพอใจโดยวิธีการสัมภาษณ์นับว่าเป็นวิธีการที่ประหยัดและมีประสิทธิภาพอีกวิธีหนึ่ง

3. การสังเกต เป็นวิธีหนึ่งที่จะทำให้ทราบถึงระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการได้ โดยวิธีการสังเกตจากพฤติกรรมทั้งก่อนมารับบริการขณะรอรับบริการและหลังจากการได้รับบริการแล้ว เช่น การสังเกตกิริยาท่าทาง การพูด สีหน้า และความถี่ของการมาขอรับบริการ เป็นต้น การวัดความพึงพอใจโดยวิธีนี้ ผู้วัดจะต้องกระทำอย่างจริงจัง และมีแบบแผนที่แน่นอน จึงจะสามารถประเมินถึงระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการได้อย่างถูกต้อง

ลัวน สายยศ และอังคณา สายยศ (2540, หน้า 179-211) ได้กล่าวว่าแบบทดสอบประเภทนี้เป็นการวัดความรู้สึกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เรียกว่า เป้าเจตคติ การวัดประเภทนี้จะกำหนดตัวเลขเป็นมาตรฐาน โดยอาศัยกฎเกณฑ์ของเครื่องมือนั้นมีหลายแบบดังนี้

1. แบบวัดเจตคติตามแนวคิดของเทอร์สโตน (Thurstone's Method) วิธีการนี้จะหาค่าของแต่ละมาตรา (Scale) ของข้อความทางเจตคติก่อนที่จะนำไปรวบรวมข้อมูลที่จะวิจัย โดยกำหนดลักษณะความรู้สึกที่มากที่สุดถึงน้อยที่สุด ให้ระยะห่างเท่า ๆ กัน จึงเรียกรูปแบบนี้ชื่อหนึ่งว่า Method of Equal-Appearing Intervals โดยแบ่งคุณลักษณะของความรู้สึกจะกำหนดไว้ 11 ช่วง ดังนี้



2. แบบวัดเจตคติตามแนวคิดของลิเคิร์ต (Likert) วิธีที่นิยมใช้กันมากคือ กำหนดค่าตัวเลขกับความรู้สึกแต่ละระดับ ถ้าความรู้สึกระดับสูงให้ตัวเลขสูง ความรู้สึกของคนเป็นความรู้สึกต่อเรื่อง คือ มีเห็นด้วยไปถึงไม่เห็นด้วย ความรู้สึกทางด้านดีมีเป็นตัวเลขสูงกว่าด้านไม่ดี ดังนั้น ตัวเลขที่กำหนดจึงมักจะเป็น 1, 2, 3, 4, 5 เช่น “เห็นด้วยอย่างยิ่ง” ให้นำหน้า 5 “เห็นด้วย” ให้นำหน้า 4 “ไม่แน่ใจ” ให้นำหน้า 3 “ไม่เห็นด้วย” ให้นำหน้า 2 และ “ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง” ให้นำหน้า 1 หรือจะเป็น 4, 3, 2, 1, 0 ก็ได้

3. แบบวัดเจตคติตามแนวคิดของออสกู๊ด (Osgood) วิธีนี้ใช้ภาษามาสร้างมาตราวัดเจตคติ ภาษาที่ใช้จะอยู่ในรูปคำคุณศัพท์ เพราะคำคุณศัพท์ที่ความหมายได้ทั้งทางดีและทางเสีย ซึ่งสามารถให้ความหมายตรงกันข้ามกันได้อย่างมีเหตุผล ซึ่งมีการประเมินได้ 3 รูปแบบ คือ

3.1 ด้านการประเมินค่า เช่น ดี-เลว สุข-ทุกข์ ฉลาด-โง่ บวก-ลบ สำเร็จ-ล้มเหลว

3.2 ด้านพลัง เช่น แข็งแรง-อ่อนแอ หนัก-เบา แข็ง-นุ่ม

3.3 ด้านกิจกรรม เช่น เร็ว-ช้า ชยัน-ขี้เกียจ คล่องแคล่ว-เฉื่อยชา

เชิดศักดิ์ โสวาลินธุ์ (2549, หน้า 84) ได้กล่าวว่า การวัดระดับความพึงพอใจควรชั่งตวงเบื่องต้น ดังนี้

1. การศึกษาความพึงพอใจ เป็นการศึกษาความคิดเห็นและความรู้สึกของบุคคลที่มีลักษณะความคงเส้นคงวา หรืออย่างน้อยก็เป็นการแสดงความคิดเห็นหรือความรู้สึกที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง

2. ความพึงพอใจจะไม่สามารถสังเกตหรือวัดได้โดยตรง ดังนั้นการหาความพึงพอใจจึงจะเป็นการวัดความพึงพอใจทางอ้อมจากแนวโน้มที่บุคคลจะแสดงออกหรือประพฤติปฏิบัติอย่างมีระเบียบแบบแผนคงที่ไม่ใช้พฤติกรรมโดยตรงของมนุษย์

3. การศึกษาความพึงพอใจของมนุษย์นั้น ไม่ใช่สนใจเฉพาะทิศทางของความพึงพอใจของบุคคลเหล่านั้น แต่ต้องศึกษาถึงระดับความมากน้อยหรือความเข้มของความพึงพอใจ

ดังนั้นสรุปได้ว่า การวัดระดับความพึงพอใจ เป็นการศึกษาความคิดเห็นและเจตคติ ของบุคคล อาจจกระทำได้หลายวิธี ได้แก่ การใช้แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ การสังเกต แบบทดสอบวัดความรู้สึกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรียกว่าเป้าเจตคติที่มีการกำหนดตัวเลขเป็นมาตรฐาน

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำแนวทางการวัดความพึงพอใจ โดยใช้แบบวัดเจตคติของลิเคิร์ทมาใช้ในการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียน 4 ด้าน ดังนี้

1. ด้านสาระการเรียนรู้ หมายถึง การประเมินความพึงพอใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่นำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ว่าเหมาะสมกับผู้เรียน เวลา มีความน่าสนใจและสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

2. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การประเมินความพึงพอใจเกี่ยวกับรูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียน นักเรียนชอบหรือมีความสุขในการร่วมกิจกรรม ความเหมาะสมกับเนื้อหา และเวลา เป็นกิจกรรมที่ฝึกทักษะการคิดของนักเรียน

3. ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ หมายถึง การประเมินความพึงพอใจเกี่ยวกับบรรยากาศในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความหลากหลายน่าสนใจ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ด้านต่าง ๆ

4. ด้านการวัดและประเมินผล หมายถึง การประเมินความพึงพอใจเกี่ยวกับการประเมินผลงานของนักเรียน นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผลงาน โดยแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีจำนวน 20 ข้อ ซึ่งแต่ละข้อจะกำหนดคะแนนเป็น 5 ระดับ คือ

5 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

4 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

3 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง

2 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย

1 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

ชนภรณ์ นนตะแสน (2559, หน้า 125-134) ได้ทำการศึกษา เรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง เทคโนโลยีสารสนเทศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนเด็อศรีโพธิ์วัลย์ จำนวน 34 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที (t-test) ชนิด Dependent Samples พบว่า 1) ประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการใช้หนังสือ

อิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง เทคโนโลยีสารสนเทศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าเท่ากับ 3.09/84.90 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 80/80 2) ดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง เทคโนโลยีสารสนเทศ มีค่าเท่ากับ 0.75 ซึ่งผ่านเกณฑ์ ที่ตั้งไว้ตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไป 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง เทคโนโลยีสารสนเทศ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 4) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง เทคโนโลยีสารสนเทศ อยู่ในระดับมาก

ลิลลา อุดุลยศาสตร์ และสุภา ยธิกุล (2559, หน้า 51-65) ได้ทำการศึกษาวิจัยเพื่อวัดระดับ TPACK และเพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อ ระดับ TPACK ของครุคณิตศาสตร์ใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นครูผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่สังกัดในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา และสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชนในเขตพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบ 2 ขั้นตอน (Two Stage Sampling) จำนวน 210 คนเก็บรวบรวมข้อมูลโดยให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามเป็นความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับ TPACK โดยวัด 7 องค์ประกอบย่อยของ TPACK และความคิดเห็นเกี่ยวกับ ปัจจัย 4 ปัจจัย ที่ส่งผลกระทบต่อระดับ TPACK ของครุคณิตศาสตร์ใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ โดยเป็นแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามแบบของลิเคอร์ท แล้ววิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน และวิธีการถดถอยพหุคูณ ผลการวิจัยพบว่า 1) ผู้ตอบแบบสอบถามมีความรู้ในการบูรณาการด้านเทคโนโลยีด้านวิชาครู และด้านเนื้อหาในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง (Mean = 3.33, S.D. = 0.67) 2) ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อระดับความรู้ในการบูรณาการด้านเทคโนโลยี ด้านวิชาครู และด้านเนื้อหาของครุคณิตศาสตร์ใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มี 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยด้านความเชี่ยวชาญเฉพาะบุคคลและปัจจัยในองค์กร

ชจรงค์ดี จำไทยสงค์ โกมินทร์ บุญชูและวิโรจน์ ตั้งวังสกุล (2560, หน้า 201-210) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยการใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัด

การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ครูมีความพร้อมที่ดีในการสอน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดรองลงมาคือ ครูสอนเข้าใจและเอาใจใส่ นักเรียน และครูทำให้การเรียนคณิตศาสตร์สนุกสนาน ตามลำดับ

นันทวัน พัวพัน (2562, หน้า 156-166) ได้พัฒนารายวิชาการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความรู้เนื้อหาพจนานุกรมวิธีสอนและเทคโนโลยีของนักศึกษาครุสาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป พบว่า นักศึกษาสามารถเลือกใช้เทคโนโลยี เช่น โปรแกรม PhET ได้เหมาะสมกับเนื้อหา และออกแบบวิธีสอนได้เหมาะสมกับบริบท ผู้วิจัยได้เสนอแนะว่าจำเป็นต้องตรวจสอบความรู้เนื้อหา ก่อน หากนักศึกษามีความรู้ด้านเนื้อหาที่ถูกต้องก็จะสามารถพจนานุกรมเทคโนโลยีมาส่งเสริมเนื้อหาและวิธีสอนได้ดียิ่งขึ้น และควรกำหนดให้หลักสูตรพัฒนา นักศึกษาครูเน้นกิจกรรมที่บูรณาการองค์ความรู้ด้านเนื้อหาวิธีสอนและเทคโนโลยี เป็นสมรรถนะหลัก ที่นักศึกษานำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนา นักเรียนให้เป็นไปตามเป้าหมายและตอบสนองต่อสังคม

ศิริวรรณ ฉัตรมณีรุ่งเจริญ (2563, หน้า 138-151) ได้พัฒนาความรู้ในเนื้อหาพจนานุกรมวิธีสอนและเทคโนโลยีของครูวิทยาศาสตร์ในความรู้แต่ละด้าน ได้แก่ ความรู้เนื้อหา หลักสูตร นักเรียนและการเรียนรู้ วิธีการสอน การวัดและประเมินผล การเรียนรู้เทคโนโลยี และบริบทของโรงเรียน ส่งเสริมให้ครูวิทยาศาสตร์สามารถจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสะท้อนปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงได้ พบว่า ผลการพัฒนาของครูวิทยาศาสตร์ด้าน TPACK นั้นส่งผลให้ครูวิทยาศาสตร์สามารถสอน วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาแบบบ่งชี้ถึงปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงได้ (Explicit Teaching) และการพัฒนาที่เกิดขึ้นกับครูวิทยาศาสตร์กลุ่มนี้มีความยั่งยืนโดยเห็น ได้จากแผนการจัดการเรียนรู้และการปฏิบัติการสอนของครูวิทยาศาสตร์ในระยะเวลา 4 ปี ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป นักวิจัยและนักการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาคณะมี การศึกษาเพิ่มเติมประเด็นของความเชื่อมั่นความสามารถของตนเองกับความรู้ ประสบการณ์ด้านเทคโนโลยีต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของครูวิทยาศาสตร์

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Doering, Veletsianos, Scharber, & Miller (2009, pp. 319–346)

ทำการวิจัยโดยนำแนวคิด TPACK ไปใช้พัฒนาครู โดยมุ่งพัฒนาที่ความรู้ 3 ส่วนคือ TK, PK และ CK เพื่อให้ครูมีความรู้ และสามารถใช้เทคโนโลยีชิ้นหนึ่งเพื่อนำไปสอนในชั้นเรียน ซึ่งถือเป็นผลของความรู้โดยรวมหรือก็คือ TPACK นั่นเอง จากงานวิจัยมีการสะท้อนข้อมูลว่าในบริบทที่แตกต่างกันนั้นความรู้แต่ละส่วนในแนวคิด TPACK ก็แตกต่างกันไปด้วย มองว่าครูมี TK, PK และ CK อยู่อย่างไม่จำกัดซึ่งเป็นไปตาม ประสบการณ์ของครู ที่สั่งสมมาและที่จะเพิ่มขึ้นอีกได้และมอง TPK, PCK และ TCK คือการผสมผสานความรู้ เลือกแล้วว่าจำเป็นต้องใช้หรือต้องเพิ่มเติมให้เหมาะสมในบริบทหนึ่ง ๆ ซึ่งสัดส่วนของการผสมผสานระหว่าง TPK, PCK และ TCK ก็จะถูกกำหนดจากบริบทโดยอัตโนมัติ และผลของการประสาน หรือบูรณาการ TPK, PCK และ TCK นั่นก็คือความรู้ที่ครู ได้นำไปใช้ในสถานการณ์หนึ่ง ๆ การให้ครูประเมิน ตนเองโดยระบุตำแหน่งการรับรู้ความรู้ ของตนเองในแผนภาพ TPACK อธิบายได้ว่าการรับรู้ตนเองเกี่ยวกับความรู้ของครูมีการเปลี่ยนแปลงไป

Sulaiman (2010, pp. 355–362) ได้ศึกษาการรับรู้ของนักเรียนที่ใช้ การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในรายวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักศึกษา ในระดับปริญญาตรี กลุ่มแรกเป็นนักศึกษาริชาเอกคณิตศาสตร์ จำนวน 30 คน กลุ่มที่สอง เป็นนักศึกษาศึกษาศาสตร์ วิชาเอกครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 คน กระบวนการวิจัย คือ ใช้ระบบการจัดการการเรียน (Learning Management System) และหน่วยเทคโนโลยี การศึกษาและสื่อมัลติมีเดีย (Educational Technology and Multimedia Unit) เพื่อที่จะป้อน ปัญหา 5 ข้อผ่านทางระบบอินเทอร์เน็ต ข้อมูลถูกเก็บด้วยแบบสอบถามแบบปลายเปิด และแบบสำรวจ ผลการศึกษา พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานช่วยทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาในรายวิชา และช่วยเพิ่มความสามารถในการแก้ปัญหาให้ดีขึ้น

Chan (2011, pp. 15–31) ได้ศึกษาเจตคติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนทั้งสองห้องมีเจตคติทางบวกต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทั้งสามด้าน และคะแนนเฉลี่ยของเจตคติ ของนักเรียนที่มีความสามารถสูงกับนักเรียนที่ความสามารถไม่แตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่นักเรียนที่มีความสามารถสูงมีคะแนนเฉลี่ยของเจตคติ สูงกว่านักเรียนที่ด้อยความสามารถในทุกด้าน

Junnaina & Hazri (2012, pp. 1539–1547) ได้กล่าวว่า ปัจจุบันการประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีและการบูรณาการเทคโนโลยีกลายเป็นสิ่งจำเป็นในกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งต้องอาศัยความรู้ด้านเทคโนโลยีเป็นอย่างสูง จึงได้ทำการวิจัยเพื่อประเมินระดับ ความสามารถของอาจารย์ผู้สอน TVET (Technological and Vocational Education Training) โดยการประเมินความรู้ทางวิชาชีพตามแบบจำลอง TPACK ผสมซึ่งได้ศึกษาโดยใช้การวิจัย แบบผสมกับครูผู้สอน TVET จำนวน 300 คน ในประเทศมาเลเซีย เพื่อระบุระดับของ TPACK และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความรู้ของพวกเขา ข้อค้นพบที่สำคัญได้รับการกล่าวถึง จากข้อมูลส่วนบุคคลและมุมมองขององค์กรเพื่อให้ข้อมูลภาพรวมและความเข้าใจ ในประสิทธิภาพ

Tarhan & Sesen (2013, pp 565) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เกี่ยวกับความเข้าใจ เรื่องการไอออนไนซ์เซชัน (Ionization) ของน้ำและกรด และแรงยึดเหนี่ยวพื้นฐาน และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรม เพื่อนำมาวิเคราะห์ในการศึกษาได้ ดำเนินการทดลองเป็นแบบ Quasi-Experiment นักเรียนในกลุ่มทดลองได้รับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน นักเรียนในกลุ่มควบคุมได้รับการสอนโดยครู เป็นศูนย์กลาง ทดสอบความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อระบุความรู้ที่จำเป็นที่จะใช้ในหัวข้อ ที่จะเรียน และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ทำการทดสอบหลังเรียนเพื่อทดสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนในหัวข้อที่ได้เรียน จากผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนของนักเรียนในกลุ่มการทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญ ความคิดเห็นของนักเรียนเพิ่มขึ้นในเชิงบวกหลังจากจัดกิจกรรม จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถนำมา จัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในรายวิชาเคมีและวิชาวิทยาศาสตร์สาขา อื่น ๆ ดังนั้นนักเรียนจะสามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ มีทักษะ ทางสังคมเกิดการคิดวิเคราะห์ และมีทักษะการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มได้

Liu (2016, pp. 87–102) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการบูรณาการเทคโนโลยี ในห้องเรียนประถมศึกษา: การสอนการปฏิบัติของครูฝึกสอน โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อสำรวจเหตุผลและประเภทของเทคโนโลยีที่นำไปใช้ ในการจัดการเรียนการสอน

ผ่านแบบบันทึกการสังเกตการณ์สอน ใช้ระยะเวลา คน โดยสำรวจจากการบันทึก 31 สัปดาห์ โดยมีกลุ่มตัวอย่างคือ ครูฝึกสอนจำนวน 8 การสังเกตการณ์สอนเป็นรายสัปดาห์ และซักถามข้อมูล จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาออกแบบการจัดการเรียนการสอน แสดงให้เห็นถึงความสำคัญในการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ แล้วสำรวจเกี่ยวกับ การเข้าถึง และการใช้งานของเทคโนโลยีในห้องเรียน ผลการวิจัยในด้านการใช้ประเภทของ เทคโนโลยี พบว่า เครื่องถ่ายทอดภาพมิติ เป็นเทคโนโลยีที่ใช้บ่อย 3 ที่สุด รองลงมาคือ สมาร์ทบอร์ด วิดีโอ Power Point ตามลำดับ นอกจากนี้ผู้วิจัยพบว่าเหตุผลที่ควรจะนำเทคโนโลยีมาใช้ สูงสุดเป็นเหตุผลที่บอกว่านักเรียนมีส่วนร่วมและแรงจูงใจ และรองลงมาเป็นในส่วน ของการจัดการเวลา จากการอภิปรายผลร่วมกัน จากการวิจัยนี้ ผู้วิจัยอภิปรายว่ามี ความเกี่ยวข้องกับ TPACK ดังนี้ 1) TCK ครูมักใช้เทคโนโลยีซอฟต์แวร์ หรือฮาร์ดแวร์ที่มีอยู่ แล้วในห้องเรียน ซึ่งนั่นแสดงให้เห็นถึงความจำเป็นในความรู้และทักษะด้านเทคโนโลยี เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพระหว่างจัดการเรียนการสอน และจากการสังเกตยังพบว่าสื่อที่ครู เลือกจะนำมาใช้จะเป็นสื่อที่ครูมีความรู้ในการใช้งานหรือเป็นอุปกรณ์ที่ง่าย

2) TPK การวางแผนการสอนมีความจำเป็นในการกำหนดวิธีการที่จะนำมาใช้เป็นอย่างมาก รวมถึงการแบ่งพื้นที่ในห้องเรียน ประเภทของกลุ่มนักเรียนและเทคโนโลยีที่ใช้

3) TPCK ครูผู้สอนควรที่จะมีการวางรากฐานที่ดีในการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอน เพราะไม่ใช่เพียงแค่ห้องเรียนมีเทคโนโลยีอะไรหรือครูผู้สอนใช้ เทคโนโลยีอะไรเป็นควรคำนึงถึงการตอบสนองความต้องการของผู้เรียนและวัตถุประสงค์ ในการจัดการเรียนการสอน นอกจากนี้การให้คำปรึกษาในด้านเทคโนโลยี และการจัดโปรแกรมเตรียมครูผู้สอนจะถือเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอน

จากงานวิจัยข้างต้นสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับ ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ทำให้ผู้สอนมีสมรรถภาพในการจัดการ เรียนรู้สูงขึ้น ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการเรียน มีทักษะการคิด อย่างมีวิจารณญาณมีความ มั่นใจในตนเอง มีความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เป็น กระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนผู้เรียนสร้างองค์ความรู้จากปัญหาหรือสถานการณ์ที่สนใจผ่าน กระบวนการกลุ่มการสืบค้น กระบวนการทำความเข้าใจ และแก้ปัญหาด้วยเหตุผลตัว ปัญหา นั้นจะมีความสัมพันธ์กับชีวิตจริง และเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้ และมีสื่อ การเรียนรู้ที่น่าสนใจอย่างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้เร็วขึ้น

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัย เรื่อง การพัฒนา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบแผนการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
5. วิธีดำเนินการศึกษา
6. การเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การวิเคราะห์ข้อมูล
8. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสว่างแดนดิน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร เขต 23 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 7 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 280 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนสว่างแดนดิน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร เขต 23 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1

ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 30 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

แบบแผนการวิจัย

การทดลองใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหา
ผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี วัดผลก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pre-test and
Post-test Design) (วารุ เฟ็งสวัสดิ์, 2551, หน้า 133) ซึ่งมีแบบแผนการวิจัย ดังตาราง 2

ตาราง 2 แบบแผนของการวิจัยแบบกลุ่มเดี่ยววัดผลก่อนและหลังการทดลอง
(One Group Pre-test and Post-test Design)

กลุ่ม	การทดลอง ก่อนการทดลอง	ตัวแปรทดลอง	การทดลอง หลังการทดลอง
กลุ่มการทดลอง	T ₁	X	T ₂

T₁ แทน การทดสอบก่อนการทดลอง (Pre-test)

X แทน การจัดการกระทำ (Treatment) การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหา
เป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

T₂ แทน การทดสอบหลังการทดลอง (Post-test)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ประกอบด้วยเครื่องมือที่
ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง วิวัฒนาการ
โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและ
เทคโนโลยี จำนวน 5 แผน ดังตาราง 3

ตาราง 3 การวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ และจำนวนชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เนื้อหา	ชั่วโมง
1	หลักฐานและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต	2
2	แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต	3
3	พันธุศาสตร์ประชากร	4
4	ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ ของแอลลีล	2
5	กำเนิดสปีชีส์	3

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง วิวัฒนาการ โดยใช้การจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้าง และหาคุณภาพของเครื่องมือในการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

1. การสร้างและหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 คู่มือครูหนังสือเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อให้ทราบเนื้อหาสาระมาตรฐานและตัวชี้วัด

1.2 คีขารายละเอียดเนื้อหา เรื่อง วิวัฒนาการ และผู้วิจัยได้วิเคราะห์
ความสัมพันธ์ของผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะ กิจกรรมการเรียนรู้ ภาระงาน/ชิ้นงาน และการวัดผล
ประเมินผล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ โดยมีรายละเอียด ดังตาราง 4

ตาราง 4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 สมรรถนะ กิจกรรมการเรียนรู้ ภาระงาน/ชิ้นงาน และการวัดผลประเมินผล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ
 มาตรฐานการเรียนรู้ ข้อที่ 2 เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดีเอ็นเอ โครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของ
 สารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการ
 ของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์กการเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ
 กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	สมรรถนะ	กิจกรรมการ เรียนรู้	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	การวัดผล การประเมินผล
4/1 สืบค้นข้อมูลและ อธิบายเกี่ยวกับ หลักฐานที่สนับสนุน และข้อมูลที่ใช้อธิบาย การเกิดวิวัฒนาการ ของสิ่งมีชีวิต	หลักฐานที่ สนับสนุนและ ข้อมูลที่ใช้อธิบาย การเกิด วิวัฒนาการ ของสิ่งมีชีวิต	นักเรียนสืบค้น ข้อมูล อภิปราย วิเคราะห์และสรุป หลักฐานต่าง ๆ ที่ สนับสนุน และข้อมูล ที่ใช้อธิบาย การเกิดวิวัฒนาการ ของสิ่งมีชีวิตได้	1. การสังเกต 2. การจำแนก 3. การตั้งสมมติฐาน 4. การลงความเห็น ข้อมูล 5. การตีความหมาย ข้อมูลและลงข้อมูล	1. ความสามารถ ในการสื่อสาร 2. ความสามารถ ในการคิด 1) ทักษะการ สังเกต 2) ทักษะการ สำรวจ 3) ทักษะการ เปรียบเทียบ	การจัดการ เรียนรู้แบบใช้ ปัญหาเป็น ฐาน ร่วมกับ ความรู้ใน เนื้อหาผนวก วิธีการสอน และ เทคโนโลยี	- ใบงาน/ ใบกิจกรรม - นำเสนอ ผลงาน	1. แบบทดสอบ วัดทักษะ กระบวนการ ทาง วิทยาศาสตร์ 2. แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน

ตาราง 4 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	สมรรถนะ	กิจกรรมการเรียนรู้	ภาระงาน/ชิ้นงาน	การวัดผล การประเมินผล
				4) ทักษะการให้เหตุผล 5) ทักษะการวิเคราะห์ 6) ทักษะการเชื่อมโยง 3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี			3. แบบประเมินผลงาน/ชิ้นงาน 4. แบบสอบถามความพึงพอใจ
4/1 อธิบายและเปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของ ลามาร์ก	แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของ ลามาร์ก	1. นักเรียนสืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับกฎการใช้และไม่ใช้และกฎการถ่ายทอดลักษณะที่เกิดขึ้นใหม่ของ ลามาร์กได้	1. การสังเกต 2. การลงความเห็นจากข้อมูล 3. การตั้งสมมติฐาน	1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสำรวจ 3) ทักษะการเปรียบเทียบ	การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับความรู้นี้นื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี	- ใบงาน/ใบกิจกรรม - นำเสนอผลงาน	1. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตาราง 4 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	สมรรถนะ	กิจกรรมการเรียนรู้	ภาระงาน/ชิ้นงาน	การวัดผล การประเมินผล
และทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของชาลส์ ดาร์วิน	และทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของชาลส์ ดาร์วิน	2. นักเรียนสืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติของชาลส์ ดาร์วินและยกตัวอย่างวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตซึ่งผ่านการคัดเลือกโดยธรรมชาติได้ 3. นักเรียนอธิบายและเปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของลามาร์กและดาร์วินได้	4. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	4) ทักษะการให้เหตุผล 5) ทักษะการวิเคราะห์ 6) ทักษะการเชื่อมโยง 3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี			3. แบบประเมินผลงาน/ ชิ้นงาน 4. แบบสอบถามความพึงพอใจ

ตาราง 4 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	สมรรถนะ	กิจกรรมการเรียนรู้	ภาระงาน/ชิ้นงาน	การวัดผล การประเมินผล
4/1 ระบุสาระสำคัญ และอธิบายเงื่อนไขของภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลในประชากร พร้อมทั้งคำนวณหาความถี่ของแอลลีล	เงื่อนไขของภาวะสมดุลของ ฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลในประชากรและคำนวณหาความถี่ของแอลลีล และจีโนไทป์ของ	1. นักเรียนอธิบายหลักการของ ฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก และระบุเงื่อนไขของสมดุล ฮาร์ดี-ไวน์เบิร์กได้ 2. นักเรียนคำนวณหาความถี่ของแอลลีลและความถี่ของจีโนไทป์ประชากรโดยใช้หลักการของ ฮาร์ดี-ไวน์เบิร์กได้ 3. นักเรียนสรุปปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของ แอลลีล	1. การสังเกต 2. การใช้จำนวน 3. การลงความเห็นจากข้อมูล 4. การตั้งสมมติฐาน 5. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป 6. การสร้างแบบจำลอง	1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสำรวจ 3) ทักษะการเปรียบเทียบ 4) ทักษะการให้เหตุผล 5) ทักษะการวิเคราะห์ 6) ทักษะการเชื่อมโยง	การจัดการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี	- ใบงาน/ใบกิจกรรม - นำเสนอผลงาน	1. แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3. แบบประเมินผลงาน/ชิ้นงาน 4. แบบสอบถามความพึงพอใจ

ตาราง 4 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	สมรรถนะ	กิจกรรมการเรียนรู้	ภาระงาน/ชิ้นงาน	การวัดผล การประเมินผล
และจีโอโทปของประชากรโดยใช้หลักของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก	ประชากรโดยใช้หลักของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก	และความถี่ ของจีโนโทปในประชากรที่ส่งผลต่อวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตได้		3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี			
4/1 สืบค้นข้อมูล อภิปราย และ อธิบายกระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต	กระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต	1. นักเรียนอธิบายและยกตัวอย่างแนวคิดเกี่ยวกับความหมายของสปีชีส์ด้านต่าง ๆ ได้ 2. นักเรียนอธิบายและยกตัวอย่างการแยกเหตุการณ์สืบพันธุ์ 3. นักเรียนสืบค้นข้อมูล อภิปราย และ อธิบายกำเนิดสปีชีส์ได้	1. การสังเกต 2. การลงความเห็นจากข้อมูล 3. การตั้ง สมมติฐาน 4. การตี ความหมาย ข้อมูลและการลงข้อสรุป 5. การสร้างแบบจำลอง	1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสำรวจ 3) ทักษะการเปรียบเทียบ 4) ทักษะการให้เหตุผล 5) ทักษะการวิเคราะห์ 6) ทักษะการเชื่อมโยง 3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหา ผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี	- ใบงาน/ ใบกิจกรรม - นำเสนอผลงาน	1. แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3. แบบประเมินผลงาน/ ชิ้นงาน 4. แบบสอบถามความพึงพอใจ

1.3 ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

1.4 ศึกษารูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง วิวัฒนาการ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 5 แผน ใช้เวลาในการจัดการเรียนการสอนจำนวน 14 ชั่วโมง และทำการทดสอบก่อนและหลังเรียน 2 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ดังรายละเอียดแสดงดังตาราง 5

ตาราง 5 เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เนื้อหา	เวลา (ชั่วโมง)
	ทดสอบก่อนเรียน	1
1	หลักฐานและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต	2
2	แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต	3
3	พันธุศาสตร์ประชากร	4
4	ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีล	2
5	กำเนิดสปีชีส์	3
	ทดสอบหลังเรียน	1
รวม		16

ในแต่ละแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ ความรู้ (Knowledge) กระบวนการ (Process) คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude) กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ สื่อ และแหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ไบบันท์กิจกรรม และเครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ความเที่ยงตรง ด้านเนื้อหา ภาษา และรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ถือว่าสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี หรือไม่เพียงพอ จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.7 นำรูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง วิวัฒนาการ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ โดยมีผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ดังนี้

1. อาจารย์สิรินทร์ ปัญญาคม อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

2. นางฐปณี แก้วมะ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสว่างแดนดิน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23

3. นายสุบรรณ บ้องสุข ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสว่างแดนดิน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23

พิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence : IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้กับวัตถุประสงค์โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับ
วัตถุประสงค์

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับ
วัตถุประสงค์

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้ไม่สอดคล้องกับ
วัตถุประสงค์

ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ของ
ลิเคิร์ท โดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ซึ่งมี 5 ระดับ คือ

5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง เหมาะสมมาก

3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

นำการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย และเปรียบเทียบกับเกณฑ์เพื่อเป็นแนวทางในการแปลผล ความหมายเกณฑ์ที่ใช้ในการแปลความหมายมี ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 65)

คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองสอน (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสว่างแดนดิน จำนวน 30 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยสุ่มแผนจัดการเรียนรู้ จำนวน 2 แผน ไปทดลองใช้สอน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้สมบูรณ์

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วจัดทำเป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปทดลองสอนกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสว่างแดนดิน ปีการศึกษา 2565 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 30 คน

2. การสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ

2.2 ศึกษาแบบเรียนคู่มือครูสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาของบทเรียน

2.3 จัดทำตารางวิเคราะห์ข้อสอบทักษะกระบวนการที่ต้องการวัด ซึ่งประกอบด้วย 14 ทักษะ คือ การสังเกต การวัด การจัดจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปสกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมาย ข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐานการกำหนดและ

ควบคุมตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการการทดลอง การตีความหมายข้อมูล การลงข้อสรุป และการสร้างแบบจำลอง

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์เนื้อหาและทักษะที่ต้องการวัด

2.5 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อแนะนำในส่วนที่บกพร่องและทำการแก้ไข ปรับปรุง

2.6 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อพิจารณาตรวจสอบ เสนอแนะและประเมินค่า IOC ของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ใช้เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบเหมาะสมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบเหมาะสมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่เหมาะสมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

2.7 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป นำมาใช้ในงานวิจัย

2.8 จัดพิมพ์ข้อสอบแล้วนำไปทดลองสอบ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสว่างแดนดิน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และผ่านการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ไปแล้ว

2.9 นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนทำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนน ดังนี้ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิด ไม่ตอบ หรือเลือกตอบเกิน 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน

2.10 นำผลการทดสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 30 ข้อ นำข้อสอบที่คัดเลือก 30 ข้อ ไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.75 ซึ่งผลการวิเคราะห์ระดับ

ค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.57–0.73 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.21–0.73 (ภาคผนวก ข)

2.11 คัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่า (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จากผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 ท่าน จำนวน 30 ข้อ มาจัดพิมพ์ชุดแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับจริงเพื่อนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนสว่างแดนดิน จำนวน 30 คน

2.12 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แผนการเรียนรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดในแต่ละแผนการเรียนรู้ ดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แผนการเรียนรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่/เรื่อง	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้น
1. หลักฐานและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต	<ol style="list-style-type: none"> 1. การสังเกต 2. การจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล 3. การตั้งสมมติฐาน 4. ทักษะการสรุปลงความเห็น 5. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป
2. แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต	<ol style="list-style-type: none"> 1. การสังเกต 2. การลงความเห็นจากข้อมูล 3. การตั้งสมมติฐาน 4. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป 5. การสร้างแบบจำลอง
3. พันธุศาสตร์ประชากร	<ol style="list-style-type: none"> 1. การสังเกต 2. การใช้จำนวน 3. การลงความเห็นจากข้อมูล 4. การตั้งสมมติฐาน 5. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

ตาราง 6 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่/เรื่อง	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้น
4. ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ความถี่ของแอลลีล	1. การสังเกต 2. การลงความเห็นจากข้อมูล 3. การตั้งสมมติฐาน 4. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป 5. การสร้างแบบจำลอง
5. กำเนิดสปีชีส์	1. การสังเกต 2. การลงความเห็นจากข้อมูล 3. การตั้งสมมติฐาน 4. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป 5. การสร้างแบบจำลอง

3. การสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหา
ผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีเรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
มีขั้นตอน ดังนี้

- 3.1 ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบ คู่มือการวัด และประเมินผล
วิทยาศาสตร์ ศึกษาข้อช่วย เนื้อหา วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ และเนื้อหา
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ
- 3.2 กำหนดสัดส่วนเนื้อหา และสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียน แบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้มีเนื้อหาครอบคลุมจุดมุ่งหมาย จำนวน 40 ข้อ
- 3.3 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ เพื่อปรับปรุงแก้ไข แล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ซึ่งเป็นชุดเดิม พิจารณา
ความสอดคล้องในด้านความสัมพันธ์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเนื้อหาความเหมาะสม
ของตัวเลือก และภาษาที่ใช้ โดยใช้แบบตรวจสอบคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญ การหาค่าดัชนี
ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการ

จัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบเหมาะสมสอดคล้องกับ
วัตถุประสงค์

ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าเหมาะสมสอดคล้องกับ
วัตถุประสงค์

ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่เหมาะสมสอดคล้อง
กับวัตถุประสงค์

3.4 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป
นำมาใช้ในงานวิจัย

3.5 จัดพิมพ์ข้อสอบแล้วนำไปทดลองสอบ (Try Out) กับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสว่างแดนดิน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และผ่านการทดลองใช้
แผนการจัดการเรียนรู้ไปแล้ว

3.6 นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนทำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนน
ดังนี้ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิด ไม่ตอบ หรือเลือกตอบเกิน 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน

3.7 นำผลการทดสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p)
และค่าอำนาจจำแนก (r) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 30 ข้อ
นำข้อสอบที่คัดเลือก 30 ข้อ ไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.75 ซึ่งผลการ
วิเคราะห์ระดับค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.53-0.73 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง
0.25-0.73 (ภาคผนวก ข)

3.8 คัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่า (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จากผลการ
พิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 ท่าน จำนวน 30 ข้อ มาจัดพิมพ์ชุดแบบทดสอบวัด
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับจริงเพื่อนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนสว่างแดนดิน จำนวน 30 คน

3.9 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนกับแผนการจัดการเรียนรู้ ดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับ
แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัด การเรียนรู้ที่	รู้-จำ (ข้อ)	เข้าใจ (ข้อ)	นำไปใช้ (ข้อ)	วิเคราะห์ (ข้อ)	ประเมินผล (ข้อ)	สร้างสรรค์ (ข้อ)	รวม (ข้อ)
1. หลักฐาน และข้อมูลที่ใช้ ในการศึกษา วิวัฒนาการ ของสิ่งมีชีวิต	1	2	1	-	1	1	6
2. แนวคิด เกี่ยวกับ วิวัฒนาการ ของสิ่งมีชีวิต	2	1	-	-	1	2	6
3. พันธุศาสตร์ ประชากร	2	2	-	-	1	1	6
4. ปัจจัยที่ทำให้เกิดการ เปลี่ยนแปลง ความถี่ของ แอลลีล	1	2	1	1	1	-	6
5. กำเนิด สปีชีส์	1	1	1	1	1	1	6
รวม	7	8	3	2	5	5	30

4. การสร้างและหาคุณภาพของแบบสอบถามความพึงพอใจ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ ดังนี้

4.1 ศึกษาวิธีสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจและกำหนดรูปแบบ

แบบสอบถามจากหนังสือวิจัยเบื้องต้นของ (สมชาย วรภิษเกษมสกุล, 2555, หน้า 207-213)
และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.2 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ ที่ผู้วิจัยค้นคว้าพัฒนาขึ้นโดยการวัด และประเมินจากแบบสอบถามความพึงพอใจ จำนวน 30 ข้อ ต้องการใช้จริง 20 ข้อ ชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ดังนี้

- 5 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก
- 3 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย
- 1 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

แล้วนำมาเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2536, หน้า 155) ดังนี้

- ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด
 ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก
 ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง
 ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย
 ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

4.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่สร้างขึ้นเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ (ชุดเดิม) เพื่อตรวจสอบค่าความสอดคล้องของข้อคำถามแต่ละข้อกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด โดยหาค่า IOC ของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- ให้คะแนน +1 ข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์
 ให้คะแนน 0 ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์
 ให้คะแนน -1 ข้อคำถามไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

4.4 คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่า (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จากผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 ท่าน จำนวน 20 ข้อ มาจัดพิมพ์ชุดแบบสอบถามความพึงพอใจฉบับจริงเพื่อนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนสว่างแดนดิน จำนวน 30 คน

วิธีดำเนินการศึกษา

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ดำเนินการขอรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ต่อสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
2. จัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์การทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการทำวิจัย และติดต่อประสานงานกับผู้อำนวยการโรงเรียนสว่างแดนดิน
3. ประชุมนิเทศชี้แจงข้อตกลงร่วมกันในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนเข้าใจ
4. ก่อนทำการทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วิวัฒนาการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
5. หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครบทุกแผน ผู้วิจัยทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) และวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนกลุ่มทดลองอีกครั้งหนึ่ง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ ชุดเดิม
6. วัดความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเรื่องหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ ด้วยแบบสอบถาม ความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น หลังจากเรียนครบทุกแผนจากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ทำการทดลองใน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565
2. ทำการทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาฉบับละ 50 นาที

3. ดำเนินการสอนตามแผนการเรียนรู้ เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วิธีการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหา
ผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ใช้เวลาในการทดลอง 14 ชั่วโมง จำนวน 5 แผน
4. ทำการทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
จำนวน 30 ข้อ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา
ฉบับละ 50 นาที ซึ่งเป็นชุดเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบสอบถาม
ความพึงพอใจ จำนวน 20 ข้อ
5. ตรวจสอบให้คะแนนและนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบน
มาตรฐานของคะแนนระหว่างเรียน แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการ
เรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี
2. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหา
เป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ประสิทธิภาพ
ของผลลัพธ์ (E_2) ตามเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้
3. การวิเคราะห์เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวก
วิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่าง
คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบค่าที แบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-
test for Dependent Samples)
4. การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แผนการจัด
การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี
เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างคะแนนก่อนเรียนและคะแนน

หลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบค่าที่แบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples)

5. การวิเคราะห์ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่องวิวัฒนาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบสอบถามชนิดแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติพื้นฐาน

สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าร้อยละ (%) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 124)

1.1 ค่าเฉลี่ย (\bar{x})

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

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.)

$$\text{สูตร } S.D. = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน ค่าตัวแปร

\bar{x} แทน ค่าเฉลี่ย

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

\sum แทน ผลรวม

1.3 ค่าร้อยละ (Percentage) เป็นการเทียบความถี่หรือจำนวนที่ต้องการกับความถี่หรือจำนวนที่เทียบทั้งหมดเป็น 100 จากสูตรต่อไปนี้

$$\text{สูตร } P = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

n แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

ซึ่งในการหาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และร้อยละ (%) นั้นจะคำนวณผลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปทางสถิติสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลทางสังคมศาสตร์

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 หาค่าความเที่ยงตรง พิจารณาจากดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับเนื้อหา หรือระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีโดยพิจารณา หาค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (IOC) โดยใช้สูตร ดังนี้ (สมชาย วรภิเษมสกุล, 2555, หน้า 257)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยาก (Difficulty: p) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination: r) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้สูตรดังนี้ (สมชาย วรภิเษมสกุล, 2555, หน้า 291)

2.2.1 สูตรหาค่าความยาก

$$\text{สูตร } p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากของข้อสอบรายข้อ

R แทน จำนวนผู้ทำข้อสอบข้อนั้นถูก

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบ

2.2.2 สูตรหาค่าอำนาจจำแนก

$$\text{สูตร } r = \frac{R_H - R_L}{N_H}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก

R_H แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_L แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N_H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูง

2.3 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบปรนัยชนิด

เลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยวิธีของ KR-20 ของ Kuder Richardson โดยใช้สูตร ดังนี้

$$\text{สูตร } R_{tt} = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right]$$

เมื่อ R_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

K แทน จำนวนข้อคำถาม

p แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อหนึ่ง ๆ

q แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อหนึ่ง ๆ $= 1-p$

s^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน

2.4 สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

การวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของแผนการเรียนรู้ โดยใช้สูตร E_1/E_2 ซึ่ง E_1 เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ และ E_2 เป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (เพชฌัญญ์ กิจระการ, 2544, หน้า 44-51)

$$\text{สูตร } E_1 = \frac{\frac{\sum x}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในกิจกรรม คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบฝึกหัด และกิจกรรม ประกอบการเรียนระหว่างเรียน

$\sum x$ แทน คะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดหรือการประกอบ กิจกรรมระหว่างเรียน

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

N แทน จำนวนผู้เรียน

$$\text{สูตร } E_2 = \frac{\frac{\sum y}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละจาก การทำแบบทดสอบหลังเรียน หรือประกอบกิจกรรม หลังเรียน

$\sum y$ แทน คะแนนของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน หรือการประกอบกิจกรรมหลังเรียน

B แทน คะแนนเต็มของการทดสอบหลังเรียน หรือ กิจกรรมหลังเรียน

N แทน จำนวนผู้เรียน

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

ผู้วิจัยได้กำหนดสถิติที่ใช้ในการสมมติฐานในการวิจัยโดยแยกออกเป็น ดังนี้ สมมติฐานข้อที่ 1 การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ สถิติในการทดสอบ คือ การหาประสิทธิภาพแผน E_1/E_2 โดยหาได้จากสูตร ดังนี้ (เพชฌัญญ์ กิจระการ, 2544, หน้า 44-51)

$$\text{สูตร } E_1 = \frac{\frac{\sum x}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในกิจกรรม
คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบฝึกหัดและกิจกรรม
ประกอบการเรียนระหว่างเรียน

$\sum x$ แทน คะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดหรือ
การประกอบ กิจกรรมระหว่างเรียน

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

N แทน จำนวนผู้เรียน

$$\text{สูตร } E_2 = \frac{\frac{\sum y}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละจาก
การทำแบบทดสอบหลังเรียน หรือประกอบกิจกรรม
หลังเรียน

$\sum y$ แทน คะแนนของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
หรือการประกอบกิจกรรมหลังเรียน

B แทน คะแนนเต็มของการทดสอบหลังเรียน หรือ
กิจกรรมหลังเรียน

N แทน จำนวนผู้เรียน

สมมติฐานข้อที่ 2 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
และสมมติฐานข้อที่ 3 คือ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งทั้ง 2 ข้อใช้สถิติ
ในการทดสอบเหมือนกัน ดังนี้

สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้
ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนคำนวณโดยใช้สถิติทดสอบค่าที่
แบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples) (สมชาย วรกิจเกษมสกุล,
2555, หน้า 359)

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

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต จากตาราง
การแจกแจงปกติ เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

D แทน ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

สมมุติฐานข้อที่ 4 คือ ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการ
เรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี
โดยใช้สถิติในการทดสอบ ดังนี้

สมชาย วรภิเษมสกุล (2555, หน้า 360) สถิติที่ใช้ในการหา
ความพึงพอใจ คือ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งมีสูตร ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$$\text{สูตร } \bar{X} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ \bar{x} แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.)

$$\text{สูตร } S.D. = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N-1}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน ข้อมูลแต่ละตัว

\bar{x} แทน ค่าเฉลี่ย

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

\sum แทน ผลรวม

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย เรื่องการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ซึ่งผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

- | | | |
|-----------|-----|---|
| N | แทน | จำนวนนักเรียน |
| \bar{X} | แทน | คะแนนเฉลี่ย |
| S.D. | แทน | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) |
| E_1 | แทน | ประสิทธิภาพของกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี |
| E_2 | แทน | ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี |

D	แทน	ผลต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
ΣD^2	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ยกกำลังสอง
t	แทน	สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าวิกฤต
**	แทน	ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิศวกรรม การของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80
2. ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง วิศวกรรม การ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี
3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง วิศวกรรม การ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี
4. ผลความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิศวกรรม การ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

1. สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ติดตามดูพฤติกรรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. การสัมภาษณ์ และซักถามนักเรียนในระหว่างเรียน และหลังการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

3. ตรวจสอบผลงาน ชิ้นงาน ที่ได้รับมอบหมายโดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

4. การนำเสนอผลงาน ชิ้นงาน ที่ได้จากการทำกิจกรรม โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี จากนั้นผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์ และสรุปข้อมูลเชิงคุณภาพ แยกเป็น 3 ด้าน คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของนักเรียน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

ผลการหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) โดยหาค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทำใบกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 5 แผน และหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) โดยหาค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 8 และตาราง 9 ตามลำดับ

ตาราง 8 การวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ
แผนที่ 1 หลักฐานและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต	20	16.93	0.78	84.67
แผนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต	20	16.87	0.73	84.33
แผนที่ 3 พันธุศาสตร์ประชากร	20	16.93	0.78	84.67
แผนที่ 4 ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีล	20	16.67	0.80	83.33
แผนที่ 5 กำเนิดสปีชีส์	20	16.83	1.02	84.17
แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน	100	80.00	3.12	80.00
รวม	200	164.23		

จากตาราง 8 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการทำใบกิจกรรมชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 5 แผน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 164.23

ตาราง 9 การวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้
แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการ
สอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ
แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	30	24.57	1.19	81.89
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	30	24.73	1.46	82.44
รวม	60	49.23		

จากตาราง 9 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของแผน
การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและ
เทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้จากการทำ
แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน หลังการทดสอบเสร็จสิ้นลง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 49.23

จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน
ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ ชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 4 ผู้วิจัยได้พัฒนากับนักเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 30 คน ได้วิเคราะห์หาประสิทธิภาพ
ของกระบวนการ (E_1) โดยหาค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จาก
การทำใบกิจกรรมชิ้นงาน แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ประจำแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 5 แผน
และหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) โดยหาค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยนักเรียนกลุ่ม
ตัวอย่างได้จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วิวัฒนาการ หลังการทดลองเสร็จสิ้นลง ผลการวิเคราะห์
แสดงดังตาราง 10

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ (E_1/E_2) โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ
ประสิทธิภาพของ กระบวนการ (E_1)	30	200	164.23	3.27	82.12
ประสิทธิภาพของ ผลลัพธ์ (E_2)	30	60	49.30	2.14	82.17

จากตาราง 10 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 80/80 พบว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) คิดเป็นร้อยละ 82.12 และประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2) คิดเป็นร้อยละ 82.17 ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.12/82.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

2. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง วิวัฒนาการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample) ผลการวิเคราะห์แสดง ดังตาราง 11

ตาราง 11 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง วิวัฒนาการ โดยการจัดการ
การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและ
เทคโนโลยี

ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	t
ก่อนเรียน	30	30	12.67	1.56	32.11**
หลังเรียน	30	30	24.50	1.22	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

(ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; $df = 29$ $t_{29} = 2.46$)

จากตาราง 11 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ก่อนเรียน และหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.67 และ 24.50 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม
30 คะแนน ผลการวิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่า ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 32.11
เมื่อพิจารณาค่า t จากตาราง t จากตารางค่าวิกฤตการแจกแจง t (McMillan and
Schumacher, 1997, p. 366) ที่ $df = 29$ มีค่าเท่ากับ 2.46 แสดงว่าค่า t คำนวณมากกว่า
ค่า t จากตาราง แสดงว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการ
จัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและ
เทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ
.01

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง วิวัฒนาการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหา
เป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน
ของนักเรียน ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหา
ผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

โดยใช้สถิติทดสอบค่าที่แบบกลุ่ม ที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample)
ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 12

ตาราง 12 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ก่อนเรียน และหลังเรียน เรื่อง วิวัฒนาการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหา
เป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน	N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	t
ก่อนเรียน	30	30	12.93	1.57	35.02**
หลังเรียน	30	30	24.73	1.46	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

(ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; df = 29 $t_{29} = 2.46$)

จากตาราง 11 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน
และหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.93 และ 24.73 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน
ผลการวิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่า ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 35.02 เมื่อพิจารณาค่า t
จากตารางค่าวิกฤตการแจกแจง t (McMillan and Schumacher, 1997, p. 366) ที่ df = 29
มีค่าเท่ากับ 2.46 แสดงว่าค่า t คำนวณมากกว่าค่า t จากตาราง แสดงว่านักเรียนมีคะแนน
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ใน
เนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่าง
มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ผลความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัด
การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี
เรื่อง วิวัฒนาการ ผลของความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัด
การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี
เรื่อง วิวัฒนาการ โดยหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลการวิเคราะห์แสดง
ดังตาราง 13

ตาราง 13 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้
แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี
เรื่อง วิวัฒนาการ

ข้อที่	รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความ พึงพอใจ
ด้านเนื้อหา				
1	ได้รับความรู้ เรื่องวิวัฒนาการ สอดคล้องกับ จุดประสงค์และผลการเรียนรู้	4.83	0.46	เหมาะสม มากที่สุด
2	ความรู้ที่ได้สามารถนำไปพัฒนาทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ได้	4.73	0.52	เหมาะสม มากที่สุด
3	สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน และเชื่อมโยงกับวิชาอื่น ๆ ได้เป็นอย่างดี	4.70	0.52	เหมาะสม มากที่สุด
4	ความรู้ที่ได้ช่วยให้นักเรียนตัดสินใจในการแก้ปัญหา โดยใช้เหตุผล	4.87	0.47	เหมาะสม มากที่สุด
5	สถานการณ์ปัญหาที่มีความเหมาะสมกับเนื้อหาและ สัมพันธ์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง	4.63	0.35	เหมาะสม มากที่สุด
เฉลี่ยรายด้าน		4.75	0.07	เหมาะสม มากที่สุด
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
6	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ปฏิบัติกิจกรรมและ ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง	4.73	0.61	เหมาะสม มากที่สุด
7	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้เกิดทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	4.73	0.52	เหมาะสม มากที่สุด
8	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้เกิดทักษะการทำความเข้าใจ ปัญหาและการแก้ปัญหา	4.63	0.45	เหมาะสม มากที่สุด

ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
9	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้เกิดความสนุกสนานและทำทหายการแก้ปัญหา	4.80	0.50	เหมาะสมมากที่สุด
10	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นทีม มีปฏิสัมพันธ์กันในกลุ่มและภายในชั้นเรียน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน	4.87	0.41	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรายด้าน		4.75	0.08	เหมาะสมมากที่สุด
ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้				
11	เปิดโอกาสให้นักเรียนทำกิจกรรมได้อย่างอิสระและมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	4.93	0.35	เหมาะสมมากที่สุด
12	บรรยากาศของการเรียนทำให้นักเรียนมีความรับผิดชอบต่อตนเองและกลุ่ม	4.93	0.25	เหมาะสมมากที่สุด
13	ใช้สื่อและเทคโนโลยีที่ทันสมัยหลากหลาย เหมาะสมประกอบการสอน และใช้วิธีการสอนหลาย ๆ แบบไม่ซ้ำซาก	4.90	0.25	เหมาะสมมากที่สุด
14	จัดเตรียมแหล่งเรียนรู้ที่มีความหลากหลายและเหมาะสมกับเนื้อหา	4.87	0.31	เหมาะสมมากที่สุด
15	บรรยากาศในการเรียนรู้เป็นบรรยากาศที่อบอุ่น มีความเป็นกันเอง มีปฏิสัมพันธ์กันเองภายในกลุ่มและภายในชั้นเรียน	4.87	0.35	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรายด้าน		4.90	0.05	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านการวัดและประเมินผล				
16	การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์และตัวชี้วัด	4.87	0.35	เหมาะสมมากที่สุด
17	การวัดและประเมินผลมีความหลากหลายและเป็นไปตามสภาพจริง	4.90	0.31	เหมาะสมมากที่สุด
18	มีการประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มหรือการปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่มและในชั้นเรียน	4.90	0.31	เหมาะสมมากที่สุด
19	นักเรียนทราบพัฒนาการและผลการเรียนรู้ของตนเอง	4.87	0.35	เหมาะสมมากที่สุด
20	กิจกรรมการเรียนรู้หรือภาระงาน เหมาะสมกับการวัดประเมินผล	4.93	0.35	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรายด้าน		4.89	0.02	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวม		4.82	0.25	เหมาะสมมากที่สุด

จากตาราง 13 ผลของความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.82 คะแนน ซึ่งความพึงพอใจของนักเรียนทั้ง 4 ด้านอยู่ในระดับมากที่สุด

เมื่อพิจารณาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ ในแต่ละด้านเรียงจากลำดับมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด คือ ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.90 คะแนน ด้านการวัดและประเมินผลมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ

4.89 คะแนน ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้และด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.75 คะแนน

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกต พฤติกรรมการทำงานของนักเรียน ชักถาม และสัมภาษณ์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ ตรวจผลงาน และชิ้นงาน พบว่าเกิดปัญหาเล็กน้อยกับนักเรียน เนื่องจาก นักเรียนยังขาดการคิดวิเคราะห์ การคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ยังไม่สามารถระบุปัญหา และไม่สามารถแก้ไขปัญหามาจากสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างเป็นลำดับขั้นตอนได้ และหลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 5 แผน พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องจากกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีเนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องที่มีความเหมาะสม และสอดคล้องกับจุดประสงค์ ส่งผลให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย และยังเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถตัดสินใจโดยใช้เหตุผลมากขึ้น ดังคำตอบจากการสัมภาษณ์นักเรียน ดังนี้

“รู้สึกสนุกครับ ชอบที่ได้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์แบบนี้ ทำให้รู้สึกไม่น่าเบื่อ ได้ใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ ได้ค้นคว้าเว็บไซต์ที่หลากหลายครับ”

“รู้สึกตื่นเต้นที่ได้ทำในสิ่งที่แปลกใหม่ และได้ฝึกการนำเสนอหน้าชั้นเรียน ทำให้ได้กล้าพูด กล้าแสดงออกมากขึ้นค่ะ”

“ชอบที่มีกิจกรรมระหว่างเรียนค่ะ รู้สึกไม่น่าเบื่อ ครูมีกิจกรรม เกม มาให้เล่นเกือบทุกคาบ ทำให้อยากถึงชั่วโมงเรียนชีววิทยาเร็ว ๆ ค่ะ”

“ชอบการเรียนรู้แบบเป็นกลุ่มมากครับ ได้แชร์ความคิดกับเพื่อน
ได้รู้ข้อบกพร่องของตัวเองครับ”

จากการทำกิจกรรมแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับ
ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 5 แผน นักเรียนแต่ละกลุ่มจะร่วมกันทำกิจกรรมตามกรอบ
แนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี (TPACK) ดังตาราง 14

ตาราง 14 กิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่มที่ร่วมกันทำตามกรอบแนวคิดความรู้ใน
เนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี (TPACK)

แผนการจัดการ เรียนรู้	กรอบแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและ เทคโนโลยี	จุดเด่น
1. หลักฐานและ ข้อมูลที่ใช้ใน การศึกษา วิวัฒนาการของ สิ่งมีชีวิต	 <p>ภาพ 3D หลุมไดโนเสาร์ อุทยานแห่งชาติภูเวียง จากเว็บไซต์ https://sketchfab.com</p>	เป็นเว็บไซต์ที่จัดแสดงภาพแบบ 3D Model ทำให้นักเรียนได้มองเห็น ภาพได้มากขึ้น และเข้าใจใน หลักฐานและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
2. แนวคิด เกี่ยวกับ วิวัฒนาการของ สิ่งมีชีวิต	 <p>ดีโออธิบายเกี่ยวกับแนวคิดของชาร์ล ดาร์วิน เกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต</p>	เป็นวิดีโอที่อธิบายแนวคิดเกี่ยวกับ วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตได้ชัดเจน ในเวลาที่ไม่มากจนเกินไป ทำให้ นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาได้มากขึ้น

ตาราง 14 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	กรอบแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี	จุดเด่น
3. พันธุศาสตร์ประชากร	 <p>ใบงาน เรื่อง พันธุศาสตร์ประชากร จากเว็บไซต์ https://www.liveworksheets.com</p>	เป็นเว็บไซต์ที่ใช้จัดทำใบงาน ทำให้นักเรียนสนใจที่จะทำใบงานมากขึ้น และสามารถรู้คะแนนได้หลังจากที่ทำใบงานเสร็จสิ้น และยังสามารถบันทึกเป็นภาพไว้เพื่อศึกษาเพิ่มเติม
4. ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีล	 <p>ข้อสอบก่อนเรียน เรื่อง ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีล จากเว็บไซต์ https://quizizz.com/</p>	เป็นเว็บไซต์สำหรับการทำข้อสอบที่สามารถทราบคะแนนได้หลังจากทำข้อสอบเสร็จสิ้น และยังช่วยอธิบายคำตอบเพิ่มเติมอีกด้วย
5. กำเนิดสปีชีส์	 <p>ภาพ 3 มิติ วิวัฒนาการโครงกระดูกของมนุษย์ จากเว็บไซต์ https://sketchfab.com</p>	เป็นเว็บไซต์ที่จัดแสดงภาพแบบ 3D Model ทำให้นักเรียนได้มองเห็นภาพได้มากขึ้น และสามารถซูมขนาดเข้าออก เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของโครงกระดูกมนุษย์

จากตาราง 14 แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี จำนวน 5 แผน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนให้ความสนใจในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้ เนื่องจากนักเรียนรู้จักวิธีการค้นคว้าหาข้อมูลที่ใหม่ ๆ และยังสนใจในการทำกิจกรรม ใบบงานภายในกลุ่มมากยิ่งขึ้น

บรรยากาศในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ดังภาพประกอบ 3, 4, 5, 6 และ 7



ภาพประกอบ 3 กิจกรรมดำเนินการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งความรู้ออนไลน์ต่าง ๆ โดยมีจุดเน้นตามกรอบแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี (TPACK)



ภาพประกอบ 4 นักเรียนร่วมกันทำใบกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้
แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน
และเทคโนโลยี



ภาพประกอบ 5 นักเรียนนำเสนอผลงานในรูปแบบ Mind Mapping



ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในรูปแบบ Mind Mapping เรื่อง ซากดึกดำบรรพ์

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี โดยผู้วิจัยได้สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะตามหัวข้อ ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สมมติฐานของการวิจัย
3. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สรุปผลการวิจัย
8. อภิปรายผล
9. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีเรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

4. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

สมมติฐานของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานการวิจัยไว้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. ความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อยู่ในระดับมาก

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสว่างแดนดิน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ปีการศึกษา 2565 จำนวน 7 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 280 คน

2. กลุ่มตัวอย่างใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนสว่างแดนดิน ปีการศึกษา 2565 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 30 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ใช้วิธีการจับสลาก โดยกำหนดให้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองของการวิจัย ดังนี้
 - 1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหา แผนกวีวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 5 แผน จำนวน 14 ชั่วโมง Pre-test และ Post-test จำนวน 2 ชั่วโมง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
 - 2.1 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองโดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนสว่างแดนดิน จำนวน 30 คน ได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ดำเนินการขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขที่รับรองโครงการวิจัย คือ 145/2565
2. จัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครไปยังโรงเรียนสว่างแดนดิน เป็นโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง ประสานงานกับผู้บริหารโรงเรียน
3. ครูชี้แจงอธิบายวิธีการสอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับ TPACK เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้นักเรียนเข้าใจ

4. ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นก่อนดำเนินการสอน
5. ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ โดยผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง
6. เมื่อสิ้นสุดการสอนครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้ จึงทำการสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับเดียวกันกับการวัดผลก่อนเรียน (Pre-test)
7. เมื่อสิ้นสุดการสอนครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ทำการประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี
8. ผู้วิจัยนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และอภิปรายผลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

1. วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนระหว่างเรียน แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับ TPACK เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยหาประสิทธิภาพของกระบวนการ E_1 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ E_2 ตามเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้
3. การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบค่าที่แบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample)

4. การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบค่าที่แบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample)

5. การวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบสอบถามชนิดแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยสามารถสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ ประสิทธิภาพเท่ากับ 82.12/82.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ มีความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.82 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี มีประเด็นการค้นพบที่ควรนำมาอภิปรายผล ดังนี้

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 พบว่า ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.12/82.17 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) คู่มือครู และหนังสือเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อให้ทราบถึงมาตรฐานและผลการเรียนรู้อย่างละเอียด จากนั้นวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ คุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะ ภาระงาน และการวัดผลประเมินผลเพื่อนำไปสู่การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีกิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับหลักสูตรและเหมาะสมกับผู้เรียน ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกวิเคราะห์ปัญหา รู้วิธีการแก้ปัญหา เน้นการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปจรรย์ เครือทอง (2556, หน้า 132) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หน่วยการเรียนรู้โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 82.65/81.70 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 และยังสอดคล้องกับ รุสดา จะปะเกีย (2558, หน้า 93-94) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากเหตุผลดังกล่าว จึงสนับสนุนว่า การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการมีค่าเฉลี่ยก่อนเรียน 12.67 คะแนนและค่าเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 24.50 คะแนน แสดงว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ตั้งไว้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยผ่านสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทุกขั้นตอน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในหลาย ๆ ทักษะเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ วิไลลักษณ์ โภคาพานิช (2559, หน้า 108) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลการเปรียบเทียบความสามารถด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรง การเคลื่อนที่และพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และยังสอดคล้องกับ ญัฐนา เมืองโคตร (2560, หน้า 209 – 2016) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ชีวิตพืช ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E กับแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

จากเหตุผลดังกล่าว จึงสนับสนุนว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 12.93 และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 24.73 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ที่ตั้งไว้ เนื่องจากการเรียนรู้อันเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่ม เพราะมีการแบ่งหน้าที่

กันในการทำงาน สมาชิกในกลุ่มช่วยเหลือ ซึ่งกันและกัน ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามที่ได้รับมอบหมาย ทำให้เข้าใจเนื้อหาวิชาที่ได้ดีมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย นภัสสร ชะปุแสน (2557, หน้า 60 – 66) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง อาหารและสารอาหาร โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐาน และยังสอดคล้องกับ วิไลลักษณ์ โภคาพานิช (2559, หน้า 110) ได้ทำการวิจัย การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงแรง การเคลื่อนที่และพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐาน

จากเหตุผลดังกล่าว จึงสนับสนุนว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 4 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวก วิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ มีค่าเฉลี่ยในภาพรวมเท่ากับ 4.82 คะแนน อยู่ในระดับมากที่สุด เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เมื่อวิเคราะห์รายด้าน โดยเรียงลำดับ จากค่าเฉลี่ยมากไปหาน้อย ดังนี้ ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.90 คะแนน ด้านการวัดและประเมินผลมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.89 คะแนน ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้และด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.75 คะแนน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี มีบรรยากาศในการเรียนรู้เป็นบรรยากาศในห้องเรียนที่สนุกสนาน เช่น การเล่นเกม การทำกิจกรรมผ่อนคลายระหว่างเรียน มีปฏิสัมพันธ์กันเองภายในกลุ่มและภายในชั้นเรียนโดยมีการแบ่งหน้าที่ที่เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน มีโอกาสได้แสดงความคิดเห็นของตนเองได้เต็มที่ กล้าคิดกล้าแสดงออกได้อย่างอิสระ ซึ่งสอดคล้องกับผลการสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน พบว่า ด้านที่นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.90 คะแนน เนื่องจากการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้มีการใช้กรอบแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี (TPACK) ทำให้

ผู้เรียนมีสนใจในการเรียน อีกทั้งยังได้เรียนรู้อย่างสนุกสนาน มีความสุข ทำท่าย ได้สืบเสาะหาความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาด้วยตัวเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนทำกิจกรรมได้อย่างอิสระ และมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม จึงทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจในกิจกรรมการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ รุสดา จะปะเกีย (2558, หน้า 97) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ความพึงพอใจอยู่ในระดับพึงพอใจมาก และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของสุกัญญา วราพุด (2564, หน้า 119-129) ได้ทำการวิจัย การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยอาหารและสารเสพติดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก

จากเหตุผลดังกล่าว จึงสนับสนุนว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี อยู่ในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

จากการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องวิวัฒนาการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ในการจัดการเรียนการสอนมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. สำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ก่อนจัดการเรียนรู้ผู้สอนควรเตรียมความพร้อม โดยการจัดเตรียมสภาพแวดล้อม และวัสดุอุปกรณ์ สื่อการเรียนรู้การใช้คำถาม การกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน เพื่อให้กิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนมีประสิทธิภาพส่งผลต่อการพัฒนาผู้เรียนได้อย่างเต็มศักยภาพ

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ในแต่ละ

ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมต้องใช้เวลาเป็นอย่างมาก ผู้สอนอาจจะมีการยืดหยุ่นเวลาตามความเหมาะสม และให้สอดคล้องกับเวลาตามแผนที่กำหนด

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับ TPACK กับนักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ หน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ และรายวิชาอื่น ๆ

2.2 ควรศึกษางานวิจัยอื่น ๆ เพื่อเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน กับการจัดการเรียนแบบปกติหรือการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีอื่น ๆ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กนกวรรณ ศรีนรินทร์. (2555). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน รายวิชาสังคมศึกษา ส 22101 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เศรษฐกิจพอเพียงกับการผลิตสินค้าและบริการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กฤษฎี ฤทัยรัตน์. (2545). คัมภีร์บริหาร ยอดคน ยอดบริหาร. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- กวิณาภรณ์ เสียงเลิศ. (2560). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับ หลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง หน่วยการดำรงชีวิตของพืช กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, 10(21), 45-56.
- ขจรศักดิ์ จำไทยสงค์ (2560). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยการใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1. เข้าถึงได้จาก https://edu.kpru.ac.th/math/?page_id=187. 21 สิงหาคม 2564.
- จันทนา สอนทองแดง. (2550). ผลการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม. นครสวรรค์: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- ชนินันท์ พงษ์ประมุข. (2557). เอกสารประกอบการสอนรายวิชา วช 652 การประเมินเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์ และพงษ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ. (2554). *สมรรถนะด้านการใช้ไอซีที การใช้งาน ไอซีทีเพื่อวัตถุประสงค์ส่วนตัวและวิชาชีพ และความท้าทายของนิสิต ฝึกประสบการณ์วิชาชีพ สาขาวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์.*
การประชุมวิชาการสังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์และศึกษาศาสตร์ ประจำปี พ.ศ. 2554.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสาร ศิลปากร ศึกษาศาสตร์*, 5(3), 7-20.
- ชุตินา เทียงคำ. (2547). *ความพึงพอใจในการปฏิบัติงานของนักบัญชีและนักการเงินบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน).* วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เชิดศักดิ์ โสวาลินธุ์. (2549). *การวิจัยทางการศึกษา.* กรุงเทพฯ: โอ.เอส. พรินติ้ง เฮาส์.
- ณัฐภาค กิจทวี. (2551). *การศึกษาผลการเรียนรู้และทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง เศรษฐศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.* วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ณัฐกานต์ เทพบำรุง และจรินทร์ อุ่มไกร. (2559). การจัดการเรียนรู้แบบ TPACK MODEL ด้วยเทคนิคความเป็นจริงเสริมสามมิติในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านตรอกสะเดา. *วารสารโครงการ วิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ*, 2(1), 29-35.
- ณัฐนา เมืองโคตร. (2560). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ชีวิตพืช ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E กับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ ปัญหาเป็นฐาน (PBL). *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*, 14(65), 209-216.
- ณัฐสุภรณ์ หลาวทอง. (2561). *การสร้างเครื่องมือการวิจัยทางการศึกษา.* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทีศนา แคมมณี. (2547). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี ประสิทธิภาพ.* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- เทพพนม เมืองแมน และ สวีง สุวรรณ. (2540) *พฤติกรรมขององค์การ.* (พิมพ์ครั้งที่ 2 ฉบับปรับปรุงใหม่). กรุงเทพฯ: ไทยพานิช.

- ธนภรณ์ นนตะแสน. (2559). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับ การใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง เทคโนโลยีสารสนเทศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- นภัสสร ชะปุแสน. (2557). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง อาหารและสารอาหารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กับแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน. วารสารมหาวิทยาลัยนครพนม. 4(1), 60-66.
- นัจญ์มีร์ สะอะ. (2551). ผลของการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ลักษณะการเรียนรู้ของตนเอง และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. ปัตตานี: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- นันทวัน พัวพัน. (2562). การวิจัยและพัฒนารูปแบบการให้คำปรึกษาแนะนำเพื่อส่งเสริมสมรรถนะการสอนและการทำวิจัยในชั้นเรียนของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- นีนน้อย แพงปัสสา. (2551). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT และการประยุกต์ใช้ทฤษฎีหุปัญญา เรื่อง การบวกและการลบจำนวนที่มีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 100 ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. ปริญญาโท กศ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- น้ำผึ้ง เสนดี. (2560). การพัฒนาการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบ STAD ร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2537). การพัฒนาหลักสูตรและการสอน. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒมหาสารคาม.
- _____. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- _____. (2546). การพัฒนาหลักสูตรและการวิจัยเกี่ยวกับหลักสูตร. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- บุญนำ อินทนนท์. (2551). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และ
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
โรงเรียนโยธินบำรุงที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการ
เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ.
- บุญเลี้ยง ทุมทอง. (2556). *ทฤษฎีและการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ:
เอส.พรินติ้งไทย แพลคตอริ.
- ประสาธ อิศรปริดา. (2547). *สารัตถะจิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: นานักอักษรการพิมพ์.
- ปัจฉิพย์ เครือทอง. (2556). *การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก
หน่วยการเรียนรู้โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ปัญญารัตน์ พุฒลานวงศ์. (2561). *การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD
ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ ค.ม.
สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- เพชฌิม กิจระการ. (2544). *การวิเคราะห์ประสิทธิภาพสื่อและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา
E₁/E₂*. *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 5(11), 44-51.
- พวงรัตน์ บุญญานุกฤษ. (2544). *การเรียนรู้โดยใช้ปัญหา PROBLEM-BASED LEARNING*.
ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- พิเชษฐ เทบบำรุง. (2557). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิชาเคมี ตามแนวคิด
การเรียนรู้โดยใช้บริบทและปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักศึกษาหลักสูตรปริญญา
บัณฑิต*. วิทยานิพนธ์ ป.ร.ด. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพ็ญวิภา ยินดีสุข. (2557). *การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*.
กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พันธ์ ทองชุมนุม. (2547). *การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- เพชรภรณ์ หอมสร้อย. (2556). *พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก
เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

- ไพศาล สุวรรณน้อย. (2558). *เอกสารประกอบการบรรยายโครงการพัฒนาการเรียนการสอน : การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning: PBL)*.
ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- มณฑนา บรรพสุทธิ. (2553). *การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทักษะชีวิตของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- มณี โพธิเสน. (2543). *ความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนและบุคลากรในโรงเรียนต่อการจัดการศึกษาโรงเรียนโพธิเสน อำเภอท่าบ่อ จังหวัดหนองคาย*. มหาสารคาม: รายงานค้นคว้าอิสระ กศ.ม. มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ยุรวัดณ์ คล้ายมงคล. (2545). *การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้ เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์*. วิทยานิพนธ์ ค.ด. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2549). *การวัดผลและการสร้างแบบสแลมมฤทธิ*. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัฐดา จะปะเกีย. (2558). *ผลของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- รัฐพล ประดับเวทย์. (2560). *ผลการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านสำหรับนิสิตวิชาชีพครู มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*. *วารสารพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต*. 10(1), 39-49.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). *พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542*. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่นส์.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536. *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2540). *สถิติวิทยาทางการวิจัย*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาภรณ์.

- ลิลลา อุดุลยศาสตร์ และสุภา ยธิกุล. (2559). รายงานการวิจัยการวัดระดับ TPACK (Technological Pedagogical and Content Knowledge) และศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อระดับ TPACK ของครูคณิตศาสตร์ใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้. ยะลา: มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2544). การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการ. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเม้นท์.
- วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2551). วิธีวิทยาการวิจัย. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วัชรินทร์ กงภูธร. (2555). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารในชีวิตประจำวันการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น. วิทยานิพนธ์ คศ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- _____. (2556). การสร้างการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21. นครปฐม: บริษัท ส เจริญ การพิมพ์ จำกัด.
- วิรัชชณา จิตรภักศิลป์. (2561). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แรง การเคลื่อนที่ และพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, 10(27), 87-97.
- วิไลลักษณ์ โภคาพานิช. (2559). การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรง การเคลื่อนที่และพลังงาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- เวชฤทธิ์ อังกะนัทพรขจร. (2555). ครบเครื่องเรื่องควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์ หลักสูตรการสอนและการวิจัย. กรุงเทพฯ: จรัสสินทวงศ์.
- ศศิณัท บุทธิจักร. (2553). การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง สมการและการแก้สมการ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

- ศิริรักษ์ แก้วหานาม. (2562). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เสี่ยงกับการได้ยิน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้
แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.
วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ศิริวรรณ ฉัตรมณีรุ่งเจริญ. (2563). การส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและ
เทคโนโลยีของครูวิทยาศาสตร์เพื่อการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
สะท้อนปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง. วารสารพัฒนาการเรียนการสอน
มหาวิทยาลัยรังสิต, 14(1), 138-151.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2563). ค่าสถิติพื้นฐาน
ผลการทดสอบ O-NET ม.6. เข้าถึงได้จาก <https://www.niets.or.th/> 6 มิถุนายน
2564.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2561). นัยทางการศึกษาที่
PISA 2015 ต้องการชี้บอกระดับนโยบาย. FOCUS ประเด็นจาก PISA, 3(29), 1-4.
- สันถวี นิยมทรัพย์. (2555). การวิจัยและพัฒนาหลักสูตรตามกรอบแนวคิดแบบเน้น
กระบวนการเรียนรู้และการบูรณาการความรู้ เทคโนโลยี ศาสตร์การสอนและ
เนื้อหาเพื่อเสริมสมรรถนะการสร้างบทเรียนดิจิทัลสำหรับครูสังคมศึกษา.
วิทยานิพนธ์ ค.ต. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สวัสดิ์ กาญจนสุวรรณ. (2542). หลักการบริการการศึกษาโครงการตำราวิชาการสถาบัน.
ราชภัฏเฉลิมพระเกียรติ เนื่องในวโรกาสพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว
เฉลิมพระชนมพรรษา 6 รอบ. สงขลา: สถาบันราชภัฏสงขลา.
- สาโรช ไสยสมบัติ. (2534). ความพึงพอใจในการทำงานของครูอาจารย์โรงเรียน
มัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษาจังหวัดร้อยเอ็ด. มหาสารคาม: วิทยานิพนธ์
กศ.ม. มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
มหาสารคาม.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). แนวทางการจัดการเรียนรู้ จากแหล่งเรียนรู้.
กรุงเทพฯ: สำนักงานฯ.
- _____. (2560). แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579. กรุงเทพฯ: บริษัทพริกหวาน
กราฟฟิค จำกัด.

- สุกัญญา วราพุดม, อรุณรัตน์ คำแหงพล และภาคทอง ปานศุภวัชร. (2564). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยอาหารและสารเสพติด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง. *วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*, 13(37), 119–129.
- รัฐพล ประดับเวทย์. (2560). แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีตามแนวคิดอนุกรมวิธานของบลูม. *Veridian E-Journal, Silpakorn University ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์สังคมศาสตร์ และศิลปะ*, 10(3), 1051–1065.
- สุทธิวรรณ พีรศักดิ์โสภณ. (2561). การสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. เข้าถึงได้จาก <http://www.mathayom9.go.th/nitad/analyze/achiev-1.pdf>. 13 กรกฎาคม 2564.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2544). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมชาย วรภิเกษมสกุล. (2555). *ระเบียบวิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). อุดรธานี: โรงพิมพ์อักษรศิลป์.
- สมพร เชื้อพันธ์. (2547). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- เอมอร จรัสพันธ์. (2550). *การสร้างชุดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ แบบใช้ปัญหาเป็นฐานสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- อัมพร ม้าคนอง. (2554). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Chan, C. M. E. (2011). *Primary 6 Student's Attitudes towards Mathematical Problem-Solving in a Problem-Based Learning Setting*. In Wong, K. Y. (ed). *The mathematics Educator*. Singapore, 15–31.
- Doering, A., Veletsianos, G., Scharber, C., & Miller, C. (2009). Using the technological, pedagogical, and content knowledge framework to design online learning environments and professional development. *Journal of educational computing research*, 41(3), 319–346.

- Gallagher, S.A. (1997). Problem Based Learning: Where Did It Come from, What Does It Do, and Where Is It Going?. *Journal for the Education of the Gifted*, 20(4), 332–362.
- Goldfarb, A., Pregibon, N., Shrem, J., & Zyko, E. (2011). *Informational brief on social networking in education*. Emerging Teaching & Learning Technologies Initiative, New York Comprehensive Center, Retrieved April, 26, 2013.
- Jang, S.-J., & Chen, K.-C. (2010). From PCK to TPACK: Developing a Transformative Model for Pre-Service Science Teachers. *Journal of Science Education and Technology*, 19(6), 553–564.
- Jie, S., Yu-Jia, C., & Yi-Zhou, W. (2010). *Application and evaluation of problem-based learning in undergraduate clinical education in 2014–2018*. MedEdPublish. doi.org/10.15694/mep.2018.0000228.1.
- Junnaina, Chua, H., Hazri & Jamilb. (2012). *Factors influencing the Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) among TVET instructors in Malaysian TVET Institution*. International Conference on Education and Educational Psychology (ICEEPSY 2012). 1539–1547.
- Koehler, M. J. (2016). *Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)*. Retrieved from <http://www.tpack.org/>. January 12th, 2017.
- Koehler, M., Shin, T. S., & Mishra, P. (2012). *How do we measure TPACK? Let me count the ways*. In *Educational technology, teacher knowledge, and classroom impact*. A research handbook on frameworks and approaches. (pp. 16–31): IGI Global.
- Lee, C.-J., & Kim, C. (2014). An implementation study of a TPACK-based instructional design model in a technology integration course. *Educational Technology Research and Development*, 62(4), 437–460.
- Chia-jung, L., & Kim, C. (2014). *An implementation study of a TPACK-based instructional design model in a technology integration course*. *Educational Technology Research and Development*, 62(4), 437–460.

- Leanna, M. & Joshua, H. (2010). *Revisiting technological pedagogical content knowledge: Exploring the TPACK framework*. *Computers & Education*, 1656–1662.
- Tarhan, L., Ayar–Kayali. Hulya., Ozturk, R., & Acar, B., (2006). *Problem–Based Learning in 9th grade chemistry class*. Intermolecular Force.
- Tanak, A. (2018). Designing TPACK–based course for preparing student teachers to teach science with technological pedagogical content knowledge. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 41, 53–59.
- Loucks–Horsley, S., Love, N., Stiles, K., & Mundry, S. (2010). *Principles of effective professional development for mathematics and science education: A synthesis of standards*. Madison, WI: National Institute for Science Education Brief.
- Lu, L., & Lei, J. (2016). *Using Live Dual Modeling to Help Preservice Teachers Develop TPACK*. Retrieved from <http://www.editlib.org/noaccess/40356/>.
March 15th, 2021.
- Mishra, P. & Koehler, M.J. (2006). *Technology pedagogical content knowledge: A framework for integrating technology in teacher knowledge*. *Teacher College Record*, 108(6), 1017–1054.
- Mishra, P., Koehler, M. J., & Kereluik, K. (2009). Looking back to the future of educational technology. *Tech Trends*, 53(5), 49.
- Norton, S., McRobbie, C. J. & Cooper, T. J. (2000). Exploring secondary mathematics teachers' reasons for not using computers in their teaching five case studies. *Journal of Research on Computing in Education*, 33(1), 87.
- Pelgrum, W. (2001). Obstacles to the integration of ICT in education: results from a worldwide educational assessment. *Computers and Education*, 37(2), 163–178.
- Shamburg, C. (2004). Conditions that inhibit the integration of technology for urban early childhood teachers. *Information Technology in Childhood Education Annual*, 2004(1), 227– 244.
- Sulaiman, F. (2010). Students' Perceptions of Implementing Problem–Based Learning in a Physics Course. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 7, 355–362.

- Tarhan, L, and Acar–Sesen, B. (2013). Problem based learning in acids and bases: Learning achievements and students' beliefs. *Journal of Baltic Science Education*, 12(5), 565–578.
- Wenglinsky, H. (2005). *Using technology wisely: The keys to success in schools*. New York: Teachers College Press.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

1. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย
2. หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย
3. หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์แบบยกเว้น
4. หนังสือขอความอนุเคราะห์ทดลองเครื่องมือการวิจัย
5. หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย
6. รายชื่อนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

1. อาจารย์สิรินทร์ ปัญญาคม อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
2. นางฐปณี แก้วมะ ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนสว่างแดนดิน
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23
3. นายสุบรรณ ป้องสุข ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนสว่างแดนดิน
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23



ที่ อว ๐๖๒๓.๑๒/ว ๒๒๑

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิคมโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๓ กรกฎาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์สิรินทร์ ปัญญาคม

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ
๒. เครื่องมือการวิจัย
๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นางสาวฐิตาภา นามโคตร รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๓๔๒๑๒๓๘๒๐๖ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ เรื่อง วิวัฒนาการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับ TPACK" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์ เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วโร เพ็งสวัสดิ์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๔๗ ๐๒๒๔

โทรสาร ๐ ๔๒๔๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นางสาวฐิตาภา นามโคตร โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๖๙๒๑ ๓๒๙๔

“อยู่กลาง วิถีเกษตร ทำเพื่อเกษตรกร”



ที่ อว ๐๖๒๓.๓๒/ว ๖๒๓

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิคมโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๑ กรกฎาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นางฐปณี แก้วมะ

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ
๒. เครื่องมือการวิจัย
๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นางสาวฐิตาภา นามโคตร รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๓๔๒๑๒๓๘๒๐๖ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เรื่อง วิวัฒนาการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับ TPACK" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.กุลวดี สุวรรณไทรย์ เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อให้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วโร เพ็งสวัสดิ์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นางสาวฐิตาภา นามโคตร โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๖๙๒๑ ๓๒๙๙

“อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร”



ที่ อว ๐๖๒๓.๓๒/ว ๖๒๑

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถนนโยธา ตำบลเมือง
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๓ กรกฎาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายสุบรรณ ป็องสุข

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ
๒. เครื่องมือการวิจัย
๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นางสาวฐิตาภา นามโคตร รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๓๔๒๑๒๓๘๒๐๖ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เรื่อง วิวัฒนาการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับ TPACK" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์ เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อให้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วาโร เท็งสวัสดิ์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๖๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นางสาวฐิตาภา นามโคตร โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๖๙๒๓ ๓๒๙๙

“อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร”



COA NO. ๑๔๕/๒๕๖๕

IEC NO. HE ๖๕-๑๑๔

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ขอรับรองว่าโครงการวิจัยเรื่อง : การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เรื่อง วิวัฒนาการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับ TPACK (Development of Science Process Skills and Learning Achievement of Mathayomsuksa ๔ Students on the Topic of Evolution by Using Problem Based Learning with TPACK)

หัวหน้าโครงการวิจัย : นางสาวฐิตานา นามโคตร

ผู้ร่วมโครงการวิจัย : ๑. อาจารย์ ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล
๒. อาจารย์ ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์


หน่วยงานต้นสังกัด : สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

เอกสารที่รับรอง

๑. แบบขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
๒. แบบฟอร์มโครงการวิจัย
๓. ประวัติผู้วิจัย/ผู้ร่วมวิจัย
๔. เอกสารชี้แจงอาสาสมัครที่เข้าร่วมโครงการวิจัย (สำหรับตอบแบบสอบถาม)
๕. เอกสารชี้แจงสำหรับผู้ปกครองอาสาสมัครที่เข้าร่วมโครงการวิจัย (ตอบแบบสอบถามเด็กอายุ ๑๓-๑๗ ปี)
๖. แบบแสดงความยินยอมให้ทำการวิจัยจากอาสาสมัคร (สำหรับเด็กอายุ ๑๓-๑๗ ปี)
๗. แบบแสดงความยินยอมให้ทำการวิจัยจากอาสาสมัคร (สำหรับผู้ปกครองเด็กอายุ ๑๓-๑๗ ปี)
๘. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่
 - ๘.๑ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ๑
 - ๘.๒ แบบสอบถาม ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔
 - ๘.๓ แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับ TPACK เรื่องวิวัฒนาการ

ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์แบบยกเว้น (Exemption Review) จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร โดยยึดหลักพื้นฐานของหลักจริยธรรมการวิจัยสากล

รับรอง ณ ๒๖ กันยายน ๒๕๖๕
วันหมดอายุ ๒๖ กันยายน ๒๕๖๖
รายงานความก้าวหน้า -


 (นางสาวสุธาสินี คุปตะบุศย์)
 ประธานกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
 มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ทั้งนี้ การรับรองนี้มีเงื่อนไขดังที่ระบุไว้ด้านหลังทุกข้อ

สำนักงานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ชั้น ๒ อาคารปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์วิจัย เทคโนโลยี และนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขที่ ๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม อ.เมืองสกลนคร จ.สกลนคร รหัสไปรษณีย์ ๔๗๐๐๐ โทรศัพท์ ๐๔๒-๘๖๑๐-๑๕๔

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/๘๕๑



มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๑ ตุลาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสว่างแดนดิน

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวฐิตาภา นามโคตร รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๓๔๒๑๒๓๘๒๐๖ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เรื่อง วิวัฒนาการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับ TPACK" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.กุลวดี สุวรรณไทรย์ เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ทั้งนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย เพื่อหาความเชื่อมั่นในการศึกษาวิจัยประกอบการทำวิทยานิพนธ์ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์แบบยกเว้น (Exemption Review) จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร โดยยึดหลักพื้นฐานของหลักจริยธรรมการวิจัยสากล เลขที่ใบรับรอง ๑๔๕/๒๕๖๕ ลงวันที่ ๒๖ กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๕ ดังนั้น บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จึงขอความอนุเคราะห์ท่านอนุญาตให้นักศึกษาทำการทดลองใช้เครื่องมือวิจัยดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วาโร เห่งสุวดี)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๓๙๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นางสาวฐิตาภา นามโคตร โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๖๔๒๑ ๓๒๙๔



ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/๔๗๕

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๒๖ ตุลาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสว่างแดนดิน

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

ด้วย นางสาวฐิตาภา นามโคตร รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๓๔๒๑๒๓๘๒๐๖ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เรื่อง วิวัฒนาการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับ TPACK" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.กุลวดี สุวรรณไธรมย์ เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน ให้นักศึกษารายดังกล่าวได้เก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์แบบยกเว้น จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขที่ใบรับรอง ๑๔๕/๒๕๖๕ ลงวันที่ ๒๖ กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๕ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ประกอบการศึกษาวิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณในความอนุเคราะห์มา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ แสนทวีสุข)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๔๗ ๐๒๒๔

โทรสาร ๐ ๔๒๔๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นางสาวฐิตาภา นามโคตร โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๖๙๒๑ ๓๒๔๙

รายชื่อนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1
โรงเรียนสว่างแดนดิน

1. นายณัฐกิจ ศรีหาล้า
2. นายตะวัน วงศ์สาย
3. นายเนรมิต ละครคิด
4. นายวิษณุ ไซแสง
5. นายสุรดิษ บุญรัตน์
6. นายอดิเทพ แสนสุข
7. นายเอกพิชัย พวงสี
8. นายณรงค์ฤทธิ์ กาลีสคุณ
9. นายชัยวัช ไซตีสาย
10. นายศิวพล สายเมือง
11. นายอติวิชญ์ สานสวัสดิ์
12. นางสาวพลอยนภัส คุณมี
13. นางสาวชลธิชา วงศ์ธร
14. นางสาวมัจฉริกา ทรงทรัพย์
15. นางสาวมัณฑณิกาต์ กุละนาม
16. นางสาวรัตนากร หอมไสย
17. นางสาวปิยนุช จันทร์โคตรแก้ว
18. นางสาวชลลดา อินธิสาร
19. นางสาวณัฐชยา หลวงหลาก
20. นางสาววรรณวิศา ธรรมวงศ์

21. นางสาววิภากร แสงดี
22. นางสาวสมัชญา แก้วสมลีนธ์
23. นางสาวกัญญารัตน์ ศิริดล
24. นางสาวกัญญาวีร์ ธงศรี
25. นางสาวณัฐชา ธรรมกุล
26. นางสาวณัฐวิภา จันทาร
27. นางสาวนภัสสร ทองทานี่
28. นางสาวพสุธิดา สํารานุสุข
29. นางสาวมนัสวี แก้วโพวัน
30. นางสาวศุภาพิชญ์ อักษร

ภาคผนวก ข

ผลการประเมินและวิเคราะห์เครื่องมือวิจัย

1. ผลการประเมินค่าความสอดคล้อง (IOC) ของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ โดยผู้เชี่ยวชาญ
2. ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ โดยผู้เชี่ยวชาญ
3. ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี โดยผู้เชี่ยวชาญ
4. ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี โดยผู้เชี่ยวชาญ
5. ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ โดยผู้เชี่ยวชาญ
6. ผลการวิเคราะห์ค่าระดับความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
7. ผลการวิเคราะห์ค่าระดับความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตาราง 15 ผลการประเมินค่าความสอดคล้อง (IOC) ของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของ
แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวก
วิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ โดยผู้เชี่ยวชาญ

จุดประสงค์ การเรียนรู้	แผนการจัด การเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	สรุปผล
		1	2	3		
1. อธิบายหลักฐานต่าง ๆ ที่สนับสนุนการเกิด วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตได้	แผนที่ 1 หลักฐานและ ข้อมูลที่ใช้ใน การศึกษาวิวัฒนาการ ของสิ่งมีชีวิต	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2. อธิบายการเกิด วิวัฒนาการของมนุษย์ได้		+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3. อธิบายแนวคิดเกี่ยวกับ วิวัฒนาการของลามาร์กได้	แผนที่ 2 แนวคิด เกี่ยวกับวิวัฒนาการ ของสิ่งมีชีวิต	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4. อธิบายแนวคิดเกี่ยวกับ วิวัฒนาการของดาร์วินได้		+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5. เปรียบเทียบแนวคิด เกี่ยวกับวิวัฒนาการของลา มาร์ก และดาร์วินได้		+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6. อธิบายทฤษฎีของ ฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก และภาวะ ดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์กได้	แผนที่ 3 พันธุศาสตร์ ประชากร	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตาราง 15 (ต่อ)

จุดประสงค์ การเรียนรู้	แผนการจัด การเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	สรุปผล
		1	2	3		
7. คำนวณความถี่ ของแอลลีล และความถี่ ของจีโนไทป์ในกลุ่ม ประชากรที่อยู่ภายใต้ ภาวะดุลของฮาร์ดี- ไวน์เบิร์กได้		+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8. ประยุกต์ใช้ความรู้จาก ภาวะสมดุลของ ฮาร์ดี-ไวน์เบิร์กใน การหาความถี่ของ แอลลีลของโรคทาง พันธุกรรมได้		+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9. อธิบายปัจจัยที่ทำให้ เกิดการเปลี่ยนแปลง ความถี่ของแอลลีลใน ประชากรในประชากรได้	แผนที่ 4 ปัจจัยที่ทำให้ เกิดการเปลี่ยนแปลง ความถี่ของแอลลีล	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10. อธิบายความหมาย ของสปีชีส์ได้	แผนที่ 5 กำเนิด สปีชีส์	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
11. อธิบายหลักการเกิดส ปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิตได้		+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
12. ยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิต ที่เกิดสปีชีส์ใหม่ได้		+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตาราง 16 ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับ
ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ โดย
ผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่าเฉลี่ย	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3		
ด้านองค์ประกอบของแผน					
1. กำหนดองค์ประกอบของแผน การจัดการเรียนรู้ถูกต้องครบถ้วน	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
2. เขียนสาระสำคัญสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ และบ่งบอกถึงสิ่ง สำคัญของเรื่องที่จะสอนได้ชัดเจน	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละแผน สอดคล้องกับตัวชี้วัดของหลักสูตร	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
4. มีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ได้ครบ ทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะ กระบวนการ และด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย				5.00	เหมาะสมมากที่สุด
ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้					
5. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ของ หลักสูตร	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
6. เนื้อหามีความน่าสนใจ เหมาะสมกับ วัยของผู้เรียน	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 16 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่าเฉลี่ย	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3		
7. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ เกิดการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและนำความรู้ไปใช้ได้	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
8. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องมีความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการศึกษา	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย				5.00	เหมาะสมมากที่สุด
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
9. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
10. กิจกรรมการเรียนรู้สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
11. กิจกรรมเป็นไปตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับ TPACK	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
12. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย				5.00	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 16 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่าเฉลี่ย	ระดับความ
	1	2	3		เหมาะสม
ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้					
13. มีสื่อประกอบที่หลากหลาย น่าสนใจ ทันสมัย และเตรียมได้ง่าย	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
14. สื่อและอุปกรณ์เหมาะสมกับการจัด กิจกรรม	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
15. สื่อและอุปกรณ์ช่วยให้นักเรียนสร้าง ความรู้ ความเข้าใจ และช่วยพัฒนา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
16. สื่อและอุปกรณ์การจัดการเรียนรู้ทำ ให้นักเรียนสามารถนำวิธีการเรียนรู้ ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย				5.00	เหมาะสมมากที่สุด
ด้านการวัดผลและประเมินผล					
17. วิธีการวัดผล ประเมินผลสอดคล้อง กับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
18. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุม พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 16 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่าเฉลี่ย	ระดับความ
	1	2	3		เหมาะสม
19. มีการวัดและการประเมินผลด้วย รูปแบบที่หลากหลาย ได้แก่ การประเมินด้านความรู้ ด้านทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
20. เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผล ประเมินผลมีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้ตรง ตามวัตถุประสงค์	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย				5.00	เหมาะสมมากที่สุด
รวมเฉลี่ย				5.00	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
กับจุดประสงค์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ
โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวก
วิธีการสอนและเทคโนโลยี โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
8	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
16	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 17 (ต่อ)

ข้อที่	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
22	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
26	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
30	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
33	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
35	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
36	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	3	0.67	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
39	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
40	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้

ตาราง 18 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
7	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
12	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
19	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 18 (ต่อ)

ข้อที่	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
21	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
33	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
35	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
36	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
38	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
39	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
40	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้

ตาราง 19 ผลการวิเคราะห์ค่าระดับความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)

ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็น
ฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

ข้อที่	การวิเคราะห์ข้อมูล		ผลการพิจารณา	
	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปรผลค่า p	แปลผลค่า r
1	0.83	0.21	ง่ายมาก	ใช้ได้
2	0.73	0.31	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
3	0.60	0.36	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
4	0.67	0.18	ค่อนข้างง่าย	ใช้ไม่ได้
5	0.70	0.25	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
6	0.63	0.42	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
7	0.80	0.29	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
8	0.70	0.09	ค่อนข้างง่าย	ใช้ไม่ได้
9	0.60	0.50	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
10	0.80	0.50	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
11	0.67	0.67	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
12	0.83	0.21	ง่ายมาก	ใช้ได้
13	0.73	0.43	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
14	0.60	0.50	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
15	0.73	0.31	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
16	0.70	0.09	ค่อนข้างง่าย	ใช้ไม่ได้
17	0.67	0.57	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
18	0.63	0.27	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
19	0.57	0.45	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
20	0.63	0.73	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้

ตาราง 19 (ต่อ)

ข้อที่	การวิเคราะห์ข้อมูล		ผลการพิจารณา	
	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปรผลค่า p	แปรผลค่า r
21	0.60	0.00	ค่อยข้างง่าย	ใช้ไม่ได้
22	0.60	0.62	ค่อยข้างง่าย	ใช้ได้
23	0.67	0.18	ค่อยข้างง่าย	ใช้ไม่ได้
24	0.63	0.54	ค่อยข้างง่าย	ใช้ได้
25	0.57	0.45	ปานกลาง	ใช้ได้
26	0.63	0.42	ค่อยข้างง่าย	ใช้ได้
27	0.57	0.55	ปานกลาง	ใช้ได้
28	0.63	0.33	ค่อยข้างง่าย	ใช้ได้
29	0.53	0.54	ปานกลาง	ใช้ได้
30	0.67	0.11	ค่อยข้างง่าย	ใช้ไม่ได้
31	0.63	0.36	ค่อยข้างง่าย	ใช้ได้
32	0.57	0.54	ปานกลาง	ใช้ได้
33	0.60	0.18	ค่อยข้างง่าย	ใช้ไม่ได้
34	0.63	0.45	ค่อยข้างง่าย	ใช้ได้
35	0.67	0.50	ค่อยข้างง่าย	ใช้ได้
36	0.57	0.30	ปานกลาง	ใช้ได้
37	0.60	0.62	ค่อยข้างง่าย	ใช้ได้
38	0.63	0.42	ค่อยข้างง่าย	ใช้ได้
39	0.73	0.43	ค่อยข้างง่าย	ใช้ได้
40	0.63	0.10	ค่อยข้างง่าย	ใช้ไม่ได้

จากตาราง 19 พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้สูตร KR-20 เท่ากับ 0.75

ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์ค่าระดับความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิศวกรรมศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

ข้อที่	การวิเคราะห์ข้อมูล		ผลการพิจารณา	
	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผลค่า p	แปลผลค่า r
1	0.80	0.29	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
2	0.67	0.09	ค่อนข้างง่าย	ใช้ไม่ได้
3	0.70	0.43	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
4	0.77	0.40	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
5	0.63	0.46	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
6	0.53	0.45	ปานกลาง	ใช้ได้
7	0.80	0.21	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
8	0.53	0.67	ปานกลาง	ใช้ได้
9	0.70	0.50	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
10	0.63	0.27	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
11	0.73	0.47	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
12	0.80	0.21	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
13	0.73	0.23	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
14	0.70	0.43	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
15	0.70	0.31	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
16	0.67	0.50	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
17	0.77	0.50	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
18	0.70	0.17	ค่อนข้างง่าย	ใช้ไม่ได้
19	0.67	0.33	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
20	0.67	0.50	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้

ตาราง 20 (ต่อ)

ข้อที่	การวิเคราะห์ข้อมูล		ผลการพิจารณา	
	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปรผลค่า p	แปรผลค่า r
21	0.67	0.46	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
22	0.77	0.40	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
23	0.60	0.62	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
24	0.70	0.09	ค่อนข้างง่าย	ใช้ไม่ได้
25	0.60	0.64	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
26	0.73	0.08	ค่อนข้างง่าย	ใช้ไม่ได้
27	0.73	0.42	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
28	0.77	0.29	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
29	0.67	0.09	ค่อนข้างง่าย	ใช้ไม่ได้
30	0.57	0.71	ปานกลาง	ใช้ได้
31	0.60	0.36	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
32	0.70	0.50	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
33	0.73	0.47	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
34	0.80	0.44	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
35	0.77	0.40	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
36	0.63	0.67	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
37	0.67	0.50	ค่อนข้างง่าย	ใช้ได้
38	0.47	0.44	ปานกลาง	ใช้ได้
39	0.57	0.58	ปานกลาง	ใช้ได้
40	0.33	0.75	ค่อนข้างยาก	ใช้ได้

จากตาราง 20 พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สูตร KR-20 เท่ากับ 0.75

ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ

ข้อที่	ค่าเฉลี่ย	S.D.	สรุปผล
1	4.83	0.46	มากที่สุด
2	4.73	0.52	มากที่สุด
3	4.7	0.52	มากที่สุด
4	4.87	0.47	มากที่สุด
5	4.63	0.35	มากที่สุด
6	4.73	0.61	มากที่สุด
7	4.73	0.52	มากที่สุด
8	4.63	0.45	มากที่สุด
9	4.8	0.5	มากที่สุด
10	4.87	0.41	มากที่สุด
11	4.93	0.35	มากที่สุด
12	4.93	0.25	มากที่สุด
13	4.9	0.25	มากที่สุด
14	4.87	0.31	มากที่สุด
15	4.87	0.35	มากที่สุด
16	4.87	0.35	มากที่สุด
17	4.9	0.31	มากที่สุด
18	4.9	0.31	มากที่สุด
19	4.87	0.35	มากที่สุด
20	4.93	0.35	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.82	สรุปผลรวม	มากที่สุด

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์คะแนนประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี
2. วิเคราะห์คะแนนประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี
3. วิเคราะห์คะแนนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี
4. วิเคราะห์คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี
5. ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

ตาราง 22 วิเคราะห์คะแนนประสิทธิภาพของกระบวนการ (E₁) ของแผนการจัดการเรียนรู้
แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

เลขที่	คะแนนระหว่างเรียน ตามแผนการจัดการเรียนรู้ (ใบงาน ชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียน)						คะแนนเต็ม (200)
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แบบทดสอบ	
	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	ท้ายแผน (100)	
1	18	17	19	16	18	75	163
2	17	18	16	16	17	76	160
3	18	17	16	17	16	80	164
4	17	17	18	18	17	78	165
5	18	18	16	18	17	75	162
6	16	17	17	17	18	84	169
7	17	16	16	17	19	76	161
8	16	16	17	16	16	82	163
9	17	16	18	16	18	80	165
10	17	17	17	18	16	76	161
11	18	16	17	17	17	82	167
12	17	18	17	18	18	84	172
13	16	17	17	16	16	76	158
14	18	16	17	18	16	78	163
15	17	17	16	16	14	84	164
16	17	17	17	17	18	82	168
17	18	18	17	16	16	82	167

ตาราง 22 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนระหว่างเรียน ตามแผนการจัดการเรียนรู้ (ใบงาน ชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียน)						คะแนนเต็ม (200)
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แบบทดสอบ	
	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	ท้ายแผน (100)	
18	16	18	16	16	18	79	163
19	17	17	18	16	17	84	169
20	16	16	17	16	17	76	158
21	16	17	18	16	16	84	167
22	17	18	17	17	16	78	163
23	16	16	17	16	17	82	164
24	18	16	17	16	16	78	161
25	17	16	16	16	17	82	164
26	16	17	17	17	18	83	168
27	18	16	16	18	17	79	164
28	16	17	16	16	17	84	166
29	17	17	17	16	16	79	162
30	16	17	18	17	16	82	166
รวม	508.00	506.00	508.00	500.00	505.00	2400.00	4927.00
เฉลี่ย	16.93	16.87	16.93	16.67	16.83	80.00	164.23
ร้อยละ	84.67	84.33	84.67	83.33	84.17	80.00	82.12
S.D.	0.78	0.73	0.78	0.80	1.02	3.12	3.27

ตาราง 23 วิเคราะห์คะแนนประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E₂) ของแผนการจัดการเรียนรู้
แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

เลขที่	แบบทดสอบวัด ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ (30)	แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน (30)	คะแนนเต็ม (60)
1	22	21	43
2	23	25	48
3	25	23	48
4	26	25	51
5	24	27	51
6	25	24	49
7	23	25	48
8	24	26	50
9	27	24	51
10	25	25	50
11	25	23	48
12	24	26	50
13	26	25	51
14	25	25	50
15	25	27	52
16	23	23	46
17	24	24	48
18	26	26	52
19	23	26	49

ตาราง 23 (ต่อ)

เลขที่	แบบทดสอบวัด ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ (30)	แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน (30)	คะแนนเต็ม (60)
20	25	26	51
21	23	23	46
22	25	26	51
23	25	25	50
24	26	24	50
25	24	23	47
26	26	26	52
27	25	27	52
28	23	24	47
29	25	25	50
30	25	23	48
รวม	737.00	742.00	1479.00
เฉลี่ย	24.57	24.73	49.30
ร้อยละ	81.89	82.44	82.17
S.D.	1.19	1.46	2.14

ตาราง 24 วิเคราะห์คะแนนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน
ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวก
วิธีการสอนและเทคโนโลยี

เลขที่	แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์		D	D ²	t-test
	ก่อนเรียน (30)	หลังเรียน (30)			
1	12	22	10	100	32.11
2	10	23	13	169	
3	14	25	11	121	
4	11	26	15	225	
5	12	24	12	144	
6	13	25	12	144	
7	15	23	8	64	
8	12	24	12	144	
9	13	27	14	196	
10	14	25	11	121	
11	12	25	13	169	
12	16	24	8	64	
13	12	26	14	196	
14	11	25	14	196	
15	10	25	15	225	
16	12	23	11	121	
17	13	24	11	121	
18	14	26	12	144	
19	12	23	11	121	

ตาราง 24 (ต่อ)

เลขที่	แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์		D	D ²	t-test
	ก่อนเรียน (30)	หลังเรียน (30)			
20	13	23	10	100	
21	13	23	10	100	
22	12	25	13	169	
23	11	25	14	196	
24	10	26	16	256	
25	12	24	12	144	
26	14	26	12	144	
27	13	25	12	144	
28	14	23	9	81	
29	15	25	10	100	
30	15	25	10	100	
รวม	380	735			
เฉลี่ย	12.67	24.50			
ร้อยละ	42.22	81.67			
S.D.	1.56	1.22			

ตาราง 25 วิเคราะห์คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน
ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวก
วิธีการสอนและเทคโนโลยี

เลขที่	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		D	D ²	t-test
	ก่อนเรียน (30)	หลังเรียน (30)			
1	14	21	7	49	35.02
2	12	25	13	169	
3	15	23	8	64	
4	13	25	12	144	
5	14	27	13	169	
6	10	24	14	196	
7	12	25	13	169	
8	14	26	12	144	
9	15	24	9	81	
10	12	25	13	169	
11	12	23	11	121	
12	13	26	13	169	
13	15	25	10	100	
14	15	25	10	100	
15	14	27	13	169	
16	12	23	11	121	
17	13	24	11	121	
18	14	26	12	144	
19	15	26	11	121	
20	13	26	13	169	

ตาราง 25 (ต่อ)

เลขที่	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		D	D ²	t-test
	ก่อนเรียน (30)	หลังเรียน (30)			
21	14	23	9	81	
22	12	26	14	196	
23	12	25	13	169	
24	10	24	14	196	
25	10	23	13	169	
26	13	26	13	169	
27	14	27	13	169	
28	10	24	14	196	
29	14	25	11	121	
30	12	23	11	121	
รวม	388	742			
เฉลี่ย	12.93	24.73			
ร้อยละ	43.11	82.44			
S.D.	1.57	1.46			

ตาราง 26 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้
แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

ข้อที่	ค่าเฉลี่ย	S.D.	สรุปผล
1	4.83	0.46	มากที่สุด
2	4.73	0.52	มากที่สุด
3	4.70	0.52	มากที่สุด
4	4.87	0.47	มากที่สุด
5	4.63	0.35	มากที่สุด
6	4.73	0.61	มากที่สุด
7	4.73	0.52	มากที่สุด
8	4.63	0.45	มากที่สุด
9	4.80	0.50	มากที่สุด
10	4.87	0.41	มากที่สุด
11	4.93	0.35	มากที่สุด
12	4.93	0.25	มากที่สุด
13	4.90	0.25	มากที่สุด
14	4.87	0.31	มากที่สุด
15	4.87	0.35	มากที่สุด
16	4.87	0.35	มากที่สุด
17	4.90	0.31	มากที่สุด
18	4.90	0.31	มากที่สุด
19	4.87	0.35	มากที่สุด
20	4.93	0.35	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.82	สรุปผลรวม	มากที่สุด

ภาคผนวก ง

เครื่องมือวิจัย

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหา
ผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ
2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน
โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและ
เทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัด
การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ
4. แบบทดสอบความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหา
เป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชา วิทยาศาสตร์
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เวลา 14 ชั่วโมง
 เรื่อง หลักฐานและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต เวลา 2 ชั่วโมง
 ผู้สอน นางสาวจิตตาภา นามโคตร วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติ และหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูล และแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิด สปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของ สิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับหลักฐานที่สนับสนุนและข้อมูลที่ใช้อธิบายการเกิด วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

2. สาระการเรียนรู้

หลักฐานที่สนับสนุนและข้อมูลที่ใช้อธิบาย และการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

3. สาระสำคัญ

หลักฐานที่บ่งบอกถึงวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ได้แก่

1. หลักฐานจากซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิต เป็นการศึกษาหลักฐานที่แสดง ลำดับการเกิดวิวัฒนาการ และบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตจากอดีตถึงปัจจุบัน โดยคาดคะเนจากอายุของซากดึกดำบรรพ์จากอายุชั้นหินตะกอน

2. หลักฐานกายวิภาคเปรียบเทียบ เป็นการศึกษาวิวัฒนาการจากโครงสร้าง ภายในของสิ่งมีชีวิต แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ โครงสร้างที่มีต้นกำเนิดเดียวกัน (Homologous Structure) แต่ทำหน้าที่ต่างกัน และโครงสร้างที่มีต้นกำเนิดต่างกัน (Analogous Structure) แต่ทำหน้าที่เหมือนกัน

3. หลักฐานจากวิทยาเอ็มบริโอเปรียบเทียบ เป็นการศึกษาวิวัฒนาการจากแผนการเจริญเติบโตที่คล้ายคลึงกันของสิ่งมีชีวิต ตั้งแต่ระยะไซโกตจนเจริญเป็นเอ็มบริโอ

4. หลักฐานด้านชีววิทยาระดับโมเลกุล เป็นการศึกษาวิวัฒนาการจากการเปรียบเทียบลำดับเบสบนสาย DNA ซึ่งสิ่งมีชีวิตที่มีความใกล้ชิดทางวิวัฒนาการจะมีความเหมือนกันของลำดับเบสบนสาย DNA มากกว่าสิ่งมีชีวิตกลุ่มอื่น

5. หลักฐานทางชีวภูมิศาสตร์ เป็นการศึกษาวิวัฒนาการจากการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตในภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ของโลก

6. หลักฐานสนับสนุนการเกิดวิวัฒนาการของมนุษย์ ซึ่งจากการศึกษาซากดึกดำบรรพ์ของกะโหลกศีรษะ และโครงกระดูก รวมทั้งการเปรียบเทียบลำดับเบสบนสาย DNA ระหว่างมนุษย์กับลิงชิมแปนซี จึงเชื่อว่ามนุษย์แยกสายวิวัฒนาการมาจากไพรเมตกลุ่มไม่มีหาง (Ape)

- ออสตราโลพิเทคัส (Australopithecus) ซึ่งเป็นบรรพบุรุษที่คล้ายคลึงกับมนุษย์มากที่สุด มีความจุสมอง 400–500 ลบ.ซม. มีการเดิน 2 ขา สามารถเคลื่อนที่ได้ทั้งพื้นดินและบนต้นไม้ สามารถกินอาหารได้หลายรูปแบบ

- โฮโม (Homo) เริ่มจาก *Homo Habilis* มีการเดิน 2 ขา มีลำตัวตรง มีความจุสมอง 600–750 ลบ. ซม. เริ่มมีการใช้สมองและมือ ประดิษฐ์สิ่งของเครื่องใช้จากหิน ตามด้วย *Homo Erectus* มีร่างกายสูง มีความจุสมอง 1,100 ลบ.ซม. มีการใช้ไฟและประดิษฐ์เครื่องมือจากหิน ตามด้วย *Homo Sapiens* มีความจุสมอง 1,400 ลบ.ซม. มีกระดูกซี่โครงยื่นออกมา จมูกกว้าง คางสั้น มีการอยู่ร่วมกันเป็นหมู่ รู้จักใช้ไฟและเครื่องหนังสัตว์นุ่นห่ม และสุดท้ายคือ มนุษย์โครมายอง มีความจุสมอง 1,400 ลบ.ซม. มีความสามารถในการล่าสัตว์ ประดิษฐ์เครื่องมือจากหิน วาดภาพโดยใช้สี และมีการอยู่ร่วมกันเป็นชุมชน

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ความรู้ (Knowledge)

4.1.1 อธิบายหลักฐานต่าง ๆ ที่สนับสนุนการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตได้

4.1.2 อธิบายการเกิดวิวัฒนาการของมนุษย์ได้

4.2 ทักษะ/กระบวนการ (Process)

4.2.1 การสังเกต

4.2.2 การจำแนกประเภท

- 4.2.3 การตั้งสมมติฐาน
- 4.2.4 การสรุปลงความเห็น
- 4.2.5 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

4.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะ (Attitude/Competency)

- 4.3.1 มีความซื่อสัตย์สุจริต
- 4.3.2 มีวินัย
- 4.3.3 มุ่งมั่นในการทำงาน
- 4.3.4 ใฝ่เรียนรู้
- 4.3.5 มีจิตสาธารณะ
- 4.3.6 ความสามารถในการสื่อสาร
- 4.3.7 ความสามารถในการคิด
- 4.3.8 ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 4.3.9 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- 4.3.10 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

5. กิจกรรมการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหา โดยใช้เทคโนโลยีมาช่วยในการกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่ผู้เรียนอยากรู้อยากเรียนและเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา ผู้เรียนทำความเข้าใจปัญหาที่ต้องเรียนรู้ซึ่งผู้เรียนจะต้องอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้สอนนำเทคโนโลยีที่หลากหลายมาให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยมีจุดเน้นตามกรอบแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนในกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันอภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ เพื่อกำหนดแนวคิดและวิธีการหาคำตอบว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเอง และประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสม หรือไม่ เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลายโดยใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วย ผู้เรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน

ขั้นการสอน

การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา (10 นาที)

1.1 ครูกล่าวพูดคุย ทักทายนักเรียน เช้คชื่อ แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ

1.2 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง หลักฐานและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต จำนวน 10 ข้อ

1.3 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 5-7 คน

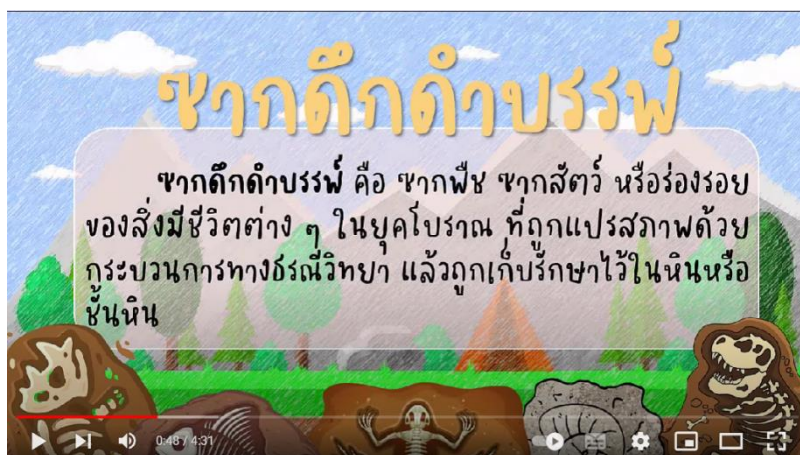
1.4 ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดปัญหา

คำถามเพื่อนำสู่ประเด็น

1. ให้นักเรียนลองยกตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์ที่นักเรียนรู้จัก
(แนวคำตอบ: ฟอสซิลใบไม้, ฟอสซิลหอย, ฟอสซิลไดโนเสาร์)
2. นักเรียนทราบหรือไม่ว่าซากดึกดำบรรพ์เกิดขึ้นจากปัจจัยอะไรบ้าง
(แนวคำตอบ: สิ่งมีชีวิตตายลงแล้วถูกทับถมด้วยดินทราย)
3. ให้นักเรียนลองยกตัวอย่างประโยชน์ของซากดึกดำบรรพ์
(แนวคำตอบ: ทราบอายุของหิน, ทราบวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต)

1.5 ให้นักเรียนดูวีดิทัศน์ ซากดึกดำบรรพ์ (4 นาที)

<https://www.youtube.com/watch?v=NvHbYxLGlyI>



ภาพประกอบ 1 วีดิทัศน์ ซากดึกดำบรรพ์

1.6 หลังจากดูวีดิทัศน์แล้ว ให้นักเรียนระดมความคิดในการกำหนดปัญหาเรื่อง ซากดึกดำบรรพ์ ในประเด็นที่กำหนดไว้ คือ นักเรียนคิดว่าซากดึกดำบรรพ์เกิดขึ้นได้อย่างไร/อะไรบ้างที่สามารถกลายเป็นซากดึกดำบรรพ์ได้/นักเรียนมีวิธีการรักษาซากดึกดำบรรพ์ไว้ได้อย่างไรให้สมบูรณ์ที่สุดซากดึกดำบรรพ์มีประโยชน์อย่างไร แล้วทำใบกิจกรรมที่ 1

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา (20 นาที)

2.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำ กิจกรรมที่ 2 Mind Mapping ต่อจากกิจกรรมที่ 1 เพื่อทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งนักเรียนต้องมีความรู้ โดยต้องทำความเข้าใจปัญหา ดังนี้

- อะไรบ้างที่สามารถกลายเป็นซากดึกดำบรรพ์ (แนวคำตอบ : สัตว์, ต้นไม้)
- ซากดึกดำบรรพ์เกิดขึ้นได้อย่างไร (แนวคำตอบ : กระบวนการเกิดซากดึกดำบรรพ์)
- วิธีการรักษาซากดึกดำบรรพ์ให้สมบูรณ์ (แนวคำตอบ : แนวทางในการเก็บรักษาซากดึกดำบรรพ์)
- ประโยชน์ของซากดึกดำบรรพ์มีอะไรบ้าง (แนวคำตอบ : บอกละประโยชน์ของซากดึกดำบรรพ์)

- ยกตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์ (แนวคำตอบ : ชื่อซากดึกดำบรรพ์)
- พบซากดึกดำบรรพ์ได้จากที่ใด (แนวคำตอบ : สถานที่พบซากดึกดำบรรพ์)

ขั้นที่ 3 ดำเนินการค้นคว้าร่วมกับ TPACK (30 นาที)

3.1 ครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาเกี่ยวกับซากดึกดำบรรพ์ในประเทศไทย กลุ่มละ 1 สถานที่ ครูอำนวยความสะดวกให้กับนักเรียน โดยแนะนำเว็บไซต์ในการสืบค้นข้อมูล, แอปพลิเคชัน และ E-Book ตัวอย่างเช่น



QR Code: ความรู้เกี่ยวกับซากดึกดำบรรพ์



QR Code: เว็บไซต์ตัวอย่างภาพซากดึกดำบรรพ์



QR Code: วีดีโอ เรื่อง ซากดึกดำบรรพ์



QR Code: E-Book เรื่อง ซากดึกดำบรรพ์

3.2 นักเรียนช่วยกันแสวงหาความรู้ จากแหล่งความรู้ออนไลน์ต่าง ๆ

3.3 นักเรียนแบ่งหน้าที่รับผิดชอบภายในกลุ่ม รับผิดชอบงานที่ตนเองได้รับมอบหมาย โดยให้เป็นไปตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ (10 นาที)

4.1 ครูสอบถามความก้าวหน้าของงานที่ได้รับมอบหมาย

4.2 นักเรียนนำความรู้ที่สืบค้นจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ มาแลกเปลี่ยนกับสมาชิกในกลุ่มอภิปรายและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ เพียงใด

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าคำตอบ (20 นาที)

5.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของตัวเอง และประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ มีความเหมาะสมเพียงใด โดยพยายามตรวจสอบภายใต้แนวคิดของกลุ่มตนเองอย่างอิสระ

5.2 สมาชิกภายในกลุ่มช่วยกันพิจารณาข้อมูล แล้วสรุปความรู้จากการศึกษาเพื่อเตรียมเสนอเพื่อน ๆ ในรูปแบบ Mind Mapping ในชั้นเรียน

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน (30 นาที)

6.1 ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนจุดประสงค์การเรียนรู้ และให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานในรูปแบบ Mind Mapping กลุ่มละ 5 นาที และให้นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ มีโอกาสซักถามข้อสงสัย

6.2 ครูกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วม และเพิ่มเติมในส่วนที่ไม่ชัดเจน

6.3 เมื่อนำเสนอครบทุกกลุ่ม ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากกิจกรรม

6.4 ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียน

6. สื่อ/แหล่งเรียนรู้

สื่อ

1. ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง หลักฐานและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
2. กิจกรรมเรื่อง หลักฐานและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แหล่งเรียนรู้

1. ห้องสมุด
2. แหล่งสืบค้นอินเทอร์เน็ต และเว็บไซต์ในการสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

7. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. ด้านความรู้	- ตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ก่อนเรียน-หลังเรียน) - ตรวจสอบบันทึกกิจกรรม	- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ก่อนเรียน-หลังเรียน) - ใบบันทึกกิจกรรม	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2. ด้านทักษะกระบวนการ	- ตรวจสอบแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ก่อนเรียน-หลังเรียน)	- แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ก่อนเรียน-หลังเรียน)	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ผ่านเกณฑ์อยู่ในระดับคะแนน 2 ขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	- สังเกตความซื่อสัตย์สุจริต มีวินัย มุ่งมั่นในการทำงานใฝ่เรียนรู้ มีจิตสาธารณะ และสมรรถนะที่สำคัญ 5 ประการ	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	- ผ่านเกณฑ์อยู่ในระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไป

กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....



ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ความชำนาญและความสามารถในการใช้การคิด และกระบวนการคิด เพื่อค้นหาความรู้ การแก้ปัญหาต่าง ๆ รวมทั้งการจินตนาการ เป็นผลของการคิดเฉพาะด้านและร่วมกันของสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นหัวใจสำคัญของกระบวนการศึกษา ทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 14 ทักษะ ดังนี้

1. **การสังเกต** หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสของร่างกายนักเรียน ได้แก่ หู ตา จมูก ลิ้น กายสัมผัส เข้าสัมผัสกับวัตถุหรือเหตุการณ์เพื่อให้ทราบและรับรู้ ข้อมูลรายละเอียด

2. **การวัด** หมายถึง การเลือกใช้เครื่องมือให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด รวมถึงเข้าใจวิธีการวัดและแสดงขั้นตอนการวัดได้อย่างถูกต้อง

3. **การคำนวณ** หมายถึง นักเรียนนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขที่ได้จากการนับ และตัวเลขจากการวัด มาคำนวณด้วยสูตรคณิตศาสตร์ เช่น การบวก การลบ การคูณ การหาร

4. การจำแนกประเภท หมายถึง นักเรียนเรียงลำดับ แบ่งกลุ่มวัตถุหรือรายละเอียดข้อมูลด้วยเกณฑ์ ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์ใด ๆ อย่างใดอย่างหนึ่ง

5. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา
สเปสของวัตถุ หมายถึง นักเรียนหาที่ว่างที่วัตถุนั้นครองอยู่ ซึ่งอาจมีรูปร่างเหมือนกัน

6 การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและการวัดมาจัดกระทำให้มีความหมาย โดยการหาความถี่ การเรียงลำดับ การจัดกลุ่ม การคำนวณค่า เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมาย ได้ดีขึ้นผ่าน การเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ วงจร เขียนหรือบรรยาย

7. การลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง นักเรียนเพิ่มความคิดเห็นของตนต่อข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลจากพื้นฐานความรู้หรือประสบการณ์ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ คือ สามารถอธิบายหรือสรุปจากประเด็นของการเพิ่มความคิดเห็นของตนต่อข้อมูลที่ได้มา

8. การพยากรณ์ หมายถึง นักเรียนทำนายหรือการคาดคะเนคำตอบ โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการทำซ้ำ ผ่านกระบวนการแปลความหมายของข้อมูลจากสัมพันธ์ภายใต้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

9. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง นักเรียนตั้งคำถามหรือคิดคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองเพื่ออธิบายหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ

10. **การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ** หมายถึง นักเรียนกำหนดนิยามอธิบายความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

11. **การกำหนดและควบคุมตัวแปร** หมายถึง ปังบอกถึงลักษณะตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมในสมมติฐานที่ศึกษา

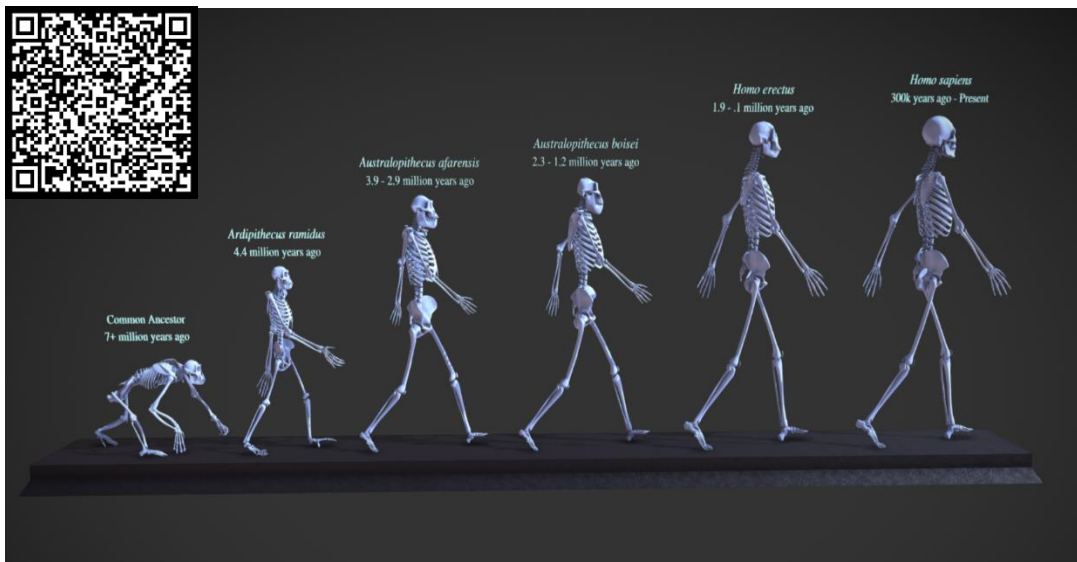
12. **การทดลอง** หมายถึง กระบวนการปฏิบัติในขั้นตอนการทดลอง เพื่อหาคำตอบจากสมมติฐาน

13. **การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อมูล** หมายถึง แปลความหมาย หรือการบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ สรุปประเด็นสำคัญของข้อมูลที่ได้จากศึกษาหรือการทดลอง

14. **การสร้างแบบจำลอง** หมายถึง การนำเสนอข้อมูล แนวคิด ความคิดรวบยอด เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจในรูปแบบของแบบจำลองต่าง ๆ เช่น กราฟ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว วัสดุ สิ่งของ สิ่งประดิษฐ์ หุ่น เป็นต้น



วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต (Evolution) เป็นลำดับการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและหน้าที่ของอวัยวะใด ๆ ของสิ่งมีชีวิตจากสภาพเดิมค่อย ๆ เกิดขึ้นทีละเล็กทีละน้อยต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลายาวนาน จนกระทั่งได้สิ่งมีชีวิตแบบปัจจุบันที่แตกต่างไปจากเดิมอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งสามารถอยู่ได้ในสภาวะแวดล้อมหนึ่งได้ ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 วิวัฒนาการของมนุษย์

ที่มา : <https://skfb.ly/6B9tQ>

1. ซากดึกดำบรรพ์

ซากดึกดำบรรพ์ (Fossil) เป็นร่องรอยของสิ่งมีชีวิตเมื่อพืชหรือสัตว์ตายลงมักจะถูกย่อยสลายจนไม่มีซากสมบูรณ์เหลืออยู่ โดยเฉพาะซากสิ่งมีชีวิตที่สลายนับล้านปีโดยจะยังคงเหลืออยู่ในรูปซากดึกดำบรรพ์ เช่น โครงกระดูกไดโนเสาร์ รอยพิมพ์ใบไม้ต้นไม้ที่กลายเป็นหินและซากแมลงในอำพัน เป็นต้น ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 ซากสัตว์ดึกดำบรรพ์

ที่มา : <https://skfb.ly/6SoRT>

กระบวนการเกิดซาก

ลักษณะของการศึกษาซากดึกดำบรรพ์ มักให้ความสำคัญเกี่ยวกับอายุการก่อตัว เช่น เป็นซากที่มีการก่อตัวที่มาจากอายุเป็นหมื่นปีถึงพันล้านปี และวิวัฒนาการจากกระบวนการเกิดซาก ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ โดยจากการถูกแปรสภาพเป็นกระบวนการเกิดซากนั้น มีปัจจัยสำคัญสองประการ คือ โครงร่างส่วนที่เป็นของแข็งของสิ่งมีชีวิตกับกระบวนการเก็บรักษา ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 กระบวนการเกิดซากดึกดำบรรพ์

ที่มา : <https://i0.wp.com/ngthai.com/app/uploads/2019/12/Fossilization.jpg?resize=640%-2C312&ssl=1>

นอกจากนี้ การเกิดซากจะมีกระบวนการ 2 อย่าง คือ การตกตะกอนทับถมลงบนซากและการที่สารละลายของแร่ธาตุเข้าแทนที่ซากอย่างรวดเร็ว ทำให้แบคทีเรียไม่สามารถเจริญเติบโตได้ เมื่อแข็งตัวจึงกลายเป็นซากดึกดำบรรพ์ให้ศึกษาได้ ส่วนมากซากของสิ่งมีชีวิตจะถูกเก็บรักษาไว้ได้ดีบริเวณริมฝั่งแม่น้ำ ทะเลสาบและท้องทะเล เพราะบริเวณเหล่านี้จะมีตะกอนเม็ดเล็กสะสมตัวมาก สภาพแวดล้อมค่อนข้างสงบ ซากไม่ถูกทำลายให้แตกหักมากและถูกเก็บรักษาไว้ในชั้นหิน โดยอาจประกอบไปด้วยซากเหลือของสัตว์ ฟืช หรือกลุ่มของสิ่งมีชีวิตอื่นใด ๆ ที่ได้รับการจัดแบ่งจำแนกไว้ทางชีววิทยา และรวมถึงร่องรอยต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ

กระบวนการของการเกิดฟอสซิลที่เกิดขึ้นเมื่อฝังสิ่งมีชีวิต

(Permineralization)

เป็นกระบวนการของการเกิดฟอสซิล ซากของสิ่งมีชีวิตจะมีวิวัฒนาการและรูปแบบการเปลี่ยนแปลงได้ในหลายลักษณะ โดยการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพตามธรรมชาติที่อินทรีย์สารเปลี่ยนแปลงจากส่วนประกอบเดิมแต่ยังคงรูปร่างโครงสร้างให้เห็นอยู่ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีหลายวิธี ดังนี้

การกลายเป็นหิน (Pertrification)

เป็นกระบวนการของการเกิดฟอสซิลที่ซากสิ่งมีชีวิตกลายเป็นหิน จากการที่เนื้อเยื่อผนังเซลล์ และส่วนแข็งอื่น ๆ ซึ่งเป็นส่วนประกอบดั้งเดิมของซากถูกแทนที่ด้วยการแทรกซึมของแร่ธาตุในรูปของโครงสร้างสิ่งมีชีวิตเดิม เช่น ถูแทนที่ด้วยสารซิลิกาในรูปของแร่ควอร์ตซ์ แร่คาลซิโคไนท์หรือแร่โอปอล หรือสารละลายแคลเซียม-คาร์บอเนต โดยกระบวนการแทนที่(Replacement) โดยการถูกแทนที่นี้จะไม่ทำให้โครงร่างเดิมสูญหายไป

การเพิ่มคาร์บอน (Carbonization)

เป็นกระบวนการของการเกิดฟอสซิลที่เกิดจากซากกลายเป็นสารคาร์บอนหรือถ่านติดอยู่ในชั้นหินหรือเป็นถ่านหิน

ร่องรอยหรือรอยพิมพ์ (Mold)

ร่องรอยที่ประทับไว้หรือฝังตัวอยู่ในชั้นดิน เช่น รอยเท้า รอยทางเดิน รอยหนอน รอยเจาะ รอยซอนไซ ซึ่งอยู่ในชั้นตะกอน ต่อมาตะกอนแข็งตัวกลายเป็นหิน ทำให้ร่องรอยนั้นถูกเก็บรักษาในชั้นหิน เป็นต้น ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 กระบวนการการเกิดร่องรอย

ที่มา : https://static.wixstatic.com/media/480d7b_7163e5e1dfd24daa6d6ced32-f94fb87~mv2.jpg/v1/fill/w_560,h_796,al_c,q_85,usm_2.00_1.00_0.00/FP_01.webp

การบอกอายุของซากดึกดำบรรพ์หรืออายุหิน สามารถบอกได้ 2 แบบ คือ

1. อายุเปรียบเทียบ (Relative Age) คืออายุทางธรณีวิทยาของซากดึกดำบรรพ์หิน ลักษณะทางธรณีวิทยา
2. อายุสัมบูรณ์ (Absolute Age) หมายถึงอายุซากดึกดำบรรพ์ของหิน ลักษณะหรือเหตุการณ์ทางธรณีวิทยา (โดยมากวัดเป็นปี เช่น พันปี ล้านปี) โดยทั่วไปหมายถึงอายุที่คำนวณหาได้จากไอโซโทปของธาตุกัมมันตรังสี ขึ้นอยู่กับวิธีการและช่วงเวลาครึ่งชีวิต (Half Life Period) ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 หลุมชุดซากไดโนเสาร์ภูมู่ข้าว

ที่มา : <https://skfb.ly/6LJMt>

สถานที่พบซากดึกดำบรรพ์

ซากดึกดำบรรพ์สามารถพบได้ในหินตะกอน เช่น หินดินดาน หินทราย หรือหินปูน ทั้งที่พบโดยธรรมชาติจากการกัดเซาะของน้ำ ลม เช่นบริเวณที่มีทางน้ำไหลหรือริมชายฝั่งทะเล และในบริเวณที่เกิดจากมนุษย์ เช่น การขุดเหมือง การก่อสร้างทางหรือถ้าต้องการค้นหาซากดึกดำบรรพ์สัตว์ทะเล ควรหาบริเวณที่มีภูเขาหินปูนเป็นแหล่งสะสมตัวของตะกอนทางเคมีของสารคาร์บอเนตที่เกิดจากโครงสร้างของเปลือกหอย

ปะการังและสัตว์ทะเลหลายชนิด ส่วนในหินอัคนีนั้นเนื่องจากเป็นหินที่เกิดจากการเย็นตัวอย่างรวดเร็วของลาวาและแมกมา จึงไม่มีสิ่งมีชีวิตเข้าไปได้ ทำให้ไม่พบซากดึกดำบรรพ์ในหินอัคนี

ซากดึกดำบรรพ์ที่พบในประเทศไทย

ซากดึกดำบรรพ์ที่พบในประเทศไทยมีหลากหลายเกือบทุกประเภท ได้แก่ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น ปะการัง หอย ไทรโลไบต์ สัตว์มีกระดูกสันหลัง เช่น เต่า ไดโนเสาร์ ปลา จระเข้ และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ส่วนซากพืชพบหลายชนิด มีทั้งส่วนของลำต้น ใบ และละอองเรณู นอกจากนี้ยังมีร่องรอยของสัตว์ดึกดำบรรพ์ เช่น รอยเท้า และรอยทางเดินของไดโนเสาร์ รูและรอยขนไชของหนอน ซากดึกดำบรรพ์เก่าแก่ที่สุดที่พบในประเทศไทย คือ ซากไทรโลไบต์ มีอายุราว 500 ล้านปี พบที่เกาะตะรุเตา ส่วนซากดึกดำบรรพ์ที่มีอายุใหม่ ได้แก่ ซากหอยนางรมยักษ์ ที่พบจากชุดดินกรุงเทพฯ มีอายุเพียง 5,500 ปี

ตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์ที่พบในประเทศไทย

1. แหล่งซากไดโนเสาร์ภูเวียง อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น

ภูเวียงตั้งอยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติภูเวียง ห่างจากตัวจังหวัดขอนแก่น ไปทางทิศตะวันตกประมาณ 87 กิโลเมตร มีลักษณะภูมิประเทศเป็นสันเขา สูงประมาณ 250-750 เมตร โอบล้อมแอ่งที่ราบไว้ภายใน ภูเวียง เป็นบริเวณที่ค้นพบกระดูกไดโนเสาร์ชิ้นแรกในประเทศไทย เมื่อ พ.ศ. 2519 พบอยู่ที่บริเวณภูประตูดิหมา เป็นกระดูกท่อนขาของไดโนเสาร์กินพืชขนาดใหญ่ ต่อมาได้มีการสำรวจพบไดโนเสาร์ ทั้งจำพวกกินพืชและกินเนื้อ ชนิดใหม่ของโลกหลายชนิด ได้แก่ ไดโนเสาร์กินพืชขนาดใหญ่ ซึ่งได้มีการขอพระราชทานพระราชานุญาต ตั้งชื่อตามพระนาม ของสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (*Phuwiangosaurus Sirindhornae*) ไดโนเสาร์กินเนื้อขนาดเล็ก (*Compsognathus* sp.) ไดโนเสาร์กินเนื้อ (*Siamosaurus Suteethornii*) และไดโนเสาร์กินเนื้อ ซึ่งคาดว่า เป็นบรรพบุรุษของไทรัน-โนซอร์ส (*Siamotyrannus Isanensis*) ทั้งหมดพบในหมวดหินเสาขัว อายุประมาณ 130 ล้านปี นอกจากนี้ ยังพบรอยเท้าไดโนเสาร์บริเวณหินลาดป่าซาด ในหมวดหินพระวิหาร ซึ่งมีอายุ ประมาณ 140 ล้านปี เป็นรอยพิมพ์นิ้ว 3 นิ้ว คล้ายรอยเท้านก ที่ปลายนิ้วมีร่องรอย ของเล็บแหลมคม บ่งชี้ว่าเป็นรอยเท้าไดโนเสาร์กินเนื้อขนาดเล็ก ไดโนเสาร์ที่ภูเวียง เป็นไดโนเสาร์สกุลและชนิดใหม่ ซึ่งเป็นต้นแบบของโลกถึง

3 ชนิด เพื่อใช้เป็นข้อมูล สำหรับเปรียบเทียบกับข้อมูลที่พบใหม่ทั่วโลก โดยหากพบ ไดโนเสาร์ที่ใด เหมือนกับที่ภูเวียง ก็จะต้องเรียกชื่อตาม ดังนั้น จึงควรเก็บรักษา ซากไดโนเสาร์ต้นแบบนี้ไว้ ให้คงอยู่ตลอดไป ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 แหล่งซากไดโนเสาร์ภูเวียง อ.ภูเวียง จ.ขอนแก่น
ที่มา : <https://skfb.ly/6QONN>

2. แหล่งรอยเท้าไดโนเสาร์ภูแฝก กิ่งอำเภอนาคู จังหวัดกาฬสินธุ์

แหล่งรอยเท้าไดโนเสาร์ภูแฝก ตั้งอยู่ในเขตวนอุทยานภูแฝก ตำบลภูแล่นช้าง ค้นพบโดย ด.ญ. กัลยมาศ สิงห์นาคลอง และ ด.ญ. พัชรี ไวแสน เมื่อปลาย พ.ศ. 2537 รอยเท้าที่ปรากฏอยู่บนชั้นหินทรายในลำห้วยน้ำยังมีจำนวนมากกว่า 10 รอย โดยปรากฏให้เห็นเป็น แนวทางเดิน 3 แนว มีขนาดกว้าง 40 เซนติเมตร ยาว 45 เซนติเมตร รอยเท้าทั้งหมดเป็น รอยเท้าที่มี 3 นิ้ว เป็นรอยเท้าของไดโนเสาร์กินเนื้อขนาดใหญ่ ที่เดินด้วยขาหลัง 2 ข้าง เนื่องจากมีลักษณะแสดงรอยเล็บแหลมคม รอยเท้าดังกล่าวนี้ อยู่ในหมวดหินพระวิหาร อายุประมาณ 140 ล้านปี ดังภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 แหล่งรอยเท้าไดโนเสาร์ที่ภูแฝก กิ่ง อ.นาคู จ.กาฬสินธุ์
ที่มา : https://nakhonphanom.mots.go.th/images/article/news390/n201803031-03304_3299.jpg

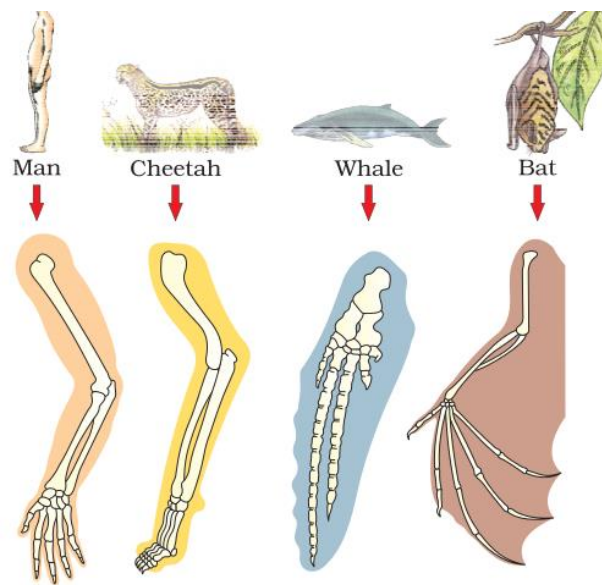
2. หลักฐานจากกายวิภาคเปรียบเทียบ

การศึกษาเปรียบเทียบของโครงสร้างต่าง ๆ ในตัวเตมว้ย กำเนิด หน้า ที่ และ การทำงานของกลุ่มสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ได้แก่ Homologous Structure และ Analogous Structure

Homologous structure

โครงสร้างมาจากจุดกำเนิดเดียวกันแต่ทำหน้าที่ต่างกัน วิวัฒนาการของ โครงสร้างนี้เรียกว่า Homology การที่มีจุดกำเนิดเดียวกันแสดงว่าสิ่งมีชีวิต กลุ่มนี้มี ความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันในเชิงวิวัฒนาการ (มีบรรพบุรุษร่วมกัน)

การเปรียบเทียบ Homologous Structure ของรยางค์คู่หน้าในสัตว์มีกระดูกสัน หลังซึ่งจะแตกต่างกันในขนาด รูปร่างและหน้าที่แต่มีแบบแผนของโครงสร้างคล้ายคลึงกัน (สังเกตลักษณะกระดูกชั้นต่าง ๆ ที่มีสีเดียว มาจากจุดกำเนิดเดียวกัน) ดังภาพประกอบ 8

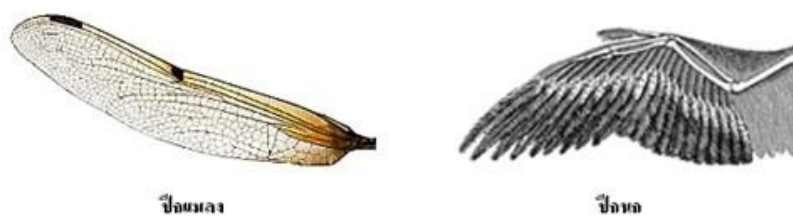


ภาพประกอบ 8 หลักฐานทางกายวิภาคเปรียบเทียบ

ที่มา : <https://www.scimath.org/images/uploads/upload2/hoa.png>

Analogous structure

โครงสร้างของสิ่งมีชีวิตที่มาจากจุดกำเนิดต่างกันแต่ทำหน้าที่เหมือนกัน เรียกว่าวิวัฒนาการของโครงสร้างนี้ว่า Analogy ในเชิงวิวัฒนาการสิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้ไม่มีความสัมพันธ์กันทางบรรพบุรุษการเปรียบเทียบ ปีกนก ปีกแมลง โครงสร้างมาจากจุดกำเนิดต่างกัน แต่นำไปใช้ในการบินเช่นเดียวกัน ดังภาพประกอบ 9

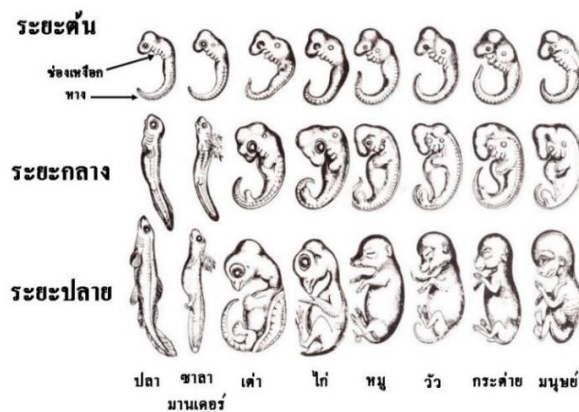


ภาพประกอบ 9 กายวิภาคเปรียบเทียบของปีกแมลงและปีกนก

ที่มา : https://sites.google.com/site/biologyroom610/_/rsrc/1315120937226/evolution/evolution1/qo150.jpg

3. วิทยาเอ็มบริโอ

เอิร์นสต์ เฮคเคิล (Ernst Haeckel, พ.ศ. 2377–2462) เป็นผู้ที่ศึกษาและได้ตั้งทฤษฎีจากการดูหลักฐานการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอ เรียกว่า ทฤษฎีการย้อนซ้ำลักษณะ (Theory of Recapitulation) ซึ่งกล่าวว่า การเจริญเติบโตของสัตว์จากระยะตัวอ่อนจนถึงขั้นตัวเต็มวัยจะเป็นการย้อนรอยหรือแสดงลักษณะที่เหมือนกับการวิวัฒนาการของบรรพบุรุษ ดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 การเจริญเติบโตของเอ็มบริโอระยะต่าง ๆ ของสัตว์มีกระดูกสันหลัง
ที่มา : https://il.mahidol.ac.th/e-media/150charles-darwin/images/686px-Haeckel_drawings.jpg

จากภาพการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอของสัตว์มีกระดูกสันหลังชนิดต่าง ๆ จะพบความคล้ายคลึงกันในส่วนของการมีช่องเหงือกและหาง จนเมื่อสัตว์มีกระดูกสันหลังแต่ละชนิดเติบโตเป็นตัวเต็มวัยลักษณะของการมีช่องเหงือกยังคงอยู่ในสัตว์บางชนิดเช่น ปลาและซาลาแมนเดอร์ แต่ไม่คงอยู่ในสัตว์มีกระดูกสันหลังชนิดอื่น ทั้งนี้เพราะเกิดการปรับเปลี่ยนรูปร่างไปให้เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตนั่นเอง ซึ่งลักษณะที่คล้ายคลึงกันในระหว่างการเจริญเติบโตของเอ็มบริโออาจบ่งชี้ถึงการวิวัฒนาการมาจากบรรพบุรุษร่วมกันได้

4. ชีวโมเลกุล

ชีวโมเลกุล (Biomolecule) เป็นสารประกอบเคมีที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติในสิ่งมีชีวิต ชีวโมเลกุลประกอบด้วยธาตุเคมีพื้นฐานที่สำคัญ คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน ออกซิเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถัน นอกจากนี้อาจมีธาตุอื่นร่วมด้วยแต่น้อยมาก ชีวโมเลกุลมีความจำเป็นสำหรับการดำรงอยู่ของชีวิต ตัวอย่างเช่นมนุษย์มีผิวหนังและขน ส่วนประกอบหลักของขน คือ เคอราติน (Keratin) ที่เกิดจากการจับกลุ่มกันเป็นก้อนของโปรตีน ซึ่งตัวมันเองก็เป็นพอลิเมอร์ที่ถูกสร้างจากกรดอะมิโน โดยกรดอะมิโนนั้นเปรียบเสมือนก้อนอิฐที่สำคัญในธรรมชาติที่จะประกอบกันเป็นโมเลกุลใหญ่ รูปแบบของก้อนอิฐอีกตัวหนึ่งคือ นิวคลีโอไทด์ (Nucleotide) ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน คือ

- พิวรีน (Purine) หรือ ไพริมิดีน (Pyrimidine) ซึ่งเป็นต่าง
- น้ำตาล เพนโตส
- หมู่ฟอสเฟต

นิวคลีโอไทด์เหล่านี้มีหน้าที่สร้าง กรดนิวคลีอิก (Nucleic Acid) ในปัจจุบันเทคโนโลยีสมัยใหม่ได้ก้าวหน้าไปมาก นับตั้งแต่ที่เมนเดลได้จุดประกายการศึกษาสารพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิต และจุดเปลี่ยนสำคัญที่เจมส์ วัตสัน (James Watson) และฟรานซิส คริก (Francis Crick) ได้ค้นพบโครงสร้างสามมิติของดีเอ็นเอ ในปี พ.ศ. 2496 ความรู้ทางพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีเกี่ยวกับการศึกษาสารพันธุกรรมหรือดีเอ็นเอก็ก้าวหน้านับแต่นั้นมา สิ่งมีชีวิตพื้นฐานทุกชนิดมีดีเอ็นเอเป็นสารพันธุกรรม (ยกเว้นไวรัสบางชนิด) ความเหมือนหรือความแตกต่างของลำดับเบสในดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดสามารถใช้บ่งชี้ถึงความใกล้ชิดกันทางวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตได้ กล่าวคือสิ่งมีชีวิตที่มีความใกล้ชิดกันเชิงวิวัฒนาการจะมีความเหมือนกันของดีเอ็นเอมากกว่าสิ่งมีชีวิตกลุ่มอื่น และเนื่องจากโปรตีนเป็นผลิตภัณฑ์จากรหัสของดีเอ็นเอ ดังนั้นจึงอาจใช้การศึกษาเปรียบเทียบความต่างของโปรตีนในกาเปรียบเทียบความต่างของยีนในสิ่งมีชีวิตเพื่อศึกษาวิวัฒนาการได้เช่นกัน

ดั่งภาพประกอบ 11

```

human_cytc      ATGGGTGATGTTGAGAAAGGCAAGAAGATTTTTATTATGAAGTGTCCCAGTGCCACACC
chimp_cytc      ATGGGTGATGTTGAGAAAGGCAAGAAGATTTTTATTATGAAGTGTCCCAGTGCCACACC
*****

human_cytc      GTTGAAAAGGGAGGCAAGCACAAGACTGGGCCAAATCTCCATGGTCTCTTGGGGCGGAAG
chimp_cytc      GTTGAAAAGGGAGGCAAGCACAAGACTGGGCCAAATCTCCATGGTCTCTTGGGGCGGAAG
*****

human_cytc      ACAGGTCAGGCCCTGGATACTCTTACACAGCCGCCAATAAGAACAAGGCATCATCTGG
chimp_cytc      ACAGGTCAGGCCCTGGATACTCTTACACAGCCGCCAATAAGAACAAGGCATCATCTGG
*****

human_cytc      GGAGAGGATACACTGATGGAGTATTTGGAGAATCCCAAGAAGTACATCCCTGGAACAAA
chimp_cytc      GGAGAGGATACACTGATGGAGTATTTGGAGAATCCCAAGAAGTACATCCCTGGAACAAA
*****

human_cytc      ATGATCTTTGTGGCATTAAAGAAGAAGGAAGAAAGGGCAGACTTAATAGCTTATCTCAA
chimp_cytc      ATGATCTTTGTGGCATTAAAGAAGAAGGAAGAAAGGGCAGACTTAATAGCTTATCTCAA
*****

human_cytc      AAAGCTACTAATGAGTAA
chimp_cytc      AAAGCTACTAATGAGTAA
*****

```

ภาพประกอบ 11 ลำดับเบสในไซโทโครม ซี ของมนุษย์

ที่มา : <http://4.bp.blogspot.com/CEEuUghF65k/UgHrV6UdUrl/->

AAAAAAAABU/F_zD5EPNcdA/s1600/cytochrome+an.gif

ความต่างของลำดับเบสในไซโทโครม ซี ของมนุษย์ (Human_cytc) และลิงชิมแพนซี (Chimp_cytc) ซึ่งมีเบสต่างกันเพียง 4 ตัว จาก 318 เบส หรือคิดเป็นความแตกต่าง 1.2% แสดงว่ามนุษย์และลิงชิมแพนซีน่าจะมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันในเชิงวิวัฒนาการ (ไซโทโครม ซี เป็นโปรตีนตัวสำคัญที่ช่วยในการหายใจระดับเซลล์ พบในไมโทคอนเดรีย)

5. การแพร่กระจายของประชากร

นักเรียนเคยสงสัยหรือไม่ว่า ทำไมเราจึงพบสัตว์บางชนิดได้ในเฉพาะบางพื้นที่เท่านั้น เช่น หมูโคอาลาและจิ้งจอกที่ประเทศออสเตรเลีย หมูแพนด้าพบที่ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ค้างคาวคุณกิตติพบที่ประเทศไทย และกวางเรนเดียร์พบมากที่ทวีปอเมริกาเหนือ นอกจากนี้ตัวอย่างที่ยกมานี้ นักเรียนยังอาจจะทราบคำตอบได้จากการศึกษาต่อไปนี้

ปัจจัยจำกัดที่มีผลต่อการแพร่กระจายของประชากร

ในแต่ละพื้นที่มีสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกันอาศัยอยู่ร่วมกันในปริมาณที่แตกต่างกันเนื่องจากมีปัจจัยจำกัด (Limiting Factor) บางประการที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตแต่ละ

ชนิดที่ไม่เหมือนกัน และเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการแพร่กระจายของประชากรเกิดขึ้น ปัจจัยดังกล่าวนี้ ได้แก่

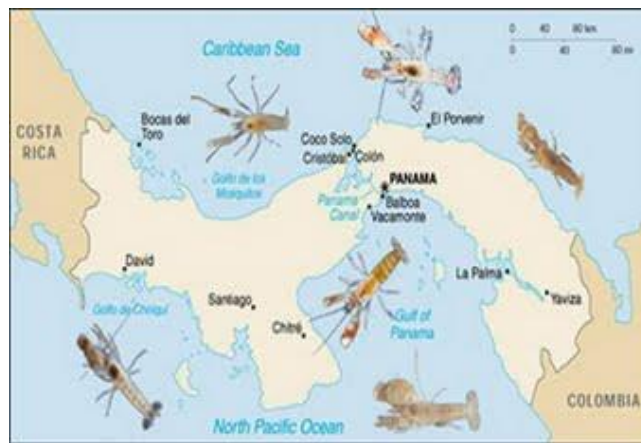
1. ปัจจัยทางกายภาพ

ลักษณะทางกายภาพบางประการ เช่น ความสูงจากระดับน้ำทะเล อุณหภูมิ แสง ความชื้น ความเป็นกรด-เบส ฯลฯ พบว่ามีผลต่อการแพร่กระจายของประชากรของสิ่งมีชีวิต เช่นความสูงจากระดับน้ำทะเล มีผลต่อการแพร่กระจายของพืชบางชนิด เช่น ที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 1,000–1,700 เมตร จะพบว่ามีสนสามใบ ขึ้นอยู่ค่อนข้างมาก และที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลต่ำกว่า 1,000 เมตร จะพบสนสามใบขึ้นอยู่กระจัดกระจายทั่วไป อุณหภูมิ ในพื้นที่แถบทะเลทรายซึ่งมีอุณหภูมิค่อนข้างสูงนั้น มักจะพบว่ามีพืชบางชนิดเท่านั้นที่สามารถขึ้นอยู่ได้ เช่น พืชจำพวกกระบองเพชร เนื่องจากสามารถทนต่ออุณหภูมิที่สูงถึง 60 องศาเซลเซียส ได้ดี ความเป็นกรด-เบส พืชบางชนิด เช่น ข้าวพบว่าสามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตดีที่สุดในสภาพดินเหนียว และในดินที่มีน้ำท่วมขังซึ่งมีค่าความเป็นกรด-เบส อยู่ในช่วง 6.5–7.0 แสง มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชบางชนิด เช่น เต๋อย ซึ่งเป็นพืชอายุสั้น (Short-Day Plant) ต้องการแสงแดดจัดในช่วงสั้น ๆ และอุณหภูมิสูงในการเจริญเติบโต

2. ปัจจัยทางชีวภาพ

ในสภาพธรรมชาติโดยทั่วไปพบว่ามีสิ่งมีชีวิตหลากหลายอยู่ร่วมกัน สิ่งมีชีวิตบางชนิดพบว่าปัจจัยทางชีวภาพที่เป็นปัจจัยจำกัดต่อสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นได้ เช่น กรณีของเสือหรือสิงโต ซึ่งเป็นผู้ล่ากับกวางซึ่งเป็นเหยื่อ กรณีดังกล่าวนี้พบว่าเสือหรือสิงโตเป็นปัจจัยจำกัดต่อการมีชีวิตรอดของกวาง หรือกรณีของการแข่งขันเพื่อการอยู่รอดในสังคมของสัตว์ชนิดเดียวกัน พบว่าสัตว์ที่แข็งแรงกว่าจะมีโอกาสเจริญเติบโตและอยู่รอดกว่าสัตว์ที่อ่อนแอกว่า นอกจากนี้ยังมีปัจจัยทางชีวภาพอื่น ๆ ที่พบ ได้แก่ สิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะสิ่งมีชีวิตต่างถิ่น ซึ่งพบว่าในพื้นที่หนึ่ง ๆ มักจะมีสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ที่เป็นสิ่งมีชีวิตต่างถิ่นเข้ามาในพื้นที่นั้นอยู่เสมอ จนทำให้สิ่งมีชีวิตเดิมที่มีอยู่ได้รับผลกระทบ ในลักษณะของการถูกแย่งที่อยู่อาศัยและอาหาร หรือการถูกขัดขวางการแพร่กระจายพันธุ์จากสิ่งมีชีวิตต่างถิ่น เช่น ผักตบชวาที่แพร่กระจายลงสู่แหล่งน้ำและเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วจนทำให้ผักตบไทยซึ่งเป็นพืชดั้งเดิมในแหล่งน้ำนั้นลดจำนวนลงหรือสูญพันธุ์ไป กรณีการปล่อย ปลาดูด (Suckermouth Catfish) หรือที่รู้จักในนามของปลาเทศบาลลงไปในแหล่งธรรมชาติ พบว่ามีผลทำให้สัตว์น้ำเศรษฐกิจที่เป็นอาหารของมนุษย์บางชนิด

ที่วางไข่บนหน้าดินและตัวอ่อนเจริญเติบโตบนหน้าดินลดจำนวนลงหรือสูญพันธุ์ไป เนื่องจากปลาดูดจะทำลายแหล่งทำรังและแหล่งวางไข่ของสัตว์ และกินไข่ของสัตว์น้ำเป็นอาหาร นอกจากนี้พบว่าการระบาดของหอยเชอร์รี่ในแหล่งน้ำหรือนาข้าวมีต่อการทำลายพืชผล โดยเฉพาะกล้าข้าว เนื่องจากหอยเชอร์รี่สามารถผสมพันธุ์และวางไข่ได้ตลอดปี โดยจะวางไข่เป็นกลุ่ม กลุ่มละ 350-3,000 ฟอง และไข่จะฟักเป็นตัวภายใน 7-12 วัน การแพร่ระบาดของหอยเชอร์รี่มีผลทางอ้อม ทำให้ปริมาณหอยโข่งในธรรมชาติลดปริมาณลงได้ ดังภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 12 หลักฐานการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิต

ที่มา : https://sites.google.com/site/sci0029/_/rsrc/1374906596317/bth-thi1/1-2/1-2-1hlak-than-cak-sakdukdabrrph/1-2-2hlak-than-cak-kar-ceriy-xem-bri-xo/1-2-3hlak-than-kar-phaer-kracay-khxng-phuch-laer-satw/01.jpg

ใบบันทึกกิจกรรมที่ 1
เรื่อง ซากดึกดำบรรพ์



จุดประสงค์

นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับเรื่องซากดึกดำบรรพ์

คำชี้แจง

ให้นักเรียนตอบคำถามดังต่อไปนี้

1. ยกตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์ที่นักเรียนรู้จัก มา 3 อย่าง

- ตอบ 1.
2.
3.

แหล่งข้อมูล :

2. ซากดึกดำบรรพ์เกิดขึ้นได้อย่างไร

- ตอบ

แหล่งข้อมูล :

3. นักเรียนสามารถพบซากดึกดำบรรพ์ได้จากที่ใด

- ตอบ

แหล่งข้อมูล :

4. ให้นักเรียนยกตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์ที่พบในประเทศไทย

- ตอบ ซากดึกดำบรรพ์

พบที่จังหวัด

แหล่งข้อมูล :

5. ยกตัวอย่างประโยชน์ของซากดึกดำบรรพ์ มีอะไรบ้าง

- ตอบ 1.
2.
3.

แหล่งข้อมูล :

เฉลย ใบบันทึกกิจกรรมที่ 1
เรื่อง ซากดึกดำบรรพ์



จุดประสงค์

นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับเรื่องซากดึกดำบรรพ์

คำชี้แจง

ให้นักเรียนตอบคำถามดังต่อไปนี้

1. ยกตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์ที่นักเรียนรู้จัก มา 3 อย่าง

- ตอบ 1. ไม้กลายเป็นหิน
2. ฟอสซิลของปลา
3. รอยตีนไดโนเสาร์

แหล่งข้อมูล :

2. ซากดึกดำบรรพ์เกิดขึ้นได้อย่างไร

ตอบ การเกิดซากดึกดำบรรพ์ส่วนมากจะมีปัจจัยสำคัญสองประการ คือ โครงร่างส่วนที่เป็นของแข็งของสิ่งมีชีวิต กับกระบวนการเก็บรักษาซากเหล่านั้น เมื่อสิ่งมีชีวิตล้มตายลง โครงร่างส่วนที่เป็นของแข็ง เช่น กระดุก ฟัน กะโหลก เป็นต้น จะเหลืออยู่เป็นซาก ซากเหล่านี้จะถูกเก็บรักษาไว้เป็นซากดึกดำบรรพ์ ด้วยกระบวนการสองอย่าง คือ การตกตะกอนทับถมลงบนซาก และการที่สารละลายของแร่ธาตุเข้าแทนที่ซากอย่างรวดเร็ว

แหล่งข้อมูล :

3. นักเรียนสามารถพบซากดึกดำบรรพ์ได้จากที่ใด

ตอบ ซากดึกดำบรรพ์สามารถพบได้ในหินตะกอน เช่น หินดินดาน หินทราย หรือหินปูน ทั้งที่พบโดยธรรมชาติจากการกัดเซาะของน้ำ ลม เช่นบริเวณที่มีทางน้ำไหล หรือริมชายฝั่งทะเล และในบริเวณที่เกิดจากมนุษย์ เช่น การขุดเหมือง การก่อสร้างทาง

แหล่งข้อมูล :

4. ให้นักเรียนยกตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์ที่พบในประเทศไทย

ตอบ ซากดึกดำบรรพ์ รอยตีนไดโนเสาร์ภูแฝก
พบที่จังหวัด กาฬสินธุ์

แหล่งข้อมูล :

5. ยกตัวอย่างประโยชน์ของซากดึกดำบรรพ์ มีอะไรบ้าง

- ตอบ 1. ช่วยให้เข้าใจถึงวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน
2. ช่วยบ่งบอกอายุของชั้นหิน
3. ช่วยบ่งบอกถึงสภาพแวดล้อมหรือสภาพภูมิอากาศของโลกในแต่ละยุคสมัยได้

แหล่งข้อมูล :



ใบบันทึกกิจกรรมที่ 2
เรื่อง Mind Mapping ซากดึกดำบรรพ์

A large, empty rectangular area with a dashed brown border, intended for students to draw or write their mind map.

แหล่งข้อมูล

.....

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียน
เรื่อง หลักฐานและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 10 ข้อ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว
 ลงในกระดาษ

1. หลักฐานข้อใดต่อไปนี้เป็น **ไม่ใช่** หลักฐานที่แสดงว่าวิวัฒนาการ นั้นเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในธรรมชาติ (ความรู้ความจำ)
 - ก. การพบฟอสซิลของสิ่งมีชีวิตในอดีตที่มีความคล้ายคลึงกันกับสิ่งมีชีวิตในปัจจุบัน
 - ข. ความเชื่อว่าสิ่งมีชีวิตเวียนวายตายเกิด จากสิ่งมีชีวิตหนึ่ง เมื่อตายลงจะไปเกิดเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเดิมหรือชนิดใหม่ได้
 - ค. การเจริญพัฒนาของตัวอ่อนในตอนต้นของสัตว์มีกระดูกสันหลังมีรูปแบบที่เหมือนกัน
 - ง. การพบว่าลำดับอะมิโนในโปรตีนที่พบในซากไดโนเสาร์คล้ายกับที่พบในไก่หรือนกในปัจจุบัน
2. ซากดึกดำบรรพ์แบ่งออกเป็นกี่ประเภท (ความรู้ความจำ)
 - ก. 2 ประเภท คือ ซากดึกดำบรรพ์สัตว์, ซากดึกดำบรรพ์พืช,
 - ข. 2 ประเภท คือ ซากดึกดำบรรพ์สิ่งมีชีวิต, ซากดึกดำบรรพ์สิ่งไม่มีชีวิต
 - ค. 3 ประเภท คือ ซากดึกดำบรรพ์สัตว์, ซากดึกดำบรรพ์พืช, ซากดึกดำบรรพ์ร่องรอย
 - ง. 3 ประเภท คือ ซากดึกดำบรรพ์สัตว์, ซากดึกดำบรรพ์พืช, ซากดึกดำบรรพ์สิ่งไม่มีชีวิต
3. เหตุใดเราจึงไม่ค่อยพบซากดึกดำบรรพ์ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง (ความเข้าใจ)
 - ก. มีช่วงอายุสั้น
 - ข. ถูกทำลายได้ง่าย
 - ค. เป็นสัตว์ที่มีจำนวนน้อย
 - ง. เป็นสัตว์ที่เกิดขึ้นมานานมาก

9. การที่ซากอินทรีย์ถูกฝังในตะกอน เมื่อตะกอนอัดตัวแน่นกลายเป็นหินจะปรากฏร่องรอย กัดของสารอินทรีย์ประทับในหินเป็นการเกิดร่องรอยซากดึกดำบรรพ์รูปแบบใด (การวิเคราะห์)

- ก. แบบหล่อ (Mold)
- ข. รูปหล่อ (Cast)
- ค. รอยพิมพ์ (Impression)
- ง. รอยเท้าและรอยลาก (Tracks and Trails)

10. ปัจจัยในข้อใดมีความสำคัญที่สุดในการเกิดวิวัฒนาการของนกฟินช์ในหมู่เกาะกาลาปากอส ซึ่งมีหลายสปีชีส์ต่าง ๆ กัน (การประเมินค่า)

- ก. การเกิดภัยธรรมชาติ
- ข. การอพยพย้ายถิ่นตามฤดูกาล
- ค. กลไกการแยกทางการสืบพันธุ์
- ง. การแยกกันทางสภาพภูมิศาสตร์

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียน
เรื่อง หลักฐานและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

ข้อ	เฉลย
1	ข
2	ค
3	ข
4	ก
5	ง
6	ง
7	ค
8	ง
9	ง
10	ง

4. เมื่อมีการค้นพบฟอสซิลในชั้นของหินตะกอน ข้อใดกล่าวถูกต้อง (การตั้งสมมติฐาน)

- ก. ฟอสซิลที่พบตื้นที่สุดเป็นฟอสซิลที่เก่าแก่มากที่สุด
- ข. ฟอสซิลที่พบลึกที่สุดเป็นฟอสซิลที่มีลักษณะคล้ายกับสิ่งมีชีวิตปัจจุบันมากที่สุด
- ค. ฟอสซิลที่พบในชั้นของหินตะกอน จะไม่มีสารประกอบพวกหินปูน

ซิลิกอนออกไซด์

ง. ฟอสซิลที่พบแสดงความซับซ้อนของโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตในอดีต ยิ่งอยู่ในชั้นที่ลึกลงไปเท่าไรเราก็จะพบสิ่งมีชีวิตที่มีความซับซ้อนมากขึ้นเท่านั้น

5. นักวิทยาศาสตร์ศึกษาซากดึกดำบรรพ์ในชั้นหินต่าง ๆ พบว่า ซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในหินชั้นบนมีโครงสร้างซับซ้อนกว่าและมีจำนวนชนิดมากกว่าในหินชั้นล่าง ข้อความด้านล่าง ต่อไปนี้ข้อใดไม่ถูกต้องเมื่อพิจารณาจากคำกล่าวข้างต้น

(การตั้งสมมติฐาน)

- ก. มีวิวัฒนาการเกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิต
- ข. สิ่งมีชีวิตมีการเปลี่ยนแปลงตามกาลเวลา
- ค. ในอดีตมีการเกิดภัยพิบัติทำให้สิ่งมีชีวิตตายเป็นจำนวนมาก
- ง. สิ่งมีชีวิตในหินชั้นบนมีวิวัฒนาการสูงกว่าสิ่งมีชีวิตในหินชั้นล่าง

6. ข้อความที่สอดคล้องกับวิวัฒนาการมากที่สุดคือข้อใด (การตั้งสมมติฐาน)

ก. การเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตมีการเปลี่ยนแปลงอย่างค่อยเป็นค่อยไป สืบเนื่องกันตลอดเวลา

- ข. การเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตมักมีโครงสร้างใหม่เกิดขึ้นเสมอ
- ค. การเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตจากแบบง่าย ๆ ไปซับซ้อนขึ้น
- ง. การเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตมีทิศทางที่ไม่แน่นอน

7. หลักฐานในข้อใดแสดงว่าเต่าและนกมาจากบรรพบุรุษเดียวกัน (การลงความเห็นจากข้อมูล)

- ก. ซากดึกดำบรรพ์ ร่องรอยของอวัยวะที่ไม่ใช้งาน
- ข. กายวิภาคเปรียบเทียบ ซากดึกดำบรรพ์
- ค. การเจริญของเอ็มบริโอในช่วงแรก ร่องรอยของอวัยวะที่ไม่ใช้งาน
- ง. การเจริญของเอ็มบริโอในช่วงแรก กายวิภาคเปรียบเทียบ

8. หลักฐานใดต่อไปนี่ **ไม่ใช่** หลักฐานที่แสดงว่าวิวัฒนาการนั้นเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในธรรมชาติ (การตีความหมายข้อมูล)

ก. การพบว่าลำดับกรดอะมิโนในโปรตีนที่พบในซากไดโนเสาร์ คล้ายกับที่พบในไก่หรือนกในปัจจุบัน

ข. ความเชื่อว่าสิ่งมีชีวิตเวียนวายตายเกิด จากสิ่งมีชีวิตหนึ่งเมื่อตายลง จะไปเกิดเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเดิม หรือชนิดใหม่ได้

ค. การเจริญพัฒนาของตัวอ่อนในตอนต้นของสัตว์มีกระดูกสันหลังมีรูปแบบที่เหมือนกัน

ง. การพบฟอสซิลของสิ่งมีชีวิตในอดีตที่มีความคล้ายคลึงกันกับสิ่งมีชีวิตในปัจจุบัน

9. หลักฐานหรือข้อมูลในข้อใดที่เหมาะสมที่สุดในการบ่งชี้ให้ทราบว่า สิ่งมีชีวิต 2 ชนิดมีสายวิวัฒนาการใกล้เคียงกันมากที่สุด (การลงความเห็นจากข้อมูล)

ก. ข้อมูลสนับสนุนจากกายวิภาคเปรียบเทียบ

ข. หลักฐานจากซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิต

ค. ข้อมูลสนับสนุนจากคัพภวิทยาเปรียบเทียบ

ง. หลักฐานทางชีววิทยาระดับโมเลกุล

10. จงพิจารณาตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์ ข้อใดยังคงสภาพเดิมได้มากที่สุด (การลงความเห็นจากข้อมูล)

1. ต้นไม้กลายเป็นหิน

2. แมลงไหมแท่งอำพัน

3. ซ้างแมมมอธในธารน้ำแข็ง

4. รอยพิมพ์ของเปลือกหอย

ก. ข้อ 1 และ 2

ข. ข้อ 2 และ 3

ค. ข้อ 3 และ 4

ง. ข้อ 4 และ 1

เฉลยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
เรื่อง หลักฐานและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

ข้อ	เฉลย
1	ก
2	ข
3	ค
4	ก
5	ค
6	ก
7	ก
8	ข
9	ง
10	ข

แบบบันทึกผลการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนตามรายการที่กำหนด

แล้วขีด (✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับคะแนน				คะแนน
		4	3	2	1	
1	การสังเกต					
2	การจำแนกประเภท					
3	การตั้งสมมติฐาน					
4	การลงความเห็นจากข้อมูล					
5	การตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อมูล					
รวม						
ระดับคุณภาพ						

ลงชื่อผู้ประเมิน

(นางสาวฐิตาภา นามโคตร)

...../...../.....

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
16-20	ดีมาก
11-15	ดี
6-10	พอใช้
ต่ำกว่า 5	ปรับปรุง

เกณฑ์แบบบันทึกผลการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	คุณภาพพฤติกรรมที่ปรากฏ / ระดับคะแนน			
	4 คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
ทักษะการสังเกต	ใช้ประสาทสัมผัสในการสังเกตและบรรยายผล การสังเกตโดยไม่ใช้ความรู้สึกส่วนตัว หรือ ความเห็น หรือ ความรู้เดิม ประกอบ	ใช้ประสาทสัมผัสในการสังเกตและบรรยายผล การสังเกตโดยไม่ใช้ความรู้สึกส่วนตัว หรือ ความเห็น หรือ ความรู้เดิมประกอบ บางส่วน	ใช้ประสาทสัมผัสในการสังเกตและบรรยายผล การสังเกตโดยใช้ความรู้สึกส่วนตัว หรือ ความเห็น หรือ ความรู้เดิม ประกอบเป็น บางส่วน	ใช้ประสาทสัมผัสในการสังเกตและบรรยายผล การสังเกตโดยใช้ความรู้สึกส่วนตัว หรือ ความเห็น หรือ ความรู้เดิม ประกอบเป็นส่วนใหญ่
การตีความหมาย ข้อมูลและลงข้อมูล	แปลความหมายหรือบรรยาย ลักษณะ สรุป ประเด็นสำคัญ ได้ถูกต้อง ชัดเจน และสมบูรณ์	แปลความหมายหรือบรรยาย ลักษณะ สรุป ประเด็นสำคัญ ได้ถูกต้อง	แปลความหมายหรือบรรยาย ลักษณะ สรุป ประเด็นสำคัญ ได้บางส่วน	แปลความหมายหรือบรรยาย ลักษณะ สรุป ประเด็นสำคัญ ไม่ถูกต้องตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้
การจำแนกประเภท	บอกเกณฑ์ในการจัดจำแนกประเภทได้อย่างเหมาะสม แบ่งวัตถุหรือเหตุการณ์ ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้	บอกเกณฑ์ในการจัดจำแนกประเภทได้อย่างเหมาะสม แบ่งวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดได้เป็นส่วนใหญ่	บอกเกณฑ์ในการจัดจำแนกประเภทได้ แบ่งวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดได้ บางส่วน	บอกเกณฑ์ในการจัดจำแนกประเภทได้ แบ่งวัตถุหรือเหตุการณ์ ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดไม่ได้

รายการ ประเมิน	คุณภาพพฤติกรรมที่ปรากฏ / ระดับคะแนน			
	4 คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
การ ตั้งสมมติฐาน	สมมติฐาน สอดคล้องกับ ปัญหาและแสดง ความสัมพันธ์ ระหว่างเหตุและ ผลชัดเจน	สมมติฐาน สอดคล้องกับ ปัญหาและแสดง ความสัมพันธ์ ระหว่างเหตุและ ผลแต่ยังไม่ชัดเจน	สมมติฐาน สอดคล้องกับ ปัญหาและแต่ไม่ แสดงความสัมพันธ์ ระหว่างเหตุและผล	สมมติฐานไม่ สอดคล้องกับ ปัญหา
การลง ความเห็น จากข้อมูล	ลงความเห็นโดย อาศัยหลักฐานที่ ได้จากการสังเกต หรือ ที่ได้จาก การทำกิจกรรม ครบถ้วน	ลงความเห็นโดย อาศัยหลักฐานที่ได้ จากการสังเกต หรือ ที่ได้จากการ ทำกิจกรรม ส่วนใหญ่	ลงความเห็นโดย อาศัยหลักฐานที่ได้ จากการสังเกต หรือ ที่ได้จากการ ทำกิจกรรม บางส่วน	ลงความเห็นโดย อาศัยหลักฐานที่ ได้จากการสังเกต หรือ ที่ได้จากการ ทำกิจกรรมไม่ได้

แบบประเมินการนำเสนอ

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนตามรายการที่กำหนด

แล้วขีด (✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่มที่

1. เลขที่
2. เลขที่
3. เลขที่
4. เลขที่
5. เลขที่

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. บุคลิกการแต่งกาย			
2. มารยาทในการพูด			
3. การใช้ภาษา			
4. วิธีการนำเสนอ			
5. เนื้อหาที่นำเสนอ			
คะแนนรวม			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวฐิตาภา นามโคตร)

เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
11-15	ดี
6-10	พอใช้
1-5	ปรับปรุง

เกณฑ์การวัดและประเมินการนำเสนอ

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. บุคลิก การแต่งกาย	มีความมั่นใจใน ตนเอง แต่งกาย ถูกระเบียบ สะอาด เรียบร้อย	มีความมั่นใจในตนเอง แต่แต่งกายไม่ถูก ระเบียบ	ไม่มีความมั่นใจในตนเอง และแต่งกายไม่ถูก ระเบียบ
2. มารยาท ในการพูด	มองหน้าและสบตา ผู้ฟัง ไม่เหินแสม เสียดสีผู้อื่น	เขินอายไม่ค่อยกล้า มองหน้าและสบตา ผู้ฟัง	ไม่มองหน้าและสบตา ผู้ฟัง อายพูดไม่ได้
3. การใช้ภาษา	พูดชัดเจน ตามหลัก ภาษาตัว ว ร ล คำควบกล้ำ ใช้ ถ้อยคำข้อความ สุภาพ	มีบางครั้งที่ไม่พูดไม่ ชัดเจนตามหลักภาษา ตัว ว ร ล คำควบกล้ำ ใช้ถ้อยคำ ข้อความสุภาพ	พูดไม่ชัดเจน ตามหลัก ภาษา ตัว ว ร ล คำควบกล้ำ ใช้ถ้อยคำ ข้อความที่ไม่สุภาพ
4. วิธีการนำเสนอ	มีวิธีการนำเสนอที่ หลากหลาย เช่น ใช้ ท่าทางประกอบ รูปภาพ ตั้งคำถาม เล่นเกม	วิธีการนำเสนอยังไม่ ค่อน่าสนใจ และ หลากหลาย	ไม่มีวิธีการนำเสนอเลย ท่องตามที่เขียนมา เท่านั้น
5. เนื้อหาที่นำเสนอ	เนื้อหาที่น่าสนใจมี สาระสำคัญ ตรงกับ หัวข้อประเด็นที่ กำหนด	มีเนื้อสาระสำคัญ บางส่วนไม่ตรงกับ หัวข้อประเด็น	ไม่มีเนื้อสาระสำคัญ ตรงกับหัวข้อเรื่อง

แบบประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนตามรายการที่กำหนด
แล้วขีด (✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่มที่

1. เลขที่
2. เลขที่
3. เลขที่
4. เลขที่
5. เลขที่

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม			
2. ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์และแก้ปัญหา			
3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ			
4. ความสามารถในการสื่อสาร			
5. ความเป็นผู้นำและความรับผิดชอบ			
คะแนนรวม			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(นางสาวฐิตาภา นามโคตร)

เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
11-15	ดี
6-10	พอใช้
1-5	ปรับปรุง

เกณฑ์การวัดและประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม	สามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้อย่างสร้างสรรค์เพื่อให้เกิดนวัตกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและเพื่อการแก้ปัญหา	สามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้อย่างสร้างสรรค์เพื่อให้เกิดนวัตกรรมแต่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้	ไม่สามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้อย่างสร้างสรรค์เพื่อให้เกิดนวัตกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและเพื่อการแก้ปัญหาได้
2. ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์และแก้ปัญหา	มีวิจารณญาณเข้าใจสิ่งที่ควรปฏิบัติและไม่ควรปฏิบัติด้วยตนเองและสามารถแก้ปัญหาได้ดี	มีวิจารณญาณเข้าใจสิ่งที่ควรปฏิบัติและไม่ควรปฏิบัติด้วยตนเองแต่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้	ไม่มีวิจารณญาณเข้าใจสิ่งที่ควรปฏิบัติและไม่ควรปฏิบัติด้วยตนเองและไม่สามารถแก้ปัญหาได้
3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้เป็นอย่างดี	มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้บ้าง	ไม่สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้
4. ความสามารถในการสื่อสาร	มีความสามารถในการสื่อสารได้ดี	มีความสามารถในการสื่อสารได้	ไม่มีความสามารถในการสื่อสารได้
5. ความเป็นผู้นำและความรับผิดชอบ	มีความเป็นผู้นำและมีความรับผิดชอบ	มีความเป็นผู้นำแต่ไม่มีความรับผิดชอบ	ไม่มีความเป็นผู้นำและความรับผิดชอบ

แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนตามรายการที่กำหนด
แล้วขีด (✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่มที่

1. เลขที่
2. เลขที่
3. เลขที่
4. เลขที่
5. เลขที่

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. ความร่วมมือในการทำกิจกรรม			
2. มีการแบ่งหน้าที่และกำหนดเป้าหมายของงานชัดเจน			
3. ความสามารถในการสื่อสาร			
4. ความมุ่งมั่นในการทำงาน			
5. ทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด			
คะแนนรวม			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวฐิตาภา นามโคตร)

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอยู่ในระดับสูง	ให้ 3 คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอยู่ในระดับพอใช้	ให้ 2 คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอยู่ในระดับปรับปรุง	ให้ 1 คะแนน

แบบประเมินชิ้นงาน

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนตามรายการที่กำหนด
แล้วขีด (✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่มที่

1. เลขที่
2. เลขที่
3. เลขที่
4. เลขที่
5. เลขที่

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. รูปแบบชิ้นงานตรงตามทีออกแบบไว้			
2. การนำไปใช้ประโยชน์			
3. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์			
4. ความแข็งแรงของชิ้นงาน			
5. ทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด			
คะแนนรวม			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวฐิตาภา นามโคตร)

เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
11-15	ดี
6-10	พอใช้
1-5	ปรับปรุง

เกณฑ์การวัดและประเมินชิ้นงาน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. รูปแบบชิ้นงานตรงตามที่ออกแบบไว้	รูปแบบมีความชัดเจนและสามารถนำเหตุผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้อย่างชัดเจน	รูปแบบมีความชัดเจนแต่ไม่สามารถนำเหตุผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้อย่างชัดเจน	รูปแบบไม่มีความชัดเจนและยังไม่สามารถนำเหตุผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้อย่างชัดเจน
2. การนำไปใช้ประโยชน์	ชิ้นงานที่ทำการผลิตขึ้น สามารถใช้ในชีวิตประจำวันได้จริงและผ่านเกณฑ์มาตรฐานชุมชน	ชิ้นงานที่ทำการผลิตขึ้น สามารถใช้ในชีวิตประจำวันได้แต่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานชุมชน	ชิ้นงานที่ทำการผลิตขึ้น ไม่สามารถใช้ในชีวิตประจำวันได้และไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานชุมชน
3. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	ใช้จินตนาการและแนวคิดที่แปลกใหม่ในการพัฒนาและปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้น	ใช้จินตนาการและแนวคิดที่แปลกใหม่แต่ไม่มีการพัฒนาปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้น	ไม่มีจินตนาการและแนวคิดที่แปลกใหม่ในการพัฒนา ปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้น
4. ความแข็งแรงของชิ้นงาน	ชิ้นงานมีความแข็งแรง ทนทาน และมีความสะอาด	ชิ้นงานมีความแข็งแรง ทนทานแต่ไม่มีความสะอาด	ชิ้นงานไม่มีความแข็งแรง ทนทาน และไม่มีความสะอาด
5. ทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด	เสร็จตามเวลาที่กำหนด	เสร็จช้ากว่าเวลาที่กำหนด 5 นาที	เสร็จช้ากว่าเวลาที่กำหนด 10 นาที

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสมรรถนะสำคัญของนักเรียน

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน และนอกเวลาเรียนแล้ว

ทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่มที่

1. เลขที่
2. เลขที่
3. เลขที่
4. เลขที่
5. เลขที่

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. มีวินัย รับผิดชอบ	1.1 ปฏิบัติตนตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของโรงเรียนและสังคม ไม่ละเมิดสิทธิ ของผู้อื่น			
	1.2 มีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ			
2. มีความซื่อสัตย์ สุจริต	2.1 ให้ข้อมูลที่ถูกต้อง และเป็นจริง			
	2.2 ไม่หาผลประโยชน์ในทางที่ไม่ถูกต้อง			
3. มุ่งมั่นในการ ทำงาน	3.1 เอาใจใส่ต่อการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย			
	3.2 ปรับปรุง และพัฒนาการทำงานด้วยตนเอง			
4. ใฝ่เรียนรู้	4.1 ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ และมีความเพียรพยายาม ในการเรียนรู้			
	4.2 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน			

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
5. มีจิตสาธารณะ	5.1 รู้จักทำงานให้ผู้อื่นด้วยกำลังกาย กำลังใจ และกำลังสติปัญญาด้วยความสมัครใจ			
6. ความสามารถในการสื่อสาร	6.1 มีความสามารถในการนำเสนอผลงาน			
	6.2 ใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสม			
7. ความสามารถในการคิด	7.1 มีทักษะในการคิดนอกกรอบอย่างสร้างสรรค์			
	7.2 มีความสามารถในการคิดอย่างมีระบบ			
	7.3 ตัดสินใจแก้ปัญหาเกี่ยวกับตนเองได้			
8. ความสามารถในการแก้ปัญหา	8.1 สามารถแก้ปัญหา และอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้			
	8.2 ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา			
9. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	9.1 สามารถทำงานกลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้			
	9.2 นำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน			
10. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	10.1 เลือกและใช้เทคโนโลยีได้เหมาะสมตามวัย			
	10.2 ใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์			
คะแนนรวม				
ระดับคุณภาพ				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวฐิตาภา นามโคตร)

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ	ให้ 3 คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง	ให้ 2 คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
46-60	ดีมาก
31-45	ดี
16-30	พอใช้
ต่ำกว่า 15	ปรับปรุง

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

สรุปผลการจัดการเรียนรู้

1. นักเรียนจำนวน.....คน

ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้.....คน คิดเป็นร้อยละ.....

ไม่ผ่านจุดประสงค์.....คน คิดเป็นร้อยละ.....

ได้แก่

1.

2.

ปัญหา/อุปสรรค/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน

(นางสาวฐิติตาภา นามโคตร)

ความเห็นของหัวหน้าสถานศึกษา/ผู้ที่ได้รับมอบหมาย

ได้ทำการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ของนางสาวฐิตาภา นามโคตร แล้วมี
ความคิดเห็น ดังนี้

1. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

- ดีมาก
 ดี
 พอใช้
 ควรปรับปรุง

2. การจัดกิจกรรมได้นำเอากระบวนการเรียนรู้

- เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมาใช้ในการสอนได้อย่างเหมาะสม
 ยังไม่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ควรปรับปรุงพัฒนาต่อไป

3. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

- นำไปใช้ได้จริง
 ควรปรับปรุงก่อนนำไปใช้

4. ข้อเสนอแนะ

.....

ลงชื่อ.....ครูพีเลียง

(.....)

ตำแหน่ง.....

5. ข้อเสนอแนะ

.....

ลงชื่อ.....ผู้บริหารสถานศึกษา

(.....)

ตำแหน่ง.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี	รายวิชา วิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	ภาคเรียนที่ 2
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4	ปีการศึกษา 2565
เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต	เวลา 14 ชั่วโมง
ผู้สอน นางสาวฐิตาภา นามโคตร	วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติ และหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการ ของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

อธิบายและเปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของฌอง ลามาร์ก และทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของชาลส์ ดาร์วิน

2. สาระการเรียนรู้

วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของฌอง ลามาร์ก และทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของชาลส์ ดาร์วิน

3. สาระสำคัญ

แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของลามาร์ก มีใจความสำคัญว่า สิ่งมีชีวิตมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง ให้เข้ากับสภาพแวดล้อมขณะเกิดวิวัฒนาการ โดยเสนอแนวคิด 2 แนวคิด

- กฎการใช้และไม่ใช้ (Law of Use and Disuse) ซึ่งอวัยวะส่วนใดที่มีการใช้มากในการดำรงชีวิตจะมีขนาดใหญ่และแข็งแรง แต่อวัยวะส่วนใดที่ไม่มีการใช้จะอ่อนแอและเสื่อมลง

- กฎแห่งการถ่ายทอดลักษณะที่เกิดขึ้นใหม่ (Law of Inheritance of Acquired Characteristic) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นภายในชั่วรุ่นนั้น และสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกหลานได้

แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของดาร์วิน ผู้ได้รับยกย่องว่าเป็นบิดาแห่งการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต โดยเสนอเป็นทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติ (Theory of Natural Selection) โดยมีใจความสำคัญ

- การคัดเลือกโดยธรรมชาติทำให้สิ่งมีชีวิตแต่ละตัวมีความสามารถในการอยู่รอด และให้กำเนิดลูกหลานได้แตกต่างกัน

- การคัดเลือกโดยธรรมชาติเกิดขึ้นจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมที่ประชากรอาศัยอยู่กับลักษณะความแปรผันทางพันธุกรรมของสมาชิกในประชากร

- ผลจากการคัดเลือกโดยธรรมชาติทำให้ประชากรมีการปรับตัวให้เหมาะสมเพื่อสามารถดำรงชีวิตในสภาพแวดล้อมนั้นได้

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ความรู้ (Knowledge)

4.1.1 อธิบายแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของลามาร์กได้

4.1.2 อธิบายแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของดาร์วินได้

4.1.3 เปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของลามาร์ก และดาร์วินได้

4.2 ทักษะ/กระบวนการ (Process)

4.2.1 การสังเกต

4.2.2 การจำแนกประเภท

4.2.3 การจัดกระทำ และสื่อความหมาย

4.2.4 การสรุปลงความเห็น

4.2.5 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

4.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะ (Attitude/Competency)

4.3.1 มีความซื่อสัตย์สุจริต

4.3.2 มีวินัย

4.3.3 มุ่งมั่นในการทำงาน

4.3.4 ใฝ่เรียนรู้

4.3.5 มีจิตสาธารณะ

- 4.3.6 ความสามารถในการสื่อสาร
- 4.3.7 ความสามารถในการคิด
- 4.3.8 ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 4.3.9 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- 4.3.10 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

5. กิจกรรมการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหา โดยใช้เทคโนโลยีมาช่วยในการกำหนดสิ่งที่ปัญหาที่ผู้เรียนอยากรู้อยากเรียนและเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา ผู้เรียนทำความเข้าใจปัญหาที่ต้องเรียนรู้ซึ่งผู้เรียนจะต้องอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้สอนนำเทคโนโลยีที่หลากหลายมาให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยมีจุดเน้นตามกรอบแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนในกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันอภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ เพื่อกำหนดแนวคิดและวิธีการหาคำตอบว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเอง และประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสม หรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลายโดยใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วย ผู้เรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน

ชั้นการสอน

โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา (10 นาที)

1.1 ครูกล่าวพูดคุย ทักทายนักเรียน เชื้อเชื้อ แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ

1.2 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต จำนวน 10 ข้อ

1.3 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 5-7 คน

1.4 ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดปัญหา

คำถามเพื่อนำสู่ประเด็น

1. เพราะเหตุใดจึงเชื่อว่าสิ่งมีชีวิตมีวิวัฒนาการเกิดขึ้น

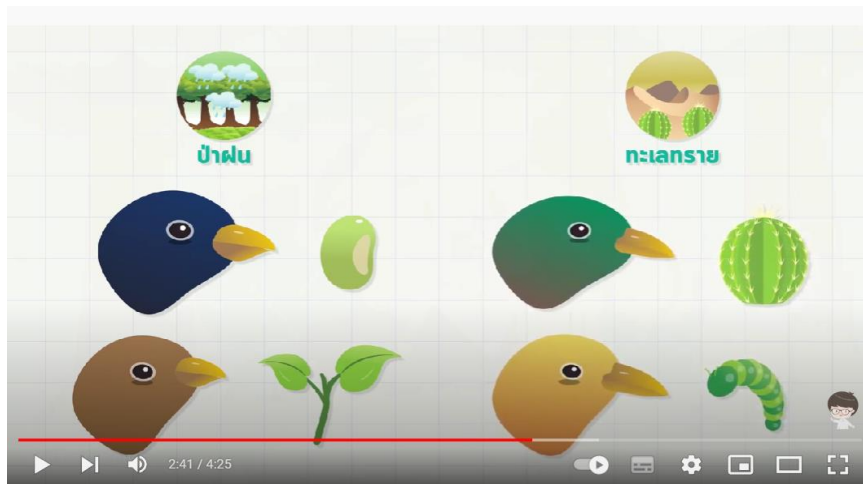
(แนวคำตอบ: เนื่องจากมีการพบหลักฐานหลายอย่างที่สนับสนุนการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต เช่น หลักฐานจากซากดึกดำบรรพ์ ซึ่งพบว่ามียุคที่แตกต่างจากสิ่งมีชีวิตในปัจจุบัน หรือหลักฐานด้านชีววิทยาระดับโมเลกุล ซึ่งพบว่าสิ่งมีชีวิตบางชนิดมีลำดับเบสบนสายดีเอ็นเอที่แตกต่างกันเพียงเล็กน้อย แต่บางชนิดก็มีความแตกต่างกันอย่างมาก แสดงให้เห็นถึงความใกล้ชิดของสิ่งมีชีวิตกลุ่มต่าง ๆ)

1.5 ให้นักเรียนดูวีดิทัศน์ วิวัฒนาการของลามาร์ก (3 นาที) และการค้นพบของชาลส์ ดาร์วิน (4 นาที)



<https://www.youtube.com/watch?v=dG87atWLXvE>

ภาพประกอบ 1 วีดิทัศน์ วิวัฒนาการของลามาร์ก



<https://www.youtube.com/watch?v=TcFdct1fkQI>

ภาพประกอบ 2 วีดิทัศน์ การค้นพบของชาลส์ ดาร์วิน

1.6 หลังจากดูวิดีโอทัศน์แล้ว ให้นักเรียนระดมความคิด กำหนดปัญหา เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต นักเรียนคิดว่า ฉอม ลามาร์ก และชาลส์ ดาร์วิน ใช้หลักฐานใดในการอธิบายการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต และทำใบกิจกรรมที่ 1

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา (20 นาที)

2.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำ ใบกิจกรรมที่ 2 Mind Mapping เพื่อทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งนักเรียนต้องมีความรู้ โดยต้องทำความเข้าใจปัญหา ดังนี้

- แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของลามาร์กเป็นอย่างไร

(**แนวคำตอบ :** ลามาร์กมีแนวคิดที่ว่า สิ่งแวดล้อมและอาหารเป็นสาเหตุสำคัญก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอวัยวะ อวัยวะใดที่มีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตในสภาพแวดล้อมนั้นจะยังคงอยู่และเจริญแข็งแรง แต่อวัยวะใดที่ไม่มีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิต จะค่อย ๆ หดหายไปซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้สามารถถ่ายทอดไปสู่ลูกหลานรุ่นต่อ ๆ ไปได้)

- แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของดาร์วินเป็นอย่างไร (**แนวคำตอบ :**

ดาร์วิน มีแนวคิดที่ว่า กฎการคัดเลือกโดยธรรมชาติ ซึ่งกฎดังกล่าวมีแนวความคิดว่า สิ่งมีชีวิตทุกชนิดจะผลิตลูกหลานออกมาเป็นจำนวนมาก ซึ่งลูกหลานที่เกิดจะมีความแตกต่างกันในด้านต่าง ๆ ลูกหลานเหล่านี้จะต้องดิ้นรนแก่งแย่งเพื่อความอยู่รอด พวกที่สามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมที่อาศัยอยู่ได้ดีจะถูกธรรมชาติคัดเลือกให้มีชีวิตรอด สิ่งมีชีวิตที่มีชีวิตรอดก็จะถ่ายทอดลักษณะที่ปรับตัวได้ให้กับสิ่งมีชีวิตรุ่นต่อ ๆ มา)

- แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของลามาร์กและของดาร์วินแตกต่างกันอย่างไร (**แนวคำตอบ :** ทั้งสองคนให้ความสำคัญแก่ธรรมชาติหรือสิ่งแวดล้อมอย่างมาก แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันแนวความคิดของทั้งสองคนจะแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด โดยการเปรียบเทียบวิธีการที่ยีราฟคอยาวขึ้น ในกรณีของลามาร์กนั้นบรรพบุรุษยีราฟทุกตัวมีคอสั้นเหมือนกันหมด และค่อย ๆ ยืดคอออก เนื่องจากสิ่งแวดล้อมบังคับให้ต้องกินใบไม้ที่อยู่สูง ๆ เพราะเกิดขาดสนในการหาอาหารกินตามทุ่งหญ้า เมื่อยืดคองาน ๆ เข้าคอก็จะยาวขึ้นทุกทีจนเมื่อเวลานานเข้าลูกหลานรุ่นต่อ ๆ มาจึงมีลักษณะคอยาว และขยายดังในปัจจุบัน ส่วนกรณีของดาร์วินนั้นบรรพบุรุษของยีราฟที่มีคอยาวและคอสั้นปะปนกัน เมื่อธรรมชาติเกิดแห้งแล้งต้องกินใบไม้บนต้นไม้สูง ๆ ยีราฟที่มีคอยาวก็จะมีโอกาสหากินได้มากกว่า จึงรอดชีวิตได้มากกว่าพวกยีราฟคอสั้นที่หากินใบไม้ไม่ถึงก็ตายสูญพันธุ์ไป จนในที่สุดเหลือแต่พวกยีราฟคอยาวเท่านั้นที่สามารถดำรงพันธุ์และถ่ายทอดมายังลูกหลานได้)

ขั้นที่ 3 ดำเนินการค้นคว้า (30 นาที)

3.1 ครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาเกี่ยวกับแนวคิดวิวัฒนาการของลามาร์กและดาร์วินครูอำนวยความสะดวกให้กับนักเรียน โดยแนะนำเว็บไซต์ในการสืบค้นข้อมูล, แอปพลิเคชัน และE-Book ตัวอย่างเช่น



QR Code: ความรู้เกี่ยวกับแนวคิดวิวัฒนาการของลามาร์ก



QR Code: ความรู้เกี่ยวกับแนวคิดวิวัฒนาการของดาร์วิน



QR Code: วิดีโอแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

3.2 นักเรียนช่วยกันแสวงหาความรู้ จากแหล่งความรู้ออนไลน์ต่าง ๆ

3.3 นักเรียนแบ่งหน้าที่รับผิดชอบภายในกลุ่ม รับผิดชอบงานที่ตนเองได้รับมอบหมาย โดยให้เป็นไปตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ (10 นาที)

4.1 ครูสอบถามความก้าวหน้าของงานที่ได้รับมอบหมาย

4.2 นักเรียนนำความรู้ที่สืบค้นจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ มาแลกเปลี่ยนกับสมาชิกในกลุ่มอภิปรายและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ เพียงใด

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าคำตอบ (20 นาที)

5.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของตัวเอง และประเมินผลงานว่าข้อมูล ที่ศึกษาค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ มีความเหมาะสมเพียงใด โดยพยายามตรวจสอบ แนวคิดภายใต้ของกลุ่มตนเองอย่างอิสระ

5.2 สมาชิกภายในกลุ่มช่วยกันพิจารณาข้อมูล แล้วสรุปความรู้จากการ ศึกษา เพื่อเตรียมเสนอเพื่อน ๆ ในรูปแบบ Mind Mapping ในชั้นเรียน

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน (30 นาที)

6.1 ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนจุดประสงค์การเรียนรู้ และให้แต่ละกลุ่ม นำเสนอผลงานในรูปแบบ Mind Mapping กลุ่มละ 5 นาที และให้นักเรียนกลุ่มอื่นมีโอกาสซักถามข้อสงสัย

6.2 กระตุ้นให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วม และเพิ่มเติมในส่วนที่ไม่ชัดเจน

6.3 เมื่อนำเสนอครบทุกกลุ่ม ครูและนักเรียนร่วมกันสรุป

6.4 ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียน

6. สื่อ/แหล่งเรียนรู้

สื่อ

1. ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
2. กิจกรรมเรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แหล่งเรียนรู้

1. ห้องสมุด
2. แหล่งสืบค้นอินเทอร์เน็ต และเว็บไซต์ในการสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

7. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. ด้านความรู้	- ตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ก่อนเรียน-หลังเรียน) - ตรวจสอบบันทึกกิจกรรม	- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ก่อนเรียน-หลังเรียน) - ใบบันทึกกิจกรรม	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2. ด้านทักษะกระบวนการ	- ตรวจสอบแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	- แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ผ่านเกณฑ์อยู่ในระดับ 2 ขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	- สังเกตความซื่อสัตย์ สุจริต มีวินัย มุ่งมั่นในการทำงานใฝ่เรียนรู้ มีจิตสาธารณะ และสมรรถนะที่สำคัญ 5 ประการ	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	- ผ่านเกณฑ์อยู่ในระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไป

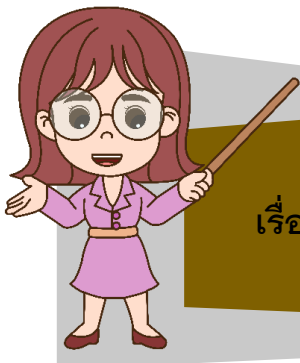
กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....



ใบความรู้ที่ 1

เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

ในสมัยก่อนคริสต์ศักราช มนุษย์มีความเชื่อว่า สิ่งมีชีวิตในโลกเกิดจากการบังดาลของผู้สร้างซึ่งมีอำนาจเหนือธรรมชาติ โดยสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดถูกสร้างขึ้นมาให้มีลักษณะเฉพาะที่คงที่ไม่มีมีการเปลี่ยนแปลง

เมื่อมนุษย์มีความสนใจศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติมากขึ้น มีการพัฒนาแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์โดยอาศัยข้อสังเกต (Observation) และการทดลอง (Experiment) มาเป็นหลักฐานในการเสนอแนวคิดใหม่ ๆ ประมาณคริสต์ศตวรรษที่ 18 ความสนใจศึกษาด้านชีววิทยามีมากขึ้น จากการขุดค้นพบซากดึกดำบรรพ์ (Fossil) อย่างมากมายนักชีววิทยาจึงเริ่มให้ความสนใจศึกษาเกี่ยวกับกำเนิด และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตมากขึ้นตามลำดับ

นักวิทยาศาสตร์หลายท่านพยายามเสนอแนวคิดเพื่ออธิบายว่าวิวัฒนาการมีจริงและเกิดขึ้นได้อย่างไร โดยอาศัยหลักฐานด้านต่าง ๆ เพื่อยืนยันแนวโน้มการเกิดวิวัฒนาการ แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของนักวิทยาศาสตร์ที่สำคัญมี ดังนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของลามาร์ก

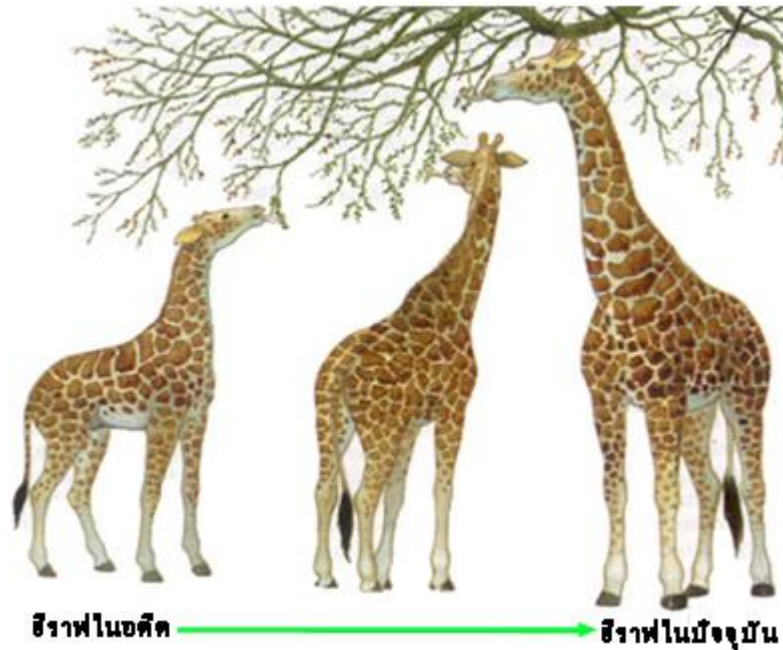
ซอง แบพติส เดอ ลามาร์ก (Jean Baptist de Lamarck) นักธรรมชาติวิทยาชาวฝรั่งเศส เป็นคนแรก ๆ ที่ได้นำเสนอแนวคิดปฏิบัติเรื่องวิวัฒนาการจากการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะของสิ่งมีชีวิตในยุคนั้นกับหลักฐานซากดึกดำบรรพ์ในพิพิธภัณฑ์ ลามาร์กได้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการที่สำคัญในสองประเด็นอันเป็นที่ถกเถียงกัน อย่างแพร่หลาย

แนวคิดของลามาร์ก ประเด็นที่ 1

กล่าวว่า...สิ่งมีชีวิตมีแนวโน้มที่จะพัฒนาไปมีความซับซ้อนมากขึ้นและสิ่งมีชีวิตมีความพยายามที่จะอยู่รอดในธรรมชาติซึ่งจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงด้านสรีระไปในทิศทางนั้น “หากอวัยวะใดที่มีการใช้งานมากในการดำรงชีวิตจะมีขนาดใหญ่ ส่วนอวัยวะที่ไม่ใช้จะค่อย ๆ ลดขนาดและอ่อนแอ และเสื่อมไปในที่สุด” แนวคิดดังกล่าวนี้ เรียกว่า กฎการใช้และไม่ใช้ (Law of Use and Disuse)

แนวคิดของลามาร์ก ประเด็นที่ 2

มีความเกี่ยวเนื่องต่อจากประเด็นแรกที่ว่า “การเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นจากการใช้และไม่ใช้นั้นจะคงอยู่ได้ และสิ่งมีชีวิตสามารถถ่ายทอดลักษณะที่เกิดใหม่นี้ไปสู่รุ่นลูกได้” แนวคิดดังกล่าว เรียกว่า กฎแห่งการถ่ายทอดลักษณะที่ได้มาขณะมีชีวิตอยู่ (Law of Inheritance of Acquired Characteristic) ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 ลักษณะคอยาวของยีราฟ

ที่มา : <https://teacherscience.files.wordpress.com/2011/10/lamark20giraff.jpg>

ลามาร์กได้อธิบายลักษณะคอยาวของยีราฟว่า ยีราฟในอดีตนั้นคอสั้นกว่าปัจจุบัน ยีราฟต้องยืดคอขึ้นกินยอดไม้ที่อยู่สูง ๆ เมื่อเป็นเช่นนั้นนาน ๆ จึงทำให้ลูกหลานยีราฟ คอค่อย ๆ ยาวขึ้นและลักษณะดังกล่าวสามารถถ่ายทอดลักษณะไปสู่ลูกหลานได้ ในยุคนั้นได้รับการเชื่อกันมากแต่ในปัจจุบันความเชื่อนี้ได้หมดไปเนื่องจากการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตไม่ได้เกิดจากการฝึกปรือหรือการใช้อยู่เสมอ

2. แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของดาร์วิน

ชาร์ลส์ โรเบิร์ต ดาร์วิน (Charles Robert Darwin) เป็นนักธรรมชาติวิทยาได้เดินทางไปกับเรือสำรวจ บีเกิล ของรัฐบาลอังกฤษ ซึ่งเดินทางไปสำรวจและทำแผนที่ของฝั่งของทะเลทวีปอเมริกาใต้ ดาร์วินได้ประสบการณ์จากการศึกษาพืชและสัตว์ที่มีอยู่เฉพาะที่หมู่เกาะกาลาปากอส (Galapagos) แห่งเดียวในโลก ดาร์วินได้สังเกตนกกระจอกที่

อยู่บริเวณหมู่เกาะกาลาปากอสและนกฟินช์(Finch) หลายชนิดพบว่าแต่ละชนิดมีขนาดและรูปร่างของจงอยปากแตกต่างกันตามความเหมาะสมแก่การใช้กินอาหารแต่ละประเภท นกฟินช์มีลักษณะคล้ายนกกระจอกมากแตกต่างกันเฉพาะลักษณะของจงอยปากเท่านั้น คาร์วีนเชื่อว่าบรรพบุรุษของนกฟินช์บนเกาะกาลาปากอสน่าจะสืบเชื้อสายมาจากนกฟินช์บนแผ่นดินใหญ่ แต่เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาทำให้หมู่เกาะนี้แยกจากแผ่นดินใหญ่ และเกิดการแปรผันทางพันธุกรรม ของบรรพบุรุษนกฟินช์ มาเป็นเวลานาน จนเกิดวิวัฒนาการเป็นสปีชีส์ใหม่ขึ้น ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 นกฟินช์ชนิดต่าง ๆ บนหมู่เกาะกาลาปากอส

ที่มา : http://www.sasipin.com/unit2_2.htm

ใบบันทึกกิจกรรมที่ 1

เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต



จุดประสงค์

นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับเรื่องแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

คำชี้แจง

ระบุชื่อนักวิทยาศาสตร์ที่เสนอแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

ข้อ	แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการ	นักวิทยาศาสตร์ผู้เสนอแนวคิด
1	การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นจากการใช้และไม่ใช้ จะยังคงอยู่ภายในชั่วรุ่นนั้น และสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกหลานต่อไปได้
2	สิ่งมีชีวิตแต่ละตัวจะมีความสามารถในการอยู่รอดและถ่ายทอดลักษณะต่าง ๆ เหล่านั้นไปยังสิ่งมีชีวิตรุ่นลูกหลานได้แตกต่างกัน

ชื่อ-สกุล ชั้น เลขที่

ข้อ	แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการ	นักวิทยาศาสตร์ผู้เสนอแนวคิด
3	<p>การอยู่รอดของสมาชิกในสิ่งแวดล้อมเป็นผลมาจากลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างกัน สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะเหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมจะมีโอกาสอยู่รอดและให้กำเนิดลูกหลานได้มากกว่าสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะไม่เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อม</p>	<p>.....</p>
4	<p>อวัยวะส่วนใดของสิ่งมีชีวิตที่มีการใช้งานมากในการดำรงชีวิตจะมีขนาดใหญ่และแข็งแรงขึ้น ส่วนอวัยวะใดของสิ่งมีชีวิตที่ไม่ค่อยได้ใช้งานจะอ่อนแอลง และเสื่อมลงไปที่สุดในที่สุด</p>	<p>.....</p>
5	<p>สิ่งมีชีวิตจะมีการปรับตัวเชิงวิวัฒนาการให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ทำให้เกิดความแตกต่างไปจากสปีชีส์เดิมมากขึ้นจนเกิดเป็นสปีชีส์ใหม่ในที่สุด</p>	<p>.....</p>

เฉลย ใบบันทึกกิจกรรมที่ 1
เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต



จุดประสงค์

นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับเรื่องแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

คำชี้แจง

ระบุชื่อนักวิทยาศาสตร์ที่เสนอแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

ข้อ	แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการ	นักวิทยาศาสตร์ผู้เสนอแนวคิด
1	การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นจากการใช้และไม่ใช้ จะยังคงอยู่ภายในชั่วรุ่นนั้น และสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกหลานต่อไปได้	ฌอง ลามาร์ก
2	สิ่งมีชีวิตแต่ละตัวจะมีความสามารถในการอยู่รอดและถ่ายทอดลักษณะต่าง ๆ เหล่านั้นไปยังสิ่งมีชีวิตรุ่นลูกหลานได้แตกต่างกัน	ชาลส์ ดาร์วิน
3	การอยู่รอดของสมาชิกในสิ่งแวดล้อมเป็นผลมาจากลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างกัน สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะเหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมจะมีโอกาสอยู่รอดและให้กำเนิดลูกหลานได้มากกว่าสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะไม่เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อม	ชาลส์ ดาร์วิน

ข้อ	แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการ	นักวิทยาศาสตร์ผู้เสนอแนวคิด
4	อวัยวะส่วนใดของสิ่งมีชีวิตที่มีการใช้งานมากในการดำรงชีวิตจะมีขนาดใหญ่และแข็งแรงขึ้น ส่วนอวัยวะใดของสิ่งมีชีวิตที่ไม่ค่อยได้ใช้งานจะอ่อนแอลง และเสื่อมลงไปในที่สุด ฌอง ลามาร์ก
5	สิ่งมีชีวิตจะมีการปรับตัวเชิงวิวัฒนาการให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ทำให้เกิดความแตกต่างไปจากสปีชีส์เดิมมากขึ้นจนเกิดเป็นสปีชีส์ใหม่ในที่สุด ชาลส์ ดาร์วิน



ใบบันทึกกิจกรรมที่ 2
เรื่อง Mind Mapping
แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

A large, empty rectangular area with a dashed brown border, intended for students to draw a mind map related to the topic of evolution of life.

แหล่งข้อมูล :

.....

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียน

เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 10 ข้อ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว
ลงในกระดาษ

1. ลามาร์ก ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตไว้ที่ประเด็น ได้แก่อะไรบ้าง (ความรู้ความจำ)
 - ก. 2 ประเด็น 1. กฎการเกิดใหม่ 2. กฎการใช้และไม่ใช้
 - ข. 2 ประเด็น 1. กฎการใช้และไม่ใช้ 2. กฎการถ่ายทอดชิ้นใหม่
 - ค. 3 ประเด็น 1. กฎการเกิดใหม่ 2. กฎการใช้และไม่ใช้ 3. กฎการถ่ายทอดชิ้นใหม่
 - ง. 3 ประเด็น 1. กฎการเกิดใหม่ 2. กฎการใช้และไม่ใช้ 3. กฎการเสื่อมสภาพ
2. ดาร์วินได้เดินทางไปสำรวจความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่ใด (ความรู้ความจำ)
 - ก. หมู่เกาะคูริล
 - ข. หมู่เกาะฟอล์กแลนด์
 - ค. หมู่เกาะกาลาปากอส
 - ง. หมู่เกาะเวสต์อินดีส
3. ข้อใดกล่าวเกี่ยวกับวิวัฒนาการของลามาร์ก ได้ถูกต้อง (ความเข้าใจ)
 - ก. สิ่งมีชีวิตจะปรับตัวให้เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตในสิ่งแวดล้อม
 - ข. สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะไม่เหมาะสมจะถูกคัดทิ้งออกจากกลุ่มประชากร
 - ค. โครงสร้างที่เปลี่ยนแปลงในรุ่นพ่อแม่ จะไม่สามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกเสมอไป
 - ง. โครงสร้างที่มีการใช้งานมากจะมีขนาดใหญ่ แต่โครงสร้างที่ไม่ได้ใช้งานจะมีขนาดเล็ก
4. ข้อใดกล่าวถึงแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการตามทฤษฎีดาร์วินได้ถูกต้อง (ความเข้าใจ)
 - ก. การอยู่รอดของประชากรสิ่งมีชีวิตจะเกิดขึ้นอย่างสุ่ม
 - ข. สิ่งมีชีวิตแต่ละรุ่นต้องแก่งแย่งปัจจัยในการดำรงชีวิตที่มีอยู่ในปริมาณจำกัด
 - ค. กระบวนการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตจะเกิดอย่างรวดเร็วภายในแต่ละรุ่น
 - ง. สิ่งมีชีวิตแต่ละตัวในกลุ่มประชากรจะมีความสามารถในการสืบพันธุ์ได้เท่ากัน

5. ข้อความใดที่สนับสนุนหลักการของวิวัฒนาการตามแนวของดาร์วิน (การประยุกต์ใช้)
- ยีราฟคอยาวเท่านั้นที่จะดำรงพันธุ์ต่อไปได้พวกที่คอสั้นก็จะสูญพันธุ์ไป
 - การผสมระหว่างม้ากับลาได้ลูกผสมที่วิ่งไวคล้ายม้าแต่มีความอดทนเหมือนลา
 - เมื่อตัดหางลูกสุนัขหลายช่วงอายุแต่ลูกหลานเหล่านั้นก็ยังมีหางยาวเหมือนบรรพบุรุษของมัน
 - งูเดิมมีขาแต่เมื่อไม่ได้ใช้เลยหดหายไป
6. ปัจจัยใดที่ทำให้จะงอยปากของนกฟินช์ในหมู่เกาะลาปากอสแตกต่างกัน (การวิเคราะห์)
- จำนวนประชากร
 - ลักษณะภูมิอากาศ
 - ลักษณะภูมิประเทศ
 - ลักษณะของอาหารที่กิน
7. อนาคตมนุษย์ส่วนศีรษะโตขึ้น แต่แขนขาจะลีบเล็กลง เพราะมนุษย์ใช้ ความคิดมาก และมีเครื่องมือที่แรงหลายชนิดทำงานแทนคำกล่าวนี้สอดคล้องกับข้อใด (การวิเคราะห์)
- การต่อสู้เพื่อยังชีพของ Wallace
 - กฎแห่งการใช้และไมใช้ของ Lamarck
 - กฎการเลือกเป็นตามธรรมชาติของ Darwin
 - การแปรผันเพื่อดำรงพันธุ์ของ De Vries
8. “ยีราฟสายพันธุ์คอยาวสามารถกินยอดไม้ที่สูงได้มากกว่ายีราฟสายพันธุ์คอสั้น ทำให้มีโอกาสรอดชีวิตได้มากกว่า” จากข้อความข้างต้นสนับสนุนแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ท่านใด (การประเมินค่า)
- เอนส์ เมียร์
 - ชาลส์ ดาร์วิน
 - ฌอง ลามาร์ก
 - ชาลส์ ไลเออส์
9. จากการสำรวจของดาร์วิน ได้เกิดเป็นแนวคิดทฤษฎีใด (ความเข้าใจ)
- ทฤษฎีการกินอาหาร
 - ทฤษฎีการวิวัฒนาการ
 - ทฤษฎีการย้ายที่อยู่
 - ทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติ

10. ปัจจัยใดสำคัญที่สุดในการเกิดวิวัฒนาการของนกฟินช์ในหมู่เกาะกาลาปากอส ซึ่งมีหลายสปีชีส์ต่าง ๆ กัน (การประเมินค่า)

- ก. การเกิดภัยธรรมชาติ
- ข. การอพยพย้ายถิ่นตามฤดูกาล
- ค. กลไกการแยกทางการสืบพันธุ์
- ง. การแยกกันทางสภาพภูมิศาสตร์

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียน
เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

ข้อ	เฉลย
1	ข
2	ค
3	ง
4	ข
5	ก
6	ง
7	ข
8	ข
9	ง
10	ง

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 4 ข้อ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว
ลงในกระดาษ

1. วิวัฒนาการตามแนวคิดของดาร์วินยึดหลักต่าง ๆ ยกเว้นหลักเกี่ยวกับข้อใด
(การลงความเห็นจากข้อมูล)
 - ก. หลักการเกี่ยวกับการแปรผันของสิ่งมีชีวิต
 - ข. หลักการเกี่ยวกับการคัดเลือกโดยธรรมชาติ
 - ค. หลักการเกี่ยวกับการอพยพย้ายถิ่นของสิ่งมีชีวิต
 - ง. หลักการเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะจากบรรพบุรุษไปลูกหลาน
2. จากการสังเกตพบว่าผีเสื้อที่มีสีสันทึบกลืนกับสีของเปลือกไม้จะมีจำนวนมากกว่าผีเสื้อชนิดอื่น ๆ ข้อสังเกตนี้จะใช้ข้อมูลใดมาอธิบายสนับสนุนได้เหมาะสมที่สุด (การสังเกต)
 - ก. ทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติของดาร์วิน
 - ข. สัจพจน์ในการหลบหนีศัตรูของสิ่งมีชีวิต
 - ค. การถ่ายทอดลักษณะที่เกิดขึ้นใหม่ของลามาร์ก
 - ง. การผ่าเหล่าอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม
3. หลักฐานในข้อใดสนับสนุนกฎการใช้และไม่ใช้ของลามาร์ก (การลงความเห็นจากข้อมูล)
 - ก. ผู้ชายไม่ต้องให้นมลูกจึงไม่มีตอมน้ำนม
 - ข. กิ่งกือเดินเร็วกว่าตะขาบจึงมีขาจำนวนมากกว่า
 - ค. ค้างคาวรับฟังเสียงด้วยระบบโซนาร์จึงไม่มีใบหู
 - ง. คนที่ฝึกว่ายน้ำมาตั้งแต่เด็กเมื่อโตขึ้นจะมีไหล่กว้าง
4. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับทฤษฎี use and disuse ของ Jean Lamarck (การตีความหมายข้อมูลและลงข้อมูล)
 - ก. สิ่งมีชีวิตต้องดิ้นรนต่อสู้เพื่อเอาชีวิตรอด และสืบพันธุ์ต่อไป
 - ข. ลักษณะใด ๆ ที่เกิดขึ้นในรุ่นพ่อแม่ จะสามารถถูกถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกได้
 - ค. เมื่อมีการใช้งานอวัยวะใดมาก อวัยวะนั้นก็จะใหญ่ และแข็งแรงขึ้น เช่น กล้ามเนื้ออวัยวะใดหากไม่ได้ใช้งานก็จะหดเล็กลง เช่น ไล่ตั้ง
 - ง. สิ่งมีชีวิตสามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้ แต่จะไม่สูญเสียพันธุกรรมไปไหน

5. ทฤษฎีวิวัฒนาการสิ่งมีชีวิตยุคใหม่เสริมหลักวิวัฒนาการตามหลักทฤษฎีของดาร์วิน โดยเน้นเรื่องใด (การจัดกระทำ และสื่อความหมาย)

- ก. สิ่งมีชีวิตในโลกเริ่มต้นจากพวกที่อยู่บนบก
- ข. สิ่งมีชีวิตมาจากอากาศนอกโลก
- ค. ลักษณะต่าง ๆ ของร่างกายสามารถถ่ายทอดกรรมพันธุ์ได้
- ง. ยีนมิวเทชันและยีนคอมบินชันทำให้เกิดความแปรผันมาก

6. การคัดเลือกโดยธรรมชาติหมายถึงข้อใด (การจัดกระทำ และสื่อความหมาย)

- ก. การคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ที่ดีเพื่อให้ได้ลูกหลานที่ดี
- ข. การจำกัดปริมาณสิ่งมีชีวิตที่มีมากโดยธรรมชาติ
- ค. การที่สิ่งมีชีวิตสามารถสืบพันธุ์ให้ลูกหลานได้ในธรรมชาติ
- ง. การที่ลักษณะกรรมพันธุ์บางลักษณะสามารถถ่ายทอดสู่ลูกหลานได้ในธรรมชาติ

7. การคัดเลือกตามธรรมชาติ เกิดขึ้นจากคุณสมบัติใดสิ่งมีชีวิต (การจำแนกประเภท)

- ก. การปรับตัว
- ข. การเกิดมิวเทชันของยีน
- ค. การไขว่กันของโครโมโซมในไมโอซิส
- ง. ความแตกต่างแปรผันตามพันธุกรรม

8. นักพันธุศาสตร์บ่งชี้ว่ากาลาปากอสมีวิวัฒนาการทำให้เกิดสปีชีส์ใหม่ ๆ เพราะปัจจัยเริ่มแรกจากข้อใด (การจัดกระทำ และสื่อความหมาย)

- ก. การกลายพันธุ์
- ข. สภาพภูมิศาสตร์
- ค. พฤติกรรมการผสมพันธุ์
- ง. การคัดเลือกตามธรรมชาติ

9. หลักฐานทางวิวัฒนาการในข้อใดมีส่วนคล้ายคลึงกับแนวทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติของชาร์ลส์ ดาร์วิน มากที่สุด (การจำแนกประเภท)

- ก. หลักฐานจากซากดึกดำบรรพ์
- ข. หลักฐานการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอ
- ค. หลักฐานจากการปรับปรุงพันธุ์พืช พันธุ์สัตว์
- ง. หลักฐานจากโครงสร้างร่างกาย

10. “ความแปรผัน ย่อมต้องมีบางลักษณะที่เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะดังกล่าว ย่อมจะดำรงชีวิตได้และถ่ายทอดลักษณะไปยังรุ่นต่อไป” คำกล่าวข้างต้น สอดคล้องกับข้อใด ? (การจัดกระทำ และสื่อความหมาย)

- ก. กฎแห่งการถ่ายทอดลักษณะที่เกิดขึ้นใหม่ของลามาร์ก
- ข. แนวคิดในทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติของดาร์วิน
- ค. แนวคิดการเกิดวิวัฒนาการของไลแอล
- ง. แนวคิดการปรับตัวในกลุ่มประชากรของมัลทัส

เฉลยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

ข้อ	เฉลย
1	ค
2	ก
3	ง
4	ค
5	ค
6	ง
7	ก
8	ข
9	ค
10	ข

แบบบันทึกผลการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนตามรายการที่กำหนด

แล้วขีด (✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับคะแนน				คะแนน
		4	3	2	1	
1	การสังเกต					
2	การจำแนกประเภท					
3	การจัดกระทำ และสื่อความหมาย					
4	การลงความเห็นจากข้อมูล					
5	การตีความหมายข้อมูลและลงข้อมูล					
รวม						
ระดับคุณภาพ						

ลงชื่อผู้ประเมิน

(นางสาวฐิติตาภา นามโคตร)

...../...../.....

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
16-20	ดีมาก
11-15	ดี
5-10	พอใช้
ต่ำกว่า 4	ปรับปรุง

เกณฑ์แบบบันทึกผลการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	คุณภาพพฤติกรรมที่ปรากฏ / ระดับคะแนน			
	4 คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
การสังเกต	ใช้ประสาทสัมผัสในการสังเกตและบรรยายผล การสังเกตโดยไม่ใช้ความรู้สึกส่วนตัว หรือ ความเห็น หรือ ความรู้เดิม ประกอบ	ใช้ประสาทสัมผัสในการสังเกตและบรรยายผล การสังเกตโดยไม่ใช้ความรู้สึกส่วนตัว หรือ ความเห็น หรือ ความรู้เดิม ประกอบบางส่วน	ใช้ประสาทสัมผัสในการสังเกตและบรรยายผล การสังเกตโดยใช้ความรู้สึกส่วนตัว หรือ ความเห็น หรือ ความรู้เดิม ประกอบเป็นบางส่วน	ใช้ประสาทสัมผัสในการสังเกตและบรรยายผล การสังเกตโดยใช้ความรู้สึกส่วนตัว หรือ ความเห็น หรือ ความรู้เดิม ประกอบเป็นส่วนใหญ่
การจำแนกประเภท	จำแนก จัดแบ่งหรือเรียงลำดับสิ่งที่สนใจศึกษา ได้สอดคล้องกับเกณฑ์ที่ใช้ครบถ้วนสมบูรณ์	จำแนก จัดแบ่งหรือเรียงลำดับสิ่งที่สนใจศึกษา ได้ไม่สอดคล้องกับเกณฑ์ที่ใช้บางส่วน	จำแนก จัดแบ่งหรือเรียงลำดับสิ่งที่สนใจศึกษา ไม่สอดคล้องกับเกณฑ์ที่ใช้ส่วนใหญ่	จำแนก จัดแบ่งหรือเรียงลำดับสิ่งที่สนใจศึกษา ไม่สอดคล้องกับเกณฑ์ที่ใช้
การตีความหมาย ข้อมูลและลงข้อมูล	แปลความหมายหรือบรรยาย ลักษณะ สรุปประเด็นสำคัญ ได้ถูกต้อง ชัดเจน และสมบูรณ์	แปลความหมายหรือบรรยาย ลักษณะ สรุปประเด็นสำคัญ ได้ถูกต้อง	แปลความหมายหรือบรรยาย ลักษณะ สรุปประเด็นสำคัญ ได้บางส่วน	แปลความหมายหรือบรรยาย ลักษณะ สรุปประเด็นสำคัญ ไม่ถูกต้องตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

รายการ ประเมิน	คุณภาพพฤติกรรมที่ปรากฏ / ระดับคะแนน			
	4 คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
การจัด กระทำ และสื่อ ความหมาย	รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อย่างเป็นระบบ สามารถอธิบาย เกี่ยวกับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่เกี่ยวข้อง รวบรวมมาได้ดี มาก ยอมรับการ เปลี่ยนแปลงการ ลงความคิดเห็น เมื่อมีข้อมูล เพิ่มเติม	รวบรวมข้อมูลได้ จากการสังเกต สามารถอธิบาย เกี่ยวกับข้อมูลที่เกี่ยวข้อง รวบรวมมาได้ดี ยอมรับการ เปลี่ยนแปลงการ ลงความคิดเห็น เมื่อมีข้อมูล เพิ่มเติม พอสมควร	รวบรวมข้อมูลได้ จากการสังเกต สามารถอธิบาย เกี่ยวกับข้อมูลที่เกี่ยวข้อง รวบรวมมาได้ดี ยอมรับการ เปลี่ยนแปลงการ ลงความคิดเห็น เมื่อมีข้อมูล เพิ่มเติมบางส่วน	รวบรวมข้อมูล จากการสังเกตได้ บ้างเล็กน้อย สามารถอธิบาย เกี่ยวกับข้อมูลที่เกี่ยวข้อง รวบรวมมาได้ดี น้อย ยอมรับการ เปลี่ยนแปลงการ ลงความคิดเห็น เมื่อมีข้อมูล เพิ่มเติมบางส่วน
การลง ความเห็น จากข้อมูล	ลงความเห็นโดย อาศัยหลักฐานที่ ได้จากการสังเกต หรือ ที่ได้จากการ ทำกิจกรรม ครบถ้วน	ลงความเห็นโดย อาศัยหลักฐานที่ ได้จากการสังเกต หรือ ที่ได้จากการ ทำกิจกรรม ส่วน ใหญ่	ลงความเห็นโดย อาศัยหลักฐานที่ ได้จากการสังเกต หรือ ที่ได้จากการ ทำกิจกรรม บางส่วน	ลงความเห็นโดย อาศัยหลักฐานที่ ได้จากการสังเกต หรือ ที่ได้จากการ ทำกิจกรรมไม่ได้

แบบประเมินการนำเสนอ

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนตามรายการที่กำหนด
แล้วขีด (✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่มที่

1. เลขที่
2. เลขที่
3. เลขที่
4. เลขที่
5. เลขที่

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. บุคลิกการแต่งกาย			
2. มารยาทในการพูด			
3. การใช้ภาษา			
4. วิธีการนำเสนอ			
5. เนื้อหาที่นำเสนอ			
คะแนนรวม			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาววิฐิตาภา นามโคตร)

เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
11-15	ดี
6-10	พอใช้
1-5	ปรับปรุง

เกณฑ์การวัดและประเมินการนำเสนอ

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. บุคลิก การแต่งกาย	มีความมั่นใจใน ตนเอง แต่งกาย ถูกระเบียบ สะอาด เรียบร้อย	มีความมั่นใจในตนเอง แต่แต่งกายไม่ถูก ระเบียบ	ไม่มีความมั่นใจใน ตนเองและแต่งกาย ไม่ถูกระเบียบ
2. มารยาทใน การพูด	มองหน้าและสบตา ผู้ฟัง ไม่เหินแสม เสียดสีผู้อื่น	เขินอายไม่ค่อยกล้า มองหน้าและสบตา ผู้ฟัง	ไม่มองหน้าและสบตา ผู้ฟัง อายพูดไม่ได้
3. การใช้ภาษา	พูดชัดเจน ตามหลัก ภาษาตัว ว ร ล คำควบกล้ำ ใช้ ถ้อยคำข้อความ สุภาพ	มีบางครั้งที่พูดไม่ ชัดเจนตามหลักภาษา ตัว ว ร ล คำควบกล้ำ ใช้ถ้อยคำ ข้อความสุภาพ	พูดไม่ชัดเจน ตาม หลัก ภาษา ตัว ว ร ล คำควบกล้ำ ใช้ ถ้อยคำข้อความที่ ไม่สุภาพ
4. วิธีการนำเสนอ	มีวิธีการนำเสนอที่ หลากหลาย เช่น ใช้ ท่าทางประกอบ รูปภาพ ตั้งคำถาม เล่นเกม	วิธีการนำเสนอยังไม่ ค่อนำสนใจ และ หลากหลาย	ไม่มีวิธีการนำเสนอ เลยท่องตามที่เขียนมา เท่านั้น
5. เนื้อหาที่นำเสนอ	เนื้อหาที่นำเสนอมี สาระสำคัญ ตรงกับ หัวข้อประเด็นที่ กำหนด	มีเนื้อสาระสำคัญ บางส่วนไม่ตรงกับ หัวข้อประเด็น	ไม่มีเนื้อหา สาระสำคัญ ตรงกับหัวข้อเรื่อง

แบบประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนตามรายการที่กำหนด
แล้วขีด (✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่มที่

1. เลขที่
2. เลขที่
3. เลขที่
4. เลขที่
5. เลขที่

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม			
2. ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์และแก้ปัญหา			
3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ			
4. ความสามารถในการสื่อสาร			
5. ความเป็นผู้นำและความรับผิดชอบ			
คะแนนรวม			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวลลิตาภา นามโคตร)

เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
11-15	ดี
6-10	พอใช้
1-5	ปรับปรุง

เกณฑ์การวัดและประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม	สามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้อย่างสร้างสรรค์เพื่อให้เกิดนวัตกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและเพื่อการแก้ปัญหา	สามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้อย่างสร้างสรรค์เพื่อให้เกิดนวัตกรรม แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้	ไม่สามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้อย่างสร้างสรรค์เพื่อให้เกิดนวัตกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและเพื่อการแก้ปัญหาได้
2. ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์และแก้ปัญหา	มีวิจารณญาณเข้าใจสิ่งที่ควรปฏิบัติและไม่ควรปฏิบัติด้วยตนเอง และสามารถแก้ปัญหาได้ดี	มีวิจารณญาณเข้าใจสิ่งที่ควรปฏิบัติและไม่ควรปฏิบัติด้วยตนเอง แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้	ไม่มีวิจารณญาณเข้าใจสิ่งที่ควรปฏิบัติและไม่ควรปฏิบัติด้วยตนเองและไม่สามารถแก้ปัญหาได้
3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้เป็นอย่างดี	มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้บ้าง	ไม่สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้
4. ความสามารถในการสื่อสาร	มีความสามารถในการสื่อสารได้ดี	มีความสามารถในการสื่อสารได้	ไม่มีความสามารถในการสื่อสารได้
5. ความเป็นผู้นำและความรับผิดชอบ	มีความเป็นผู้นำและมีความรับผิดชอบ	มีความเป็นผู้นำ แต่ไม่มีความรับผิดชอบ	ไม่มีความเป็นผู้นำและความรับผิดชอบ

แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนตามรายการที่กำหนด
แล้วขีด (✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่มที่

1. เลขที่
2. เลขที่
3. เลขที่
4. เลขที่
5. เลขที่

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. ความร่วมมือในการทำกิจกรรม			
2. มีการแบ่งหน้าที่และกำหนดเป้าหมายของงานชัดเจน			
3. ความสามารถในการสื่อสาร			
4. ความมุ่งมั่นในการทำงาน			
5. ทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด			
คะแนนรวม			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวฐิติภา นามโคตร)

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอยู่ในระดับสูง	ให้ 3 คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอยู่ในระดับพอใช้	ให้ 2 คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอยู่ในระดับปรับปรุง	ให้ 1 คะแนน

แบบประเมินชิ้นงาน

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนตามรายการที่กำหนด
แล้วขีด (✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่มที่

1. เลขที่
2. เลขที่
3. เลขที่
4. เลขที่
5. เลขที่

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. รูปแบบชิ้นงานตรงตามทีออกแบบไว้			
2. การนำไปใช้ประโยชน์			
3. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์			
4. ความแข็งแรงของชิ้นงาน			
5. ทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด			
คะแนนรวม			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวจิตตภา นามโคตร)

เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
11-15	ดี
6-10	พอใช้
1-5	ปรับปรุง

เกณฑ์การวัดและประเมินชิ้นงาน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. รูปแบบชิ้นงานตรงตามที่ออกแบบไว้	รูปแบบมีความชัดเจนและสามารถนำเหตุผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้อย่างชัดเจน	รูปแบบมีความชัดเจนแต่ไม่สามารถนำเหตุผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้อย่างชัดเจน	รูปแบบไม่มีความชัดเจนและยังไม่สามารถนำเหตุผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้อย่างชัดเจน
2. การนำไปใช้ประโยชน์	ชิ้นงานที่ทำการผลิตขึ้น สามารถใช้ในชีวิตประจำวันได้จริงและผ่านเกณฑ์มาตรฐานชุมชน	ชิ้นงานที่ทำการผลิตขึ้น สามารถใช้ในชีวิิตประจำวันได้แต่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานชุมชน	ชิ้นงานที่ทำการผลิตขึ้น ไม่สามารถใช้ในชีวิตประจำวันได้และไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานชุมชน
3. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	ใช้จินตนาการและแนวคิดที่แปลกใหม่ในการพัฒนาและปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้น	ใช้จินตนาการและแนวคิดที่แปลกใหม่แต่ไม่มีการพัฒนาปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้น	ไม่มีจินตนาการและแนวคิดที่แปลกใหม่ในการพัฒนา ปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้น
4. ความแข็งแรงของชิ้นงาน	ชิ้นงานมีความแข็งแรง ทนทาน และมีความสะอาด	ชิ้นงานมีความแข็งแรง ทนทานแต่ไม่มีความสะอาด	ชิ้นงานไม่มีความแข็งแรง ทนทาน และไม่มีความสะอาด
5. ทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด	เสร็จตามเวลาที่กำหนด	เสร็จช้ากว่าเวลาที่กำหนด 5 นาที	เสร็จช้ากว่าเวลาที่กำหนด 10 นาที

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสมรรถนะสำคัญของนักเรียน

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน และนอกเวลาเรียนแล้ว

ทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่มที่

1. เลขที่
2. เลขที่
3. เลขที่
4. เลขที่
5. เลขที่

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. มีวินัย รับผิดชอบ	1.1 ปฏิบัติตนตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของโรงเรียนและสังคม ไม่ละเมิดสิทธิของผู้อื่น			
	1.2 มีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ			
2. มีความซื่อสัตย์สุจริต	2.1 ให้ข้อมูลที่ถูกต้อง และเป็นจริง			
	2.2 ไม่หาประโยชน์ในทางที่ไม่ถูกต้อง			
3. มุ่งมั่นในการทำงาน	3.1 เอาใจใส่ต่อการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย			
	3.2 ปรับปรุง และพัฒนาการทำงานด้วยตนเอง			
4. ใฝ่เรียนรู้	4.1 ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ และมีความเพียรพยายามในการเรียนรู้			
	4.2 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน			

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
5. มีจิตสาธารณะ	5.1 รู้จักทำงานให้ผู้อื่นด้วยกำลังกาย กำลังใจ และกำลังสติปัญญาด้วยความสมัครใจ			
6. ความสามารถในการสื่อสาร	6.1 มีความสามารถในการนำเสนอผลงาน			
	6.2 ใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสม			
7. ความสามารถในการคิด	7.1 มีทักษะในการคิดนอกกรอบอย่างสร้างสรรค์			
	7.2 มีความสามารถในการคิดอย่างมีระบบ			
	7.3 ตัดสินใจแก้ปัญหาเกี่ยวกับตนเองได้			
8. ความสามารถในการแก้ปัญหา	8.1 สามารถแก้ปัญหา และอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้			
	8.2 ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา			
9. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	9.1 สามารถทำงานกลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้			
	9.2 นำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน			
10. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	10.1 เลือกและใช้เทคโนโลยีได้เหมาะสมตามวัย			
	10.2 ใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์			
คะแนนรวม				
ระดับคุณภาพ				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวรัฐตาภา นามโคตร)

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ	ให้ 3 คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง	ให้ 2 คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
46-60	ดีมาก
31-45	ดี
16-30	พอใช้
ต่ำกว่า 15	ปรับปรุง

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

สรุปผลการจัดการเรียนรู้

1. นักเรียนจำนวน.....คน

ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้.....คน คิดเป็นร้อยละ.....

ไม่ผ่านจุดประสงค์.....คน คิดเป็นร้อยละ.....

ได้แก่

1.

2.

ปัญหา/อุปสรรค/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน

(นางสาวฐิตาภา นามโคตร)

ความเห็นของหัวหน้าสถานศึกษา/ผู้ที่ได้รับมอบหมาย

ได้ทำการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ของ.....แล้วมีความคิดเห็น
ดังนี้

1. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

- ดีมาก
 ดี
 พอใช้
 ควรปรับปรุง

2. การจัดกิจกรรมได้นำเอากระบวนการเรียนรู้

- เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมาใช้ในการสอนได้อย่างเหมาะสม
 ยังไม่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ควรปรับปรุงพัฒนาต่อไป

3. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

- นำไปใช้ได้จริง
 ควรปรับปรุงก่อนนำไปใช้

4. ข้อเสนอแนะ

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(.....)

ตำแหน่ง.....

5. ข้อเสนอแนะ

.....

ลงชื่อ.....ผู้บริหารสถานศึกษา

(.....)

ตำแหน่ง.....

**แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน
โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการ
สอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
คำชี้แจง**

แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ตัวเลือกที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียวลงในกระดาษคำตอบ

1. ปัจจัยใดที่เกิดขึ้นแล้วทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอสลีสในประชากรไม้ดอก แต่ละรุ่นน้อยที่สุด (การจำแนกประเภท)

- | | |
|---------------------------|------------------------------|
| ก. การกลายพันธุ์ | ข. การเกิดโรคระบาด |
| ค. การคัดเลือกโดยธรรมชาติ | ง. การแพร่กระจายของละอองเรณู |

2. ข้อใดถูกต้อง (การลงความเห็นจากข้อมูล)

ก. การคัดเลือกโดยธรรมชาติทำให้ลักษณะที่เหมาะสมคงอยู่ในขณะที่ลักษณะที่ไม่เหมาะสมจะค่อย ๆ ถูกกำจัดออกไปจากประชากร

ข. การคัดเลือกโดยธรรมชาติจะเป็นตัวกำหนดทิศทางของวิวัฒนาการโดยจะเก็บลักษณะดี ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างที่สิ่งมีชีวิตนั้นมีชีวิตอยู่ไว้ในประชากร

ค. การคัดเลือกโดยธรรมชาติทำให้ลักษณะใหม่ทั้งหลายที่เกิดขึ้นจากมิวเทชันคงอยู่ในประชากรเนื่องจากเป็นลักษณะที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม

ง. การคัดเลือกโดยธรรมชาติจะเกิดขึ้นได้ถ้าลักษณะที่เหมาะสมนั้นไม่ได้ถูกกำหนดโดยยีน

3. แมลงชนิดหนึ่งประชากร X มีปีกสีขาว (aa) จำนวน 6 ตัวและประชากร Y มีปีกสีดำ (AA) จำนวน 6 ตัวต่อมามีแมลงจากประชากร Y 1 ตัวเข้ามาอยู่ร่วมกับประชากร X เกิดเป็นประชากรใหม่และมีการผสมพันธุ์กันแบบสุ่มเมื่อประชากรเข้าสู่ภาวะสมดุลของฮาร์ดี – ไวน์เบิร์ก ประชากรรุ่นลูกจะมีความถี่ของแอสลีสเท่าใด (การคำนวณ)

- | | |
|---------|---------|
| ก. 0.5 | ข. 0.41 |
| ค. 0.17 | ง. 0.14 |

4. ข้อใดเป็นกลไกแยกกันทางการสืบพันธุ์หลังระยะไซโกต (การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อมูล)

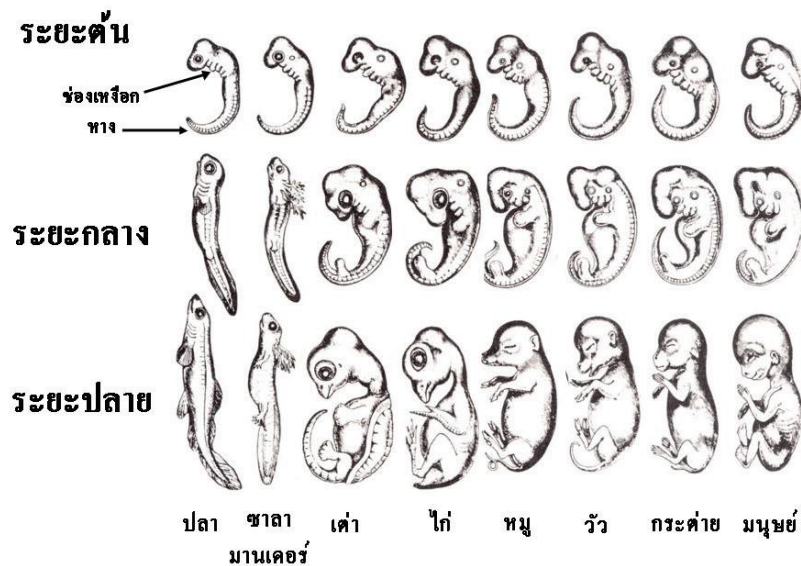
ก. การผสมพันธุ์ระหว่างม้ามกับลาจะได้ล่อซึ่งเป็นหมัน

ข. งูตัวเมียใช้ฟีโรโมนดึงดูดให้ตัวผู้ผสมพันธุ์

ค. แมลงหวี 2 ชนิดมีช่วงเวลาที่เหมาะสมในการผสมพันธุ์ที่แตกต่างกัน

ง. นก 2 สปีชีส์ที่อาศัยอยู่และผสมพันธุ์ในแหล่งที่อยู่ในป่าที่แตกต่างกัน

5. จากภาพนักเรียนคิดว่า ระยะใดมีความเจริญเติบโตของสัตว์ใกล้เคียงกันมากที่สุด (การสังเกต)



ก. ระยะต้น

ข. ระยะกลาง

ค. ระยะปลาย

ค. ถูกทุกข้อ

6. การหาความหนาแน่นประชากรของต้นไม้ในแหล่งที่อยู่แบบหนึ่งโดยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบวางแผนนับต้นไม้ในแปลงสุ่มตัวอย่างขนาด 10×10 ตารางเมตรจำนวน 10 แปลง ได้ดังนี้

แปลงที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
จำนวนต้นไม้ (ต้น)	0	6	5	0	1	0	0	0	4	4

ข้อใดประเมินความหนาแน่นประชากรต้นไม้และรูปแบบการกระจายได้ถูกต้อง (การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ)

- ก. ความหนาแน่นประชากร 2 ต้นต่อหนึ่งหน่วยตารางเมตรกระจายแบบสุ่ม
 - ข. ความหนาแน่นประชากร 2 ต้นต่อหนึ่งหน่วยตารางเมตร กระจายแบบรวมกลุ่ม
 - ค. ความหนาแน่นประชากร 4 ต้นต่อหนึ่งหน่วยตารางเมตร กระจายแบบสุ่ม
 - ง. ความหนาแน่นประชากร 4 ต้นต่อหนึ่งหน่วยตารางเมตร กระจายแบบรวมกลุ่ม
7. กระบวนการในข้อใดไม่เป็นกลไกที่นำไปสู่วิวัฒนาการ (การตั้งสมมติฐาน)

- ก. การคัดเลือกสายพันธุ์พืชและสัตว์โดยมนุษย์
 - ข. การผสมพันธุ์แบบสุ่มของสมาชิกในประชากรที่มีขนาดใหญ่
 - ค. การผสมพันธุ์ระหว่างกระรอกสีซีส์เดียวกันแต่เคยอยู่แยกกันคนละเกาะ
 - ง. การเลือกกินเฉพาะผีเสื้อที่มีสีฉูดฉาดเห็นได้ชัดในธรรมชาติโดยผู้ล่าต่าง ๆ
8. ถ้าประชากรในอำเภอหนึ่ง ซึ่งอยู่ในภาวะสมดุลฮาร์ดี - ไวน์เบิร์ก มีจำนวนทั้งหมด 10,000 คน มีผู้ป่วยเป็นโรคซิสติคไฟโบรซิส ซึ่งเป็นโรคพันธุกรรมแบบยีนด้อยบนโครโมโซมร่างกาย 4 คน จะมีประชากรประมาณกี่คนที่เป็นพาหะของโรค (การคำนวณ)

- | | |
|-----------|-----------|
| ก. 49 คน | ข. 98 คน |
| ค. 196 คน | ง. 392 คน |

9. กำหนดให้ยีน h ควบคุมลักษณะลำตัวมีขน และ b ควบคุมลักษณะลำตัวสีดำ และมีตำแหน่งอยู่บนคนละโครโมโซม จากการสำรวจประชากรแมลงหวี่ในท้องถิ่นหนึ่งซึ่งมีการผสมพันธุ์แบบสุ่ม พบว่ามีแมลงหวี่ที่มีลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

ลำตัวสีเทา ไม่มีขน	9.19%
ลำตัวสีเทา มีขน	9.31%
ลำตัวสีดำ ไม่มีขน	41.31%
ลำตัวสีดำ มีขน	39.69%

ความถี่ของยีน h และ b มีค่าเท่าใด (การคำนวณ)

ก. $h=0.7$, $b=0.9$

ข. $h=0.7$, $b=0.3$

ค. $h=0.9$, $b=0.1$

ง. $h=0.9$, $b=0.7$

10. การเกิดสึนามิทำให้อัตราส่วนแอลลีลในยีนพูลของ ประชากรปูเสฉวนริมชายหาด ไม่เหมือนเดิม ทั้งนี้เป็นเพราะเกิดจากเหตุใด (การพยากรณ์)

ก. การสูญพันธุ์

ข. ปรากฏการคอขวด

ค. ผลกระทบจากผู้ก่อตั้ง

ง. การถ่ายเทเคลื่อนย้ายยีน

11. ถ้ามีการตัดถนนผ่านกลางอุทยานแห่งชาติแห่งหนึ่งในประเทศไทย เมื่อเวลาผ่านไป 1,000 ปี เหตุการณ์ใดต่อไปนี้มีโอกาสเกิดขึ้นสูงที่สุด ตามหลักวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต (การพยากรณ์)

ก. พบกระดูกที่อาศัยอยู่ในบริเวณพื้นที่ริมถนนมากขึ้น

ข. พบนกที่มีลวดลายแบบใหม่ในพื้นที่ฝั่งตะวันออกของถนน

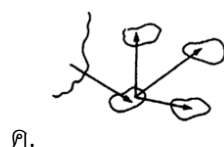
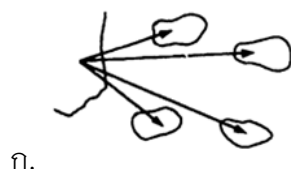
ค. พบหอยทากชนิดใหม่ในพื้นที่ทางด้านฝั่งตะวันตกของถนน

ง. พบด้วงชนิดใหม่ในพื้นที่ทางด้านฝั่งตะวันตกของถนน

12. พิจารณาแผนภาพแสดงลักษณะของจะงอยปากของนกชนิดหนึ่งที่แผ่นดินใหญ่ต่อไปนี



ข้อใดต่อไปนี้น่าจะเป็นแผนภาพแสดงเส้นทางการวิวัฒนาการปากนกชนิดจากแผ่นดินใหญ่ ได้ดีที่สุด (การสร้างแบบจำลอง)



13. *Hyla ornate* และ *Hyla chrysoscelis* เป็นสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกซึ่งพบในบริเวณเดียวกันมีลักษณะภายนอกคล้ายคลึงกันมากเพียงแต่มีเสียงร้องแตกต่างกัน จากข้อมูลเท่าที่ทราบนี้สามารถสันนิษฐานได้ว่ากลไกที่ป้องกันการผสมพันธุ์ระหว่างทั้งสองสปีชีส์น่าจะเป็นกลไกใด (การลงความเห็นจากข้อมูล)

- | | |
|---------------------------|--------------------------------|
| ก. ถิ่นที่อยู่อาศัย | ข. พฤติกรรมของการสืบพันธุ์ |
| ค. ช่วงเวลาในการสืบพันธุ์ | ง. โครงสร้างของอวัยวะสืบพันธุ์ |

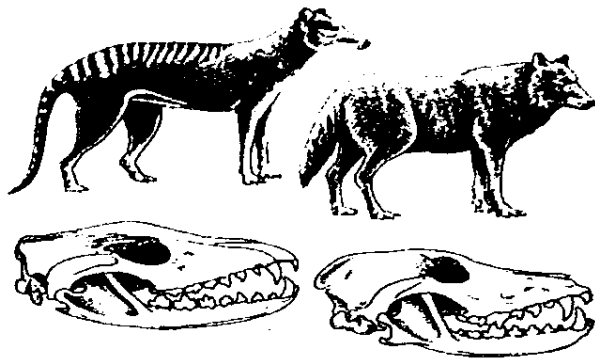
14. "ประชากรไปอยู่ที่แห่งใหม่ แพร่พันธุ์ได้ดีและสะสมแอสลิลในยีนพูล" จัดเป็นการเปลี่ยนแปลงความถี่อย่างไม่ว่าจะจงแบบใด (การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ)

- ก. ผลกระทบจากผู้ก่อตั้ง
- ข. ปรากฏการณ์คอขวด
- ค. การถ่ายเทเคลื่อนย้ายยีน
- ง. มิวเทชัน

15. จากการศึกษาสปีชีส์ต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต เมื่อพิจารณาชนผิวดำในแอฟริกาและชนผิขาวในยุโรป ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง (การกำหนด และควบคุมตัวแปร)

- ก. การแยกกันตามสภาพภูมิศาสตร์ ช่วยป้องกันการผสมระหว่างชนผิวดำและชนผิขาวจึงจัดให้อยู่คนละสปีชีส์
- ข. ชนผิวดำเป็นมนุษย์นีแอนเดอร์ทัล ชนผิขาวเป็นมนุษย์โครแมนยัง
- ค. มิวเทชันที่เกิดขึ้นในประชากรผิวดำ ไม่มีโอกาสแพร่ไปสู่ประชากรผิขาว ทำให้เกิดกลไกวิวัฒนาการต่างจากประชากรผิขาว
- ง. ชนผิขาวและชนผิวดำสามารถผสมกันและถ่ายทอดยีนไปยังลูกหลานได้

17. พิจารณาภาพวาดแสดงรูปร่างและกะโหลกศีรษะของหมาป่า 2 ชนิดที่มีลักษณะคล้ายกันมากแต่ชนิดหนึ่งเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่มีถุงหน้าท้อง (ซ่าย) ขณะที่อีกชนิดหนึ่งเป็นสัตว์ที่เลี้ยงลูกผ่านทางรก (ขวา)



ข้อใดต่อไปนี้เป็นคำอธิบายที่ดีที่สุดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของหมาป่า 2 ชนิด (การจำแนกประเภท)

1. Coevolution
2. Parallel evolution
3. Convergent evolution
4. Divergent evolution

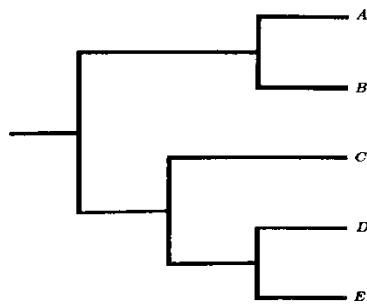
ก. 1, 3

ข. 1, 4

ค. 2, 3

ง. 2, 4

18. พิจารณาแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตต่อไปนี้ สิ่งมีชีวิตชนิดใดต่อไปนี้มีความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการใกล้ชิดกันที่สุด (การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล)



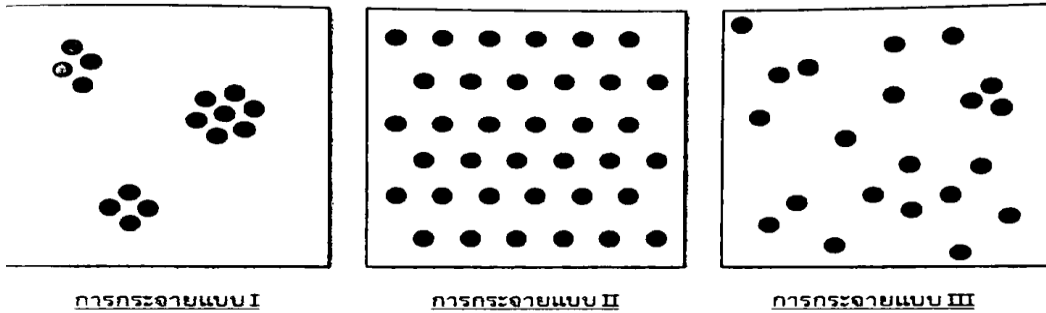
ก. A, B

ข. C, D

ค. C, E

ง. C, D, E

19. นก European starling มีพฤติกรรมการบินเป็นฝูงโดยมีตัวที่ทำหน้าที่เป็นจ่าฝูงนำหน้า ทุกครั้งในการบินขณะที่นก red-winged blackbird มีการแสดงออกของพฤติกรรมแบบข้อใดต่อไปนี้น่าจะเป็นรูปแบบการกระจายของประชากรโลกทั้งสองชนิดที่สอดคล้องกันมากที่สุด



(การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล)

ข้อ	นก European starling	นก red-winged blackbird
ก	I	II
ข	II	III
ค	I	III
ง	II	I

20. ประชากรสิ่งมีชีวิตที่มีการเติบโตแบบเอ็กโพเนนเชียลมีลักษณะใด (การลงความเห็นจากข้อมูล)

- ก. เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีการสืบพันธุ์ได้หลายครั้งในช่วงชีวิต
- ข. เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีการสืบพันธุ์เพียงครั้งเดียวในช่วงชีวิต
- ค. เป็นสิ่งมีชีวิตที่ไม่มีตัวต้านทานในสิ่งแวดล้อมปลายยับยั้งการเพิ่มประชากร
- ง. เป็นสิ่งมีชีวิตที่สิ่งแวดล้อมไม่มี caring capacity สำหรับประชากรนั้น

21. การแพร่กระจายของเพรียงหินบนโขดหินน่าจะถูกจำกัดโดยปัจจัยใดมากที่สุด

(การตั้งสมมติฐาน)

- ก. ความสูงของโปรดหินจากระดับน้ำทะเล
- ข. อุณหภูมิ
- ค. ความเป็นกรดเบสของน้ำทะเล
- ง. แสง

22. การจัดการในแนวทางใดมีผลให้ประชากรช้างในพื้นที่อนุรักษ์แห่งหนึ่งมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและทำให้พื้นที่แห่งนี้สามารถรองรับประชากรช้างได้มากกว่าเดิม (การกำหนดและควบคุมตัวแปร)

- ก. ลด environmental resistance และลด carrying capacity
- ข. เพิ่ม environmental resistance และลด carrying capacity
- ค. ลด environmental resistance และเพิ่ม carrying capacity
- ง. เพิ่ม environmental resistance และเพิ่ม carrying capacity

23. เมื่อกำหนด $p = 0.8$ A นักเรียนสามารถหาค่า q ได้เท่ากับเท่าใด (การวัด)

- ก. 0.2 A
- ข. 0.6 A
- ค. 0.2 a
- ง. หาคำตอบไม่ได้

24. A กับ B เป็นพืชที่มีลักษณะคล้ายกันมาก ๆ เมื่อได้ลูกผสม F_1 เป็นต้น C พบว่ายังสร้างรุ่น F_2 ได้ แต่เริ่มอ่อนแอและเป็นหมัน 80% และเป็นเช่นนี้ต่อไปเรื่อย ๆ จนเป็นหมันทั้งหมดในรุ่น F_5 เสมอ ข้อใด ถูกต้องที่สุด (การทดลอง)

- ก. A กับ B เป็นพืช species เดียวกัน แต่สายพันธุ์ลูกผสมนั้นไม่แข็งแรง
- ข. เป็นตัวอย่างการเกิด species ใหม่ในเขตภูมิศาสตร์เดียวกัน
- ค. A และ B มีกลไกการแยกกันทางการสืบพันธุ์ ก่อนระยะไซโกต
- ง. เป็นตัวอย่างของกลไกการแยกกันทางการสืบพันธุ์ประเภทลูกผสมล้มเหลว

25. จงพิจารณาความถี่ยีนประชากร 4 ประชากรดังตารางต่อไปนี้ประชากรในข้อใดที่อยู่ในสภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก (การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล)

สภาพจีโนไทป์	กลุ่มประชากร			
	I	II	III	IV
A_1A_1	0.49	0.40	0.25	0.50
A_1A_2	0.42	0.40	0.50	0.20
A_2A_2	0.09	0.20	0.25	0.30

- ก. I, II
- ข. III, IV
- ค. I, III
- ง. II, IV

26. ข้อใดต่อไปนี้เป็นสาเหตุของเปลี่ยนแปลงความถี่ยีนอย่างไม่เจาะจง (การสังเกตุ)

- ก. แผ่นดินไหว
- ข. ภูเขาไฟระเบิด
- ค. การถ่ายละอองเรณู
- ง. การอพยพของประชากร

27. การที่แมลงหวี่บางชนิดเมื่อมีการผสมพันธุ์ข้ามสปีชีส์กันจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในช่องคลอดของเพศเมียโดยช่องคลอดจะมีลักษณะบวมขึ้นป้องกันไม่ให้สperm สามารถเข้าปฏิสนธิได้กลไกที่เกิดขึ้นในแมลงหวี่นี้จัดเป็นกลไกการแบ่งแยกการสืบพันธุ์ก่อนระยะไซโกตแบบใด (การลงความเห็นจากข้อมูล)

- ก. Habitat isolation
- ข. Temporal isolation
- ค. Gametic isolation
- ง. Mechanical isolation

28. ล่อเป็นสัตว์ลูกผสมที่เป็นหมัน เกิดจากการผสมระหว่างม้ากับลา ม้ากับลา มีความสัมพันธ์กันอย่างไร (การหาความสัมพันธ์สเปกกับสเปกและสเปกกับเวลา)

- ก. เป็นสัตว์สปีชีส์เดียวกัน เพราะผสมพันธุ์กันได้
- ข. เป็นสัตว์สปีชีส์เดียวกัน เพราะมีลักษณะคล้ายคลึงกัน
- ค. เป็นสัตว์ต่างสปีชีส์กัน เพราะมีขนาดต่างกัน
- ง. เป็นสัตว์ต่างสปีชีส์กัน เพราะล่อไม่สามารถสืบพันธุ์ขยายพันธุ์ต่อไปได้

29. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. การเติบโตของประชากรแบบ exponential growth curve ไม่สามารถพบได้ในธรรมชาติ
 2. การเติบโตของประชากรแบบคี่เรียบจนเพาะเชื้อจะมีลักษณะเป็นรูปตัว S แต่ในช่วงท้ายจะลดลงอย่างมาก
 3. เกิดโรคระบาดจัดเป็นตัวอย่างหนึ่งของ density – dependent factor
- ข้อความใดกล่าวถูกต้อง (การตีความหมายและลงข้อสรุป)
- ก. 1, 3
 - ข. 1, 3
 - ค. 2, 3
 - ง. 1, 2, 3

30. ปัจจัยในข้อใดต่อไปนี้อยู่เกี่ยวข้องกับการเกิดวิวัฒนาการระดับจุลภาคน้อยที่สุด (การตีความหมายและลงข้อสรุป)

- ก. การผสมพันธุ์ของสมาชิกที่เป็นแบบสุ่ม
- ข. การเกิดเจเนติกดริฟต์
- ค. การคัดเลือกทางธรรมชาติ
- ง. การถ่ายเทยีนระหว่างประชากร

เฉลยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน
 โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการ
 สอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

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

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังเรียน
โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธี
การสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
คำชี้แจง

แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ตัวเลือกที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียวลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดกล่าวถึง (molecular clock) ได้อย่างถูกต้อง (ความรู้ความจำ)
 - ก. เมื่ออัตราการเปลี่ยนแปลงจากเบสหนึ่งไปเป็นอีกเบสหนึ่งในสารพันธุกรรมคงที่เราสามารถคำนวณหาเวลาที่สิ่งมีชีวิตสองชนิดเคยมีบรรพบุรุษร่วมกันได้
 - ข. โมเลกุลของสารพันธุกรรมสามารถขดเป็นเกลียวได้ ใช้แทนลานนาฬิกาในระดับโมเลกุลได้
 - ค. การคำนวณหาอายุขัยของสิ่งมีชีวิตโดยดูจากโครงสร้างระดับโมเลกุล
 - ง. นาฬิกาที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยมากในระดับโมเลกุล
2. เมื่อมีการค้นพบฟอสซิลในชั้นของหินตะกอน ข้อใดกล่าวถูกต้อง (ความเข้าใจ)
 - ก. ฟอสซิลที่พบแสดงความซับซ้อนของ โครงสร้างของสิ่งมีชีวิตในอดีต ยิ่งอยู่ในชั้นที่ลึกลงไปเท่าไร เราก็จะพบสิ่งมีชีวิตที่มีความซับซ้อน
 - ข. ฟอสซิลที่พบในชั้นของหินตะกอน จะไม่มีสารประกอบพวกหินปูนซิลิเกต ออกไซด์
 - ค. ฟอสซิลที่พบลึกที่สุดเป็นฟอสซิลที่มีลักษณะคล้ายกับสิ่งมีชีวิตปัจจุบันมากที่สุด
 - ง. ฟอสซิลที่พบตื้นที่สุดเป็นฟอสซิลที่เก่าแก่มากที่สุด
3. ข้อใดเป็นโครงสร้างที่มีต้นกำเนิดแตกต่างกัน (analogous structure) (การวิเคราะห์)

ก. ขาสุนัขและปีกนก	ข. ปีกนกและปีกแมลง
ค. ขาหน้าจระเข้และปีกนก	ง. ปีกค้างคาวและแขนมนุษย์
4. ต้นตระกูลของมนุษย์ที่เก่าแก่ที่สุดที่ได้ชื่อว่าเป็นมนุษย์ได้แก่มนุษย์พวกใด (ความรู้ ความจำ)

ก. โฮโม อีเรคตัส	ข. โฮโม แฮปิลิส
ค. โฮโม เซเปียนส์	ง. โฮโม เซเปียนส์ เซเปียนส์

11. “ความแปรผัน ย่อมจะต้องมีบางลักษณะที่เหมาะสมกับ สิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะดังกล่าวย่อมจะดำรงชีวิตได้ดีและสามารถสืบพันธุ์ถ่ายทอดลักษณะไปยังรุ่นต่อไป” ข้อความนี้สอดคล้องกับหลักการใด (การประเมินผล)

- ก. แนวคิดการเกิดวิวัฒนาการของ ชาลส์ ดาร์วิน
- ข. กฎการแปรผันทางพันธุกรรมของฮาร์ดี และไวน์เบิร์ก
- ค. กฎแห่งการถ่ายทอดลักษณะที่เกิดขึ้นใหม่ของฌอง ลามาร์ก
- ง. แนวคิดในทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติของ ชาลส์ ดาร์วิน

12. “ความแปรผัน ย่อมจะต้องมีบางลักษณะที่เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะดังกล่าวย่อมจะดำรงชีวิตได้ดีและสามารถสืบพันธุ์ถ่ายทอดลักษณะไปยังรุ่นต่อไป” ข้อความนี้สอดคล้องกับหลักการใด (การประเมินผล)

- ก. กฎแห่งการถ่ายทอดลักษณะที่เกิดขึ้นใหม่ของฌอง ลามาร์ก
- ข. กฎการแปรผันทางพันธุกรรมของฮาร์ดีและไวน์ เบิร์ก
- ค. แนวคิดในทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติ ของ ชาลส์ ดาร์วิน
- ง. แนวคิดการเกิดวิวัฒนาการของ ชาลส์ ดาร์วิน

13. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง (ความเข้าใจ)

- ก. ยีนพูล หมายถึง ยีนทั้งหมดที่มีอยู่ในประชากรในช่วงเวลาหนึ่ง
- ข. ในเซลล์ร่างกายของสิ่งมีชีวิตที่เป็นดิพลอยด์จะมีจำนวนโครโมโซม 1 ชุด
- ค. ความถี่ของแอลลีล จำนวนของแอลลีลใดแอลลีลหนึ่งในยีนพูลต่อแอลลีลทั้งหมดที่ควบคุมลักษณะนั้น
- ง. ประชากร หมายถึง สิ่งมีชีวิตสปีชีส์เดียวกันที่อาศัยอยู่รวมกันในพื้นที่เดียวกันในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง และสามารถผสมพันธุ์ระหว่างกันได้

14. ข้อใดเป็นหลักการของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก (ความรู้ความจำ)

- ก. ความถี่ของแอลลีลและความถี่ของจีโนไทป์ในยีนพูลของประชากรจะมีค่าคงที่ในทุก ๆชั่วรุ่น
- ข. ความถี่ของแอลลีลและความถี่ของจีโนไทป์ในยีนพูลของประชากรจะมีค่าไม่คงที่ในแต่ละชั่วรุ่น
- ค. ความถี่ของแอลลีลและความถี่ของจีโนไทป์ในยีนพูลของประชากรจะมีค่าลดลงเรื่อย ๆ ในแต่ละชั่วรุ่น
- ง. ความถี่ของแอลลีลและความถี่ของจีโนไทป์ในยีนพูลของประชากรจะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในแต่ละชั่วรุ่น

25. ข้อใดเป็นความหมายของสปีชีส์ทางด้านชีววิทยา (ความรู้ความจำ)
- สิ่งมีชีวิตที่สามารถผสมพันธุ์กันได้ในธรรมชาติ และให้กำเนิดลูกที่ไม่เป็นหมัน
 - สิ่งมีชีวิตที่มีลำดับนิวคลีโอไทป์และยีนพูลคงที่
 - สิ่งมีชีวิตที่มีโครงสร้างภายนอกเหมือนกัน
 - สิ่งมีชีวิตที่มีโครงสร้างภายในเหมือนกัน
26. ข้อใดเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้หิ่งห้อย 2 สปีชีส์ที่อาศัยอยู่ในบริเวณเดียวกันไม่สามารถจับคู่ผสมพันธุ์กันได้ (การวิเคราะห์)
- มีจังหวะการขยับปีกส่งเสียงแตกต่างกัน
 - มีจังหวะการเปล่งแสงต่างกัน
 - มีอวัยวะสืบพันธุ์แตกต่างกัน
 - มีช่วงเวลาการออกหากินต่างกัน
27. การที่พืชสไปเดอร์เวิร์ธ 2 สปีชีส์ ซึ่งอาศัยอยู่ในบริเวณเดียวกัน ไม่มีโอกาสผสมพันธุ์กันได้ เป็นเพราะสาเหตุใด (การประเมินผล)
- ช่วงเวลาการสังเคราะห์ด้วยแสงต่างกัน
 - มีจำนวนกลีบดอกต่างกัน
 - ออกดอกต่างฤดูกัน
 - ความสูงของลำต้นต่างกัน
28. สิ่งมีชีวิตที่เป็นสปีชีส์เดียวกันจะต้องมีลักษณะอย่างไร (การวิเคราะห์)
- มีลูกหลานที่ไม่เป็นหมัน
 - มีลักษณะทางสรีระเหมือนกัน
 - มีการผสมพันธุ์แล้วให้ลูกได้
 - มีลักษณะต่าง ๆ เหมือนกันทุกประการ
29. ข้อใดไม่ใช่รูปแบบการเกิดสปีชีส์ (ความเข้าใจ)
- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| ก. การเกิดสปีชีส์ต่างบริเวณ | ข. การเกิดสปีชีส์ร่วมบริเวณ |
| ค. การเสริมแรง | ง. การสืบพันธุ์ |
30. ปัจจัยชนิดใดที่มีผลน้อยที่สุดต่อการเกิดสปีชีส์ (การประเมินผล)
- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| ก. จำนวนโครโมโซม | ข. สภาพทางภูมิศาสตร์ |
| ค. พฤติกรรมการผสมพันธุ์ | ง. ลักษณะทางสัณฐานวิทยา |

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังเรียน
 โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธี
 การสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

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

**แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน
ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธี
การสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

.....

ตอนที่ 1 สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ () ชาย () หญิง
2. อายุ ปี
3. ระดับชั้น
 - 3.1 () มัธยมศึกษาปีที่
 - 3.2 () อื่น ๆ ระบุ.....

ตอนที่ 2 ประเมินความพึงพอใจ

คำชี้แจง

1. แบบวัดความพึงพอใจนี้สร้างขึ้นมาเพื่อสอบถามความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธี การสอนและ เทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ ไม่มีผลกระทบต่อคะแนน หรือการเรียนของนักเรียนแต่อย่างใดผลการตอบของนักเรียนจะมีประโยชน์มากต่อการ นำมาเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น

2. ให้นักเรียนอ่านข้อความ แล้วพิจารณาว่ามีความรู้สึกตรงกับคำตอบใด โดยทำเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นมากที่สุด

- 5 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมาก
- 3 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อย
- 1 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

ตาราง 27 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหา
เป็นฐานร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี
เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
ด้านเนื้อหา						
1	ได้รับความรู้ เรื่องวิวัฒนาการ สอดคล้องกับจุดประสงค์และผลการเรียนรู้					
2	ความรู้ที่ได้สามารถนำไปพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้					
3	สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันและเชื่อมโยงกับวิชาอื่น ๆ ได้เป็นอย่างดี					
4	ความรู้ที่ได้ช่วยให้นักเรียนตัดสินใจในการแก้ปัญหาโดยใช้เหตุผล					
5	สถานการณ์ปัญหามีความเหมาะสมกับเนื้อหาและสัมพันธ์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง					
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
6	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ปฏิบัติกิจกรรมและค้นพบความรู้ด้วยตนเอง					
7	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์					
8	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้เกิดทักษะการทำความเข้าใจปัญหาและการแก้ปัญหา					
9	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้เกิดความสนุกสนานและทำทหายกรแก้ปัญหา					
10	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นทีม มีปฏิสัมพันธ์กันในกลุ่มและภายในชั้นเรียน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน					

ตาราง 27 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้						
11	เปิดโอกาสให้นักเรียนทำกิจกรรมได้อย่างอิสระ และมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม					
12	บรรยากาศของการเรียนทำให้นักเรียนมีความรับผิดชอบต่อตนเองและกลุ่ม					
13	ใช้สื่อและเทคโนโลยีที่ทันสมัยหลากหลาย เหมาะสม ประกอบการสอน และใช้วิธีการสอนหลาย ๆ แบบ ไม่ซ้ำซาก					
14	จัดเตรียมแหล่งเรียนรู้ที่มีความหลากหลายและเหมาะสมกับเนื้อหา					
15	บรรยากาศในการเรียนรู้เป็นบรรยากาศที่อบอุ่น มีความเป็นกันเอง มีปฏิสัมพันธ์กันเองภายในกลุ่ม และภายในชั้นเรียน					
ด้านการวัดและประเมินผล						
16	การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์ และตัวชี้วัด					
17	การวัดและประเมินผลมีความหลากหลาย และเป็นไปตามสภาพจริง					
18	มีการประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม หรือการปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่มและในชั้นเรียน					
19	นักเรียนทราบพัฒนาการและผลการเรียนรู้ของตนเอง					
20	กิจกรรมการเรียนรู้หรือภาระงาน เหมาะสมกับการวัด ประเมินผล					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวฐิตาภา นามโคตร
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 27 เดือน กันยายน พ.ศ. 2541
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	478 หมู่ 18 ตำบลวาริชภูมิ อำเภวาริชภูมิ จังหวัดสกลนคร 47270
โทรศัพท์	096-961-3299
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2555	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมารีย์พิทักษ์สว่างแดนดิน อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร
พ.ศ. 2558	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร
พ.ศ. 2562	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
พ.ศ. 2566	ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาการสอน วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2563-2564	ตำแหน่งนักวิชาการเกษตร ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพาน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร