

การพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา
ความรู้ (5E) โดยบูรณาการSTEMศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

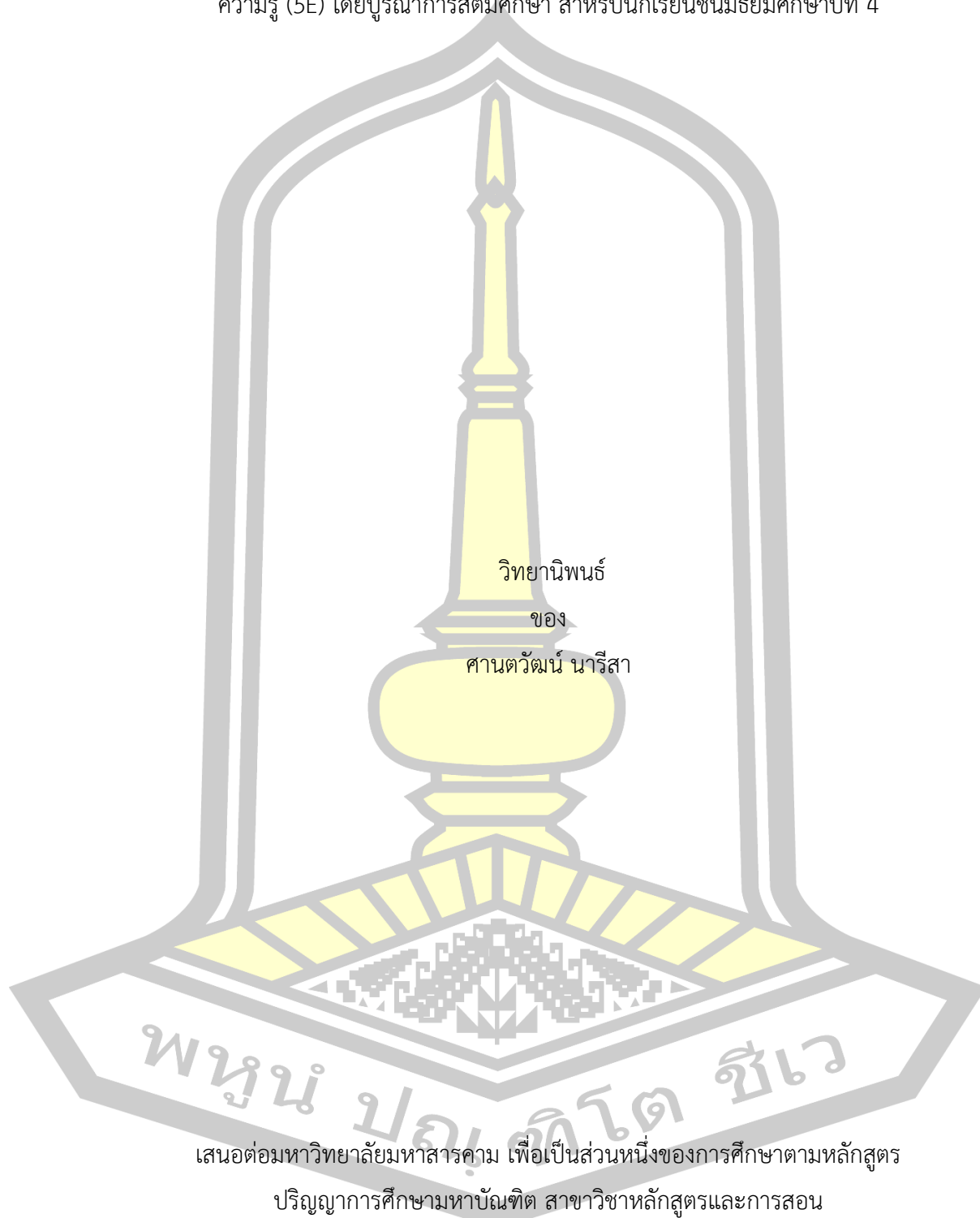
วิทยานิพนธ์
ของ
ศานตวัฒน์ นารีสำ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

พฤษภาคม 2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

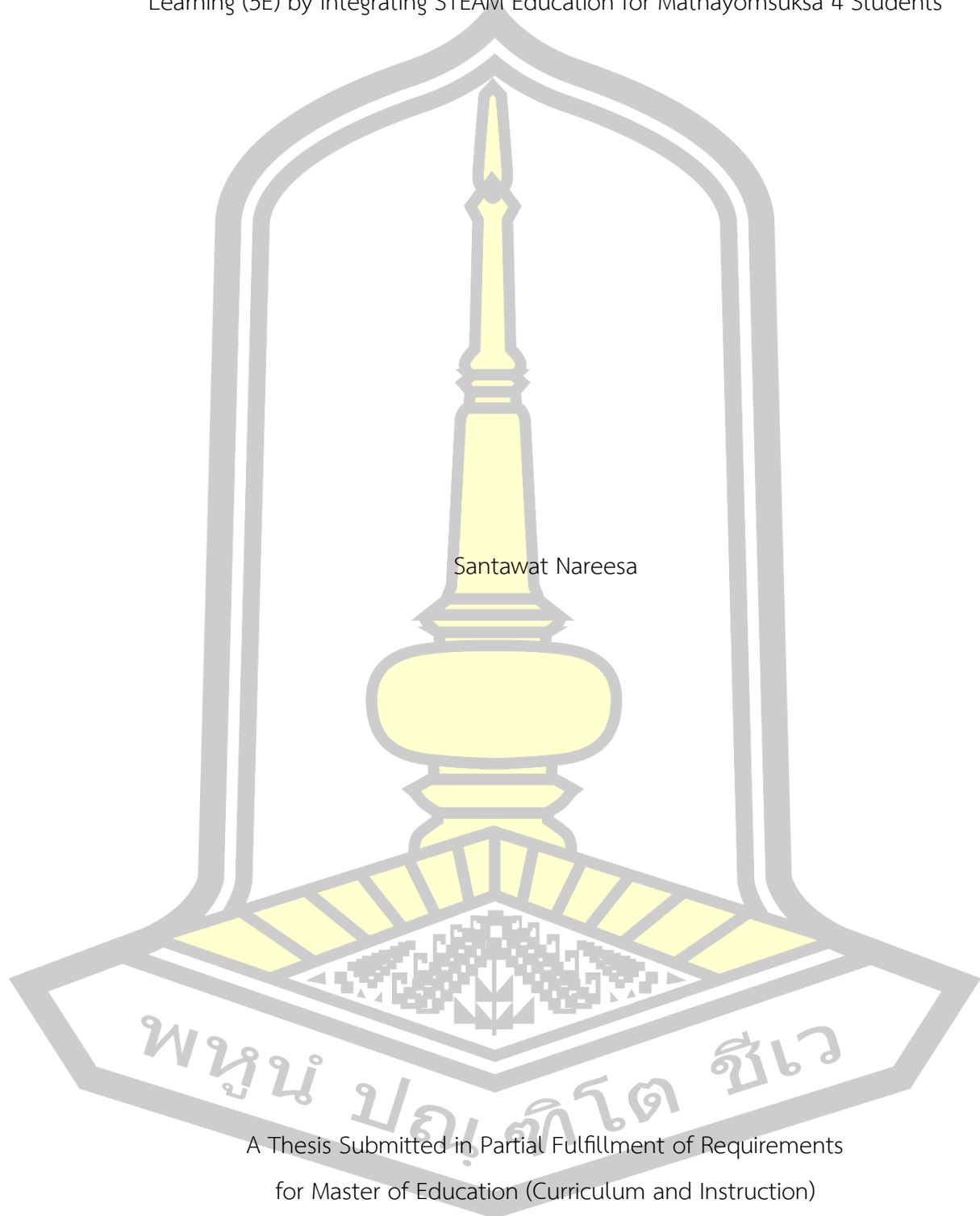
การพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา
ความรู้ (5E) โดยบูรณาการSTEMศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



พฤษภาคม 2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Development of Scientific Creative Thinking Abilities in Science with Inquiry-based
Learning (5E) by Integrating STEAM Education for Mathayomsuksa 4 Students



Santawat Nareesa

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Education (Curriculum and Instruction)

May 2024

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายศานตวัฒน์ นารีสาล้วน เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รศ. ดร. มนต์รี วงษ์สะพาน)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. วิทยา วรพันธุ์)

.....กรรมการ

(รศ. ดร. ประสาท เนืองเฉลิม)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. เนตรชนก จันทร์สว่าง)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. ขวลิต ชูคำแพง)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4		
ผู้วิจัย	ศานตวัฒน์ นาริสา		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิทยา วรพันธุ์		
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต	สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอน
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2567

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 2) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษาให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 38 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษา แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสัมภาษณ์วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ 1) การศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และมีนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 เพิ่มขึ้น และ 2) การศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และมีนักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 เพิ่มขึ้น

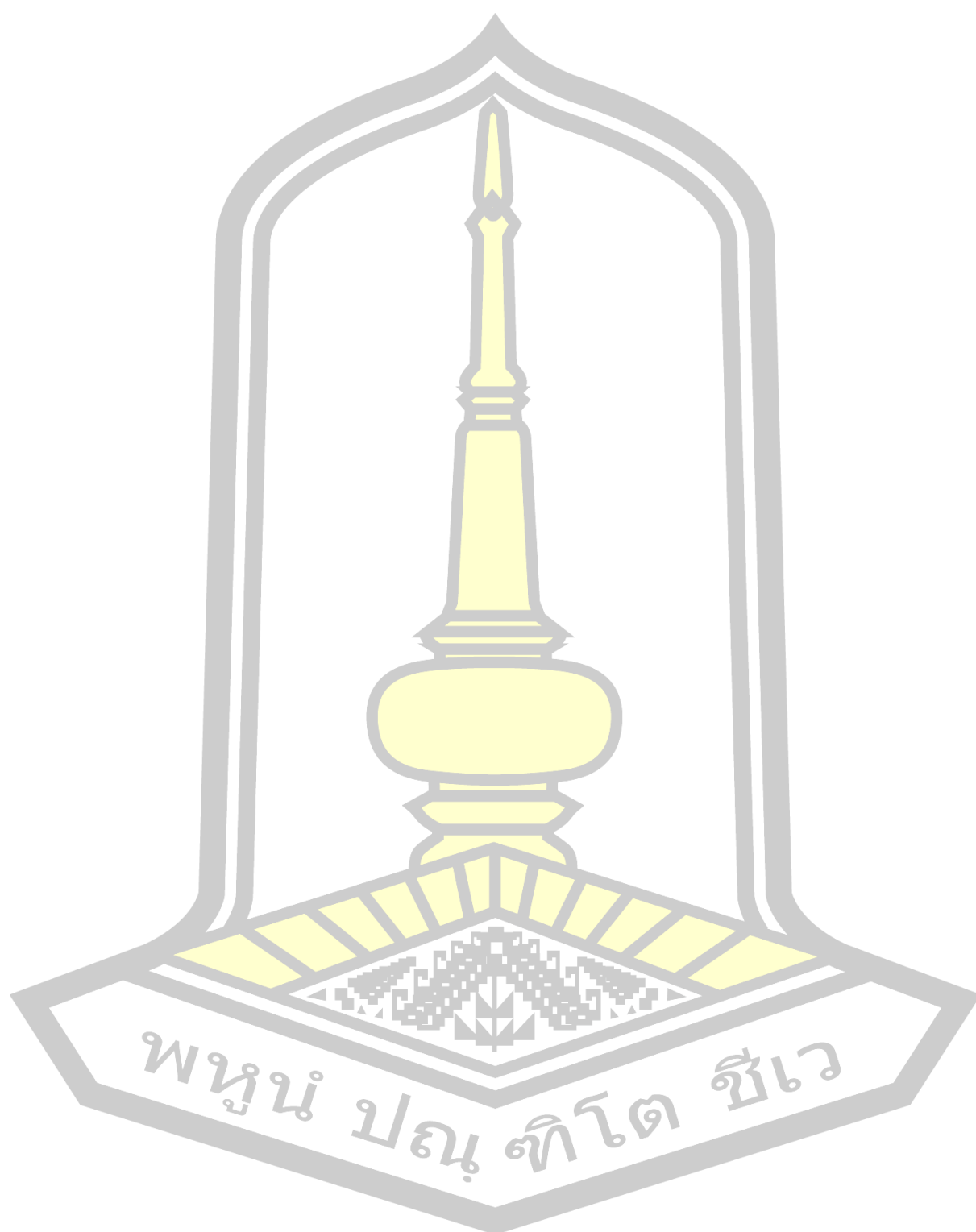
คำสำคัญ : สเต็มศึกษา, ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

TITLE	Development of Scientific Creative Thinking Abilities in Science with Inquiry-based Learning (5E) by Integrating STEAM Education for Mathayomsuksa 4 Students		
AUTHOR	Santawat Nareesa		
ADVISORS	Assistant Professor Wittaya Worapun , Ph.D.		
DEGREE	Master of Education	MAJOR	Curriculum and Instruction
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2024

ABSTRACT

The objectives of this research were, 1) to develop Scientific Creativity Thinking Ability with Inquiry-based Learning (5E) by Integrating STEAM education for Mathayomsuksa 4 students, the criteria must be passed at 70% and 2) to develop the academic achievement of Mathayomsuksa 4 students who receive Inquiry-based Learning (5E) by integrating STEAM education, passed the criteria of 70%. The target group in this study consisted of 38 Mathayomsuksa 4/7 students attending Maharakham University Demonstration School (Secondary). Research instruments were an Inquiry-based Learning management plan (5E) by Integrating STEAM studies, tests for measuring scientific creativity ability, Achievement tests, and interviews. The data were analyzed by percentage, mean, and standard deviation. The results of the research found that: 1) Study of the Development of Scientific Creativity Thinking Ability, The students have higher scores in scientific creativity and thinking ability, There was an increase in students whose scientific creativity and thinking ability scores passed the criteria of 70%. And 2) Study of academic achievement development, The students had higher academic achievement scores, There was an increase in students with academic achievement scores passing the 70% criteria.

Keyword : STEAM Education, Scientific Creativity Thinking, Learning Achievement



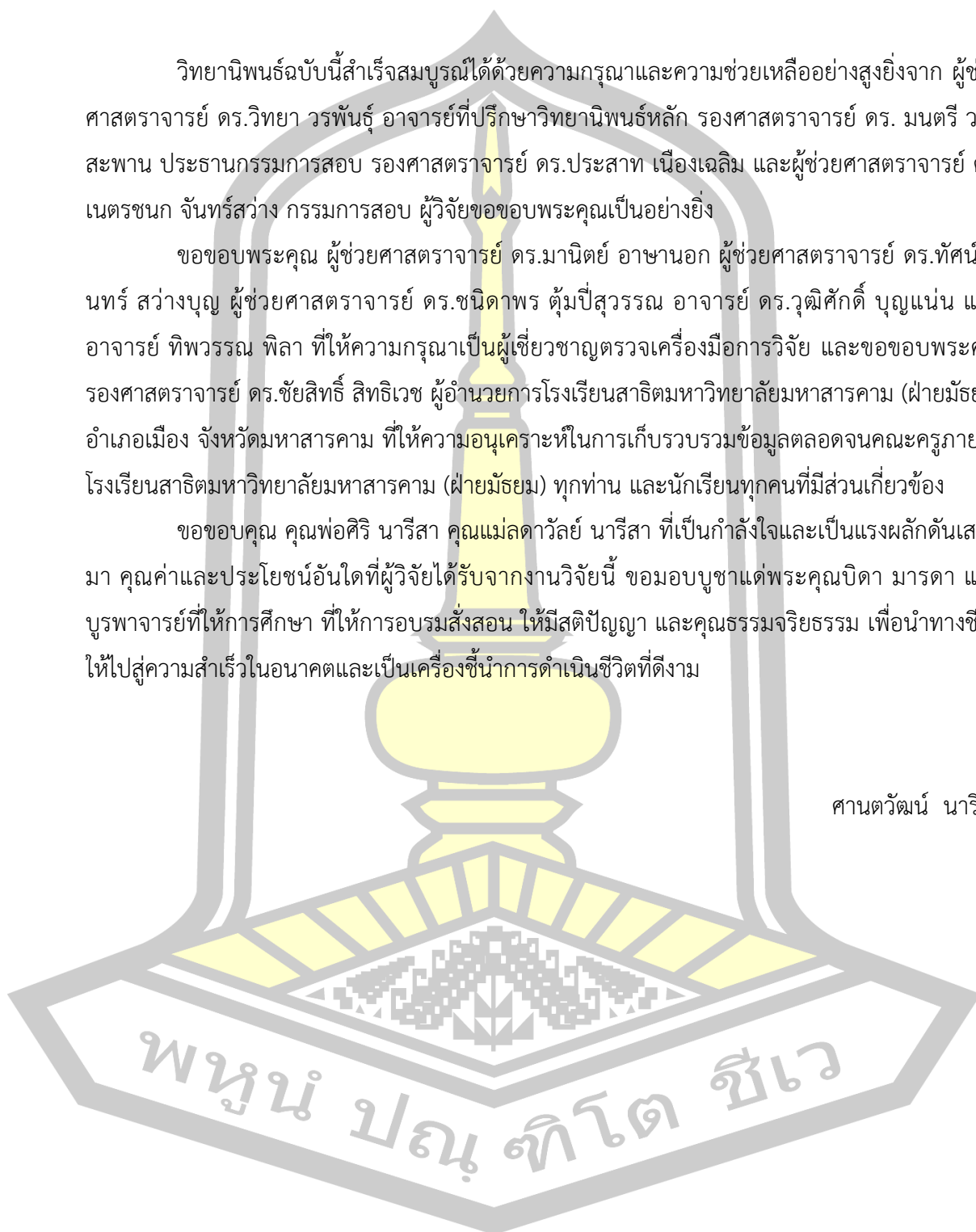
กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วรพันธุ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร. มนตรี วงษ์สะพาน ประธานกรรมการสอบ รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาธน์ เนิ่งเฉลิม และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เนตรชนก จันทร์สว่าง กรรมการสอบ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานิตย์ อาษานอก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนศิริ นทร์ สว่างบุญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิตาพร ตุ่มปีสุวรรณ อาจารย์ ดร.วุฒิสักดิ์ บุญแน่น และอาจารย์ ทิพวรรณ พิลา ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย และขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยสิทธิ์ สิทธิเวช ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลตลอดจนคณะครูภายในโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ทุกท่าน และนักเรียนทุกคนที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

ขอขอบคุณ คุณพ่อศิริ นารีส้า คุณแม่ลดาวัลย์ นารีส้า ที่เป็นกำลังใจและเป็นแรงผลักดันเสมอมา คุณค่าและประโยชน์อันใดที่ผู้วิจัยได้รับจากงานวิจัยนี้ ขอมอบบูชาแด่พระคุณบิดา มารดา และบูรพาจารย์ที่ให้การศึกษา ที่ให้การอบรมสั่งสอน ให้มีสติปัญญา และคุณธรรมจริยธรรม เพื่อนำทางชีวิตให้ไปสู่ความสำเร็จในอนาคตและเป็นเครื่องชี้นำการดำเนินชีวิตที่ดีงาม

ศานตวัฒน์ นารีส้า



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ซ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูปภาพ.....	ฐ
บทที่ 1	1
บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	5
ความสำคัญของการวิจัย	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
กรอบแนวคิดในการวิจัย	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
บทที่ 2	14
เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560).....	14
บริบทโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม).....	29
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E).....	42
การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ.....	48

สเต็มศึกษา (STEAM Education)	55
ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	64
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	74
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	79
บทที่ 3	87
วิธีดำเนินการวิจัย	87
กลุ่มเป้าหมาย	87
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	87
การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ	88
การเก็บรวบรวมข้อมูล	113
การวิเคราะห์ข้อมูล	117
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	117
บทที่ 4	119
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	119
บทที่ 5	147
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	147
บรรณานุกรม	161
ภาคผนวก	168
ภาคผนวก ก	169
ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาชีววิทยา	169
เรื่อง การรักษาสสมดุลร่างกาย ภูมิคุ้มกัน และระบบหมุนเวียนเลือด	169
แหล่งข้อมูลที่น่าสนใจ	182
แหล่งข้อมูลที่น่าสนใจ	197

ภาคผนวก ข.....	202
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	202
ภาคผนวก ค.....	214
แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.....	214
ภาคผนวก ง.....	219
แบบสัมภาษณ์การจัดกิจกรรมการพัฒนาศักยภาพในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.....	219
ภาคผนวก จ.....	221
การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ.....	221
ภาคผนวก ฉ.....	233
ตัวอย่างผลงานนักเรียน.....	233
ภาคผนวก ช.....	239
ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการSTEMศึกษา.....	239
ภาคผนวก ซ.....	242
รายนามผู้เชี่ยวชาญ หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ.....	242
และเอกสารการขออนุมัติให้ดำเนินการศึกษางานวิจัยในมนุษย์.....	242
ประวัติผู้เขียน.....	252

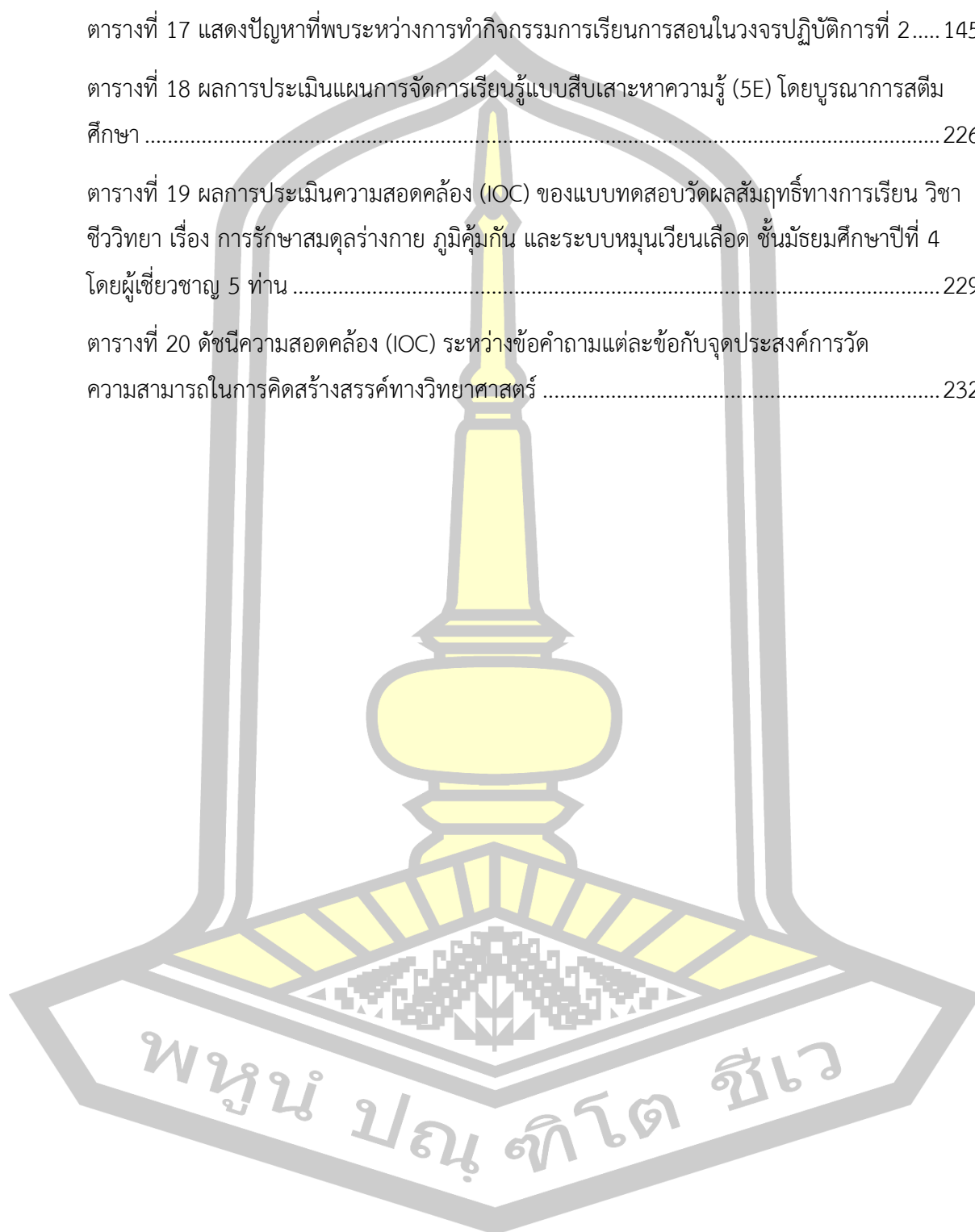


สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงคะแนนเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (O - NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 25563 – 2564 แบบจำแนกรายวิชา (เทียบระดับจังหวัด).....	36
ตารางที่ 2 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง พันธุศาสตร์ (Genetics) ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7	36
ตารางที่ 3 แสดงคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4/7.....	39
ตารางที่ 4 แสดงบทบาทของครูผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E).....	46
ตารางที่ 5 แสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรม และบทบาทของครูกับนักเรียน.....	63
ตารางที่ 6 แสดงโครงสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.....	67
ตารางที่ 7 แสดงคะแนนเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.....	73
ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมวิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาสสมดุลร่างกาย ระบบภูมิคุ้มกัน และระบบหมุนเวียนเลือด	88
ตารางที่ 9 แสดงเกณฑ์การพิจารณาคะแนนความสามารถคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.....	103
ตารางที่ 10 แสดงจำนวนข้อสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ต้องการให้สอดคล้องกับ เนื้อหา และจุดประสงค์เรียนรู้ในการสอน	107
ตารางที่ 11 กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ	116
ตารางที่ 12 แสดงคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แบบรายด้านของวงจร ปฏิบัติการที่ 1	122
ตารางที่ 13 แสดงปัญหา และแนวทางการแก้ไขปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 1.....	125
ตารางที่ 14 แสดงคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์รายด้านของวงจร ปฏิบัติการที่ 2	129
ตารางที่ 15 แสดงปัญหา และแนวทางการแก้ไขปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 2.....	133

ตารางที่ 16 แสดงปัญหาที่พบระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนการสอนในวงจรปฏิบัติการที่ 1.....	139
ตารางที่ 17 แสดงปัญหาที่พบระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนการสอนในวงจรปฏิบัติการที่ 2.....	145
ตารางที่ 18 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษา	226
ตารางที่ 19 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาสมดุลร่างกาย ภูมิคุ้มกัน และระบบหมุนเวียนเลือด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน	229
ตารางที่ 20 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์การวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	232



สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย	7
ภาพที่ 2 พิธีเปิดแสดงองค์รวมของ STEAM Education	60
ภาพที่ 3 แสดงพัฒนาการของนักเรียนในการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ของวงจรปฏิบัติการที่ 1	121
ภาพที่ 4 แสดงพัฒนาการของนักเรียนในการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ของวงจรปฏิบัติการที่ 2	128
ภาพที่ 5 แสดงพัฒนาการของนักเรียนในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ	135
ภาพที่ 6 แสดงพัฒนาการของนักเรียนในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ	142
ภาพที่ 7 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย	234
ภาพที่ 8 ตัวอย่างการจัดกิจกรรมสร้างชิ้นงาน หรือนวัตกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ของนักเรียน กลุ่มเป้าหมาย	240
ภาพที่ 9 ตัวอย่างการจัดกิจกรรมสร้างชิ้นงาน หรือนวัตกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ของนักเรียน กลุ่มเป้าหมาย	241
ภาพที่ 10 หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญของ ผศ.ดร.มานิตย์ อาษานอก	245
ภาพที่ 11 หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญของ ผศ.ดร.ทัศนศิริรินทร์ สว่างบุญ	246
ภาพที่ 12 หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญของ ผศ.ดร.ชนิตาพร ตุ่มปีสุวรรณ์	247
ภาพที่ 13 หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญของ อาจารย์ ดร.วุฒิสักดิ์ บุญแน่น	248
ภาพที่ 14 หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญของ อาจารย์ ทิพวรรณ พิลา	249
ภาพที่ 15 เอกสารการขออนุมัติให้ดำเนินการศึกษางานวิจัยในมนุษย์ (ฉบับภาษาไทย)	250
ภาพที่ 16 เอกสารการขออนุมัติให้ดำเนินการศึกษางานวิจัยในมนุษย์ (ฉบับภาษาอังกฤษ)	251

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ผ่านมาได้มีการสั่งสม และมีการถ่ายทอดผ่านกระบวนการเรียนรู้ ที่มุ่งเน้นในการพัฒนาให้ผู้เรียนเก่ง เรียนรู้อย่างรอบด้าน ซึ่งการเรียนรู้ในทางวิทยาศาสตร์เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นอย่างมากในช่วงต้นศตวรรษที่ 21 เนื่องด้วยบริบทของปัจจัยที่มีการสนับสนุนการเรียนรู้ให้เข้าสู่การเปลี่ยนแปลงทางสังคมออนไลน์ และโลกแห่งความรู้ที่ไร้ซึ่งพรมแดน ธรรมชาติการเรียนรู้จึงมีการเปลี่ยนแปลงไปภายใต้เงื่อนไขของเวลาที่มีอยู่อย่างจำกัดมากขึ้น การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 จึงเป็นการเรียนรู้ที่เท่าทันการเปลี่ยนแปลง ทำให้มีการปรับเปลี่ยนผู้เรียนให้รู้จักปรับตัวในการแสวงหาความรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยทักษะที่มีความจำเป็นมากขึ้น (ประสาธน์ เจริญเฉลิม, 2558) และการพัฒนาศักยภาพ ชีตของความสามารถในด้านต่าง ๆ ที่จะดำรงชีพได้อย่างมีความสุข รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลง รวมถึงสร้างสรรค์การพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน ซึ่งนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการในการพัฒนาเยาวชนของชาติเข้าสู่โลกยุคศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณธรรมรักความเป็นไทย มีทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ มีทักษะด้านเทคโนโลยี สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นในสังคมโลกได้อย่างสันติ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) โดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) ได้กล่าวว่า จากสภาพสังคม และเศรษฐกิจที่เปลี่ยนแปลง รวมถึงมีการพึ่งพา และใช้เทคโนโลยีมากขึ้นทั้งในชีวิตประจำวัน และการศึกษา ประกอบกับรายงานผลการจัดอันดับความสามารถในการแข่งขันของประเทศใน World Economic Forum (WEF) - The Global Competitiveness Report 2012 - 2013 ได้จัดอันดับการศึกษา โดยประเทศไทยอยู่ในลำดับที่ 8 ในกลุ่มอาเซียนจึงถือว่ามีความต่ำสุด และผลสอบ PISA (การรู้เรื่องการอ่าน การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์) ที่ผ่านมามีประเทศไทยก็มีความต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD สาเหตุสำคัญหนึ่ง คือ นักเรียนไทยขาดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา ขาดทักษะการอ่าน เขียน เน้นแต่การท่องจำเนื้อหา ข้อสอบ รวมทั้งกระบวนการจัดการเรียนรู้เดิมยังยึดติดอยู่กับเนื้อหา ไม่ได้มุ่งเน้นที่การพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียน โดยเฉพาะสมรรถนะหลักที่สำคัญต่อการดำรงชีวิต การทำงาน และการเรียนรู้ จึงเป็นที่มาที่ทำให้หลักสูตรในปัจจุบันนี้ปรับเปลี่ยนจากหลักสูตรที่เน้นเนื้อหา (Content-Based) ไปเป็นหลักสูตรที่เป็นฐานสมรรถนะ (Competency-Based) โดยมุ่งเน้นการพัฒนาเยาวชนโดยเฉพาะในระดับการศึกษา

ขั้นพื้นฐาน ซึ่งถือว่าเป็นกำลังสำคัญของประเทศในอนาคตให้มีทักษะที่จำเป็นของโลกศตวรรษที่ 21 และได้รับการเติมเต็มศักยภาพในทุกช่วงวัย มีสมรรถนะที่จำเป็นสำหรับโลกยุคใหม่ สามารถเข้าถึงการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิตดีขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2566) ซึ่งการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีความจำเป็นจะต้องพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ (creative thinking) ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของการคิดขั้นสูง โดยเป็นความคิดที่เกิดจากการทำงานของสมอง มีกระบวนการที่ซับซ้อน ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นกระบวนการอิสระที่ทำให้ค้นพบวิธีในการแก้ไขปัญหา กฎเกณฑ์ใหม่ ตลอดจนสิ่งใหม่ ๆ หรือแนวทางใหม่ด้วยการใช้สติปัญญาของมนุษย์ และลักษณะพิเศษของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ คือ มีเป้าหมายอยู่ที่การตอบสนองความอยากรู้ อยากเห็น ซึ่งเป็นพื้นฐานธรรมชาติของมนุษย์ (วนิช สุธารัตน์, 2547) ผสมผสานกับการใช้จินตนาการในการสร้างสรรค์นวัตกรรมที่มีประโยชน์ต่อสังคมโลก จึงทำให้มวลมนุษยามีนวัตกรรมต่าง ๆ ที่ใช้ในการอำนวยความสะดวกกันอยู่ในโลกปัจจุบัน (วิจารณ์ พานิช, 2555) ซึ่งความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้อย่างซับซ้อน กว้างไกล หลายทิศทาง เรียกว่า คิดนอกกรอบ ซึ่งประกอบด้วยความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดละออ (Guilford, 1967) และการพัฒนากำลังคนให้มีความพร้อมสำหรับการเปลี่ยนแปลงของโลกจึงมีส่วนสำคัญมากในการพัฒนาประเทศ และการคิดค้นนวัตกรรมมีก็ส่วนสำคัญในการพัฒนา หรือการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ดังนั้นแล้วการส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนสามารถเอาความคิดนั้นไปต่อยอดเป็นนวัตกรรมที่จะช่วยแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้ เพราะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีการใช้วิธีการหรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาเป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหา แต่สภาพปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ยังขาดการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียน ผู้วิจัยจึงมองเห็นความจำเป็นในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนขึ้นมา (นัฐยา ทองจันทร์, 2558) โดยมีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษา ที่เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้อีกรูปแบบหนึ่งที่ถูกพัฒนาต่อยอดมาจากแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อให้เป็นนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี สำหรับการศึกษาในยุคโลกาภิวัตน์ และรองรับการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของประเทศอย่างเหมาะสมตามศักยภาพ และความถนัด (สำนักงานรัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ (รมว.ศธ.), 2558) ซึ่งมีการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ระหว่าง 5 ศาสตร์วิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์

และเพิ่ม A ที่มาจาก ศิลปะ (Art) เพื่อกระตุ้นการทำงานของสมองซีกขวา โดยการเพิ่มศิลปะเข้ามามีจะช่วยให้นักเรียนได้เกิดการถ่ายทอดจินตนาการ ออกแบบ และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ (Yakman & Lee, 2012) ซึ่งรายวิชาทั้ง 5 สามารถเชื่อมโยง และสนับสนุนซึ่งกันได้ และเนื้อหาในแต่ละวิชาที่นำมาบูรณาการไม่จำเป็นต้องมีสัดส่วนเท่ากัน อาจจะมีการเน้นเรื่องใดเรื่องหนึ่ง และบูรณาการวิชาอื่นไปพร้อม ๆ กัน (มีสยา บัวผัน, 2563) สติมศึกษาจึงเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นการท่องจำ แต่จะเน้นให้ผู้เรียนได้รู้จักการคิด และให้ความสำคัญกับการนำความรู้ และนำประสบการณ์ที่เกิดจากการเรียนรู้ไปใช้แก้ไขปัญหา เพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ ความคิดสร้างสรรค์ เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพ (โอปอ กลีบสกุล, 2562)

จากการเรียนการสอนในห้องเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ที่ผู้วิจัยได้เข้าไปดำเนินการฝึกประสบการณ์วิชาชีพนั้น ได้เล็งเห็นถึงปัญหาของนักเรียนที่ไม่ค่อยให้ความสนใจในการเรียนวิชาชีววิทยา ไม่กล้าแสดงออกทางความคิด ไม่คิดแก้ไขปัญหา เช่น นักเรียนไม่ตอบคำถามระหว่างที่ทำการเรียนการสอน แม้จะเป็นคำถามที่ง่าย หรือไม่สามารทำให้เหตุผลในสิ่งที่ตนเองตอบได้ และขาดความคิดสร้างสรรค์ในการทำงาน จากปัญหาดังกล่าวส่งผลให้นักเรียนเกิดปัญหาทางการเรียน เมื่อนักเรียนไม่คิดตามระหว่างที่ครูผู้สอนกำลังดำเนินสอน นักเรียนก็จะไม่สามารถแก้ไขปัญหา หรือตอบปัญหาระหว่างที่เรียนได้ นักเรียนไม่แสดงออกทางความคิด ไม่ถามครูผู้สอนระหว่างที่สงสัยในคาบเรียน ส่งผลให้นักเรียนขาดความกล้าแสดงออกทางความคิดสร้างสรรค์ในการคิด และยังทำให้บรรยากาศของการเรียนรู้ในห้องเรียนขาดหายไป จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ดังที่กล่าวมา แสดงให้เห็นถึงปัญหาทางด้านความคิดของนักเรียนที่ขาดความกล้าคิด กล้าแสดงออกทางความคิด และขาดความคิดสร้างสรรค์ในการคิด เพื่อยืนยันสมมติฐาน จึงได้ทดสอบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ นำไปดำเนินการทดสอบกับนักเรียน ผลปรากฏว่านักเรียนที่ทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีเกณฑ์อยู่ในระดับ ควรปรับปรุงเป็นจำนวน 27 คน พอใช้ 7 คน และดี 4 คน ซึ่งแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน คือ 1. ความคิดคล่อง (fluency) 2. ความคิดยืดหยุ่น (flexibility) และ 3. ความคิดริเริ่ม (originality) โดยนักเรียนต้องใช้ความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้

ในการตอบคำถาม ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที (จิตยา คำควร, 2558) นอกจากนี้นักเรียนส่วนใหญ่ยังมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ต่ำ ซึ่งทราบจากการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในรายวิชาชีววิทยาภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 เรื่อง พันธุศาสตร์ (Genetics) ผลปรากฏว่านักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 92.11 และมีนักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.90 และจากการศึกษาข้อมูลผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O - Net) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ปีการศึกษา 2563 และ 2564 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ผลปรากฏว่า มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 31.09 และ 27.85 ตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2563, 2564) ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งสองปีมีคะแนนเฉลี่ยลดลง

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาชีววิทยา และการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ซึ่งเป็นการออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการSTEMศึกษา และเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน สร้างความตระหนักถึงคุณค่าของศักยภาพผู้เรียนด้านความแตกต่างระหว่างบุคคล ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างเต็มความสามารถ ส่งผลต่อผู้เรียนทั้งในปัจจุบัน และในอนาคต เมื่อผู้เรียนซึ่งเป็นผลผลิตทางการศึกษาที่มีคุณภาพก็จะสามารถส่งผลดีต่อสังคม และประเทศชาติได้ดียิ่งขึ้นด้วย และเพื่อแก้ไขปัญหาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ให้นักเรียนมีพัฒนาการของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ดียิ่งขึ้น กล้าแสดงออกทางความคิดผ่านการออกแบบ การสร้างนวัตกรรม และการนำเสนอผลงาน และให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ดียิ่งขึ้น เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับการนำไปพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และกลุ่มสาระอื่น ๆ ให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษาให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

ความสำคัญของการวิจัย

1. ทำให้ได้แนวทางสำหรับครูผู้สอนในการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษา
2. ทำให้นักเรียนได้รับการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น
3. ทำให้สถานศึกษาได้แนวทางในการนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษาเข้ามาปรับปรุงหลักสูตรให้ดีขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้อง จำนวนนักเรียนทั้งหมด 38 คน โดยเลือกแบบเจาะจง

2. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

นวัตกรรมที่ใช้ในการวิจัย : การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษาในการวิจัย : ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. ระยะเวลา

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ระยะเวลาในการวิจัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

4. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา

วิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาสสมดุลร่างกาย ระบบภูมิคุ้มกัน และระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2565) โดยมีทั้งสิ้น 2 วงจรปฏิบัติการ ได้แก่

4.1 วงจรปฏิบัติการที่ 1 แบ่งออกเป็น 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง หัวใจ

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง หลอดเลือด

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง เลือด

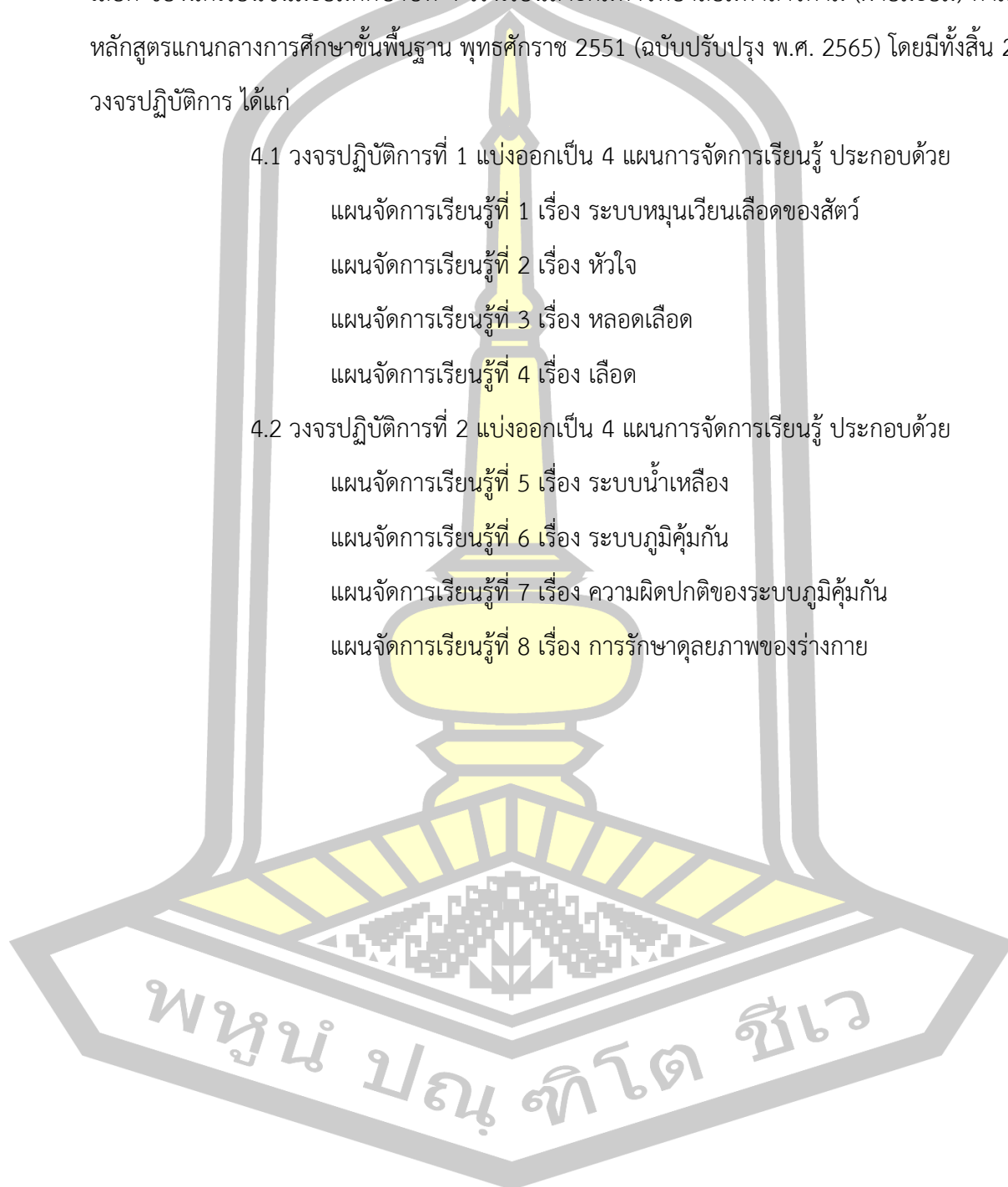
4.2 วงจรปฏิบัติการที่ 2 แบ่งออกเป็น 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ระบบน้ำเหลือง

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกาย



กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เขียนกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการSTEMศึกษา มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) : การกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย และสร้างประเด็นที่จะศึกษา ผ่านการตั้งคำถาม หรือกิจกรรมการเรียนรู้
2. ขั้นสำรวจ และค้นหา (Exploration) : การจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ และศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science: S) ในสถานการณ์ปัญหา
3. ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation) : วิเคราะห์ข้อมูล สืบค้นข้อมูล และแก้ไขปัญหาด้วยการใช้เทคโนโลยี (Technology: T) จนสามารถอธิบายองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นได้
4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) : การขยายความรู้ที่เกิดขึ้น แต่งเติมความรู้ให้สมบูรณ์ นำความรู้ทั้ง 5 ด้าน (STEAM Education) มาสร้างสรรค์นวัตกรรม เพื่อแก้ไขปัญหา
5. ขั้นประเมินผล (Evaluation) : ประเมินการเรียนรู้โดยการลงข้อสรุปความรู้ที่เกิดขึ้นจากการอภิปราย ความเข้าใจเนื้อหา สรุปผลการทำกิจกรรม และเฉลยปัญหาท้ายกิจกรรม

ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีองค์ประกอบ 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านคุณสมบัติ : ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม
2. ด้านกระบวนการ : การคิดอย่างมีเหตุผล และจินตนาการ
3. ด้านผลิตภัณฑ์ : ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ ความเข้าใจในปรากฏการณ์ และการตั้งปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาชีววิทยา

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) หมายถึง กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนที่สนับสนุนให้ผู้เรียนสร้างความรู้จากการสำรวจ และสืบค้นข้อมูล เพื่อหาความรู้ที่ผู้เรียน สนใจด้วยตนเอง โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หรือสถานการณ์ การเรียนที่ครูผู้สอนจะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย และสร้างประเด็นที่จะศึกษาด้วยผู้เรียน โดยใช้คำถาม หรือโจทย์ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ และค้นหา (Exploration) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หรือสถานการณ์ การเรียนที่ให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ร่วมกันเป็นกลุ่มในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยในขั้นนี้ครูผู้สอนมี หน้าที่ในการส่งเสริม ให้คำปรึกษา และให้ความช่วยเหลือ เพื่อให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่าง เรียบร้อย

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หรือ สถานการณ์การเรียนที่ให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ร่วมกันในชั้นเรียน มีการวิเคราะห์ข้อมูล อภิปรายข้อมูลตามประเด็น และทฤษฎีที่ได้ทำการศึกษา เพื่อหาองค์ความรู้ที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หรือสถานการณ์การ เรียนที่ให้ผู้เรียนได้ขยายความรู้ที่เกิดขึ้น แต่งเติมความรู้ให้เกิดความสมบูรณ์ โดยการอธิบาย ยกตัวอย่าง อภิปราย ซักถาม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และมีการเชื่อมโยงความรู้ทั้งเก่าและใหม่ จนสามารถ นำความรู้ที่เกิดขึ้นไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หรือสถานการณ์การ เรียนที่ให้ผู้เรียนได้ประเมินการเรียนรู้ของตนเองโดยการลงข้อสรุปความรู้ที่เกิดขึ้นจากการอภิปราย ซึ่งในขั้นนี้ครูผู้สอนจะดำเนินการประเมินกระบวนการสร้างองค์ความรู้ใหม่ของผู้เรียน เพื่อปรับปรุง และพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีการเรียนรู้ที่ยั่งยืน

2. สติมศึกษา (STEAM Education) หมายถึง การนำศาสตร์ทั้ง 5 มาบูรณาการในการเรียนรู้ เข้าด้วยกัน ได้แก่ S หมายถึง Science หรือวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ ความจริงที่มีอยู่ในธรรมชาติ รอบตัว ทั้งสิ่งมีชีวิต และไม่มีชีวิต สมบัติของสาร การจำแนกชนิดของส่วนประกอบ ประโยชน์ของ สมบัติที่นำมาประกอบเป็นของเล่น ของใช้ การทดลอง การพิสูจน์ เป็นการเรียนรู้เพื่อหาความจริง และนำไปใช้ T หมายถึง Technology หรือเทคโนโลยี/เทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นการนำสิ่งที่อยู่

รอบตัวมาใช้ประโยชน์ เช่น ความรู้ ความคิด เทคนิค กระบวนการ การสืบค้นข้อมูล เพื่อสร้างสรรค์ พัฒนา หรือแก้ไขปัญหาในการทำงาน และในชีวิตประจำวัน E หมายถึง Engineering หรือ วิศวกรรมศาสตร์ เป็นการออกแบบ แก้ไขปัญหา และสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ด้วยหลักการทาง คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ เพื่อแก้ไขปัญหา และอำนวยความสะดวกให้กับมนุษย์ A หมายถึง Arts หรือศิลปะศาสตร์/ศิลปกรรมศาสตร์ เป็นการใช้ศิลปะด้านต่าง ๆ ทักษะศิลป์ การใช้ภาษาในการ สื่อสาร และการเขียน เพื่อช่วยให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ในการพัฒนา หรือแก้ไขปัญหาในการทำงาน และในชีวิตประจำวัน M หมายถึง Mathematic หรือคณิตศาสตร์ เป็นการใช้สูตรวิธีการในการ คำนวณ ปริมาณ รูปร่าง จำนวน ตัวเลข พื้นผิว เรขาคณิต โครงสร้าง เพื่อแก้ไขปัญหา และหาผลลัพธ์ โดยสเต็มศึกษาประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา (Problem Identification) คือ ขั้นนี้ครูผู้สอนจะกล่าวถึงสถานการณ์ ที่ปัญหาให้ผู้เรียนฟัง จากนั้นครูผู้สอนจะตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ มองเห็น ปัญหา และนำไปสู่การระบุปัญหา โดยให้นักเรียนทำความเข้าใจ และวิเคราะห์เงื่อนไข หรือข้อจำกัด ของสถานการณ์ปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การวางแผน ออกแบบ และสร้างสรรค์ชิ้นงาน หรือวิธีการในการ แก้ไขปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นรวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) คือ ผู้เรียนจะต้องทำการรวบรวมข้อมูล และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะศาสตร์ และคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ไขปัญหา มีความ เหมาะสมกับเงื่อนไข และขอบเขตของปัญหา แล้วจึงเลือกแนวคิด หรือวิธีการที่มีความเหมาะสมที่สุด มาดำเนินการประเมินความเป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นออกแบบวิธีการแก้ไขปัญา (Solution Design) คือ ขั้นหลังจากที่ทำการเลือก แนวคิดที่มีความเหมาะสมในการแก้ไขปัญหา ผู้เรียนจะต้องวางแผน และประยุกต์ใช้ข้อมูลใน การศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงาน หรือวิธีการในการแก้ไขปัญหา และอาศัยความรู้ ทางด้านศิลปะมาช่วยในการออกแบบอย่างสร้างสรรค์ และสวยงาม โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัด และเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด นักเรียนจะต้องวางแผนเขียนแบบ เพื่อพัฒนาต้นแบบของ ผลผลิตในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ไขปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นวางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) คือ ขั้นที่ผู้เรียนต้องร่วมกันวางแผน และดำเนินการสร้างสรรค์ชิ้นงาน หรือนวัตกรรมตามการออกแบบจากชั้นออกแบบวิธีการแก้ไขปัญา โดยมีครูผู้สอนคอยช่วยเหลือ

ขั้นที่ 5 นำเสนอผลลัพธ์ (Present The Solution) คือ หลังจากการพัฒนาปรับปรุง และการประเมินวิธีการแก้ไขปัญา หรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้เรียนจะต้องดำเนินการนำเสนอผลลัพธ์นั้นหน้าชั้นเรียน โดยผู้เรียนจะต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจได้ง่าย และน่าสนใจ

3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการstimuliศึกษา หมายถึง กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่สนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการสร้างความรู้จากการสำรวจ และสืบค้นหาความรู้ที่ผู้เรียนมีความสนใจด้วยตนเอง โดยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะบูรณาการstimuliศึกษาเข้าไประหว่างการเรียนการสอน ซึ่งมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย และสร้างประเด็นที่จะศึกษา โดยครูผู้สอนจะให้ประเด็นในการศึกษาในช่วงเรียน ผ่านการตั้งคำถาม หรือกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ และค้นหา (Exploration) เป็นขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหาที่ครูผู้สอนกำหนดให้ โดยการให้ผู้เรียนดำเนินการสืบค้นข้อมูลหาความรู้ เพื่อแก้ไขปัญาในกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science: S) ในสถานการณ์ปัญาร่วมกับครูผู้สอน

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่มีการวิเคราะห์ข้อมูล และอภิปรายตามประเด็นที่ทำการศึกษา เพื่อหาองค์ความรู้ที่เกิดขึ้น ซึ่งในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องสามารถดำเนินการแก้ไขปัญา โดยผู้เรียนจะศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science: S) ร่วมกับครูผู้สอนสืบค้นข้อมูล และแก้ปัญาด้วยการใช้เทคโนโลยี (Technology: T) จนสามารถอธิบายองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นได้

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หรือสถานการณ์การเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ขยายความรู้ที่เกิดขึ้น แต่งเติมความรู้ให้เกิดความสมบูรณ์ โดยการอธิบายยกตัวอย่าง อภิปราย ซักถาม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และมีการเชื่อมโยงความรู้ทั้งเก่าและใหม่ จนสามารถนำความรู้ที่เกิดขึ้นไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ซึ่งในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้อง

ดำเนินการศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science: S) ร่วมกับครูผู้สอน สืบค้นข้อมูล และแก้ไขปัญหา โดยใช้เทคโนโลยี (Technology: T) ที่เหมาะสม ตลอดจนผู้เรียนสามารถนำความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์ (Engineer: E) ศิลปะศาสตร์ (Art: A) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) เข้ามาช่วยในการแก้ไขปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้เรียนจะต้องสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยบูรณาการสติมศึกษาเข้ามาใช้ นำความรู้ทั้งห้าด้านมาสร้างสรรค์นวัตกรรม เพื่อแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ที่ครูผู้สอนกำหนดให้ โดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ตรวจสอบชิ้นงานที่สร้าง และสรุปผลการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) ในขั้นนี้เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หรือสถานการณ์การเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ประเมินการเรียนรู้ของตนเองโดยการลงข้อสรุปความรู้ที่เกิดขึ้นจากการอภิปราย ซึ่งในขั้นนี้ครูผู้สอนจะดำเนินการประเมินกระบวนการสร้างองค์ความรู้ใหม่ของผู้เรียน เพื่อปรับปรุง และพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีการเรียนรู้ที่ยั่งยืน ซึ่งในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องตรวจสอบความเข้าใจเนื้อหาวิชาชีววิทยาจากการสรุปผลการทำกิจกรรมการเรียนรู้ และการเฉลยปัญหาท้ายกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับครูผู้สอน

4. ความสามารถของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การคิดที่มีความแปลกใหม่ มีกระบวนการคิดแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ และมีขั้นตอนในการคิด มีการตั้งคำถามเกี่ยวกับปัญหา และสามารถคิดหาวิธีแก้ไขปัญหาได้หลากหลายวิธี มีการคิดหาเหตุผลในการเลือกวิธีการแก้ไขปัญหาอย่างเหมาะสมกับปัญหาที่เกิดขึ้น โดยยึดหลักความเป็นไปได้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์รวมถึงจินตนาการในการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ แนวคิดใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ที่อิงอยู่บนหลักความเป็นไปได้ ซึ่งในการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทำการศึกษาที่ใช้แบบทดสอบการวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยความคิดสร้างสรรค์ประกอบไปด้วย 3 ด้าน คือ

1) ด้านคุณสมบัติ เป็นความคิดของบุคคลที่ไวต่อการแก้ไขปัญหา ไวต่อการแยกแยะสิ่งต่าง ๆ และมีความคิดแก้ไขปัญหาได้หลากหลาย โดยจะมีความสามารถของความคิดสร้างสรรค์ที่แตกต่างกันอย่างไม่มีขีดจำกัด ประกอบไปด้วย

ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) คือ ความสามารถในการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีปริมาณการตอบสนองได้มากในเวลาจำกัด

ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) คือ ความสามารถในการคิดได้หลายทิศทาง เป็นลักษณะในการคิดหลากหลายมุมมอง มองเห็นปัญหาหลายแบบอย่างรอบด้าน

ความคิดริเริ่ม (Originality) คือ ความสามารถในการคิดสิ่งแปลกใหม่ มีความน่าสนใจ และมีความหมายโดยไม่ซ้ำแบบเดิม

2) ด้านกระบวนการ เป็นการวัดกระบวนการคิด และการใช้จินตนาการ ประกอบไปด้วย

การคิดอย่างมีเหตุผล (Thinking) คือ การใช้เหตุผลประกอบการดำเนินการ
จินตนาการ (Imagination) คือ การคิดล่วงหน้า หรือเหตุการณ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น

3) ด้านผลิตภัณฑ์ เป็นการวัดเกี่ยวกับความรู้ หลักการ และทักษะทางวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วย

ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ (Product benefits) คือ การนำความรู้ หรือข้อมูลที่มีมาคิดหาวิธีการนำไปใช้ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์

การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างผลิตภัณฑ์ (Science knowledge) คือ การนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาให้เหตุผลประกอบในการสร้างผลิตภัณฑ์

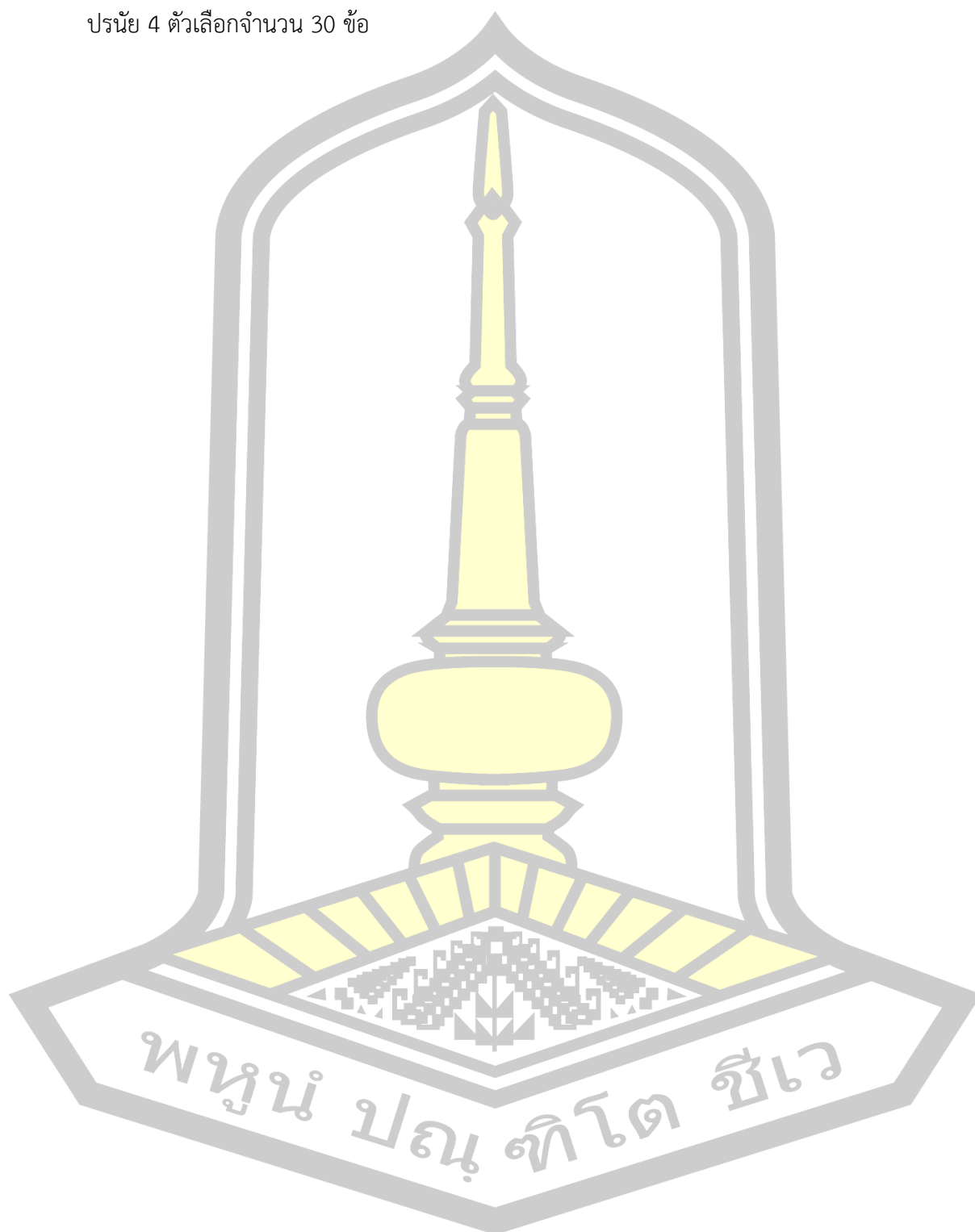
ความเข้าใจในปรากฏการณ์ (Science phenomena) คือ การเชื่อมโยงกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยอยู่บนพื้นฐาน และหลักการทางวิทยาศาสตร์

การตั้งปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (Science problem) คือ การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ โดยการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์มาประกอบการตั้งปัญหา

ซึ่งในแต่ละด้านของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จะต้องอยู่บนพื้นฐานของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ และจินตนาการในการแก้ไขปัญหา โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แบบอัตนัยในรูปแบบของสถานการณ์ เป็นคำถามปลายเปิดจำนวน 2 ชุด (วงรอบปฏิบัติการละ 1 ชุด) ชุดละ 2 ข้อ ประกอบด้วยองค์ประกอบที่ต้องการวัดทั้ง 3 ด้าน วัดตามองค์ประกอบย่อยในแต่ละด้านโดยใช้เวลาในการทำข้อสอบ 30 นาที และตรวจให้คะแนนโดยมีการใช้เกณฑ์การประเมินที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดจากกระบวนการเรียนรู้ หรือประสบการณ์ที่ได้รับมา ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านของทักษะ ความรู้ ความสามารถ และสามารถวัดได้โดยการแสดงออกจากตัวผู้เรียนเองในพฤติกรรมพุทธิพิสัย แบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่อง การรักษาสมดุร่างกาย ระบบภูมิคุ้มกัน และระบบหมุนเวียนเลือด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบ
ปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 30 ข้อ



บทที่ 2

เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)
2. บริบทของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม)
3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)
4. การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
5. สเต็มศึกษา (STEAM Education)
6. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 8.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

1.1 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) กล่าวถึง การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุดเพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการ และความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางเทคโนโลยี

4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีมนุษย และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพล และผลกระทบซึ่งกัน และกัน

5. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม และการดำรงชีวิต

6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิด และจินตนาการ ความสามารถในการแก้ไขปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

สรุปจากที่กล่าวมาได้ว่า กระทรวงศึกษาธิการ (2560) มีเป้าหมายที่สำคัญ คือ เพื่อให้เข้าใจถึงหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานวิชาวิทยาศาสตร์ เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติ และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทาง เทคโนโลยี เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีของมนุษย์ และ สภาพแวดล้อม และการมีผลกระทบซึ่งกันและกัน โดยนำความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม และการดำรงชีวิต พัฒนาการกระบวนการคิด และจินตนาการ ความสามารถในการแก้ไขปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการ ตัดสินใจ ให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

1.2 วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมีการมุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็น กำลังของชาติ ให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งทางด้านร่างกาย ด้านความรู้ และด้านคุณธรรม มี จิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และเป็นพลเมืองโลก มีการยึดมั่นในการปกครองตามระบอบ ประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้ และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่ จำเป็นต่อการประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นสำคัญที่อยู่บนพื้นฐาน ความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

1.3 หลักการ

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดมุ่งหมาย และมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งเป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็ก และเยาวชนให้มีความรู้ มีทักษะ มีเจตคติ และมีคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากลโลก
2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชนที่ประชาชนทุกคนสามารถมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาค และมีคุณภาพ
3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เอื้อต่อการกระจายอำนาจให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา ให้มีความสอดคล้องกับสภาพ และความต้องการของท้องถิ่น
4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลา และการจัดการเรียนรู้
5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีการมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์ได้

1.4 จุดมุ่งหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี เป็นผู้ที่มีความรู้ มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และการประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมาย เพื่อให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัย และปฏิบัติตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
2. มีความรู้อันเป็นสากล และมีความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ไขปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต
3. มีสุขภาพกาย และสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย
4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และพลเมืองโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิต และการปกครองระบอบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรม และภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์ และพัฒนา สิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์ และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคม อย่างมีความสุข

1.5 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมีการมุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตาม มาตรฐานการเรียนรู้ และเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับ และส่งสาร มีวัฒนธรรม ในการใช้ภาษาไทยถ่ายทอดความคิด มีความรู้ความเข้าใจ มีความรู้สึก และมีทัศนคติของตนเอง เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนของข้อมูลข่าวสาร และประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนา ตนเอง และสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัด และลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับ หรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผล และความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มี ประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเอง และสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดอย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้าง องค์ความรู้ หรือสารสนเทศ ในการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเอง และสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ไขปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ไขปัญหา และ อุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรม และข้อมูล สารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์ และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ การประยุกต์นำความรู้มาใช้ในการป้องกัน และแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ โดย คำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง ต่อสังคม และต่อสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ มาใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน มีการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง มีการทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล มีการจัดการกับปัญหา และความขัดแย้งต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม มีการปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคม และ สภาพแวดล้อม และมีการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเอง และผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีในด้านต่าง ๆ และกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเอง และสังคมในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ไขปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

1.6 สาระ และมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้มีการกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีสาระ และมาตรฐาน ดังนี้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหา และผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการแก้ไขปัญหา รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้า และออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์ และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการ และความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหลัก และธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลง และการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสาร และพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แรงแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งการปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ ที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบ และความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศ และภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้ และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจ และใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหา ทบใน ชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอน และเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

สรุปจากที่กล่าวมาได้ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กำหนดสาระสำคัญในการเรียนวิทยาศาสตร์ไว้ 4 กลุ่มสาระ คือ กลุ่มสาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ กลุ่มสาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ กลุ่มสาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ กลุ่มสาระที่ 4 เทคโนโลยี โดยทั้ง 4 กลุ่มสาระ เป็นหลักสูตรที่มีการมุ่งเน้นที่จะพัฒนาผู้เรียนให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งทางด้านร่างกาย ด้านความรู้ ด้านคุณธรรม และมีทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการศึกษา และการประกอบอาชีพในอนาคต ซึ่งมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองได้ เน้นให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะที่สำคัญ 5 ประการ รวมทั้งคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกันกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข และทั้ง 4 กลุ่มสาระ

มีความครอบคลุมองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี ดังนั้นผู้เรียนจึงสามารถนำความรู้นี้ไปใช้ในการดำรงชีวิต หรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ตนเองต้องใช้ได้

1.7 เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) กล่าวถึง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่มีการมุ่งเน้นในการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้า และสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ไขปัญหาที่มีความหลากหลาย ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ในทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย และให้มีความเหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตในการดำรงชีวิตของมนุษย์ และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ และการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

2. วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

3. วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงของลม ฟ้า อากาศ และผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

4. เทคโนโลยี

4.1 การออกแบบ และเทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้ และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ไขปัญหา หรือให้มีการพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

4.2 วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ การแก้ไขปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน และเป็นระบบ การประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารในการแก้ไขปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปจากที่กล่าวมาได้ว่า การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มีความมุ่งหวังให้นักเรียนได้มีการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ โดยมุ่งเน้นในการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะการค้นคว้า และสร้างองค์ความรู้ ซึ่งมีการใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ในทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริง มีความเหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ และเทคโนโลยี

1.8 คุณภาพของผู้เรียน

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดฯ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มีความคาดหวังคุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบช่วงชั้นที่ 4 (มัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6) โดยเมื่อผู้เรียนจบช่วงชั้นที่ 4 แล้วผู้เรียนควรจะสามารถ ดังนี้

1. เข้าใจการลำเลียงสารเข้าภายในเซลล์ และการลำเลียงสารออกจากเซลล์ กลไกการรักษาคุณภาพของมนุษย์ ภูมิคุ้มกันในร่างกายของมนุษย์ และความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน การใช้ประโยชน์จากสารต่าง ๆ ที่พืชสร้างขึ้น การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม การวิวัฒนาการที่ทำให้เกิดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ความสำคัญ และผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

2. เข้าใจความหลากหลายของไบโอมในเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ของโลก การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ปัญหา และผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการแก้ไขปัญหาในสิ่งแวดล้อม

3. เข้าใจชนิดของอนุภาคที่สำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างของอะตอม สมบัติบางประการของธาตุ การจัดเรียงตัวของธาตุในตารางธาตุ ชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว พันธะเคมี โครงสร้าง และสมบัติของพอลิเมอร์ การเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และการเขียนสมการเคมี

4. เข้าใจปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ ความสัมพันธ์ระหว่างแรง มวล และความเร่ง ผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่ในรูปแบบต่าง ๆ ของวัตถุ แรงโน้มถ่วง แรงแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็ก และกระแสไฟฟ้า และแรงภายในนิวเคลียส

5. เข้าใจพลังงานนิวเคลียร์ ความสัมพันธ์ระหว่างมวล และพลังงาน การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีด้านพลังงาน การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และ

การรวมคลื่น การได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง สึกกับการมองเห็นสี คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

6. เข้าใจการแบ่งชั้น และสมบัติของโครงสร้างโลก สาเหตุ และรูปแบบของการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเกิดลักษณะธรณีสัณฐาน สาเหตุของกระบวนการเกิดแผ่นดินไหว การเกิดภูเขาไฟระเบิด การเกิดสึนามิ ผลกระทบ แนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

7. เข้าใจผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศ แรงคอริโอลิสที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศ การหมุนเวียนของอากาศตามในเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ ความสัมพันธ์ของการหมุนเวียนของอากาศ และการหมุนเวียนของกระแสน้ำ ผิวน้ำในมหาสมุทร และผลต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก และแนวปฏิบัติเพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก รวมทั้งการแปลความหมายสัญลักษณ์ลม ฟ้า อากาศ ที่สำคัญการแปลผลจากแผนที่อากาศ และข้อมูลสารสนเทศ

8. เข้าใจการกำเนิด และการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาด อุณหภูมิของเอกภพ หลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง ประเภทของกาแล็กซี โครงสร้าง และองค์ประกอบของกาแล็กซี ทางช้างเผือก กระบวนการของการเกิด และการสร้างพลังงาน ปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์ และความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์ ความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์ การวิวัฒนาการ และการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติบางประการของดาวฤกษ์ กระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ ลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะ และผลที่มีต่อโลก รวมทั้งการสำรวจอวกาศ และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

9. ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลาย ๆ แหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง มีการตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

10. ตั้งคำถาม หรือกำหนดปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้ และความเข้าใจในทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถแสดงให้เห็นถึงการใช้ความคิดระดับสูงที่สำรวจ ตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุม และเชื่อถือได้ สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับ หรือสามารถคาดการณ์สิ่งที่จะพบ

เพื่อนำไปสู่การสำรวจ ตรวจสอบ ออกแบบวิธีการสำรวจ ตรวจสอบ ตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ได้
อย่างเหมาะสม มีหลักฐานเชิงประจักษ์ เลือกว่าชุดอุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการในการสำรวจ ตรวจสอบ
อย่างถูกต้องทั้งในเชิงปริมาณ และคุณภาพ และบันทึกผลการสำรวจ ตรวจสอบอย่างเป็นระบบ

11. วิเคราะห์แปลความหมายของข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุป
เพื่อทำการตรวจสอบกับสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงวิธีการสำรวจ ตรวจสอบ จัด
กระทำข้อมูล และนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่มีความ เหมาะสม สื่อสารแนวคิด ความรู้จากผลการ
สำรวจตรวจสอบ โดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจโดยมี
หลักฐานอ้างอิง หรือมีทฤษฎีรองรับ

12. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในการสืบเสาะหา
ความรู้ โดยมีการใช้เครื่องมือ และมีการใช้วิธีการที่ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้ มีเหตุผล และสามารถ
ยอมรับได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้

13. แสดงถึงความพอใจ และเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ไข
ปัญหาได้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิง และเหตุผล
ประกอบเกี่ยวกับผลของการพัฒนา และการใช้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคม
และสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

14. เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยี
ประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้าต่อ
ผลของเทคโนโลยีของสิ่งมีชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

15. ตระหนักถึงความสำคัญ และเห็นคุณค่าของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ
เทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีในการ
ดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลมา
จากภูมิปัญญาท้องถิ่น และการพัฒนาเทคโนโลยีที่มีความทันสมัย ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำ
โครงการ หรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

16. แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้ และรักษา
ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมกันปฏิบัติงานร่วมกับชุมชน เพื่อ
ช่วยเหลือ ป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

17. วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี ได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น ๆ โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ มีการวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยี โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม มีการประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ ทฤษฎีการเพื่อออกแบบสร้าง หรือพัฒนาผลงานสำหรับการใช้ในการแก้ไขปัญหาที่มีผลกระทบต่อสังคม โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ใช้ซอฟต์แวร์ในการช่วยเหลือในการออกแบบ และนำเสนอผลงาน เลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง มีความเหมาะสม ปลอดภัย รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา

18. ใช้ความรู้ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร เพื่อรวบรวมข้อมูลในชีวิตจริงจากแหล่งต่าง ๆ และความรู้จากศาสตร์อื่น ๆ มาประยุกต์ใช้สร้างความรู้ใหม่ ๆ เข้าใจการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่มีผลต่อการดำรงชีวิต อาชีพ สังคม วัฒนธรรม และการใช้อย่างปลอดภัย มีจริยธรรม

สรุปจากที่กล่าวมาได้ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดฯ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มีความมุ่งหวังให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ในทางวิทยาศาสตร์ โดยเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนาความคิด ทั้งความคิดที่เป็นเหตุ เป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะที่สำคัญ ทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้า และการสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลที่มีความหลากหลาย และมีประจักษ์พยานที่สามารถตรวจสอบได้ตรงตามกระบวนการ ซึ่งนักเรียนจะได้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง ตลอดจนได้ข้อสรุปที่เป็นองค์ความรู้ของตนเอง และสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันต่อไปได้

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) ได้จัดทำวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมขึ้นสำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่มีความจำเป็นต้องเรียนเนื้อหาในสาระวิชาชีววิทยา วิชาเคมี วิชาฟิสิกส์ และวิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญ และเพียงพอสำหรับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปประกอบวิชาชีพใน

สาขาที่ใช้วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน เช่น แพทย์ ทันตแพทย์ สัตวแพทย์ เทคโนโลยีชีวภาพ เทคนิคการแพทย์ วิศวกรรม สถาปัตยกรรม ฯลฯ โดยมีผลการเรียนรู้ที่ครอบคลุมในด้านเนื้อหา ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 รวมทั้งจิตวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนมีความจำเป็นที่จะต้อง มี และวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมมีการปรับปรุง เพื่อให้มีเนื้อหาที่ทัดเทียมกับนานาชาติ มีการมุ่งเน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์ และการแก้ไขปัญหา รวมทั้งมีความเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ในชีวิตจริงได้ สรุปได้ดังนี้

1. ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาระหว่างตัวชี้วัดในรายวิชาพื้นฐาน และผลการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้เรียนได้มีเวลาสำหรับการเรียนรู้ และทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น
2. ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาระหว่างสาระวิชาชีววิทยา วิชาเคมี วิชาฟิสิกส์ และวิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ โดยมีการพิจารณาเนื้อหาที่มีความซ้ำซ้อนกัน แล้วทำการจัดให้เรียนที่สาระใดสาระหนึ่ง
3. ลดความซ้ำซ้อนกันระหว่างระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
4. ลดทอนเนื้อหาที่ยากเพื่อให้เหมาะสมกับกลุ่มของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
5. มีการเพิ่มเนื้อหาในด้านต่าง ๆ ที่มีความทันสมัยมากขึ้น เพื่อให้มีความสอดคล้องต่อการดำรงชีวิตในปัจจุบัน และอนาคต

สรุปจากที่กล่าวมาได้ว่า กระทรวงศึกษาธิการได้มีการจัดทำวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมขึ้น เพื่อให้เกิดการลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาวิชาพื้นฐาน และผลการเรียนรู้ในรายวิชาเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้เรียนได้มีเวลาสำหรับการเรียนรู้ และการทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาวิชาชีววิทยา วิชาเคมี วิชาฟิสิกส์ และวิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ โดยมีการพิจารณาเนื้อหาที่มีความซ้ำซ้อนกัน แล้วทำการจัดให้เรียนที่สาระใดสาระหนึ่ง และลดความซ้ำซ้อนกันระหว่างระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยลดทอนเนื้อหาที่มีความยาก เพื่อให้มีความเหมาะสมกับกลุ่มของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีการเพิ่มเนื้อหาในด้านต่าง ๆ ที่มีความทันสมัย เพื่อให้มีความสอดคล้องต่อการดำรงชีวิตในปัจจุบัน และอนาคต

เรียนรู้อะไรในวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) ได้จัดทำวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมขึ้น เพื่อให้สถานศึกษา ครูผู้สอน ตลอดจนหน่วยงานต่าง ๆ ได้ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน โดยวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ผู้เรียนจะได้เรียนรู้สาระสำคัญ ดังนี้

1. วิชาชีววิทยา เรียนรู้เกี่ยวกับการศึกษาชีววิทยา สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต เซลล์ของสิ่งมีชีวิต พันธุกรรม และการถ่ายทอด วิวัฒนาการ ความหลากหลายทางชีวภาพ โครงสร้าง และการทำงานของส่วนต่าง ๆ ในพืชดอก ระบบ และการทำงานในอวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ และสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม
2. วิชาเคมี เรียนรู้เกี่ยวกับปริมาณสาร องค์ประกอบ และสมบัติของสาร การเปลี่ยนแปลง ของสาร ทักษะ และการแก้ไขปัญหาทางเคมี
3. วิชาฟิสิกส์ เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ และการค้นพบทางฟิสิกส์ แรง และการเคลื่อนที่ และพลังงาน
4. วิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับโลก และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา ข้อมูลทางธรณีวิทยา และการนำไปใช้ประโยชน์ การถ่ายโอนพลังงาน ความร้อนของโลก การเปลี่ยนแปลงลักษณะลมฟ้าอากาศกับการดำรงชีวิตของมนุษย์ โลกในเอกภพ และดาราศาสตร์กับมนุษย์

สรุปจากที่กล่าวมาได้ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ได้มีการกำหนดสาระสำคัญในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมไว้ 4 สาระ คือ สาระที่ 1 วิชาชีววิทยา สาระที่ 2 วิชาเคมี สาระที่ 3 วิชาฟิสิกส์ สาระที่ 4 วิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

สาระวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม สาระวิชาชีววิทยา

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) ได้กำหนดสาระวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมขึ้น เพื่อให้สถานศึกษา ครูผู้สอน ตลอดจนหน่วยงานต่าง ๆ ได้ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน โดยสาระวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม สาระชีววิทยา ผู้เรียนจะได้เรียนรู้สาระสำคัญ ดังนี้

1. เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยา และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้าง และหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้า และออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

2. เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติ และหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูล และแนวคิดเกี่ยวกับ วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี - ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊ส และการคายน้ำของพืช การลำเลียงสารของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอก และการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4. เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์ และมนุษย์ การหายใจ และการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสาร และการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้ และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์ และการเจริญเติบโต ฮอร์โมนกับการรักษาดุลยภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

5. เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงาน และการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ประชากร และรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม ปัญหา และผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ และแนวทางการแก้ไขปัญหา

คำอธิบายรายวิชา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (2565) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ได้กำหนดคำอธิบายรายวิชา และผลการเรียนรู้วิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 2 หน่วยกิต เวลาเรียน 80 ชั่วโมง ดังนี้

ศึกษาเกี่ยวกับระบบย่อยอาหาร การย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิต ทั้งจุลินทรีย์ สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว และสัตว์ การย่อยอาหาร ของมนุษย์ อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหารของมนุษย์ ความผิดปกติของทางเดินอาหารในมนุษย์ ศึกษาเกี่ยวกับระบบหมุนเวียนเลือด การลำเลียงสารในร่างกายของสัตว์ และของมนุษย์ ระบบน้ำเหลือง ระบบภูมิคุ้มกัน กลไกการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน กลไกการสร้างภูมิคุ้มกัน ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน ศึกษาเกี่ยวกับการรักษาดุลยภาพของร่างกาย โรคที่เกี่ยวข้องกับไต โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหา

ความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การทดลอง การอภิปราย การอธิบาย และการสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสาร สิ่งที่ยอมรับ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยม

ผลการเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถสืบค้น เข้าใจ ทฤษฎี การกำเนิดของสิ่งมีชีวิตบนโลก และเชื่อมโยงพื้นฐานเรื่องเซลล์ได้
2. นักเรียนสามารถสืบค้น และทำการศึกษาอนุกรมวิธานของสิ่งมีชีวิตได้
3. นักเรียนสามารถศึกษา อภิปรายการจัดหมวดหมู่ และจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตได้
4. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบลักษณะของสิ่งมีชีวิตแต่ละกลุ่มได้
5. นักเรียนสามารถศึกษา ทดลอง สำรวจสิ่งมีชีวิตในท้องถิ่นได้
6. นักเรียนสามารถ สืบค้น อภิปราย ความรู้เกี่ยวกับการรักษาสมดุลในร่างกายได้
7. นักเรียนสามารถอธิบาย สืบค้นเกี่ยวกับระบบในร่างกายมนุษย์ได้
8. นักเรียนสามารถอภิปราย สืบค้น ทดลอง เกี่ยวกับการย่อยอาหารของมนุษย์ และสัตว์ได้
9. นักเรียนสามารถสืบค้น ทำปฏิบัติการทดสอบสารอาหารได้
10. นักเรียนเข้าใจระบบภูมิคุ้มกันในร่างกาย และสามารถอภิปรายระบบ และกลไกของระบบภูมิคุ้มกันได้
11. นักเรียนสามารถศึกษาโครงสร้าง รูปร่างของเซลล์เม็ดเลือด และจำแนกชนิดของเม็ดเลือดขาวได้
12. นักเรียนสามารถสืบค้น และศึกษาการให้ และรับเลือดในระบบเลือดได้ และสามารถอธิบายให้คนอื่นรับทราบได้
13. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูล เกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมได้
14. นักเรียนเข้าใจ และตระหนักถึงความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม และสามารถออกแบบการศึกษา หรือแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นได้
15. นักเรียนสามารถทำปฏิบัติการศึกษาระบบนิเวศ และความหลากหลายทางชีวภาพได้
16. นักเรียนสามารถสืบค้น อภิปรายเกี่ยวกับระบบนิเวศความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตได้
17. นักเรียนสามารถนำความรู้ไปถ่ายทอด หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

บริบทโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม)

ข้อมูลทั่วไป

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ซึ่งเป็นหน่วยงานหนึ่งภายใต้การดูแลของ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ในอดีตนั้นเคยเป็นโรงเรียนสาธิตเพียงแห่งเดียวในประเทศไทยที่ไม่ได้สังกัดในคณะศึกษาศาสตร์) แบ่งออกเป็น 2 แห่ง ได้แก่ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายประถม) และโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) โดยมีการจัดการเรียนการสอนตั้งแต่ระดับปฐมวัยไปจนถึงระดับมัธยมศึกษา โดยโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคามมีเป้าหมายหลักในการให้สวัสดิการทางการศึกษาแก่บุตรของบุคลากร และเป็นโรงเรียนทดลองเพื่อศึกษาวิจัยการเรียนการสอน

ปัจจุบันโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นหน่วยงานที่ขึ้นตรงต่อคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มีที่ตั้งอยู่ 2 แห่งภายในมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ได้แก่ 1. โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายประถม) ตั้งอยู่บริเวณมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เขตพื้นที่ในเมือง ต.ตลาด อ.เมืองมหาสารคาม จ.มหาสารคาม จัดการศึกษา 2 ระดับ คือ ระดับปฐมวัย และระดับประถมศึกษา 2. โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ตั้งอยู่บริเวณมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เขตพื้นที่ขามเรียง ต.ขามเรียง อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม จัดการศึกษา 1 ระดับ คือ ระดับมัธยมศึกษา

ที่ตั้ง

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) 41 หมู่ 20 ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา โทรศัพท์ 043 754 636 โทรสาร 043-754636 E-mail : admission@satit.msu.ac.th

เปิดสอน

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) มีทั้งหมด 8 หลักสูตร ได้แก่ แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ จำนวน 2 หลักสูตร คือ หลักสูตรทั่วไป ซึ่งเป็นหลักสูตรโครงการส่งเสริมศักยภาพนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ด้านวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ และหลักสูตรโครงการห้องเรียนวิทยาศาสตร์ในกำกับของมหาวิทยาลัย แผนการเรียนภาษาอังกฤษ/ภาษาฝรั่งเศส/ภาษาจีน/ภาษาญี่ปุ่น จำนวน 2 หลักสูตร คือ หลักสูตรทั่วไป และโครงการส่งเสริมศักยภาพนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านภาษาอังกฤษ

ตราประจำโรงเรียน



ความหมายตราโรงเรียน

ตราสัญลักษณ์ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) คือ ตราโรงเรียน นคร มีองค์ประกอบเป็นรูปเสมา ภายในมีภาพหม้อน้ำ และสัญลักษณ์ขององค์พระธาตุนาดูน ส่วนด้านล่างเป็นสุริยรังสีที่แผ่ขึ้นจากผ้าลายขิด ซึ่งอยู่เหนือคำขวัญเป็นภาษาบาลี ภาษาบาลีมีความหมายว่า "ผู้มีปัญญา พึงเป็นอยู่เพื่อมหาชน" ด้านข้างมีวงกลมล้อมรอบสองชั้น ภายในช่องว่าง ของวงกลมมีชื่อ "โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม)" และมีดอกไม้หกกีบสองดอกอยู่ตรงกันข้ามกัน

- ใบเสมา หมายถึง ภูมิปัญญา
- หม้อน้ำ หมายถึง ความรู้อันเต็ม
- องค์พระธาตุนาดูน หมายถึง คุณธรรม ความดี
- สุริยรังสี หมายถึง ความเจริญรุ่งเรือง
- ลายขิด หมายถึง เอกลักษณ์ของอีสาน
- วงกลมล้อมรอบ และดอกไม้หกกีบ หมายถึง โรงเรียนอันเป็นที่ทำให้เยาวชนของชาติมีความเจริญงอกงาม

ความหมายโดยสรุป โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) เป็นโรงเรียนในภาคอีสาน ภายใต้การกำกับดูแลของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่เสริมสร้างพัฒนาโรงเรียนให้เกิด คุณธรรม ความรอบรู้ ภูมิปัญญา และความรุ่งเรือง ให้สมกับคำว่า "วิชาการที่เต็มที่อยู่ในคนที่เต็มคน"

ปรัชญา

"วิชาการที่เต็มที่ อยู่ในคนที่เต็มคน"

อัตลักษณ์

"กล้าคิด กล้าทำ กล้านำ มีคุณธรรม และจิตอาสา"

อักษรย่อ

สธมมส. (ฝ่ายมัธยม)

สีประจำโรงเรียน

สีเหลือง - สีเทา

"สีเหลือง" หมายถึง ความเจริญรุ่งเรือง ความดีงาม ความอุดมสมบูรณ์ "สีเทา"

หมายถึง ความคิด หรือปัญญา

หลักการ

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) เป็นหลักสูตรที่มีการจัดการศึกษาได้ทุกรูปแบบ มีจุดเด่นที่มุ่งเน้นการพัฒนาผู้เรียนตามความถนัด และตามศักยภาพ เพื่อให้ตอบสนองความต้องการในการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา และการประกอบอาชีพในอนาคต มีความครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียน และประสบการณ์ มีการสร้างเจตคติที่ดีต่อการใช้เทคโนโลยีระบบสารสนเทศ นวัตกรรม เพื่อส่งเสริมการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีสามารถที่ดัดศักยภาพของผู้เรียนตามความสนใจ และความถนัด มีการปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรม และมีการถ่ายทอดวัฒนธรรม เอกลักษณ์ สู่มาตรฐานสากล

จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

1. เป็นหลักสูตรที่มุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
2. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเจริญงอกงามด้านสติปัญญา ร่างกาย จิตใจ และสังคม
3. พัฒนาศักยภาพผู้เรียนในหลายหลักสูตร และมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง มีวิชาเลือกเสรีเฉพาะด้าน สำหรับพัฒนานักเรียนตามความสนใจ และความถนัด
4. พัฒนาศักยภาพผู้เรียนในหลักสูตรที่หลากหลายในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และมีการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนตามความสนใจ และความถนัดอย่างต่อเนื่อง โดยในสายวิทยาศาสตร์ มีหลักสูตรวิทยาศาสตร์สุขภาพ หลักสูตรวิทยาศาสตร์วิศวกรรม หลักสูตรวิทยาศาสตร์ทั่วไป หลักสูตร SCIENCE - MATHEMATICS GIFTED หลักสูตรโครงการ วมว. และสายศิลป์ มีหลักสูตร ENGLISH GIFTED หลักสูตรศิลป์ภาษา ซึ่งเน้นภาษาที่หลากหลาย มีวิชาเลือกเสรีเฉพาะด้านสำหรับพัฒนานักเรียนตามความสนใจ และความถนัด มีทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

5. สามารถให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบ มีวินัยในตนเอง กล้าคิด กล้าแสดงความคิดเห็น และมี สภาวะความเป็นผู้นำ เพื่อพัฒนาไปสู่ความเป็นประชาธิปไตย

6. มีคุณธรรมจริยธรรมในด้านความกตัญญู ความเมตตา กรุณา ความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ ความซื่อสัตย์ รู้จักประหยัด รักรักษาวัฒนธรรมไทย และความสามัคคี และมีค่านิยมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

7. มีความสามารถในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และมีความคิดสร้างสรรค์ สามารถตัดสินใจ และ นำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการดำรงชีวิต เพื่อประโยชน์ที่จะเกิดกับตนเอง และสังคม

8. มีทักษะในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดการเพื่อการส่งค้นข้อมูล และนำเสนอ

9. มีสุนทรียภาพในด้านศิลปะ ดนตรี และกีฬา

10. มีวิจรณ์ญาณในการแก้ไขปัญหาสามารถปรับตัว และเผชิญกับปัญหาได้อย่างชาญฉลาด

วิสัยทัศน์

เป็นองค์กรที่มีศักยภาพในการพัฒนาผู้เรียนอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถกำกับการเรียนรู้ของตนเองได้ มีการหล่อหลอมทักษะการเรียนรู้ และความคิดสร้างสรรค์ รวมทั้งการเรียนรู้ทางด้านวิชาชีพ และทักษะชีวิตภายใต้การเปลี่ยนแปลงของโลกในศตวรรษที่ 21

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเป็นสถานศึกษาของบุตรข้าราชการ พนักงานมหาวิทยาลัย และลูกจ้างประจำของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

2. เพื่อเป็นโรงเรียนต้นแบบ และสร้างเครือข่ายที่มีกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมแก่การพัฒนาสังคมไทยในปัจจุบัน และอนาคต

3. เพื่อเป็นแหล่งวิจัย และพัฒนาการจัดการเรียนรู้ โดยมุ่งเน้นกระบวนการเรียนรู้ร่วมกันของอาจารย์ และนักเรียน ให้นักเรียนมีความใฝ่รู้คุณธรรมอย่างแท้จริง

4. เพื่อเป็นการบริการการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาให้กับเยาวชน

5. เพื่อเป็นสถานศึกษาสำหรับบริการวิชาการ และฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

พันธกิจ

พันธกิจหลักที่โรงเรียนเน้นในการดำเนินการมี ดังนี้

1. เป็นสถาบันต้นแบบในการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพตามมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐาน และตามมาตรฐานสากล เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เต็มศักยภาพ และมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์
2. พัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ให้มีความสอดคล้องกับแผนการศึกษาของชาติ
3. ส่งเสริมการวิจัยเพื่อพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้
4. พัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการให้มีประสิทธิภาพ โดยยึดหลักธรรมาภิบาล โปร่งใส และสามารถตรวจสอบได้
5. พัฒนาความร่วมมือด้านเครือข่ายทางวิชาการระหว่างองค์กรทั้งในประเทศ ต่างประเทศ และทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม

ยุทธศาสตร์

- ยุทธศาสตร์ที่ 1 การพัฒนาระบบการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ
- ยุทธศาสตร์ที่ 2 การพัฒนาระบบการดูแลช่วยเหลือนักเรียนเพื่อให้เกิดพัฒนาการการเรียนรู้ที่ดี
- ยุทธศาสตร์ที่ 3 การพัฒนาระบบกิจกรรมพิเศษที่มุ่งพัฒนาศักยภาพนักเรียนทั้งในห้องเรียน และในสถานการณ์จริงให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคม และการแข่งขันภายนอก
- ยุทธศาสตร์ที่ 4 ส่งเสริมค่านิยมพื้นฐานของระบบผู้นำแบบเอื้ออำนาจ โดยอาศัยแนวคิดแบบผู้นำร่วม (Collective Leader)
- ยุทธศาสตร์ที่ 5 พัฒนาระบบความก้าวหน้าของบุคลากร สร้างขวัญกำลังใจ และการเติบโตในสายงาน ผ่านการยึดโยงสู่คุณภาพผู้เรียน
- ยุทธศาสตร์ที่ 6 พัฒนาระบบสิ่งแวดล้อม ปรับปรุงสภาพบรรยากาศห้องเรียน สภาพแวดล้อมภายในโรงเรียน ด้วยแนวคิดที่เอื้อต่อการเรียนรู้ การใช้พลังงานทดแทน และการมีส่วนร่วมของสมาคมผู้ปกครอง และการปรับเปลี่ยนระบบหอพักของนักเรียนภายใต้บรรยากาศที่ดี และสิ่งแวดล้อมที่มีความเหมาะสมกับวัย
- ยุทธศาสตร์ที่ 7 พัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ การประชาสัมพันธ์ และภาพลักษณ์ขององค์กรของโรงเรียนให้มีประสิทธิภาพ และมีมาตรฐาน

ยุทธศาสตร์ที่ 8 พัฒนางานองค์กรสัมพันธ์ให้มีประสิทธิภาพ และมีมาตรฐาน

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะที่สำคัญ และมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะที่สำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับ และส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษา ถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร และแลกเปลี่ยนประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเอง และสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัด และลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับ หรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผล และความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเอง และสังคม
2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดอย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ หรือสารสนเทศ เพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเอง และสังคมได้อย่างถูกต้องเหมาะสม
3. ความสามารถในการแก้ไขปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ไขปัญหา และอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล หลักคุณธรรม และหลักของข้อมูลสารสนเทศ มีความเข้าใจความสัมพันธ์ และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม มีการแสวงหาความรู้ ประยุกต์นำความรู้มาใช้ในการป้องกัน และแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อม
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำเอากระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน มีการเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคม ด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล มีการจัดการปัญหา และความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม มีการปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของ

สังคม และสภาพแวดล้อม และมีการรู้จักที่จะหลีกเลี่ยงพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์อันจะส่งผลกระทบต่อตนเอง และผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีในด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเอง และสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ไขปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะที่เป็นพลเมืองไทย และพลโลก ดังนี้

1. มีความรัก และเทิดทูนสถาบันหลัก คือชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. มีความซื่อสัตย์สุจริต ทั้งต่อตนเอง และผู้อื่น
3. มีวินัย มีความรับผิดชอบ มีความกตัญญู ต่อผู้มีพระคุณ
4. ใฝ่เรียนรู้ แสวงหาความรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต
5. อยู่อย่างพอเพียง รู้จักดำรงตนให้อยู่ในความพอดี
6. มุ่งมั่น และขยันในการเรียน การทำงาน
7. รักความเป็นไทย รู้จักคุณค่า และธำรงไว้ซึ่งศิลปวัฒนธรรม
8. มีจิตสาธารณะ เรียนรู้ในการช่วยเหลือผู้อื่น และสังคม
9. กล้าคิด กล้าทำ และกล้านำ มีความกล้าทางความคิด คิดเชิงสร้างสรรค์ กล้าเป็นผู้นำในการปฏิบัติ ในสิ่งที่ดีงาม

นอกจากนี้สถานศึกษาสามารถกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มเติมให้มีความสอดคล้องตามบริบท และจุดมุ่งเน้นของตนเองที่บ่งบอกความเป็นเอกลักษณ์ของนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) คือ กล้าคิด กล้าทำ กล้านำ มีคุณธรรม และจิตอาสา

จากผลคะแนนการประเมินคุณภาพผู้เรียนที่ลดต่ำลง ทำให้โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) มีเป้าหมายในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ของคะแนน โดยมีเป้าหมายเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ในทุกรายวิชา ในปีการศึกษา 2566 ได้แก่ ภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษาฯ และภาษาอังกฤษ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงคะแนนเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (O - NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 25563 – 2564 แบบจำแนกรายวิชา (เทียบระดับจังหวัด)

วิชา	คะแนนเฉลี่ยร้อยละ/ปีการศึกษา	
	2563	2564
ภาษาไทย	42.08	44.17
คณิตศาสตร์	23.73	19.08
วิทยาศาสตร์	31.09	27.85
สังคมศึกษา	35.21	35.63
ภาษาอังกฤษ	27.11	22.59

ด้านบริบทในห้องเรียนที่ผู้วิจัยทำการศึกษา นักเรียนส่วนใหญ่มีเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการเรียน เช่น มือถือ แท็บเล็ต ไอแพด ที่นำมาใช้ในการเรียน ซึ่งทำให้ในระหว่างเรียนนักเรียนหลายคนไม่สนใจในการเรียน การโต้ตอบครูผู้สอน หรือการตอบคำถาม ทำให้นักเรียนขาดความกล้าคิด กล้าแสดงออกทางความคิด และขาดความคิดสร้างสรรค์ในการคิด จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนลดลง ในการวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าร้อยละ 70 จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 92.11 และมีนักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.90 โดยอ้างอิงจากคะแนนสอบหลังเรียนวิชาชีววิทยาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง พันธุศาสตร์ (Genetics) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7

นักเรียน คนที่	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา (10 คะแนน)	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
1	5	ไม่ผ่าน
2	2	ไม่ผ่าน
3	2	ไม่ผ่าน
4	4	ไม่ผ่าน

ตารางที่ 2 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง พันธุศาสตร์ (Genetics) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา (10 คะแนน)	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
5	4	ไม่ผ่าน
6	2	ไม่ผ่าน
7	5	ไม่ผ่าน
8	5	ไม่ผ่าน
9	2	ไม่ผ่าน
10	2	ไม่ผ่าน
11	2	ไม่ผ่าน
12	6	ไม่ผ่าน
13	3	ไม่ผ่าน
14	2	ไม่ผ่าน
15	5	ไม่ผ่าน
16	4	ไม่ผ่าน
17	2	ไม่ผ่าน
18	4	ไม่ผ่าน
19	2	ไม่ผ่าน
20	3	ไม่ผ่าน
21	4	ไม่ผ่าน
22	5	ไม่ผ่าน
23	3	ไม่ผ่าน
24	5	ไม่ผ่าน
25	4	ไม่ผ่าน
26	5	ไม่ผ่าน

ตารางที่ 2 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง พันธุศาสตร์ (Genetics) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา (10 คะแนน)	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
27	3	ไม่ผ่าน
28	3	ไม่ผ่าน
29	6	ไม่ผ่าน
30	3	ไม่ผ่าน
31	6	ไม่ผ่าน
32	7	ผ่าน
33	5	ไม่ผ่าน
34	1	ไม่ผ่าน
35	4	ไม่ผ่าน
36	8	ผ่าน
37	4	ไม่ผ่าน
38	8	ผ่าน
รวม		38 คน

นอกจากนี้จากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของทางโรงเรียนจึงได้พบว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันไม่ตอบสนองต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน การเรียนส่วนใหญ่เน้นการท่องจำอย่างเดียว ทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกลำบาก และไม่ชอบการเรียนวิชาชีววิทยา ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่สามารถพัฒนาเพิ่มมากขึ้น แต่ถ้าผู้สอนมีวิธีการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้มีการลงมือปฏิบัติ นักเรียนจะสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นได้ และจากการศึกษาความสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (ธิตยา คำควร, 2558) ผลปรากฏว่านักเรียนส่วน

ใหญ่มีระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่ควรปรับปรุง 27 คน

พอใช้ 7 คน และดี 4 คน ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 4/7

นักเรียน คนที่	คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์			คะแนน เฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
	ความคิด คล่องแคล่ว (3)	ความคิด ยืดหยุ่น (3)	ความคิดริเริ่ม (3)		
1	1	1	1	1	ควรปรับปรุง
2	2	2	1	1.67	ควรปรับปรุง
3	1	1	1	1	ควรปรับปรุง
4	2	2	1	1.67	ควรปรับปรุง
5	2	2	1	1.67	ควรปรับปรุง
6	1	2	1	1.33	ควรปรับปรุง
7	3	3	3	3	ดี
8	3	2	2	2.33	พอใช้
9	1	1	1	1	ควรปรับปรุง
10	1	1	1	1	ควรปรับปรุง
11	2	2	1	1.67	ควรปรับปรุง
12	2	2	3	2.33	พอใช้
13	1	2	1	1.33	ควรปรับปรุง

ตารางที่ 3 แสดงคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4/7 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์			คะแนน เฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
	ความคิด คล่องแคล่ว (3)	ความคิด ยืดหยุ่น (3)	ความคิดริเริ่ม (3)		
14	1	1	1	1	ควรปรับปรุง
15	2	1	2	1.67	ควรปรับปรุง
16	1	1	1	1	ควรปรับปรุง
17	2	1	2	1.67	ควรปรับปรุง
18	2	2	1	1.67	ควรปรับปรุง
19	1	2	1	1.33	ควรปรับปรุง
20	2	2	1	1.67	ควรปรับปรุง
21	1	2	1	1.33	ควรปรับปรุง
22	2	1	2	1.67	ควรปรับปรุง
23	2	2	2	2	พอใช้
24	3	2	2	2.33	พอใช้
25	3	3	3	3	ดี
26	2	1	2	1.67	ควรปรับปรุง
27	2	1	1	1.33	ควรปรับปรุง

ตารางที่ 3 แสดงคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4/7 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์			คะแนน เฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
	ความคิด คล่องแคล่ว (3)	ความคิด ยืดหยุ่น (3)	ความคิดริเริ่ม (3)		
28	1	2	1	1.33	ควรปรับปรุง
29	1	1	1	1	ควรปรับปรุง
30	3	3	3	3	ดี
31	1	1	1	1	ควรปรับปรุง
32	2	2	1	1.67	ควรปรับปรุง
33	3	3	1	2.33	พอใช้
34	3	3	3	3	ดี
35	1	1	1	1	ควรปรับปรุง
36	2	2	1	1.67	ควรปรับปรุง
37	2	2	3	2.33	พอใช้
38	2	2	2	2	พอใช้

เกณฑ์การให้คะแนนระดับคุณภาพ

ได้คะแนนเฉลี่ย	0 – 1.99	ควรปรับปรุง
ได้คะแนนเฉลี่ย	2 – 2.99	พอใช้
ได้คะแนนเฉลี่ย	3	ดี

จากการศึกษาบริบทในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สะท้อนให้เห็นปัญหาทางด้านการจัดการเรียนการสอนที่ยังไม่ได้คุณภาพเท่าที่ควร ดังนั้นเพื่อพัฒนาระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ และเพื่อการแก้ไขปัญหาลักษณะสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้นควบคู่กันไป ผู้วิจัยจึงใช้การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ฝึกให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง และศึกษาจากการลองผิดลองถูกในกิจกรรมการเรียนรู้ โดยในการจัดการเรียนรู้นั้นผู้วิจัยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสติศึกษา เพื่อหวังว่าที่จะพัฒนานักเรียนให้ตรงตามจุดมุ่งหมายที่ได้ตั้งไว้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสืบเสาะหาความรู้มีผู้ให้ความหมายและแนวคิดหลากหลาย ดังนี้

เวลช์ (Welch, 1981) กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้ (5E) เป็นกระบวนการหนึ่งของการสืบเสาะทั่วไป (General Inquiry) ที่มุ่งหมายถึงการหาความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ โดยอาศัยความเชื่อ กรอบแนวคิด และข้อตกลงเบื้องต้น เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษามาตรฐานการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของอเมริกา (National Research Council) จะเห็นได้ว่าการสืบเสาะเป็นกิจกรรมที่มีความหลากหลาย ซึ่งประกอบด้วย การสังเกต การตั้งคำถาม การตรวจสอบหนังสือ หรือเอกสารต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาที่น่าสนใจ การวางแผน การสืบค้น หรือการทบทวนความรู้ที่มีอยู่ เมื่อได้รับหลักฐานใหม่จากการทดลอง การใช้เครื่องมืออุปกรณ์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การแปลความหมายข้อมูล การนำเสนอคำตอบ การอธิบาย การพยากรณ์ ตลอดจนการถ่ายทอดเผยแพร่ผลการศึกษา ซึ่งในการสืบเสาะต้องการวินิจัยข้อตกลงเบื้องต้น การใช้ความคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ และความคิดเชิงเหตุผลหรือตรรกะ ตลอดจนการพิจารณาตรวจหาคำตอบ คำอธิบาย เลือกรับสืบเสาะหาความรู้ได้แก่ กิจกรรมต่างๆ ที่นำไปสู่การแก้ปัญหา และเป็นผลให้เกิดความเข้าใจ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้

NSES (National Research Council (U.S.), 1996) ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นกิจกรรมหลายอย่างที่มีความเกี่ยวข้องกับการสังเกต การถามคำถาม การสำรวจตรวจสอบจากหลักฐาน และแหล่งความรู้อื่น ๆ การวางแผนการสำรวจตรวจสอบ การทดสอบ การ

ตรวจสอบหลักฐานเพื่อเป็นการยืนยันความรู้ที่ได้ค้นพบมาแล้ว การใช้เครื่องมือในการรวบรวมการวิเคราะห์ และการแปลความหมายของข้อมูล การนำเสนอผลงาน การอธิบาย การคาดคะเน และการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเกี่ยวกับผลงาน

ภพ เลหาไพบูลย์ (2540) ได้กล่าวให้ความหมายของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนให้ความสำคัญกับกระบวนการแสวงหาความรู้ มากกว่าการสอนความรู้โดยตรงจากครูผู้สอน ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนได้รับองค์ความรู้ใหม่ ๆ ด้วยตัวนักเรียนเอง ผ่านกิจกรรมการเรียนการสอนที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ โดยครูผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนการสอน

ดังนั้นจากการศึกษาความหมายของการสืบเสาะหาความรู้สรุปได้ว่า การสืบเสาะหาความรู้หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เริ่มต้นด้วยคำถามพร้อมทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้อยากเห็น พยายามค้นหาคำตอบด้วยตนเองจากข้อมูล หลักฐาน และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ ๆ หรือแก้ไขปัญหาด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้

สาขาชีววิทยา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้นำกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (inquiry process) มาจัดกระบวนการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยา โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (inquiry cycle) หรือ 5E ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีขอบข่ายรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นเริ่มต้นของการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรือความสนใจของตัวผู้เรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้อมา เพื่อเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างคำถาม และกำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดที่น่าสนใจ ครูผู้สอนอาจจะจัดกิจกรรม หรือสถานการณ์เพื่อกระตุ้น หรือท้าทายให้ผู้เรียนตื่นตัว สงสัย อยากรู้ อยากรู้เห็น หรือเกิดความขัดแย้งเพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหา การศึกษาค้นคว้า หรือการทดลอง แต่ไม่ควรบังคับให้ผู้เรียนยอมรับประเด็น หรือปัญหาที่ครูผู้สอนกำลังสนใจให้เป็นเรื่องที่จะศึกษา ซึ่งทำได้หลายแบบ เช่น การสาธิต การทดลอง การนำเสนอข้อมูล การเล่าเรื่อง/เหตุการณ์ ให้ทำการค้นคว้า อ่านเรื่องราว อภิปราย/พูดคุย สนทนา ใช้เกม ใช้สื่อ ใช้วัสดุ/อุปกรณ์ สร้างสถานการณ์/ปัญหาที่น่าสนใจ เป็นต้น

2. ขั้นสำรวจ และค้นคว้า (exploration) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียน มีประสบการณ์ร่วมกันในการสร้าง และพัฒนาความคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะ โดยการให้ เวลา และโอกาสแก่ผู้เรียนในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้เรียนจะดำเนินการสำรวจ ทดลอง ค้นหา และรวบรวมข้อมูล วางแผน กำหนดการสำรวจตรวจสอบ หรือออกแบบการทดลอง ลงมือ ปฏิบัติ เช่น สังเกต ตรวจสอบ ทดลอง รวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ผู้เรียน ต้องการเรียนรู้ ตาม ความคิดเห็นของผู้เรียนแต่ละคน หลังจากนั้นผู้เรียนแต่ละคนจะต้องดำเนินการ อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เกี่ยวกับการคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะในระหว่างที่ ผู้เรียนทำกิจกรรมสำรวจ และค้นหา เป็นโอกาสที่ผู้เรียนจะได้ตรวจสอบ หรือเก็บรวบรวมข้อมูล เกี่ยวกับความคิดรวบยอดของผู้เรียนที่ยังไม่ถูกต้อง และยังไม่สมบูรณ์ โดยการให้ผู้เรียนอธิบาย และ ยกตัวอย่างเกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้เรียนเอง ครูผู้สอนควรระลึกอยู่เสมอเกี่ยวกับความสามารถของ ตัวผู้เรียนตามประเด็นปัญหา ผลจากการที่ผู้เรียนมีใจจดจ่อในการทำกิจกรรม ผู้เรียนควรที่จะสามารถ เชื่อมโยงการสังเกต การจำแนกตัวแปร และคำถามเกี่ยวกับเหตุการณ์นั้นได้

3. ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (explanation) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะนำข้อมูลที่ได้ จากการสำรวจ และค้นหามาทำการวิเคราะห์ แปลผล สรุป และอภิปราย พร้อมทั้งนำเสนอผลงานใน รูปแบบต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นรูปวาด ตาราง แผนผัง ซึ่งผลงานมีความหลากหลาย สนับสนุนสมมติฐาน ที่ตั้งไว้ หรือโต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกันกับประเด็นที่กำหนดไว้ โดยมีการอ้างอิง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบการให้เหตุผลให้มีความสมเหตุสมผล การลงข้อสรุปมีความถูกต้อง เชื่อถือได้ มีเอกสารอ้างอิง และหลักฐานชัดเจน เป็นการพัฒนาความสามารถในการอธิบายความคิด รวบยอดที่ได้จากการสำรวจ และค้นหาของผู้เรียน ครูผู้สอนควรให้โอกาสแก่ผู้เรียนได้อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน การอธิบายนั้นต้องการให้ผู้เรียนได้ใช้ข้อสรุปร่วมกันในการเชื่อมโยง สิ่งที่เรียนรู้ แต่อย่างไรก็ตามครูผู้สอนควรระลึกอยู่เสมอว่ากิจกรรมเหล่านี้ยังคงเน้นผู้เรียนเป็น ศูนย์กลาง คือ ผู้เรียนจะได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายด้วยตัวผู้เรียนเอง บทบาทของครูผู้สอน เพียงแต่ชี้แนะผ่านทางกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสอย่างเต็มที่ในการพัฒนาความรู้ความ เข้าใจในความคิดรวบยอดให้เกิดความชัดเจน ในที่สุดตัวผู้เรียนควรที่จะสามารถอธิบายความคิดรวบ ยอดได้อย่างเข้าใจ โดยเชื่อมโยงประสบการณ์ ความรู้เดิม และสิ่งที่เรียนรู้เข้าด้วยกัน

4. ขั้นขยายความรู้ (elaboration) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ให้ตัวผู้เรียนได้ ยืนยัน และขยาย หรือเพิ่มเติมความรู้ ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวาง และลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น และยังเปิด

โอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ และปฏิบัติตามที่ตัวผู้เรียนต้องการ ในกรณีที่ผู้เรียนไม่เข้าใจ หรือยัง สับสนอยู่ หรืออาจจะเข้าใจเฉพาะข้อสรุปที่ได้จากการปฏิบัติในการสำรวจ และค้นหาเท่านั้น ควรให้ ประสบการณ์ใหม่ ผู้เรียนจะได้เกิดการพัฒนาความรู้ ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวาง และลึกซึ้งยิ่งขึ้น เป้าหมายที่สำคัญของขั้นนี้ คือ ครูผู้สอนควรชี้แนะให้กับผู้เรียน โดยให้ผู้เรียน สามารถนำประสบการณ์ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน จะทำให้ตัวผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะเพิ่มมากขึ้น โดยครูผู้สอนอาจจะจัดกิจกรรม หรือสถานการณ์ เพื่อให้ผู้เรียนมี ความรู้สึกลึกซึ้งรอบ ความคิดกว้างขึ้น หรือเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่ หรือนำไปสู่การศึกษา ค้นคว้า การทดลองที่เพิ่มขึ้น เช่น ตั้งประเด็นปัญหา เพื่อให้นักเรียนชี้แจง หรือร่วมกันอภิปรายแสดง ความคิดเห็นเพิ่มเติมให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น มีการซักถามให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาชัดเจน หรือกระจ่าง ในความรู้ที่ได้ หรือเชื่อมโยงความรู้ที่ได้กับความรู้เดิม

5. ขั้นประเมินผล (evaluation) ขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับ เกี่ยวกับการ อธิบายความรู้ความเข้าใจของตนเอง ผู้เรียนจะได้ตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้ ระหว่างการ เรียนการสอน ซึ่งในขั้นนี้รูปแบบการสอนครูผู้สอนจะต้องกระตุ้น หรือส่งเสริมให้ผู้เรียนระบุสิ่งที่ ผู้เรียนได้เรียนรู้ทั้งด้านกระบวนการ และผลผลิต ทำให้ผู้เรียนได้ประเมินความรู้ ความเข้าใจ และ ความสามารถของตนเอง และยังทำให้ผู้เรียนได้ทราบถึงจุดเด่น จุดด้อยในการศึกษาค้นคว้า หรือการ ทดลองของตนเอง และยังเปิดโอกาสให้ครูผู้สอนได้ประเมินความรู้ ความเข้าใจ และพัฒนาทักษะของ ผู้เรียนด้วย

บทบาทของครูในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน

การที่จะจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ให้เกิดการประสบความสำเร็จนั้น ครูผู้สอนจะต้องมีคุณสมบัติ และมีการปฏิบัติหน้าที่ในประเด็นหลัก ๆ ต่อไปนี้ โดยตัวครูผู้สอนจะต้อง มีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ถูกต้อง มีความรู้ความเข้าใจใน เนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอ และรู้ความสามารถของตนเองในการจัดการเรียนการสอนใน ห้องเรียน ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์จะมีบทบาทเป็นผู้เรียนรู้ที่เสมอภาคกับผู้เรียน ไม่ใช่ครูผู้สอนเป็นผู้นำ การเรียนรู้ และจะต้องมีการสนับสนุนให้ผู้เรียนได้ใช้เครื่องมือ วัสดุ/อุปกรณ์ มีการร่วมมือร่วมใจ และ มีความรับผิดชอบต่อการทำงาน ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพูดคุย แลกเปลี่ยนความรู้ และความคิดเห็น และ ให้นักเรียนเข้าใจว่าพฤติกรรม และการปฏิบัติอะไรที่ต้องกล้าแสดงออก

ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน จะประสบความสำเร็จได้นั้นนอกจากประเด็นดังที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว ในแต่ละขั้นตอน ครูผู้สอนจะต้องแสดงบทบาทของตนเอง ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงบทบาทของครูผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

ขั้นตอนการจัด กิจกรรมการ เรียนรู้	สิ่งที่ครูผู้สอนควรกระทำ	
	สอดคล้องกับ 5E	ไม่สอดคล้องกับ 5E
1. ขั้นสร้างความ สนใจ (Engagement)	- สร้างความสนใจ - สร้างความอยากรู้อยากเห็น - ตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด - ตั้งเอาจำกัดที่ยังไม่ครอบคลุมสิ่งที่ผู้เรียนรู้อาจมีหรือแนวคิด หรือเนื้อหา	- อธิบายแนวคิด - ให้คำจำกัดความ และคำตอบ - สรุปประเด็นให้ - จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่ - บรรยาย
2. ขั้นสำรวจ และ ค้นคว้า (Exploration)	- ส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ - สังเกต และฟังการโต้ตอบกันระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน - ชักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของผู้เรียน - ปล่อยให้เวลาผู้เรียนในการคิดข้อสงสัย ตลอดจนปัญหาต่าง ๆ - ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน	- เตรียมคำตอบไว้ให้ - บอก หรืออธิบายวิธีการแก้ไข ปัญหา - จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่ - บอกผู้เรียน เมื่อผู้เรียนทำไม่ถูกต้อง - ให้ข้อมูล หรือให้ข้อเท็จจริงที่ใช้ในการแก้ไขปัญหา - นำผู้เรียนแก้ไขปัญหาละขั้นตอน
3. ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation)	- ส่งเสริมให้ผู้เรียนอธิบายแนวคิด หรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของตัวเอง - ให้ผู้เรียนแสดงหลักฐาน ให้เหตุผล และอธิบายให้กระจ่าง - ให้ผู้เรียนอธิบาย ให้คำจำกัดความ และชี้	- ยอมรับคำอธิบาย โดยมีหลักฐาน หรือมีเหตุผลประกอบ - ไม่สนใจคำอธิบายของผู้เรียน - แนะนำผู้เรียน โดยปราศจากการเชื่อมโยงแนวคิด หรือทักษะ

ตารางที่ 4 แสดงบทบาทของครูผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) (ต่อ)

ขั้นตอนการจัด กิจกรรมการ เรียนรู้	สิ่งที่ครูผู้สอนควรกระทำ	
	สอดคล้องกับ 5E	ไม่สอดคล้องกับ 5E
	บอกส่วนต่าง ๆ ในแผนภาพ - ให้ผู้เรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายแนวคิด	
4. ขั้นขยาย ความรู้ (Elaboration)	- คาดหวังให้ผู้เรียนได้ใช้ประโยชน์จากการชี้บอกส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผนภาพ คำจำกัดความ และอธิบายสิ่งที่เรียนรู้มา - ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ หรือขยายความรู้ และทักษะในสถานการณ์ใหม่ - ให้ผู้เรียนอธิบายอย่างมีความหมาย - ให้ผู้เรียนอ้างอิงข้อมูลที่อยู่ พร้อมทั้งแสดงหลักฐาน และถามคำถามผู้เรียนว่า “ได้เรียนรู้อะไรบ้าง หรือได้แนวคิดอะไร”	- ให้คำตอบที่ชัดเจน - บอกผู้เรียน เมื่อผู้เรียนทำไม่ถูกต้อง - ใช้เวลามากในการบรรยาย - นำนักเรียนแก้ไขปัญหาละขั้นตอน - อธิบายวิธีการแก้ไขปัญหา
5. ขั้นประเมินผล (Evaluation)	- สังเกตผู้เรียนในการนำแนวคิด และทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ - ประเมินความรู้และทักษะผู้เรียน - หาหลักฐานว่าผู้เรียนเปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม - ให้ผู้เรียนประเมินการเรียนรู้ และทักษะกระบวนการกลุ่ม - ถามคำถามปลายเปิด เช่น ทำไมผู้เรียนจึงคิดเช่นนั้น	- ทดสอบคำนิยามศัพท์ และข้อเท็จจริง - ให้แนวคิดใหม่ - ทำให้คลุมเครือ - ส่งเสริมการอธิบายที่ไม่เชื่อมโยงกับแนวคิด หรือทักษะ

การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

คำว่าบูรณาการตรงกับภาษาอังกฤษ “Integration” มีผู้ให้ความหมายโดยทั่วไป ดังนี้

การบูรณาการได้มีนักการศึกษาที่ให้ความหมายไว้ว่า การบูรณาการนั้นเป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์กับประสบการณ์ในหลักสูตร ซึ่งอาจเป็นทั้งวิธีการสอน วิธีการจัดโปรแกรมการสอน เนื้อหาวิชาต่าง ๆ ในหลักสูตร และทักษะสามารถเชื่อมโยงให้เป็นสิ่งเดียวกันได้ ประยุกต์ให้เข้ากับบริบทของหัวข้อกิจกรรม โครงการ หรือหัวข้อเรื่อง (Peter F. Oliva, 2001) และการบูรณาการนี้ ไม่ใช่การมุ่งเน้นที่เนื้อหาของวิชาใดวิชาหนึ่ง แต่เป็นการเชื่อมโยงเนื้อหาวิชา และกระบวนการเรียนรู้ เป็นการสร้างสิ่งที่เรียนรู้ที่มีความเกี่ยวข้องกัน (Johanna K. Lemlech, 2010) ซึ่งการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงศาสตร์ หรือเนื้อหา สาขาวิชาต่าง ๆ ที่มีความสำคัญเกี่ยวข้องกัน นำมาผสมผสานเข้าไว้ด้วยกัน เพื่อให้เกิดความรู้ที่มีความหมาย มีความหลากหลาย และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงในชีวิตประจำวัน (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2552)

การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการที่มีประสิทธิภาพนั้นจะต้องคำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญ การเรียนรู้ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้เรียน และการจัดประสบการณ์ในการเรียนรู้ที่ต้องคำนึงถึง 3 องค์ประกอบ คือ เนื้อหาวิชา (Subject Matter Unit) เป็นการเน้นเนื้อหา หรือหัวข้อเรื่องที่น่ามาบูรณาการให้เข้ากับวิชาอื่น ความสนใจ (Center of Interest) การเรียนรู้จะต้องมาจากความสนใจของผู้เรียนที่เป็นพื้นฐาน และการบูรณาการประสบการณ์ (Integrative Experience Unit) เป็นการรวบรวมเอาประสบการณ์มีจุดเน้นอยู่ที่ผลการเรียนรู้ และความสามารถที่นำไปสู่พฤติกรรมของการปรับตัวของผู้เรียน โดยนำประสบการณ์เดิมมาผสมผสานเข้ากับประสบการณ์ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ใหม่ ๆ ลักษณะสำคัญของการสอนแบบบูรณาการ คือ การเชื่อมโยงนำเอาสิ่งต่าง ๆ เข้าไว้ด้วยกัน มีการประมวลความรู้ที่หลากหลาย และมีประสบการณ์ที่แตกต่างมาร้อยเรียงเพื่อสร้างประเด็นหลัก และหัวข้อเรื่อง แล้วนำความรู้จากหน่วยต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับหัวข้อนั้น ๆ มาทำการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอน และลงมือกระทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบบูรณาการมี 4 แนวทาง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2543)

1. การเรียนการสอนแบบสอดแทรก (Infusion Instruction) เป็นการสอนแบบสอดแทรก ซึ่งมีการวางแผนการสอนโดยครูผู้สอนเพียงคนเดียว ในรูปแบบนี้ผู้สอนในวิชาหนึ่งจะสอดแทรกเนื้อหาวิชาอื่น ๆ เข้าไปในการเรียนการสอนได้อย่างอิสระตามที่ผู้สอนวางแผน

2. การเรียนการสอนแบบคณะ (Parallel Instruction) เป็นการสอนที่ผู้สอนตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป สอนวิชาที่แตกต่างกัน ต่างคนต่างสอน แต่ต้องมีการวางแผนการสอนร่วมกัน ในส่วนงานที่มอบหมายให้ผู้เรียนปฏิบัตินั้นอาจมีความแตกต่างกันออกไปในแต่ละวิชา แต่ทั้งหมดนี้จะต้องมีหัวข้อเรื่อง ความคิดรวบยอด และปัญหาร่วมกัน

3. การเรียนการสอนแบบสหวิทยาการ (Multidisciplinary) เป็นการสอนที่ผู้สอนตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป สอนวิชาที่แตกต่างกัน ต่างคนต่างสอน แต่ต้องมีการวางแผนร่วมกัน ในส่วนงานที่มอบหมายให้ผู้เรียนปฏิบัติ หรือการทำโครงการนั้นจะต้องทำร่วมกัน ซึ่งจะช่วยเชื่อมโยงสาขาวิชาต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยผู้สอนจะต้องทำการวางแผนร่วมกันในการมอบหมายให้ผู้เรียนได้ทำโครงการด้วยกัน

4. การเรียนการสอนแบบข้ามวิชา (Trans – Disciplinary Instruction) เป็นการสอนที่ผู้สอนแต่ละวิชาต้องมาร่วมกันวางแผนเป็นคณะ หรือเป็นทีมเพื่อปรึกษาหารือในการกำหนดหัวข้อเรื่อง ความคิดรวบยอด และปัญหาร่วมกัน แล้วร่วมกันดำเนินการสอนนักศึกษากลุ่มเดียวกัน การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการนี้ ในหลักสูตรขั้นพื้นฐาน ได้กำหนดไว้ 4 หลักการ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545) คือ

1. การบูรณาการแบบผู้สอนคนเดียว เป็นการบูรณาการที่ผู้สอนคนเดียวได้ทำการดำเนินการจัดการเรียนการสอน โดยเชื่อมโยงสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ ให้เข้ากับหัวข้อเรื่องที่สอดคล้องกับชีวิตจริง หรือสาระที่กำหนดขึ้น เช่น การเชื่อมโยงสิ่งแวดล้อมเกี่ยวกับผู้สอน สามารถเชื่อมโยงเรื่องนากับสาระอื่น ๆ ในการจัดการเรียนการสอน

2. การบูรณาการแบบคู่ขนาน เป็นการดำเนินการจัดการเรียนการสอนที่ต้องอาศัยผู้สอนตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ร่วมกันจัดการเรียนการสอน โดยอาจมีการยึดหัวข้อเดียวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งแล้วทำการบูรณาการเชื่อมโยงแบบคู่ขนาน

3. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ เป็นการบูรณาการในลักษณะการนำเอาเนื้อหาจากหลาย ๆ กลุ่มสาระมาเชื่อมโยง เพื่อทำการจัดการเรียนรู้ โดยให้ผู้สอนนำเอาหัวข้อเรื่องที่สามารทำวางแผนการสอนในทุกกลุ่มสาระวิชามาร่วมกันจัดทำแผนการเรียนรู้

4. การบูรณาการแบบโครงการ เป็นการจัดการเรียนการสอน โดยผู้เรียน และผู้สอนร่วมสร้างสรรค์โครงการขึ้น ซึ่งจะใช้เวลาเรียนต่อเนื่องหลายชั่วโมงด้วยการนำเอาจำนวน ชั่วโมงของรายวิชาต่าง ๆ ที่ผู้สอนเคยแยกสอนมารวมเป็นเรื่องเดียวกัน มีเป้าหมายเดียวกันใน ลักษณะการสอนแบบเป็นทีม เรียนเป็นทีม ในกรณีที่ต้องการมุ่งเน้นทักษะในด้านใดเป็นพิเศษ ผู้สอน สามารถแยกกันสอนได้ เช่น กิจกรรมค่ายภาษา กิจกรรมดนตรี เป็นต้น นอกจากนี้แล้วการจัด กิจกรรมการเรียนการสอนแบบบูรณาการควรมีการสอดแทรกคุณธรรมจริยธรรมเข้ามาร่วมด้วย ซึ่งมี แนวทาง 4 แนวทาง (อมร ปรารักษ์น้อย, 2542) คือ

4.1 การสอดแทรกกิจกรรมด้านวิชาการลงในหน่วยการเรียนรู้ เพื่อ ก่อให้เกิดการเรียนรู้ ความรับผิดชอบ การมีวิจาร์ญาณ ด้วยการให้ผู้เรียนทำการค้นคว้าหาข้อมูลต่าง ๆ เช่น การศึกษาคตินิยมไทยในงานประติมากรรมที่เป็นมรดกตกทอดมาจากบรรพบุรุษถึงปัจจุบันแล้ว นำเสนอให้ทุกคนฟัง

4.2 สอดแทรกกิจกรรมด้านศาสนา โดยมีความเชื่อว่าทุกศาสนา สอนให้คนเป็นคนดีเพื่อให้เกิดความศรัทธา ความมีสติ และความรับผิดชอบ เช่น การศึกษา และ ปฏิบัติงานในรูปแบบประติมากรรมด้วยเอกลักษณ์ หรือสัญลักษณ์ต่างๆ

4.3 การสอดแทรกกิจกรรมด้านศิลปวัฒนธรรมเพื่อก่อให้เกิดความ สามัคคี ความสุภาพอ่อนโยน ความมีวินัย เช่น การให้ผู้เรียนศึกษาประเพณีต่าง ๆ ของแต่ละภาคของ ประเทศไทยตลอดจนศึกษาภูมิปัญญาไทย วันสำคัญทางศาสนา แล้วนำมาประยุกต์กับการออกแบบ เขียนแบบ และสร้างงานประติมากรรมด้วยรูปแบบไทย ๆ ร่วมกันเป็นกลุ่ม และทำการนำเสนอ และ ตอบคำถามในลักษณะที่เป็นทีม

4.4 การสอดแทรกกิจกรรมในด้านการอนุรักษ์ เพื่อให้เกิดความ รับผิดชอบต่องานศิลปะไทยตลอดจนการรักษาธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม เช่น การนำนักศึกษาไป ศึกษาดูงานทางด้านศิลปะไทยตามโบราณสถานต่าง ๆ เป็นต้น

ทิศนา แคมมณี (2560) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ หมายถึง แนวคิด และแนวทางในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการศึกษากับการดำเนินชีวิตของมนุษย์ทั้งใน ด้านจุดมุ่งหมาย เนื้อหาการจัดกิจกรรม ตลอดจนการวัดผล และประเมินผล โดยมีเป้าหมายที่สำคัญ สูงสุดเพื่อการแก้ไขปัญหา และพัฒนาคุณภาพชีวิต เนื้อหาวิชาที่จัดจะต้องให้สัมพันธ์กับประสบการณ์ และวิถีชีวิตจริงของผู้เรียน เพื่อให้ความรู้ที่นั้น ๆ นำไปใช้ประโยชน์ในสถานการณ์จริงได้ การเรียนรู้

แบบบูรณาการมีการมุ่งเน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนทำกิจกรรมร่วมกัน มีการนำเอาประสบการณ์ตรงมาใช้แก้ไขปัญหา การเรียนรู้มีการสร้างสถานการณ์ที่เร้าความสนใจ และผู้เรียนจะหาทางสนองความสนใจของตนเองจากความคิดแล้วลงมือปฏิบัติเป็นการสร้างประสบการณ์ให้

ทองอยู่ แก้วไทรฮะ (2566) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ หมายถึง องค์รวมไม่แยกส่วน เป็นการมองสรรพสิ่งต่าง ๆ แบบภาพรวม เป็นความสมบูรณ์ ความสมดุลชีวิต ทั้งหมดไม่แยกส่วน เป็นองค์รวมของชีวิตคน ซึ่งจะต้องเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับสรรพสิ่งต่าง ๆ และการเรียนรู้แบบบูรณานั้นเป็นการจัดประสบการณ์ และสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กัน มีการผสมผสานเข้าไว้ด้วยกัน เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการ และวิถีชีวิตจริงของผู้เรียน

พิศเพลิน เขียนหวาน (2553) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่มีการผสมผสานของ ศาสตร์สาขาวิชาต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ที่เป็นองค์รวม ซึ่งหมายถึงประสบการณ์โดยตรงของผู้เรียน ที่มุ่งเน้นความสามารถ ความสนใจ และความต้องการของผู้เรียน โดยมีการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และชีวิตประจำวัน ทำให้ผู้เรียนมีความสมบูรณ์ทั้งความรู้ ทักษะ คุณธรรม และจริยธรรม

จิราภรณ์ หนูสวัสดิ์ (2554) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่มีการเชื่อมโยงเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกันภายในรายวิชานั้น ๆ มาทำเป็นเรื่องเดียวกัน โดยมีการดำเนินการจัดเป็นหน่วยการเรียนรู้ แต่ละหน่วยการเรียนรู้ ต้องมีการจัดลำดับของเนื้อหา และกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในลักษณะแบบองค์รวม สามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา และประยุกต์ใช้ในบริบทใหม่ ๆ ได้

ดังนั้นจากที่กล่าวมาข้างต้น การจัดการเรียนสอนแบบบูรณาการ เป็นกระบวนการ จัดเรียนรู้ตามความสนใจ ความสามารถ โดยมีความเชื่อมโยงของเนื้อหาสาระของศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และสัมพันธ์กัน ให้การดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้วิธีสอนแบบหลายวิธี จัดกิจกรรมต่าง ๆ ในการสอน การเรียนรู้แบบบูรณาการในหลักสูตรเชื่อมโยงกัน ให้ครูในสาขาวิชาต่าง ๆ หันหน้าเข้าหากัน เพื่อร่วมกันพัฒนาแผนการสอน เพื่อให้หลักสูตรบรรลุเป้าหมาย วิธีการเช่นนี้จะส่งเสริมให้ครูทำงานกันอย่างใกล้ชิดกันมากขึ้น และสามารถแลกเปลี่ยนประสบการณ์ซึ่งกันและกัน จากรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการนั้น คือ การที่ครูกับนักเรียนจะมีปฏิสัมพันธ์กันมากกว่า การเรียนรู้ในรูปแบบเดิม ๆ ครูจะต้องรู้จักนักเรียนเป็นรายบุคคล และสามารถส่งเสริมศักยภาพของเด็กแต่ละคนที่มีความแตกต่าง หลากหลาย นอกจากนั้นแล้วการเรียนการสอนแบบบูรณาการยังช่วย

กระตุ้น และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในเรื่องของการวิเคราะห์ การถ่ายทอดความคิดของตนเอง และมีการพัฒนาทักษะที่จำเป็นในชีวิตประจำวันต่อไปได้ดียิ่งขึ้น

รูปแบบของการบูรณาการ

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2552) ให้แนวคิดการแบ่งประเภทการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเป็น 3 รูปแบบ ดังนี้

แบบที่ 1. จำแนกตามจำนวนผู้สอนมี 3 ลักษณะ คือ

1.1 การบูรณาการแบบผู้สอนคนเดียว ผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้ โดยเชื่อมโยงสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ กับหัวข้อที่สอดคล้องกันกับชีวิตจริง หรือสาระที่กำหนดขึ้นมาเชื่อมโยงสาระ และกระบวนการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะ และกระบวนการเรียนรู้ไปแสวงหาความรู้ความจริงจากหัวข้อเรื่องที่กำหนด

1.2 การบูรณาการแบบคู่ขนาน มีผู้สอนตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ร่วมกันจัดการเรียนการสอน โดยอาจยึดหัวข้อเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งแล้วนำมาบูรณาการเชื่อมโยงแบบคู่ขนานกันภายใต้เรื่องเดียวกัน

1.3 การบูรณาการแบบสอนเป็นทีม มีผู้สอนตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ร่วมกันคิดหัวข้อเรื่องหรือโครงการมา โดยจะใช้เวลาเรียนต่อเนื่องกัน อาจรวมจำนวนชั่วโมงของสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ แบบมีเป้าหมายเดียวกัน

แบบที่ 2. จำแนกตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

2.1 การบูรณาการภายในกลุ่มสาระการเรียนรู้ เป็นลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิด ทักษะ และความคิดรวบยอดของสาระการเรียนรู้ สาระใดสาระหนึ่งนั่นเอง

2.2 การบูรณาการระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้ เป็นลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นำเอาสาระการเรียนรู้จากหลายกลุ่มสาระมาเชื่อมโยงกัน เพื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ภายใต้หัวข้อเรื่องเดียวกัน

กรมวิชาการ (2544) กล่าวถึงรูปแบบของการบูรณาการไว้ว่า การบูรณาการภายในวิชาเป็นการเชื่อมโยงการเรียนรู้ระหว่างเนื้อหาในกลุ่มวิชา หรือรายวิชาเดียวกันเข้าด้วยกัน เป็นการบูรณาการระหว่างวิชาถือว่าเป็นการบูรณาการที่มีประสิทธิภาพ มีอยู่ 5 ลักษณะ ดังนี้

1. การบูรณาการแบบสอดแทรก (Infusion Instruction) เป็นการจัดการเรียนรู้ โดยครูผู้สอนวิชาใดวิชาหนึ่งได้ทำการนำเอาเนื้อหาของวิชาอื่น ๆ เข้ามาบูรณาการกับวิชาที่ตนสอน เป็นการวางแผนการสอน และสอนโดยครูเพียงคนเดียวผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ กับหัวข้อเรื่องที่มีความสอดคล้องกับชีวิตจริง หรือสาระที่กำหนดขึ้นมา ผู้สอนสามารถเชื่อมโยงสาระ และกระบวนการเรียนรู้ของกลุ่มสาระต่าง ๆ เช่น การอ่าน การเขียน การคิดคำนวณ การคิดวิเคราะห์ ทำให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการเรียนรู้ไปแสวงหาความจริงจากหัวข้อเรื่องที่กำหนด

2. การบูรณาการแบบคู่ขนาน (Parallel Instruction) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยครู ตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป สอนวิชาที่ต่างกัน แต่มีการวางแผนการสอนด้วยกัน เพื่อรวมองค์ประกอบของหัวเรื่อง (Theme) ความคิดรวบยอด (Concept) หรือปัญหา (Problem) แล้วครูแยกสอนในแต่ละวิชา ในส่วนของชิ้นงานที่มอบหมายให้กับนักเรียนนั้นจะขึ้นอยู่กับครูในแต่ละวิชา แต่ทั้งหมดจะต้อง สะท้อนถึงหัวเรื่องความคิดรวบยอด หรือปัญหาที่ระบุไว้ร่วมกัน

3. แบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary Instruction) เป็นการสร้างหัวเรื่อง (Theme) ขึ้นมาแล้วนำเนื้อหาจากวิชาต่าง ๆ มาทำการเชื่อมโยงสัมพันธ์กับหัวเรื่องนั้น ซึ่งบางครั้งเรา อาจจะเรียกวิธีการบูรณาการแบบนี้ว่า สหวิทยาการแบบมีหัวข้อ (Thematic Interdisciplinary Studies) หรือการบูรณาการที่มุ่งเน้นการนำไปใช้เป็นหลัก (Application- First Approach) การบูรณาการแบบสหวิทยาการ เป็นการสร้างหัวเรื่องขึ้นมาแล้วนำเนื้อหาจากวิชาต่าง ๆ มาทำการเชื่อมโยง สัมพันธ์กับหัวเรื่องที่กำหนด โดยที่การกำหนดหัวเรื่องต้องมีหลักการ ดังนี้

- 3.1 เป็นเรื่อง que ผู้เรียนมีความสนใจ และมีโอกาสได้เลือกเรียน
- 3.2 เป็นเรื่องที่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ได้หลายวิชา หรือหลายกลุ่ม ประสพการณ์
- 3.3 เป็นเรื่องที่นักเรียนมีประสบการณ์เดิมอยู่แล้ว มีความสอดคล้องกับ ชีวิตจริง และมีความหมายต่อผู้เรียน
- 3.4 เป็นเรื่องที่มีแหล่งความรู้ให้ผู้เรียนได้ศึกษา ค้นคิดอย่างหลากหลาย มีความเชื่อมโยงความสัมพันธ์กับท้องถิ่น และมีความเชื่อมโยงความสัมพันธ์กับความรู้ที่เป็นสากล
- 3.5 เป็นเรื่องที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน และส่งเสริม พัฒนาผู้เรียนอย่างรอบด้าน

3.6 การตั้งชื่อเรื่องต้องมีความทันสมัย และมีความน่าสนใจที่สามารถช่วย
ให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเรียน

4. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary Instruction) ครูหลายคน
จากหลายวิชาวางแผนร่วมกันเกี่ยวกับเรื่อง (Theme) ความคิดรวบยอด (Concept) หรือปัญหา
(Problem) ครูแต่ละคนแยกกันสอนตามรายวิชา แต่มีการมอบหมายงาน หรือโครงการร่วมกัน ซึ่งจะ
เชื่อมโยงสาขาวิชาต่าง ๆ เข้าไว้ด้วยกัน และทำการกำหนดว่าจะแบ่งโครงการนั้นออกเป็นโครงการ
ย่อยให้ผู้เรียนปฏิบัติในแต่ละรายวิชาตามโครงการย่อยนั้น

5. การบูรณาการแบบข้ามวิชา หรือร่วมกันสอนเป็นคณะ (Trans Disciplinary
Instruction) วิธีการนี้ครูวิชาต่าง ๆ จะร่วมกันสอนเป็นคณะ หรือเป็นทีม มีการวางแผนปรึกษาหารือ
ร่วมกัน โดยกำหนดหัวเรื่องความคิดรวบยอด (Concept) หรือปัญหา (Problem) ร่วมกันแล้วสอน
เป็นคณะโดยผู้เรียนกลุ่มเดียวกัน

หลักการสำคัญที่ต้องคำนึงในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2552) เสนอแนะการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
ไว้ ดังนี้

1. การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมใน
กระบวนการเรียนการสอนอย่างกระตือรือร้น มีส่วนร่วมในกระบวนการจัดการเรียนการสอน
2. การส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการร่วมกันทำงานกลุ่มด้วยตนเอง โดยการส่งเสริมให้
มีกิจกรรมกลุ่มในลักษณะต่าง ๆ หลากหลายในการเรียนการสอน และมีการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาส
ได้ลงมือทำกิจกรรมต่าง ๆ อย่างแท้จริงด้วยตนเอง
3. จัดประสบการณ์ต่าง ๆ แก่ผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนมีโอกาสได้เรียนรู้จากสิ่งที่เป็น
รูปธรรม เข้าใจง่าย และตรงกับความเป็นจริง สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ มีการส่งเสริมให้มี
โอกาสได้ปฏิบัติจริงจนเกิดความสามารถ และทักษะที่ติดเป็นนิสัย
4. จัดบรรยากาศในชั้นเรียนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกล้ำคิด ล้ำทำ โดย
ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาสที่จะแสดงออก มีความรู้สึกรักคิดของตนเองต่อสาธารณชน หรือเพื่อนร่วม
ชั้น ทั้งนี้เพื่อสร้างเสริมความมั่นใจให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน

5. เน้นการปลูกจิตสำนึก ค่านิยม และจริยธรรมที่ถูกต้องดีงาม ให้ผู้เรียนสามารถ จำแนก แยกแยะความถูกต้องดีงาม และความเหมาะสมได้ สามารถจัดความขัดแย้งได้ มีความกล้าทางจริยธรรม และการแก้ไขปัญหาด้วยปัญญา และสามัคคี

ดังนั้นจากที่กล่าวมาข้างต้น การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียน การสอนในหลักสูตรแบบบูรณาการ ที่มุ่งเน้นแนวคิดของประเด็นในปรากฏการณ์ความเป็นจริง ซึ่ง จะต้องนำความรู้จากเนื้อหาวิชาต่าง ๆ มาประสานเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน และกันในลักษณะใหม่ ๆ โดย แบ่งประเภทของการบูรณาการออกเป็น 2 รูปแบบ คือ การบูรณาการภายในวิชา (Interdisciplinary) เป็นการเชื่อมโยงการสอนระหว่างเนื้อหาวิชาในกลุ่มประสบการณ์ หรือรายวิชาเดียวกันเข้าด้วยกัน และการบูรณาการระหว่างวิชา (Interdisciplinary หรือ multidisciplinary) มี 4 รูปแบบ ดังนี้

1. การสอนบูรณาการแบบสอดแทรก เป็นการสอนในลักษณะที่ผู้สอนในวิชาหนึ่ง สอดแทรกเนื้อหาวิชาอื่น ๆ ในการสอนของตนเอง
2. การสอนบูรณาการแบบคู่ขนาน เป็นการสอนโดยผู้สอนตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป มีการ ร่วมวางแผนการสอนร่วมกัน โดยมุ่งสอนหัวเรื่อง ความคิดรวบยอด หรือปัญหาเดียวกัน แต่สอนต่าง วิชากัน หรือต่างคนต่างสอน
3. การสอนบูรณาการแบบสหวิทยาการ เป็นการสอนบูรณาการแบบคู่ขนาน แต่มี การมอบหมายงาน หรือทำโครงการร่วมกัน
4. การสอนแบบบูรณาการแบบข้ามวิชา หรือสอนเป็นคณะ เป็นการสอนที่ผู้สอน วิชาต่าง ๆ ร่วมกันสอนเป็นคณะ หรือเป็นทีม วางแผนปรึกษาหารือร่วมกัน โดยกำหนดหัวเรื่อง ความคิด รวบยอด ปัญหาหารือร่วมกัน แล้วร่วมกันสอนผู้เรียนเป็นกลุ่มเดียว

สติมศึกษา (STEAM Education)

ความเป็นมา และความสำคัญของสะเต็ม (STEM Education)

National Science Foundation: NSF Z2012) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตาม แนวคิดสะเต็ม (STEM) ถูกนำมาใช้โดยสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา เนื่องจาก ประสบปัญหาในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และการสร้างนวัตกรรมที่มีแนวโน้มลดลง อีกทั้ง ปัญหาการขาดแคลนบุคลากรด้าน วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ส่งผลต่อการแข่งขันทางเศรษฐกิจในระดับนานาชาติ เนื่องจากการพัฒนานวัตกรรม และเทคโนโลยีที่

ก้าวกระโดดนั้นต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์จากศิลปะร่วมในการออกแบบด้วย (Michelle H. Land, 2013) ขณะเดียวกัน พลเอกประยุทธ์ จันทร์โอชา นายกรัฐมนตรีประเทศไทยก็ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของสะเต็มศึกษาจึงมีนโยบายให้กระทรวงศึกษาธิการนำ STEM มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาความรู้ด้าน วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ให้เท่าเทียม และสามารถแข่งขันกับต่างประเทศได้ โดยทางด้านกระทรวงศึกษาธิการได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมสะเต็มศึกษาว่า การศึกษาแบบสะเต็ม เป็นการเรียนรู้ผ่านการบูรณาการความรู้ระหว่างศาสตร์วิชาต่าง ๆ ทั้งความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ความรู้ด้านคณิตศาสตร์ การใช้เทคโนโลยี และการออกแบบเชิงวิศวกรรม จัดทำให้นักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ชัยยศ อิ่มสุวรรณ อ้างถึงใน (มิ่งกาญจน์ แจ่มพงษ์, 2559) ซึ่งมีการนำไปใช้บูรณาการตั้งแต่ระดับหลักสูตรไปจนถึงระดับรายวิชา ซึ่งเนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องอาจมีส่วนที่ไม่เท่ากัน หรือมีเนื้อหาใดเนื้อหาหนึ่งเป็นหัวข้อหลัก หรือบูรณาการในวิชาอื่นไปพร้อมกัน เพื่อปรับปรุงแก้ไขปัญหา พัฒนาองค์ความรู้ และสร้างความรู้ใหม่ให้เกิดขึ้น เพราะในการทำงาน และการดำเนินชีวิต ล้วนต้องอาศัยองค์ความรู้จากหลากหลายศาสตร์ (เจนจิรา สันติไพบูลย์, 2561) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างจากอดีต มีความท้าทาย ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดจินตนาการ เป็นการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริง ต่อมา นักการศึกษาพัฒนารูปแบบทางการศึกษาจากสะเต็มศึกษาไปเป็นแนวคิดที่เรียกว่า สเต็มศึกษา (STEAM education) ขึ้นมา (Edudemic Connecting Education & Technology, 2015) โดย สเต็ม ประกอบขึ้นจาก 5 ศาสตร์ คือ แนวคิดในการจัดการศึกษาแบบ STEM โดยเพิ่มอักษรตัว A เข้ามา ซึ่งตัว A หมายถึง Arts หรือศิลปศาสตร์ที่ไม่ใช่เฉพาะทางด้านศิลปกรรมเท่านั้นแต่รวมถึง ปรัชญา ภาษา วรรณกรรม จิตวิทยา มนุษย์ และสังคม STEAM เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ในวิชา วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม (Engineering) คณิตศาสตร์ (Mathematics) และเพิ่มตัว A (Arts) คือ ศิลปะ ภาษา การแสดง สังคม และทัศนคติ โดยรายวิชาต่าง ๆ สามารถเชื่อมโยง และสนับสนุนกันผ่านการประยุกต์ใช้กับสถานการณ์จริง ในการที่ผู้คิดค้นได้เพิ่มศิลปศาสตร์ (Arts) เข้าไปใน STEM เนื่องจากต้องการให้นักเรียนสร้างกรอบความคิดทางการศึกษาที่เชื่อมโยงวิทยาศาสตร์กับสาขาต่าง ๆ ของศิลปะ เช่น ศิลปะอุตสาหกรรม ศิลปภาษา ศิลปกายภาพ ศิลปศาสตร์ และจิตรศิลป์ (Yakman & Lee, 2012) เพื่อต้องการสนับสนุนให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ จินตนาการ กล้าคิดนอกกรอบ สามารถออกแบบนวัตกรรมใหม่ ๆ และแก้ไขปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์มากยิ่งขึ้น

พญัถัทร ไกรวรรณ (2559) กล่าวว่า สติมศึกษาหมายถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยบูรณาการศาสตร์ 5 ศาสตร์ ได้แก่ S (Science) วิทยาศาสตร์ T (Technology) เทคโนโลยี E (Engineering) วิศวกรรมศาสตร์ A (Arts) ศิลปะ และ M (Mathematics) คณิตศาสตร์นำมาบูรณาการในการจัดกิจกรรม ดังนี้ วิทยาศาสตร์ S (Science) หมายถึง การจัดกิจกรรมให้เด็กเรียนรู้ในสาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ และสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการสังเกต (Observing) ทักษะการลงความคิเห็นจากข้อมูล (Inferring) และทักษะการพยากรณ์ (Predicting) ขณะปฏิบัติกิจกรรม เทคโนโลยี T (Technology) หมายถึง การจัดกิจกรรมให้เด็กได้เลือกใช้อุปกรณ์ เครื่องมือต่าง ๆ ได้แก่ สายวัด ไม้บรรทัด กาว กรรไกร เทปใส ในการประดิษฐ์ผลงาน วิศวกรรมศาสตร์ E (Engineering) หมายถึง การจัดกิจกรรมให้เด็กได้วางแผน ออกแบบ ผลงานตามคิเห็นของตนเอง และประดิษฐ์ผลงานภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดตลอดจนตรวจสอบ และปรับปรุงผลงาน ศิลปะ A (Arts) หมายถึง การจัดกิจกรรมให้เด็กได้ความรู้ด้านองค์ประกอบศิลป์ ได้แก่ สี พื้นผิว รูปร่าง/รูปทรงในการทำกิจกรรม การปั้น การฉีก ตัดปะ การประดิษฐ์ คณิตศาสตร์ M (Mathematics) หมายถึง การจัดกิจกรรมให้เด็กได้ความรู้เกี่ยวกับ จำนวน การวัด และเรขาคณิต ในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้แก่ สาระที่ 1 จำนวน และการดำเนินการ สาระที่ 2 การวัด และสาระที่ 3 เรขาคณิต

ยศวีร์ สายฟ้า (2555) ได้กล่าวถึงประเภทของศาสตร์การสอนที่แยกย่อยลงไปนั้น ประกอบด้วย ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ (S : Science) วิทยาศาสตร์มุ่งเน้นการปลูกฝังความรู้สึสงสัยใคร่รู้ (Curiosity) ให้เกิดขึ้นกับนักเรียนเป็นสำคัญ และส่งเสริมกระบวนการสืบสอบ (Investigation) ตลอดจนการทดลองสิ่งต่าง ๆ (Experiment) ก็เป็นกระบวนการสำคัญสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ การกระตุ้นกระบวนการคิด (Thinking Skill) สามารถทำได้จากการตั้งคำถามกับนักเรียนบ่อย ๆ สิ่งสำคัญ คือ ครูต้องมองว่าวิทยาศาสตร์ไม่ได้จำกัดอยู่ภายในห้องเรียน หรือตำราเท่านั้น แต่ วิทยาศาสตร์นั้นคือ ประสบการณ์เรียนรู้ในทุก ๆ วัน (Everyday E Seriences) และนักเรียนจะมีวิธีการคิดในลักษณะของการตั้งสมมุติฐาน (Hypothesis) อยู่เสมอ

2. เทคโนโลยี (T : Technology) เครื่องมือ หรืออุปกรณ์ (Tool) เป็นเครื่องมือธรรมดาที่เป็นเครื่องใช้งานทั่วไปที่อำนวยความสะดวกแก่นักเรียนในการทำสิ่งต่าง ๆ ให้ลุล่วง เช่น ดินสอสี ไม้บรรทัด แว่นขยาย กรรไกร เป็นต้น

3. วิศวกรรมศาสตร์ (E : Engineering) เป็นกระบวนการที่เริ่มต้นมาจากการระบุปัญหา (Problem) จากนั้นจึงมุ่งเน้นไปที่กระบวนการคิดแก้ไขปัญหา (Problem Solving Thinking Skill) และทดลองวิธีการแก้ปัญหานักเรียนเป็นผู้ริเริ่มดำเนินการด้วยตนเอง

4. ศิลปศาสตร์ (A : Arts) การเพิ่มศาสตร์ทางศิลปศาสตร์ (Arts) เข้าไปใน STEM จะช่วยทำให้นักเรียนมีโอกาสได้ถ่ายทอด หรือประยุกต์ใช้แนวคิดสำคัญ (Concept) ด้วยความคิดสร้างสรรค์ และมีจินตนาการมากยิ่งขึ้นนักเรียนสามารถสื่อสารความคิดของตนเองออกมาในรูปแบบของตนตรี และการเคลื่อนไหวการสื่อสารด้วยภาษาท่าทาง หรือการสื่อสารออกมาในรูปแบบของการวาดภาพ หรือการสร้างโมเดลจำลอง

5. คณิตศาสตร์ (M : Mathematics) คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียน หมายถึง กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ซึ่งประกอบด้วยการเปรียบเทียบการจำแนก/จัดกลุ่มการจัดแปรรูป (Patterns) และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติภาษาคณิตศาสตร์มีความสำคัญเพราะเวลานักเรียนถ่ายทอดความคิด หรือความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์นักเรียนจะใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่าน้อยกว่า เล็กกว่าใหญ่กว่า การส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher - Level Math Thinking) ไม่ได้เกิดขึ้นจากการฝึกฝนอย่างหนักจากการทำแบบฝึกหัดในห้องเรียน แต่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน หรือจากการทำกิจกรรมการเล่นของนักเรียนได้เช่นกัน

ดังนั้นจากที่กล่าวมาข้างต้น สะเต็มศึกษาถูกนำมาใช้ครั้งแรกโดยสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ แคลนบุคคลากรด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ต่อมาปลายประเทศได้หันมาให้ความสำคัญกับ สะเต็มศึกษามากขึ้นรวมถึงประเทศไทยก็ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของสะเต็มศึกษา จึงมีนโยบายให้กระทรวงศึกษาธิการนำ STEM มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถของประชากร ให้มีความเท่าเทียม และสามารถแข่งขันในเวทีนานาชาติได้ โดยต่อมามีนักการศึกษาพัฒนารูปแบบทางการศึกษาจากสะเต็มศึกษาไปเป็นแนวคิดที่เรียกว่า สเต็มศึกษา (STEAM education) ขึ้นมา ซึ่งประกอบขึ้นจาก 5 ศาสตร์ คือ แนวคิดในการจัดการศึกษา

แบบ STEM โดยเพิ่มอักษรตัว A เข้ามา โดยตัว A หมายถึง Arts หรือศิลปะศาสตร์ที่ไม่ใช่เฉพาะทางด้านศิลปกรรมเท่านั้นแต่รวมถึง ปรัชญา ภาษา วรรณกรรม จิตวิทยา มนุษย์ ซึ่งรายวิชาต่าง ๆ สามารถเชื่อมโยง และสนับสนุนกันผ่านการประยุกต์ใช้กับสถานการณ์จริง ในการที่ผู้คิดค้นได้เพิ่ม ศิลปะศาสตร์ (Arts) เข้าไปใน STEM เนื่องจากต้องการให้นักเรียนสร้างกรอบความคิดทางการศึกษาที่ เชื่อมโยงวิทยาศาสตร์กับสาขาต่าง ๆ ของศิลปะ เพื่อต้องการสนับสนุนให้นักเรียนเกิดความคิด สร้างสรรค์ จินตนาการ กล้าคิดนอกกรอบ สามารถออกแบบนวัตกรรมใหม่ ๆ และแก้ไขปัญหาได้ อย่างสร้างสรรค์มากยิ่งขึ้น และสามารถนำความรู้ในรูปแบบสติศึกษาไปใช้ในชีวิตประจำวันต่อไปได้

แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education

Yakman (2008) ยังได้นำเสนอกรอบแนวคิด STEAM หรือพีระมิต STEAM ซึ่งแบ่ง ระดับชั้นของเนื้อหา และรูปแบบการใช้ได้ ดังนี้

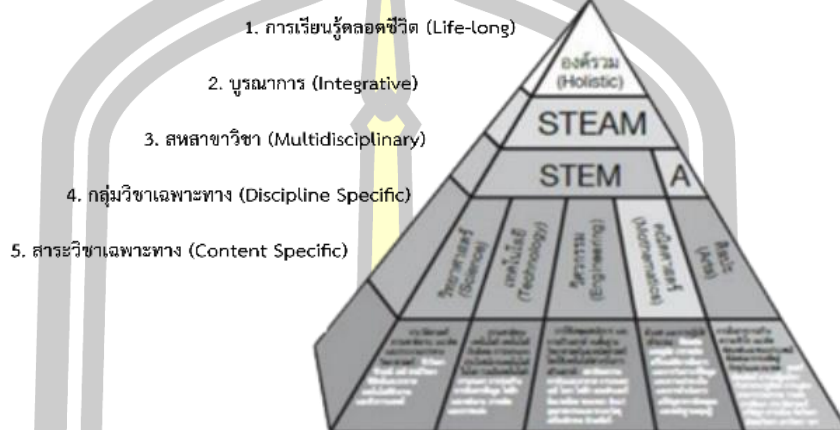
ขั้นที่ 1 เป็นเนื้อหาสาระที่เฉพาะเจาะจง (content Specific) เป็นการศึกษาที่อยู่ หลังมัธยมศึกษาที่มีความเฉพาะทางมากกว่าทุกลำดับชั้นของพีระมิต

ขั้นที่ 2 เป็นกลุ่มองค์ความรู้ที่แบ่งตามศาสตร์ (Discipline Specific) เป็นการศึกษา ขึ้นพื้นฐานของศาสตร์ในแต่ละศาสตร์ เป็นการศึกษาที่มีการเน้นพื้นฐานของศาสตร์ และเหมาะสม สำหรับช่วงชั้นมัธยมศึกษา

ขั้นที่ 3 เป็นการเรียนรู้แบบสหสาขาวิชา (Multidisciplinary) เป็นการจัดการศึกษา ที่มีการมุ่งเน้นวิทยาศาสตร์ในเชิงการใช้แนวคิดสะสม เพื่อสร้างผลงานโดยที่แยกศิลปะศาสตร์ออก อย่างชัดเจน หรือจะเป็นตัวเสริมแนวคิดหลักที่มีการจัดกิจกรรมโดยผ่านการกำหนดหัวเรื่อง/โปร เจ็ค ซึ่งทาง Georgette Yakman ได้มีการนำเสนอว่าแนวทางในระดับชั้นเหมาะสมกับเด็กระดับชั้น มัธยมศึกษาในแนวทางการปฏิบัติ

ขั้นที่ 4 เป็นการบูรณาการ (Integrative) เป็นการเชื่อมโยงศาสตร์ทั้งแนวคิดของ STEM และ Arts เข้าด้วยกันโดยผ่านการลงมือทำให้มีผลงาน หรือจะเป็นหัวเรื่องที่ได้รับมอบหมายให้ เป็นการบูรณาการ เนื้อหาสาระ และวิธีสอนที่ให้ Arts เข้ามามีบทบาทนั้น ไม่น้อยไปกว่า STEM ซึ่ง สามารถส่งเสริมให้เด็กมองเห็นภาพในเชิงองค์รวมของสิ่งที่มีอยู่ ซึ่งเหมาะสำหรับเด็กประถมศึกษา จนถึงมัธยมศึกษา

ขั้นที่ 5 เป็นการศึกษาแบบองค์รวมตลอดชีวิต เป็นขั้นที่มุ่งเน้นให้เกิดแนวความคิด และเกิดการเรียนรู้ของคน ทุกเพศ ทุกวัย ที่สามารถเรียนรู้แบบองค์รวมได้ด้วยตัวเอง (Lifelong Holistic)



ภาพที่ 2 พีระมิตแสดงองค์รวมของ STEAM Education
โดยดัดแปลงจากพีระมิตของ Georgette Yakman

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ในโรงเรียนทั่วโลกได้มีการนำมาใช้อย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐเกาหลี ซึ่งประสบความสำเร็จในด้านการจัดการศึกษาตามแนวทางการจัดการเรียนรู้แนวคิด STEAM เป็นอย่างดีที่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการทำงานในบริบท และสภาพแวดล้อมของผู้เรียน เป็นการส่งเสริมการคิดความสามารถที่มีความหลากหลาย สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้หลายวิธี มุ่งสู่การมีวิชาการ และทักษะการใช้ชีวิตควบคู่กันไปในความเป็นมาตรฐานแห่งการเรียนรู้จากของจริง การค้นหา สืบค้น และเรียนรู้จากสภาพแวดล้อม และสิ่งใกล้ตัวในประเทศสหรัฐอเมริกา “สเต็มศึกษา” (STEAM Education) กำหนดแนวทางการจัดการศึกษาไว้ไม่เพียงแค่นั้น แต่ยังมีให้นำเอาสาระวิชาวิทยาศาสตร์ และศิลปะมาใช้ในการเรียนการสอน มีการกำหนดไว้เป็นวัตถุประสงค์ เพื่อใช้ศิลปะมาส่งเสริมการรับรู้ความสามารถ ความเชื่อมั่น และความสนใจในวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้มากยิ่งขึ้น จึงสร้างแรงบันดาลใจ และแรงจูงใจที่ให้นักเรียนที่อยากจะประกอบอาชีพในทางด้านวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) (2557) กล่าวว่าจุดเด่นของการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) หรือสเต็มศึกษา (STEAM

Education) คือ การผนวกเอาแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) เข้ากับการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ศิลปะ และเทคโนโลยีของผู้เรียนในขณะที่ทำกิจกรรม เพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ศิลปะ และเทคโนโลยี ผู้เรียนจะต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบชิ้นงาน หรือวิธีการ เพื่อตอบสนองความต้องการ หรือ แก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน โดยให้เข้ามาในทางด้านเทคโนโลยี ซึ่งเป็นผลผลิตจาก กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ดังนั้น ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสเต็มศึกษา (STEAM Education) จึงทำการนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ามาใช้เป็นฐานดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุปัญหา (identify a challenge) ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ไขปัญหา มีความตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน และจำเป็นที่จะต้องหาวิธีการ หรือสร้าง สิ่งประดิษฐ์ (innovation) เพื่อนำมาทำการแก้ไขปัญหาดังกล่าวในการแก้ไขปัญหาในชีวิตจริง บางครั้งคำถาม หรือปัญหาที่เราระบุ อาจจะประกอบด้วยปัญหาย่อยในขั้นตอนของการระบุปัญหา ผู้ แก้ไขปัญหาจึงจะต้องดำเนินการพิจารณาปัญหา หรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้น เพื่อประกอบเป็น วิธีการในการแก้ไขปัญหาใหญ่ด้วย

2. การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (explore ideas) หลังจากผู้แก้ไขปัญหาได้ทำความเข้าใจ ปัญหา และสามารถระบุปัญหาย่อยแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การรวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่ เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องของผู้แก้ไขปัญหา อาจมีการ ดำเนินการ ดังนี้

2.1 การรวบรวมข้อมูล คือ การสืบค้นว่าเคยมีใครได้ทำการหาวิธีแก้ไข ปัญหาดังกล่าวนี้แล้ว หรือไม่ และหากมีผู้ที่เคยแก้ปัญหานี้แล้ว บุคคลนั้นมีการแก้ปัญหายังไร และมีข้อเสนอแนะใดบ้าง

2.2 การค้นหาแนวคิด คือ การค้นหาแนวคิด หรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหา ได้ ในขั้นตอนนี้ผู้แก้ไขปัญหาควรพิจารณาแนวคิด หรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ไขปัญหาแล้วทำ การดำเนินการจดบันทึกแนวคิดไว้ เพื่อเป็นทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นแล้วจึง จะทำการประเมินแนวคิดเหล่านั้น โดยมีการพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดี จุดอ่อน ความเหมาะสมกับเงื่อนไข และมีขอบเขตของปัญหา แล้วจึงเลือกแนวคิด หรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3. การวางแผน และพัฒนา (plan and develop) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ไขปัญหาแล้ว ในขั้นตอนต่อไป คือ การวางแผนการดำเนินงาน โดยผู้แก้ไขปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมาย และระยะเวลาในการดำเนินการในแต่ละขั้นตอนย่อยให้มีความชัดเจน ในขั้นตอนของการพัฒนานั้นผู้แก้ปัญหาก็ต้องวาดแบบ และพัฒนาต้นแบบ (prototype) ของผลผลิต เพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ไขปัญหา

4. การทดสอบ และประเมินผล (test and evaluate) เป็นขั้นตอนของการทดสอบ และประเมินผลการใช้งานต้นแบบ เพื่อแก้ไขปัญหาของผลที่ได้จากการทดสอบ และการประเมิน อาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุง และพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบ และการประเมินผล สามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ไขปัญหา

5. การนำเสนอผลลัพธ์ (present the solution) หลังจากการพัฒนา ปรับปรุง ทดสอบ และประเมินวิธีการแก้ไขปัญหา หรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหาก็ต้องทำการนำเสนอผลลัพธ์นั้นต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่าย และน่าสนใจ

จากที่ผู้วิจัยได้กล่าวมาข้างต้น แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสเต็มศึกษา (STEAM Education) หมายถึง แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และ คณิตศาสตร์ โดยศิลปะที่เพิ่มเข้าไปในั้น จะช่วยสนับสนุนให้เกิดบรรยากาศในการเรียนรู้ที่ดี และทำให้มีการพัฒนาสมองทั้งสองซีกไปด้วยกัน สามารถทำให้ผู้เรียนได้เกิดการพัฒนากระบวนการคิด การแก้ไขปัญหา การทำงานเป็นกลุ่ม และสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงในโลกยุคศตวรรษที่ 21 ที่มุ่งเน้นการทำงาน การอยู่ร่วมกัน รวมทั้งพัฒนากระบวนการสร้างหรือผลิตนวัตกรรมใหม่ ๆ อย่างสร้างสรรค์ สเต็มศึกษา (STEAM Education) ไม่ใช่แค่ช่วยในด้านการพัฒนาตนเอง และคนรอบข้าง แต่ยังมีการช่วยในการพัฒนาประเทศได้อีกด้วย โดยมี 5 ขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา (identify a challenge) คือ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา หรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไข หรือข้อจำกัดของสถานการณ์ เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงาน หรือวิธีการในการแก้ไขปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นรวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (explore ideas) คือ นักเรียนต้องดำเนินการรวบรวมข้อมูล และแนวคิดทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

กับแนวทางการแก้ไขปัญหา ความเหมาะสมกับเงื่อนไข และขอบเขตของปัญหา แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด และทำการประเมินความเป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผน และพัฒนา (plan and develop) คือ ขั้นหลังจากทำการเลือกแนวคิดที่มีความเหมาะสมในการแก้ปัญหามาแล้ว นักเรียนจะต้องดำเนินการวางแผน และนำมาประยุกต์ใช้ข้อมูล ศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงาน หรือวิธีการในการแก้ไขปัญหา และอาศัยความรู้ทางด้านศิลปะมาช่วยในการออกแบบชิ้นงานอย่างสร้างสรรค์ และสวยงาม โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัด และเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด นักเรียนต้องทำการวาดแบบ พัฒนาด้านแบบของผลผลิต เพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ไขปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นทดสอบ และประเมินผล (test and evaluate) คือ ขั้นทดสอบ และประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ไขปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบ และประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุง และการพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหาที่มากขึ้น การทดสอบ และการประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ไขปัญหา

ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอผลลัพธ์ (present the solution) คือ หลังจากการพัฒนาปรับปรุง และประเมินวิธีการแก้ไขปัญหา หรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้เรียนจะต้องทำการนำเสนอผลลัพธ์นั้นต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่าย และน่าสนใจ

ในการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสเต็มศึกษา (STEAM Education) ครูควรจัดเตรียมกิจกรรมที่มีความเหมาะสมกับบริบทของนักเรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะต้องมีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน สอดคล้องกับความสามารถ และสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรม และบทบาทของครูกับนักเรียน

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของผู้เรียน
1. ระบุปัญหา (identify a challenge)	ครูสร้างสถานการณ์ในการเรียนรู้ให้นักเรียนผ่านสถานการณ์ปัญหา เพื่อนำไปสู่การสร้างชิ้นงาน หรือวิธีการใน	นักเรียนวิเคราะห์เงื่อนไข หรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหาเพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหาเพื่อนำไปสู่การสร้างชิ้น

ตารางที่ 5 แสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรม และบทบาทของครูกับนักเรียน (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของผู้เรียน
	การแก้ไขปัญหา	งาน หรือวิธีการในการแก้ไขปัญหา
2. ขั้นรวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (explore ideas)	ครูส่งเสริมให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพื่อทำแก้ไขปัญหา และแนะนำการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งที่เชื่อถือได้	นักเรียนหาข้อมูล และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกันเพื่อแก้ไขปัญหา
3. ออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหา (Solution Design)	ครูคอยดูแล และส่งเสริมให้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ สร้างชิ้นงานที่น่าสนใจ และแปลกใหม่	นักเรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีมาออกแบบนวัตกรรม เพื่อแก้ไขปัญหา
4. ขั้นทดสอบ และประเมินผล (test and evaluate)	ครูสังเกตการทดสอบ และประเมินการใช้งานของ ชิ้นงานของนักเรียน	นักเรียนทดสอบ และประเมินการใช้งานของชิ้นงาน หรือวิธีการ
5. ขั้นนำเสนอผลลัพธ์ (present the solution)	ครูรับฟังความคิดเห็นในการนำเสนอของนักเรียน	นักเรียนเสนอแนวคิด และขั้นตอนการแก้ไขปัญหาของการสร้างชิ้นงาน หรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจ

ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

เพื่อให้เข้าใจในความหมาย และเพื่อให้เข้าใจความแตกต่างระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการสืบค้นข้อมูลทั้งทางด้านความคิดสร้างสรรค์ และทางด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) นักการศึกษาได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้หลายท่าน แต่นิยามของนักจิตวิทยาทางการศึกษาที่ได้รับการยอมรับ และถูกนำไปใช้ มีดังนี้

ทอร์เรนซ์ (Torrance, 1990 อ้างอิงจาก รพีพล อินสุพรรณ, 2562) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์คือความคิดของบุคคลที่ไวต่อการแก้ไขปัญหา ไวต่อการแยกแยะสิ่งต่าง ๆ และมีความคิดแก้ไขปัญหาได้หลากหลาย ไวต่อการตั้งสมมติฐานทางความคิดที่เกี่ยวกับปัญหา จนนำไปสู่การแสดงออกทางพฤติกรรมที่เป็นรูปธรรมแก่ผู้อื่น โดยความคิดสร้างสรรค์ของแต่ละบุคคลจะมีขีดความสามารถของความคิดสร้างสรรค์ที่แตกต่างกันอย่างไม่มีขีดจำกัด

กิลฟอร์ด (Guilford, 1959 อ้างอิงจาก สุวิทย์ มูลคำ, 2547) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางสมองในการคิด ซึ่งมีองค์ประกอบในการคิดริเริ่ม ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ซึ่งจะสามารถสังเคราะห์ความคิด และประมวลความคิดตามหลักเหตุ และผลเพื่อหาคำตอบของปัญหาให้เป็นหนึ่งเดียว โดยกิลฟอร์ดมีความเชื่อว่าความคิดสร้างสรรค์ที่เกิดขึ้นนั้น เป็นสิ่งเฉพาะตัว แต่ละคนจะมีสภาวะความคิดสร้างสรรค์ที่ไม่เท่ากัน นอกจากนี้การแสดงออกซึ่งสภาวะความคิดสร้างสรรค์ก็ไม่เท่ากัน

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์หมายถึงความสามารถในการคิด การแก้ไขปัญหา การเชื่อมโยงปัญหาด้วยความคิดอย่างลึกซึ้ง และมีจินตนาการที่กว้างไกล มีความเป็นอิสระ โดยนำความรู้ หรือประสบการณ์เดิมมาเป็นองค์ประกอบสำคัญ จนทำให้เกิดความคิดที่มีความแปลกใหม่ขึ้น

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

มีผู้ที่ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

Moravosik (อ้างถึงจาก รพีพล อินสุพรรณ, 2562) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการนำความคิดในจินตนาการมาทำการประยุกต์ใช้ให้เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน โดยการนำเอาหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้

(Hu and Adey, 2002) ได้กล่าวถึงความแตกต่างระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีการนำกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์เข้ามามีส่วนร่วม เช่น การตั้งคำถาม การทดลอง การหาคำตอบ เป็นต้น ซึ่งเป็นทักษะที่ต้องใช้ความรู้ และสติปัญญา โดยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จะต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะมีความแตกต่างจากความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นเพียงการคิดที่ไร้ขอบเขต ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องทำการนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้อง

ทัศนีย์ พงษ์ชลธาร (อ้างอิงจาก กิติภูมิ เลิศกิตติกุลโยธิน, 2550) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หมายถึงการแสดงความคิดริเริ่ม ความคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่นในการคิดแก้ไขปัญหา โดยนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาใช้

จุลจักร โนนพันธ์ (อ้างอิงจาก ณัฏฐพงษ์ เจริญทิพย์, 2539) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถทางสมองของมนุษย์ ที่ทำให้เกิดการคิดแก้ไขปัญหาได้หลากหลายแนวทาง โดยมีการใช้กระบวนการคิดตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

ประทุม อัดชู (2535) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางของการคิด และการกระทำของบุคคลในการเรียนรู้ การแก้ไขปัญหา โดยใช้หลักการ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้มาซึ่งนวัตกรรมที่มีความแปลกใหม่จากความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จะเห็นได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นการคิดที่มีการนำเอากระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาช่วยแก้ไขปัญหา การแก้ปัญหานั้น ๆ ที่เกิดขึ้นจะต้องอิงอยู่บนพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ และมีการตรวจสอบความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหามาจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การทดสอบ การทดลอง การวิจัย เป็นต้น

องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

Hu and Adey (2002) ได้ให้ผลสรุปว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามโมเดลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Structure Creativity Model: SSCM) ที่สร้างขึ้นประกอบด้วย 3 มิติ ดังนี้

มิติที่ 1 ด้านผลลัพธ์ (Product) เป็นการวัดเกี่ยวกับความรู้ หลักการ และทักษะทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยส่วนประกอบ 4 ส่วน ได้แก่

1. ผลลัพธ์เกี่ยวกับ ความเชี่ยวชาญเฉพาะเรื่อง (Technical product)
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science knowledge)
3. ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ (Science phenomena)
4. ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (Science problem)

มิติที่ 2 ด้านคุณลักษณะ (Trait) เป็นการวัดด้านความคิดสร้างสรรค์ โดยยึดตามกรอบแนวคิดของ Torrance ประกอบด้วยส่วนประกอบ 3 ส่วน ได้แก่

1. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency)
2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility)
3. ความคิดริเริ่ม (Originality)

มิติที่ 3 ด้านกระบวนการ (Process) เป็นการวัดกระบวนการคิด และการใช้จินตนาการ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

1. การคิด (Thinking)
2. จินตนาการ (Imagination)

Rubaaiah Sidek (2020) กล่าวไว้ว่า จากการศึกษาของ Hu & Aday's โครงสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (SSCM) Son Mi Jo (2009) และ Park's (2009) โครงสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังแสดงในตารางที่ 6 ตารางที่ 6 แสดงโครงสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

SSCM by Hu and Aday	Scientific Creativity Model by Son	Model of Scientific Creativity (MSC) by Park
ด้านองค์ความรู้	องค์ความรู้ และไม่ใช่องค์ความรู้	องค์ความรู้
ด้านผลลัพธ์	ความสามารถทางวิทยาศาสตร์	ความคิดสร้างสรรค์

ตารางที่ 6 แสดงโครงสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

SSCM by Hu and Aday	Scientific Creativity Model by Son	Model of Scientific Creativity (MSC) by Park
ด้านคุณลักษณะ (ความคิดที่แตกต่าง)	ความสามารถในการสร้างสรรค์ แรงจูงใจที่แท้จริง	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ด้านกระบวนการ (การคิด,จินตนาการ)	บริบทที่สนับสนุนความคิดสร้างสรรค์	ทักษะการสืบเสาะอย่างวิทยาศาสตร์

ซึ่งโครงสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (SSCM) สร้างขึ้นบนพื้นฐานแนวคิดของ กิลฟอร์ด ประกอบไปด้วย 3 มิติ 24 ช่อง แสดงการเชื่อมต่อของแต่ละมิติ (ผลลัพธ์ กระบวนการ และคุณลักษณะ) จากโครงสร้างอธิบายได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถทางปัญญา เกี่ยวข้องกับผลลัพธ์ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งทางด้านความคิดและจินตนาการ คล้ายกับรูปแบบโครงสร้างของ Park's ที่ได้เสนอไว้ว่า ด้านองค์ความรู้ของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในอนาคตทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์นั้นเป็นสิ่งที่จำเป็นที่จะใช้ส่งเสริมความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ชีววิทยา ฟิสิกส์ และเคมี) และทักษะทางด้านของการสืบเสาะ ช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จุดนี้ชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนว่า องค์ประกอบทั้ง 2 ส่วน ช่วยสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์รายบุคคล และในขณะเดียวกันรูปแบบโครงสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ Son ได้ประยุกต์จากโครงสร้างความคิดสร้างสรรค์ของ Amabile (1996) จุดสำคัญคือความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้นขึ้นอยู่กับความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ทักษะ และทัศนคติ ส่วนของทัศนคตินั้นทำให้รูปแบบนี้มีความแตกต่างกับ 2 รูปแบบที่ผ่านมา

สรุปได้ว่า องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้นจะประกอบไปด้วย 3 มิติ ได้แก่ มิติที่ 1 ด้านผลลัพธ์ (Product) ประกอบไปด้วย ความเชี่ยวชาญเฉพาะเรื่อง (Technical product) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science knowledge) ปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ (Science phenomena) และปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (Science problem) มิติที่ 2 ด้านคุณลักษณะ (Trait)

ประกอบไปด้วย ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ความคิดริเริ่ม (Originality) มิติที่ 3 ด้านกระบวนการคิด (Process) ประกอบไปด้วย กระบวนการคิด (Thinking) จินตนาการ (Imagination) ซึ่งในการพัฒนาแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางด้านวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ครอบคลุมถึงองค์ประกอบในหลากหลายมิติตามโครงสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Structure Creativity Model: SSCM) ที่พัฒนาขึ้นโดย Hu & Adey

การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

สุวิทย์ มูลคำ (2547) ได้อธิบายลักษณะการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นการวัดเพื่อประเมินระดับความคิดสร้างสรรค์ทางด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้เครื่องมือได้หลากหลายรูปแบบ ทั้งแบบสำรวจ และแบบทดสอบ โดยการวัดสามารถนำแบบทดสอบนี้มาใช้ได้ การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้นสามารถวัดได้กับบุคคลทุกระดับชั้น ทุกการศึกษา และทุกช่วงอายุ แต่การนำแบบทดสอบไปใช้จะต้องมีการคำนึงถึงพัฒนาการพื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ เช่น ควรใช้แบบทดสอบถามตอบกับนักเรียนแทนแบบทดสอบแบบเขียน โดยลักษณะแบบทดสอบหลัก ๆ ประกอบไปด้วยกิจกรรม 3 ลักษณะ ดังนี้

1. กิจกรรมไม่ใช้ภาษา (Non - verbal Tasks) เช่น การต่อเติมรูปภาพที่ยังไม่สมบูรณ์ให้มีความสมบูรณ์
2. กิจกรรมทางภาษาโดยไม่ใช้สิ่งเร้าทางภาษา (Verbal Tasks Using Non-Verbal Stimuli) เช่น การให้ดูชุดรูปภาพแล้วให้เล่าเรื่องราวที่เกิดขึ้นจากภาพที่เห็น และการออกแบบจากสิ่งของที่กำหนดให้มาใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น เป็นต้น
3. กิจกรรมทางภาษาโดยใช้สิ่งเร้าทางภาษา (Verbal Tasks Using Verbal Stimuli) เช่น การบอกถึงประโยชน์ของสิ่งต่าง ๆ การตอบว่าจะมีเหตุการณ์อะไรเกิดขึ้นหากเหตุการณ์สมมติที่กำหนดให้เกิดขึ้น เช่น ถ้าสมมติว่าเกิดน้ำไหลจากที่ต่ำขึ้นที่สูง น้ำตกไหลกลับทิศทาง จะส่งผลกระทบให้เกิดขึ้นกับโลกใบนี้ ให้ผู้ทดสอบเขียนแสดงความคิด หรือจินตนาการสิ่งที่เกิดขึ้น เป็นต้น

อารี พันธุ์ณี (2547) ได้นำเสนอวิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ 5 วิธี ดังนี้

1. การสังเกต หมายถึง การสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการมีความคิดสร้างสรรค์ เช่น การสังเกตจากพฤติกรรมการเล่น การทำกิจกรรม การเลียนแบบ การทดลอง เป็นต้น

2. การวาดภาพ หมายถึง การให้นักเรียนถ่ายทอดความคิดสร้างสรรค์ออกมาให้เป็นรูปธรรมผ่านการวาดภาพ โดยคุณครูอาจจะทำการกำหนดเงื่อนไข หรือสถานการณ์ในการวาดภาพ

3. รอยหยดหมึก หมายถึง การให้เด็กดูรอยหยดหมึกแล้วตอบว่าจากรอยหยดหมึกที่เห็น นักเรียนเห็นเป็นลักษณะคล้ายอะไร หรือให้เล่าเป็นเรื่องราว

4. การเขียนเรียงความ และงานศิลปะ หมายถึง การให้นักเรียนเขียนเรียงความจากข้อความที่คุณครูกำหนด และการประเมินจากผลงานศิลปะ ซึ่งวิธีการนี้เป็นตัวกระตุ้นความคิด และจินตนาการได้อย่างดี

5. แบบวัด หมายถึง การให้นักเรียนทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มาตรฐาน ซึ่งมาจากการวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยวัดตามแต่ละองค์ประกอบที่ต้องการวัด ในแบบวัดอาจจะประกอบไปด้วยภาพสื่อ ลายเส้น เพื่อกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีการจับเวลาในการทำแบบทดสอบด้วย

แต่ในการศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบต่าง ๆ โดยใช้ระดับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามแนวความคิดของ Hu & Adey เนื่องจากมีองค์ประกอบที่แสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีความชัดเจน โดยมีการวัดตามองค์ประกอบ ดังนี้ 1. ด้านคุณสมบัติ ประกอบไปด้วย ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม 2. ด้านผลิตภัณฑ์ ประกอบไปด้วย ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างผลิตภัณฑ์ ความเข้าใจในปรากฏการณ์ และการตั้งปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และ 3. ด้านกระบวนการ ประกอบไปด้วย การคิดอย่างมีเหตุผล และจินตนาการ ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการดัดแปลงและทำการประยุกต์นำเอาแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Hu & Adey ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวัด และให้สอดคล้องกับบริบท โดยมีองค์ประกอบ ดังนี้

1. คุณสมบัติ คือ ความคล่องในการคิด (fluency) ความยืดหยุ่นในการคิด (flexibility) และความคิดริเริ่ม (originality)

2. กระบวนการ คือ การคิดอย่างมีเหตุผล และจินตนาการ

3. ผลลัพธ์ คือ ประโยชน์แต่ละด้านของผลลัพธ์ การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มาปรับใช้กับผลลัพธ์ ความเข้าใจปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และการตั้งปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น คำตอบในทุกองค์ประกอบที่ นักเรียนตอบจะต้องอยู่บนพื้นฐาน และการให้เหตุผลของทางวิทยาศาสตร์ หากไม่มีความสอดคล้อง กับหลักการของทางวิทยาศาสตร์ หรือความเป็นไปได้ของทางวิทยาศาสตร์จะไม่นำคำตอบนั้นมา พิจารณา

เกณฑ์การวัด และประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

จิตยา คำควร (2558) ได้อธิลักษณะของการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นแบบทดสอบคำถามปลายเปิด มี วัตถุประสงค์การวัด 3 ด้าน ได้แก่ ความคิดคล่อง (fluency) ความคิดยืดหยุ่น (flexibility) และ ความคิดริเริ่ม (originality) โดยนักเรียนจำเป็นจะต้องนำความรู้ และทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์มาใช้ในการตอบคำถามด้วย คำตอบในทุกองค์ประกอบที่นักเรียนตอบจะต้องอยู่บน พื้นฐาน และการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ โดยแบบวัดดังกล่าวมีทั้งหมด 6 ข้อ โดยมีเกณฑ์การให้ คะแนน ดังนี้

1. ความคิดคล่อง (Fluency) คือ ความสามารถในการคิดหาคำตอบได้อย่าง คล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีปริมาณการตอบสนองได้มากในเวลาจำกัด ให้คะแนนจากคำตอบที่แสดง ให้เห็นถึงความรู้ ความสามารถ และคุณภาพของคำตอบ โดยนับจำนวนคำตอบที่ได้ภายในเวลาที่ กำหนดให้

พิจารณาคำตอบที่มีความสอดคล้องกับคำถาม ถ้านักเรียนคิดหาคำตอบได้เป็น จำนวนมากในระยะเวลาที่กำหนด ก็จะได้คะแนนมากตาม โดยกำหนดคะแนนตามจำนวนของคำตอบ ดังนี้

ได้คำตอบ 0 - 4 คำตอบ	จะได้ 1 คะแนน อยู่ในระดับควรปรับปรุง
ได้คำตอบ 5 - 7 คำตอบ	จะได้ 2 คะแนน อยู่ในระดับพอใช้
ได้คำตอบมากกว่า 7 คำตอบ	จะได้ 3 คะแนน อยู่ในระดับดี

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) คือ ความสามารถในการคิดได้หลายทิศทาง เป็น ลักษณะในการคิดหลากหลายมุมมอง มองเห็นปัญหาหลายแบบอย่างรอบด้าน ให้คะแนนจากจำนวน และวิธีตอบ โดยนำคำตอบมาจัดกลุ่ม หรือประเภทของคำตอบ

พิจารณาคำตอบที่มีความสอดคล้องกับคำถามแล้วจัดกลุ่ม หรือประเภทของคำตอบของนักเรียนแต่ละคน โดยทำการกำหนดคะแนนตามจำนวนกลุ่มของคำตอบ ดังนี้

ได้คำตอบ 0 - 3 กลุ่ม จะได้ 1 คะแนน อยู่ในระดับควรปรับปรุง

ได้คำตอบ 4 - 5 กลุ่ม จะได้ 2 คะแนน อยู่ในระดับพอใช้

ได้คำตอบมากกว่า 5 กลุ่ม จะได้ 3 คะแนน อยู่ในระดับดี

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) คือ ความสามารถในการคิดสิ่งแปลกใหม่ มีความน่าสนใจ และมีความหมายโดยไม่ซ้ำแบบเดิม ให้คะแนนโดยทำการบันทึกคะแนนความถี่ของคำตอบแล้วคำนวณหาร้อยละของคำตอบที่นักเรียนได้รับแล้วดำเนินการเปรียบเทียบกับคำตอบของนักเรียนทั้งหมดที่ตอบคำถาม โดยมีเกณฑ์ ดังนี้

มากกว่า 10% จะได้ 1 คะแนน อยู่ในระดับควรปรับปรุง

5 - 10% จะได้ 2 คะแนน อยู่ในระดับพอใช้

ถ้าน้อยกว่า 5% จะได้ 3 คะแนน อยู่ในระดับดี

ในการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนดังกล่าว อิตยา คำควร ได้ใช้คะแนนคำตอบจากการนำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อีกกลุ่มหนึ่ง เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยจากคะแนนในแต่ละองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีวิธีการคำนวณ ดังนี้

	คะแนนรวมของนักเรียนในแต่ละองค์ประกอบ
ค่าเฉลี่ย =	$\frac{\text{คะแนนรวมของนักเรียนในแต่ละองค์ประกอบ}}{\text{จำนวนนักเรียนที่ทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์}}$

เมื่อได้ค่าเฉลี่ยแล้วจึงนำค่าเฉลี่ยมาเป็นคะแนนสูงสุดของความสามารถของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในระดับพอใช้ จากนั้นนำคะแนนของคำตอบที่ได้จากการนำไปทดลองความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองมาหาค่าพิสัย และความกว้างของอันตรภาคชั้น ซึ่งมีวิธีการคำนวณ ดังนี้

$$\text{พิสัย} = \text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}$$

$$\text{ความกว้างอันตรภาคชั้น} = \frac{\text{พิสัย}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

จัดระดับของความคิดสร้างสรรค์ที่วัดออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ดี พอใช้ และควรปรับปรุง จึงแทนค่าจำนวนชั้นเท่ากับ 3

เมื่อได้คะแนนเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบแล้วจะต้องทำการหาผลของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการนำเอาคะแนนของแต่ละองค์ประกอบมารวมแล้วหารตามจำนวนนักเรียนที่ทำแบบทดสอบ ดังอย่างถ้ามีนักเรียน 38 คน จะคำนวณดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงคะแนนเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

คนที่	คะแนน ความคิดคล่อง (Fluency)	คะแนน ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility)	คะแนน ความคิดริเริ่ม (Originality)
1			
2			
3			
.			
.			
.			
38			
รวม	A	B	C
คะแนนเฉลี่ยแต่ละ องค์ประกอบ	$\frac{A}{38}$	$\frac{B}{38}$	$\frac{C}{38}$
คะแนนความคิด สร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์	$\frac{\frac{A}{38} + \frac{B}{38} + \frac{C}{38}}{38}$		

แต่ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตาม องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ของ Hu & Adey ทำให้องค์ประกอบของการวัดความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบการวัดที่ไม่ตรงกับแนวคิดในการวัดดังที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงจะ ดำเนินการสร้าง และทำการหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัยแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งจะได้กล่าวถึง ในบทถัดไป

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศุภพงศ์ คล้ายคลึง (2548) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ผลสำเร็จที่เกิดจากพฤติกรรมการกระทำกิจกรรมของแต่ละบุคคล ที่ต้องอาศัยความพยายามอย่าง มากทั้งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญา และองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญา ซึ่งสามารถสังเกต และวัดได้ด้วยเครื่องมือทางจิตวิทยา หรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านต่าง ๆ

ขวลิต ชูกำแพง (2551) ให้นิยามว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ ซึ่งพิจารณาจากคะแนนผลการเรียนรู้ที่วัดโดยใช้แบบทดสอบ

สุวิชา วันสุตล (2554) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความรู้ความสามารถของนักเรียน ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน สามารถวัดได้ 4 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความรู้ – ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เรียนมาแล้ว เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด ข้อตกลง หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย การตีความ รวมไปถึงการขยายความจากความรู้ที่ได้เรียนมา โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง หลักการ และทฤษฎี ทางวิทยาศาสตร์
3. ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่ได้เรียนมา และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ใหม่ที่ยังไม่เคยพบ หรือต่างจากที่เคยเรียนมาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ด้านการวิเคราะห์ หมายถึง ผู้เรียนสามารถคิด หรือแยกแยะเรื่องราวสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย เป็นองค์ประกอบที่สำคัญได้ และมองเห็นความสัมพันธ์ของส่วนที่เกี่ยวข้องกัน ความสามารถในการวิเคราะห์จะแตกต่างกันไปแล้วแต่ความคิดของแต่ละคน

ราชบัณฑิตยสถาน (2555) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่วัด หรือเทียบจากเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้แบบทดสอบ หรือเครื่องมืออื่นที่เหมาะสม ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้นจะเห็นได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ และความสามารถของนักเรียนที่ได้รับจากการจัดการเรียนการสอน ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างขึ้น

องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Robert J. Havighurst (1996) กล่าวถึงองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประกอบไปด้วยความสามารถที่ติดตัวมาแต่กำเนิด การอบรมในครอบครัว ประสิทธิภาพของสถานศึกษา และความเข้าใจเกี่ยวกับตนเอง และการมุ่งหวังในอนาคต

Bloom (อ้างอิงจาก Guskey, 2007) ได้กล่าวว่า สิ่งที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีอยู่ 3 ตัวแปร คือ

1. พฤติกรรมด้านความรู้ และความคิด (Cognitive Entry Behaviors) หมายถึง ความรู้ความสามารถ และทักษะต่าง ๆ ของผู้เรียนที่มีมาก่อนแล้ว
2. คุณลักษณะทางจิตใจ (Affective Entry Characteristics) แรงจูงใจที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความอยากเรียน เกิดความอยากเรียนรู้ในสิ่งใหม่ ๆ ได้แก่ ความสนใจในวิชาที่เรียน เจตคติต่อเนื้อหาวิชา และสถาบันให้การยอมรับความสามารถของตนเอง เป็นต้น
3. คุณภาพการเรียนการสอน (Quality of Instruction) หมายถึง ประสิทธิภาพการเรียนการสอนที่นักเรียนได้รับ ได้แก่ คำแนะนำ การปฏิบัติ และแรงเสริมของผู้สอนที่มีต่อผู้เรียน เป็นต้น

สุภาพรรณ โคตรจรัส (อ้างอิงจาก น้ำเพชร สีนทอง, 2541) กล่าวว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. องค์ประกอบด้านคุณลักษณะเดียวกันกับตัวผู้เรียน ได้แก่ เชาวน์ปัญญา ความถนัด ความรู้พื้นฐาน หรือความรู้เดิมของนักเรียน และอารมณ์ เป็นแรงจูงใจ ความสนใจ ทักษะคิด และนิสัยในการเรียน ความนึกคิดเกี่ยวกับตนเอง ตลอดจนการปรับตัว และบุคลิกภาพอื่น ๆ

2. องค์ประกอบทางสภาพแวดล้อม สิ่งแวดล้อมทางครอบครัว ฐานะทางเศรษฐกิจ ที่อยู่อาศัย ความคาดหวังของบิดา - มารดา

Prescott (อ้างอิงจาก น้ำเพชร สีนทอง, 2541) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ ดังนี้

1. องค์ประกอบทางร่างกาย ได้แก่ การเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพ ข้อบกพร่อง และลักษณะท่าทางของร่างกาย

2. องค์ประกอบทางความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างบิดา - มารดา ความสัมพันธ์ ระหว่างบิดา - มารดากับบุตร ความสัมพันธ์ระหว่างบุตร และสมาชิกในครอบครัว

3. องค์ประกอบทางวัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม ขนบธรรมเนียมประเพณี ความ เป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อม การอบรมเลี้ยงดูของผู้ปกครอง และฐานะทางเศรษฐกิจ

4. องค์ประกอบด้านความสัมพันธ์กับเพื่อน ๆ ในวัยเดียวกัน

5. องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ เจตคติ และแรงจูงใจ

6. องค์ประกอบทางการปรับตัว คือ การปรับตัว และการแสดงอารมณ์ จะทำให้เห็นได้ว่า การศึกษาองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น องค์ประกอบทุกองค์ประกอบล้วนมีผลกระทบต่อตัวผู้เรียนทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นคุณครู หรือผู้ที่จัดทำ การเรียน การสอน จะต้องให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ของนักเรียนให้ครบทั้ง 3 ด้าน เพื่อเป็นการ พัฒนาของตัวผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการที่จะตัดสินผลการเรียนนั้น มีความจำเป็นที่จะต้องดำเนินการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนั้น จึงมีนักวิชาการ (ประทุม อัตชู, 2535 และ เยาวดี วิบูลย์ศรี, 2540) ได้อธิบาย การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

1. ข้อตกลงเบื้องต้นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เยาวดี วิบูลย์ศรี (2540) กล่าวว่า ข้อตกลงเบื้องต้นที่ควรคำนึงถึงในการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์มี ดังนี้

1.1 เนื้อหา หรือทักษะภายในขอบเขตที่ครอบคลุมในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์นั้น จะต้องสามารถจำกัดอยู่ในรูปแบบของพฤติกรรม ซึ่งมีความเฉพาะเจาะจงในลักษณะที่จะสื่อสารไปยังบุคคลอื่น ๆ ได้ ถ้าเป้าหมายทางการศึกษาไม่สามารถจำกัดอยู่ในรูปของพฤติกรรมแล้วย่อมไม่สามารถที่จะวัดในลักษณะของผลสัมฤทธิ์ได้อย่างชัดเจน

1.2 ผลผลิตที่แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วัดนั้นจะต้องเป็นผลผลิตเฉพาะที่เกิดขึ้นจากการเรียน การสอนตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการเท่านั้น จะวัดผลผลิตผลอย่างอื่นไม่ได้

1.3 ผลสัมฤทธิ์ หรือความรู้ต่าง ๆ ที่แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วัดได้นั้น ถ้าจะมีการนำไปเปรียบเทียบกันแล้ว ผู้เข้าสอบทุกคนจะต้องมีโอกาสได้เรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ เท่าเทียมกัน

2. แนวความคิด และทฤษฎีที่เป็นแนวทางในการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ในการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แนวความคิดในการวัดที่นิยมกัน ได้แก่ การเขียนข้อสอบวัดตามการจัดประเภทรายจุดประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัย (Cognitive) ของบลูม (Benjamin S. Bloom) และคณะ ซึ่งมีจุดมุ่งหมายทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยที่ปรับปรุงใหม่ แบ่งออกเป็น 6 ประเภท ดังนี้

1. จำ (Remembering) หมายถึง ความสามารถในการระลึกได้ แสดงรายการที่บอกได้ เช่น นักเรียนสามารถบอกความหมายของทฤษฎีได้

2. เข้าใจ (Understanding) หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมาย ยกตัวอย่าง สรุป อ้างอิง เช่น นักเรียนสามารถอธิบายแนวความคิดของทฤษฎีได้

3. ประยุกต์ใช้ (Applying) หมายถึง ความสามารถในการนำไปใช้ ประยุกต์ใช้ แก้ไขปัญหา เช่น นักเรียนสามารถความรู้ไปใช้ในการแก้ไขปัญหาได้

4. วิเคราะห์ (Analyzing) หมายถึง ความสามารถในการเปรียบเทียบ อธิบายลักษณะการจัดการ เช่น นักเรียนสามารถบอกความแตกต่างระหว่าง 2 ทฤษฎีได้

5. ประเมินค่า (Evaluating) หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบ วิเคราะห์ ตัดสิน เช่น นักเรียนสามารถตัดสินคุณค่าของทฤษฎีได้

6. คิดสร้างสรรค์ (Creating) หมายถึง ความสามารถในการออกแบบ (Design) วางแผนผลิต เช่น นักเรียนสามารถนำเสนอทฤษฎีใหม่ ๆ ที่แตกต่างไปจากทฤษฎีเดิมได้

3. ประเภทของของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนออกตามหน้าที่ หรือการนำไปใช้วัดเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบที่ครูสร้าง (Teacher-Made Test) หมายถึง ข้อสอบ หรือ ปัญหา หรือโจทย์คำถามต่าง ๆ ที่คุณครูได้ทำการสร้างขึ้น เพื่อวัดผลขณะที่มีการเรียนการสอน และสามารถพลิกแพลงให้เหมาะสมกับสภาพการณ์ต่าง ๆ ซึ่งมุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่คุณครูสอน จะไม่สามารถนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ เป็นแบบทดสอบที่ใช้กันทั่ว ๆ ไปในโรงเรียน โดยที่นิยมใช้กันมีอยู่ 6 ประเภท ดังนี้

1.1 แบบทดสอบแบบอัตนัย หรือความเรียง (Subjective or Essay Test) เป็นแบบทดสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี โดยให้นักเรียนเขียนบรรยายตามความรู้ และข้อคิดเห็นของแต่ละคน

1.2 แบบทดสอบแบบกาถูก - ผิด (True-False Test) เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ละตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่ และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก - ผิด ใช่ - ไม่ใช่ จริง - ไม่จริง เหมือนกัน - ต่างกัน เป็นต้น

1.3 แบบทดสอบแบบเติมคำ (Completion Test) เป็นแบบทดสอบที่ประกอบไปด้วยประโยค หรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์ แล้วให้ผู้ตอบเติมคำ หรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้นั้น เพื่อให้มีใจความสมบูรณ์ และถูกต้อง

1.4 แบบทดสอบแบบตอบสั้น ๆ (Short Answer Test) แบบทดสอบประเภทนี้จะคล้ายกับแบบทดสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันตรงที่แบบทดสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถามที่สมบูรณ์ แล้วจึงให้ผู้ตอบเขียนตอบ คำตอบที่ต้องการจะสั้น และกะทัดรัดได้ใจความที่สมบูรณ์ ไม่ใช่เป็นการบรรยายเหมือนกับแบบทดสอบความเรียง หรืออัตนัย

1.5 แบบทดสอบแบบจับคู่ (Matching Test) เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีคำ หรือข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วจึงให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าแต่ละข้อความในชุดหนึ่ง (ตัวยืน) จะจับคู่คำ หรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบได้กำหนดไว้

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardize Test) เป็นแบบทดสอบที่มีการวิวัฒนาการมาจากแบบทดสอบที่คุณครูสร้างขึ้น และได้ผ่านการทดลองใช้ ตรวจสอบวิจัย ปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้น จนมีความเป็นมาตรฐานทั้งในแง่ของเวลาที่ใช้ การดำเนินการสอน การให้คะแนน และการแปลความ แบบทดสอบทั้งสองฉบับนี้แบบทดสอบทั้งสองแบบ แบบทดสอบดังกล่าวต่างก็มีข้อเด่น และข้อด้อยแตกต่างกัน และไม่มีกฎตายตัวว่าต้องใช้ประเภทใด โดยในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัย

ได้ดำเนินการเลือกใช้แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก แบบเลือกตอบเพื่อใช้ในการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะเห็นได้ว่า แบบทดสอบของแต่ละแบบทดสอบจะมีความเหมาะสมนั้นขึ้นอยู่กับแต่ละวัยของผู้ที่ทำแบบทดสอบ ขึ้นอยู่กับความรู้ และประสบการณ์ของผู้ที่ทำแบบทดสอบ ดังนั้นผู้วัด และประเมินผลจะต้องเลือกแบบทดสอบให้มีความเหมาะสมกับสถานการณ์ที่ทำการวัด และในการวิจัยในครั้งนี้จึงดำเนินการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แบบทดสอบ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในรายวิชาชีววิทยาแบบปรนัย 4 ตัวเลือกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาชีววิทยาที่นักเรียนได้เรียน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

จันทร์ทิพย์ มีแสงพันธ์ (2562) ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสเต็มผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และศึกษาความพึงพอใจ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3/4 จำนวน 45 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนสุพรรณภูมิ ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยหน่วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสเต็มผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ แบบประเมินทักษะทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แบบประเมินการจัดการเรียนรู้บูรณาการสเต็ม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้สถิติทดสอบค่าที่แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent) ผลปรากฏดังนี้ 1) ทักษะทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีพัฒนาการอย่างต่อเนื่องจนอยู่ในระดับดี โดยนักเรียนมีการพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ด้านการสังเกตมีคะแนนสูงที่สุด ($\bar{x} = 2.96$, S.D. = 0.15) ส่วนทักษะทางเทคโนโลยีด้านการใช้ความคิดขั้นสูงมีคะแนนสูงที่สุด ($\bar{x} = 2.96$, S.D. = 0.15) ผลการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสเต็มมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ($\bar{x} = 2.65$, S.D. = 0.23) นักเรียนมีผลการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์สูงที่สุด ($\bar{x} = 2.71$, S.D. = 0.20) และสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ 2)

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ความพึงพอใจโดยภาพรวมของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 2.66$, S.D. = 0.04) ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ นักเรียนพึงพอใจว่าช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ได้ ($\bar{x} = 2.84$, S.D. = 0.37) และด้านการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความพึงพอใจว่าการจัดการเรียนรู้เป็นการพัฒนาทักษะ กระบวนการ โดย การปฏิบัติจริงที่เชื่อมโยงผสมผสานความรู้เข้าด้วยกัน ($\bar{x} = 2.69$, S.D. = 0.47)

รพีพล อินสุพรรณ (2562) ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหา ความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 7 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 14 คน วงจร ปฏิบัติการที่ 2 การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ได้พัฒนา ปรับปรุงแก้ไขจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ผ่าน เกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 13 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 8 คน 2) นักเรียนที่ได้รับการ จัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 5 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 16 คน วงจรปฏิบัติการที่ 2 การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ได้ พัฒนาปรับปรุงแก้ไขจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 จำนวน 9 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 12 คน

ดารุณี เพ็งน้อย (2563) ทำการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education ให้มีประสิทธิภาพ E1/E2 ตามเกณฑ์ร้อยละ 80/80 เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ศึกษาความสามารถในการ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ศึกษาความสามารถในการสร้างผลงานทาง วิทยาศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่ม ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดหนองไม้แก่น ภาค เรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 15 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ 3) แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา

อย่างสร้างสรรค์ 4) แบบประเมินความสามารถในการสร้างผลงานทางวิทยาศาสตร์ และ 5) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบค่าที (t-test) แบบ dependent ผลปรากฏดังนี้ 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education มีประสิทธิภาพ 80.83/80.00 ตามเกณฑ์ร้อยละ 80/80 2) ผลการเรียนรู้ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ความสามารถในการแก้ไขปัญหาย่างสร้างสรรค์อยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 75.50 และ 4) ความสามารถในการสร้างผลงานทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 76.00

ธัญชนก ทาระเนตร (2564) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ งานวิจัยนี้เป็นรูปแบบการวิจัยกึ่งทดลองโดยดำเนินการทดลองแบบ One group pre - test post - test design กลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า 1. คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวสเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 2. คะแนนวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ผลแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ช่วยเพิ่มศักยภาพในการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้

ปวริศร ภูมิสูง (2564) ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาการคิดเชิงออกแบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสเต็มศึกษา วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม เรื่อง งาน และพลังงาน โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ร้อยละ และค่าเฉลี่ย ผลการวิจัยมีดังนี้ การพัฒนาการคิดเชิงออกแบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสเต็มศึกษาในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่านักเรียนมีคะแนนการคิดเชิงออกแบบเฉลี่ยเท่ากับ 13.4 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 67 มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 5 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 5 คน ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสเต็มศึกษาที่ได้พัฒนาปรับปรุงแก้ไขจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยจัดกิจกรรมที่เน้นตีความหมายวิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำไปสู่การสรุปประเด็นปัญหา และฝึกทักษะกระบวนการ

ออกแบบ และวางแผน การสร้างชิ้นงานของตนเองให้มีความแปลกใหม่ พบว่านักเรียนมีคะแนนการคิดเชิงออกแบบเฉลี่ยเท่ากับ 17.2 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นแผนเฉลี่ยร้อยละ 86 มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 10 คน และไม่มีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

ปัทมา จงลือชา (2565) ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบ (6E) ตามแนวคิดสเต็มกับเกณฑ์ร้อยละ 70 เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ก่อน และหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบ (6E) ตามแนวคิดสเต็ม และเพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า 1) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบ (6E) ตามแนวคิดสเต็มมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 74.38 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 2) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบ (6E) ตามแนวคิดสเต็มมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานโดยรวมอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ย = 11.37, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.27)

วัชรารณ แสนนา (2565) ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สร้างเกณฑ์ปกติของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และศึกษาระดับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารัตนาธิเบศร์วิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผลการวิจัยพบว่า 1. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วยข้อคำถาม 8 ข้อ ใช้วัดครอบคลุม 3 ด้านคือ ด้านความคิดริเริ่ม (Originality) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) และจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ (Imagination Science) มีระยะเวลาในการทำแบบวัดที่เหมาะสมที่ข้อละ 7 นาที ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ด้านความตรงเชิงเนื้อหา มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.60 - 0.80 2. ค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.387 ถึง 0.677 อำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.208 ถึง 0.448 และค่าความเชื่อมั่น (α) แบ่งออกเป็น ด้านความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และด้านจินตนาการทางวิทยาศาสตร์เท่ากับ 0.747 ,

0.704 และ 0.786 ตามลำดับ 3. เกณฑ์ปกติของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีระดับความคิดสร้างสรรค์ 5 ระดับ ได้แก่ ระดับสูงมาก,ระดับสูง,ระดับปานกลาง,ระดับต่ำ และระดับต่ำมาก และ 4. ระดับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 360 คน พบว่านักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ ระดับปานกลาง ระดับสูง ระดับต่ำมาก และระดับสูงมาก ร้อยละ 30.56, 29.45, 26.94, 8.61 และ 4.44 ตามลำดับ

สารีนา ไบโสะดำ และคณะ (2565) ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อน และหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา และศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/2 โรงเรียนอนุบาลยะลา จำนวน 30 คน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 3) แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน และการทดสอบค่าที่แบบกลุ่มเดียว ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 2) หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยต่างประเทศ

Siregar (2020) ทำการศึกษามุมมองของครูเกี่ยวกับการพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ผ่านแนวทางการเรียนรู้แบบ STEAM โดยในการศึกษาจะใช้การรวบรวมข้อมูลเชิงพรรณนา และเชิงคุณภาพผ่านการสังเกต แบบสอบถาม และการสัมภาษณ์ การศึกษานี้เกี่ยวข้องกับครูโรงเรียนประถมศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีใบรับรองการศึกษา และเป็นครูผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ในสถาบัน Banda Aceh ซึ่งผลการวิจัยพบว่าครูเห็นพ้องกันว่าโครงการ STEAM ควรเริ่มต้นจากทักษะที่จำเป็นสำหรับโครงการระดับประถมศึกษา แต่พวกเขายังไม่เข้าใจแนวคิดของโครงการ STEAM ว่าเป็นแนวทางการเรียนรู้แบบสหสาขาวิชาชีพ และไม่มีความรู้ที่จำเป็นในการ

นำไปปฏิบัติ พวกเขาแย้งว่าข้อกำหนดขั้นตอนในระหว่างการดำเนินโครงการทำให้เกิดความสับสน ส่งผลให้ความสำเร็จของเนื้อหาที่มีความสำคัญมากกว่าการพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พวกเขาไม่คุ้นเคยกับการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหาในชีวิตประจำวัน ดังนั้นคำแนะนำเพิ่มเติมสำหรับครูจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับแนวทางนี้ที่จะประสบความสำเร็จ ผลการศึกษานี้คาดว่าจะให้มุมมองของครูเกี่ยวกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และโครงการ STEAM เพื่อให้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการเผชิญกับความท้าทายในขอบเขตระดับโลกต่อไป

Rubaaiah Sidek (2020) ทำการศึกษาการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านการจัดการเรียน และการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน โดยทำการทบทวนวรรณกรรมการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ศึกษาเกี่ยวกับทักษะงานในอนาคต ความคิดสร้างสรรค์ คือ รากฐานแนวความคิดความรู้เฉพาะสาขาวิชาส่วนประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เจาะจงไปที่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ บทความนี้พยายามเพิ่มความเข้าใจ และระบุปัจจัยแนวทางการสอนที่มีอิทธิพล และส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จากรูปแบบการเรียนการสอนแบบต่าง ๆ ในโรงเรียนเกิดคำถามขึ้นว่าอะไรคือ แนวทางในการจัดการเรียนการสอน และปัจจัยในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในชั้นเรียนจากการทบทวนวรรณกรรม 30 ผลงาน พบว่าตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ แนวทาง และกลยุทธ์ในการจัดการเรียนการสอน เช่น การสอนโดยเทคนิคด้านการคิดปัญหาเป็นฐาน โครงงานเป็นฐาน รูปแบบเป็นฐาน ICT เป็นฐานการบูรณาการสะเต็มเป็นฐาน และการเรียนรู้แบบร่วมมือ พบว่ามีการพัฒนา และการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งในขณะเดียวกันปัจจัยด้านครู และปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมก็สามารถชี้ให้เห็นได้ว่าปัจจัยเหล่านี้เป็นสิ่งที่ช่วยให้การเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์ประสบความสำเร็จ จากการวิจัยได้เสนอว่าบทบาทของครูมีความสำคัญในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน ดังนั้น ในอนาคตควรมีการศึกษา และระบุข้อจำกัด โดยเน้นปัจจัยที่อาจขัดขวางการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากการสอนของครูในชั้นเรียน

Anggraeni and Suratno (2021) ทำการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ 5E-STEAM ที่ใช้เพื่อเพิ่มทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการเรียนวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ใช้ความคิดที่มีเหตุผลเหล่านี้เพื่อประเมินปัญหา เพื่อใช้วิจารณญาณ และการตัดสินใจที่ดี ซึ่ง 5E-STEAM คือ โมเดลการเรียนรู้ที่ผสมผสานของวงจรการ

เรียนรู้แบบ 5E เข้ากับแนวทางการเรียนรู้ STEAM โดยงานวิจัยนี้ใช้รูปแบบการพัฒนา 4 มิติ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ การกำหนด การออกแบบ การพัฒนา และการเผยแพร่ โดยจะมีผลการประเมินความต้องการที่ให้กับครู 10 คน แสดงให้เห็นว่ามีครูเพียง 10% เท่านั้นที่ใช้ STEAM ในชั้นเรียน ในขณะที่คนอื่น ๆ ใช้การเรียนรู้แบบ PBL การเรียนรู้แบบ Discovery และการเรียนรู้แบบสอบถาม ครูมากถึง 70% ไม่รู้เกี่ยวกับวงจรการเรียนรู้แบบ 5E และมากถึง 30% เท่านั้นที่รู้แต่ยังไม่ได้นำไปปฏิบัติในการเรียนรู้ นอกจากนี้มีครูมากถึง 70% ที่รู้เพียงคำย่อของ STEAM แต่ไม่เข้าใจถึงวิธีการนำ STEAM ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้ ยิ่งไปกว่านั้นยังมีอีก 30% ที่ไม่ทราบเกี่ยวกับแนวทาง STEAM ซึ่งประการแรกของ 5E-STEAM คือ การมีส่วนร่วมในการระบุนโยบายของขั้นตอนต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริง ประการที่สอง คือ การสำรวจ เป็นขั้นตอนของการแก้ไขปัญหา ประการที่สาม คือ คำอธิบาย โดยนักเรียนจะต้องอธิบายแนวคิด หรือแนวความคิดที่เกี่ยวกับการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ประการที่สี่ คือ การอธิบายอย่างละเอียด ซึ่งจะเน้นการทำงานร่วมกันแบบเป็นทีม ประการที่ห้า คือ การประเมินผล ครูจะดำเนินการให้ข้อเสนอแนะ และทดสอบความรู้ของนักเรียน

ปิยธิดา พลมาตย์ (2023) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 การวิจัยครั้งนี้ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสติศึกษา เรื่อง โมเมนตัม และการชน ทั้งหมด 8 แผน 12 ชั่วโมง กลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนบรบือ จำนวน 36 คน ผลการวิจัยพบว่า 1. นักเรียนมีคะแนนการคิดเชิงผลิตภาพในการสอนครั้งที่ 1 เฉลี่ย 6.17 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน และมีค่าเฉลี่ยทั้งหมดร้อยละ 51.16 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยแต่ละองค์ประกอบดังนี้ 1. การวางแผน 2.17 คะแนน 2. การทำงานคล่องแคล่ว 2.09 3. คุณภาพของผลงาน 1.91 คะแนน ในการสอนครั้งที่ 2 นักเรียนมีคะแนนการคิดเชิงผลิตภาพเฉลี่ย 7.82 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน และมีค่าเฉลี่ยทั้งหมดร้อยละ 65.16 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยแต่ละองค์ประกอบดังนี้ 1. การวางแผน 2.78 คะแนน 2. การทำงานคล่องแคล่ว 2.65 3. คุณภาพของผลงาน 2.39 คะแนน และ 2. นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการสอนครั้งที่ 1 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 8 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ 28 คน การสอนครั้งที่ 2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสติศึกษาที่ได้พัฒนาปรับปรุงแก้ไขจากการสอนครั้งที่ 1 นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 19 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 17 คน

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศ และต่างประเทศจะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้ที่เป็นแนวคิด หรือการบูรณาการ STEAM Education เป็นการพัฒนา และส่งเสริมนักเรียนในด้านความคิดสร้างสรรค์ สร้างชิ้นงาน หรือนวัตกรรมใหม่ ๆ โดยใช้ความรู้ในทั้ง 5 ด้านของ STEAM คือด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ที่มีการนำมาบูรณาการสร้างสรรค์เป็นผลงาน และพบว่าผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E โดยบูรณาการ STEAM Education เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการสืบค้นหาความรู้ได้ด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติ ลองผิดลองถูก จนตกผลึกเป็นความรู้ของตัวผู้เรียนเอง นอกจากนี้ยังส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น เกิดการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน เกิดความสุขในการเรียนรู้ และยังส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น มีการแก้ไขปัญหาได้ในระดับที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากผู้เรียนได้มีการฝึกการแก้ไขปัญหา ฝึกการลงมือปฏิบัติ ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย มีการพัฒนาการคิดในหลายด้าน เช่น ความคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยได้มาทั้งนวัตกรรม หรือผลผลิตใหม่ ๆ ทำให้นักเรียนมีความสนุกกับการเรียน และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้ในชีวิตจริง และในอนาคตได้



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่มุ่งเน้นพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษา โดยมีขั้นตอน และวิธีการดำเนินงานดังรายละเอียดในหัวข้อดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ตำบล ขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม มหาวิทยาลัยมหาสารคาม สังกัดสำนักงาน คณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม ภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้อง จำนวน 38 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษา เรื่อง การ รักษาสมดุลร่างกาย ระบบภูมิคุ้มกัน และระบบหมุนเวียนเลือด ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ 2 วงรอบปฏิบัติการ รวมเวลาสอน 16 ชั่วโมง
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ชุด เป็น แบบอัตนัยในรูปแบบของสถานการณ์
3. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาสมดุลร่างกาย ระบบ ภูมิคุ้มกัน และระบบหมุนเวียนเลือด ลักษณะข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

4. แบบสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมายแบบกึ่งโครงสร้าง เป็นแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นต่อการเรียนรู้การพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษา

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้าง และหาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยโดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษา เรื่อง การรักษาสสมดุลร่างกาย ระบบภูมิคุ้มกัน และระบบหมุนเวียนเลือด ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ 2 วงรอบปฏิบัติการ รวมทั้งสิ้น 16 ชั่วโมง มีขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาทฤษฎีเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2565)

1.2 ศึกษาเนื้อหาบทเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาสสมดุลร่างกาย ระบบภูมิคุ้มกัน และระบบหมุนเวียนเลือด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระสำคัญของหน่วยการเรียนรู้เพื่อแบ่งเนื้อหา และนำเนื้อหาออกมาออกแบบกิจกรรมภายในชั้นเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษา ให้มีความสอดคล้องกับตัวชี้วัด และเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ดำเนินการสอน ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมวิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาสสมดุลร่างกาย ระบบภูมิคุ้มกัน และระบบหมุนเวียนเลือด

วงจร ปฏิบัติการ ที่	แผน ที่	สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้	เวลา (ชม.)
1	1	ระบบ หมุนเวียน เลือดของ สัตว์	1. นักเรียน สามารถ อธิบาย และ เปรียบเทียบ ระบบหมุน	ระบบหมุนเวียน เลือด (Circulatory system) ทำหน้าที่ ลำเลียงสารอาหาร และ	นักเรียน สามารถ อธิบาย และ เปรียบเทียบ ระบบหมุน	2

ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมวิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาสสมดุลร่างกาย ระบบภูมิคุ้มกัน และระบบหมุนเวียนเลือด (ต่อ)

วงจร ปฏิบัติการ ที่	แผน ที่	สาระ การ เรียนรู้	จุดประสงค์การ เรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้	เวลา (ชม.)
			เวียนเลือดแบบเปิด และระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดได้ 2. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบ และจัดกระทำข้อมูลเกี่ยวกับระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์ต่าง ๆ ได้ 3. นักเรียนมีความรับผิดชอบ ต่องานที่ได้รับมอบหมาย และมีความใฝ่เรียนรู้	แก๊สออกซิเจนไปสู่เซลล์ต่าง ๆ และลำเลียงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และของเสียต่าง ๆ ออกจากเซลล์ รวมทั้งช่วยรักษาสสมดุลในร่างกายของสิ่งมีชีวิต ซึ่งระบบหมุนเวียนเลือดแบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิด และระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด	เวียนเลือดแบบเปิด และระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดได้	
	2	หัวใจ	1. นักเรียนสามารถอธิบายโครงสร้างการทำงานของหัวใจ และทิศทางการไหลของเลือด	หัวใจ (Heart) เป็นอวัยวะที่ประกอบด้วยกล้ามเนื้อหัวใจ (Cardiac muscle) อยู่บริเวณช่องอก ค่อนไปทางด้าน	นักเรียนสามารถอธิบายโครงสร้างการทำงานของหัวใจ หลอดเลือดในมนุษย์	2

ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมวิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาสสมดุลร่างกาย ระบบภูมิคุ้มกัน และระบบหมุนเวียนเลือด (ต่อ)

วงจร ปฏิบัติการ ที่	แผน ที่	สาระ การ เรียนรู้	จุดประสงค์การ เรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้	เวลา (ชม.)
			ผ่านหัวใจของ มนุษย์ได้ 2. นักเรียน สามารถอธิบาย แผนภาพ และ จัดกระทำข้อมูล เกี่ยวกับหัวใจ ของมนุษย์ได้ 3. นักเรียน สามารถ ออกแบบ โครงสร้างของ การทำงานของ หัวใจ และทิศ ทางการไหลของ เลือดผ่านหัวใจ ของมนุษย์ได้ 4. นักเรียนมี ความรับผิดชอบ ต่องานที่ได้รับ มอบหมาย และ มีความใฝ่เรียนรู้	ซ้าย ถูกห่อหุ้มด้วย ถุงเยื่อหุ้มหัวใจ (Pericardium) ซึ่ง ภายในถุงจะมี ของเหลวบรรจุอยู่ เล็กน้อย ทำหน้าที่ หล่อลื่นระหว่างถุง หุ้มหัวใจ และหัวใจ เพื่อป้องกันการ เสียดสีขณะหัวใจ บีบตัว	และทิศ ทางการไหล ของเลือดผ่าน หัวใจของ มนุษย์ และ เขียนแผนผัง สรุปการ หมุนเวียนเลือด ของมนุษย์ได้	

ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมวิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาสสมดุลร่างกาย ระบบภูมิคุ้มกัน และระบบหมุนเวียนเลือด (ต่อ)

วงจร ปฏิบัติการ ที่	แผน ที่	สาระ การ เรียนรู้	จุดประสงค์การ เรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้	เวลา (ชม.)
	3	หลอดเลือด	1. นักเรียนสามารถอธิบายโครงสร้าง การทำงานของ หลอดเลือด และ เปรียบเทียบ ความแตกต่าง ของหลอดเลือดแดง หลอดเลือดดำ และหลอดเลือดฝอยได้ 2. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบ และจัดกระทำ ข้อมูลเกี่ยวกับ ความแตกต่าง ของหลอดเลือดได้ 3. นักเรียนสามารถ ออกแบบ และ	หลอดเลือด (Blood vessel) ทำหน้าที่ลำเลียง เลือดไปยังอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย ซึ่งจำแนกได้ 3 ประเภท ได้แก่ หลอดเลือดแดง หลอดเลือดดำ และหลอดเลือดฝอย	นักเรียนสามารถ อธิบาย โครงสร้าง และ การทำงานของ หัวใจ และ หลอดเลือดในมนุษย์ได้	2

ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมวิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาสสมดุลร่างกาย ระบบภูมิคุ้มกัน และระบบหมุนเวียนเลือด (ต่อ)

วงจร ปฏิบัติการ ที่	แผน ที่	สาระ การ เรียนรู้	จุดประสงค์การ เรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้	เวลา (ชม.)
			สร้างชิ้นงาน โครงสร้างการ ทำงานของ หลอดเลือดใน มนุษย์ได้ 4. นักเรียนมี ความรับผิดชอบ ต่องานที่ได้รับ มอบหมาย และ มีความใฝ่เรียนรู้			
	4	เลือด	1. นักเรียน สามารถอธิบาย ลักษณะ และ หน้าที่ของเซลล์ เม็ดเลือดแดง เซลล์เม็ดเลือด ขาว เพลตเลต และพลาสมา อธิบายหมู่เลือด และหลักการให้ เลือดระบบ ABO	หลอดเลือดที่มีอยู่ ในร่างกายมีเลือด อยู่ประมาณ 5 ลิตร หรือประมาณ ร้อยละ 7-8 ของ น้ำหนักตัว ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ เป็นของเหลว	นักเรียน สามารถสืบค้น ข้อมูล ระบุ ความแตกต่าง ของเซลล์เม็ด เลือดแดง เซลล์เม็ด เลือด ขาว เพลตเลต และพลาสมา	2

ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมวิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาสสมดุลร่างกาย ระบบภูมิคุ้มกัน และระบบหมุนเวียนเลือด (ต่อ)

วงจร ปฏิบัติการ ที่	แผน ที่	สาระ การ เรียนรู้	จุดประสงค์การ เรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้	เวลา (ชม.)
			และ Rh และ ระบุความ แตกต่างของ เซลล์เม็ดเลือด แดง เซลล์เม็ด เลือดขาว เพลต เลต และ พลาสมาได้ 2. นักเรียน สามารถอธิบาย แผนภาพ และ จัดกระทำข้อมูล เกี่ยวกับเรื่อง เลือดของมนุษย์ ได้ 3. นักเรียน สามารถ ออกแบบ และ สร้างชิ้นงานใน กิจกรรมการ เรียนรู้ได้	เรียกว่า น้ำเลือด หรือพลาสมา (Plasma) ซึ่งมี ประมาณร้อยละ 55 ของปริมาณ เลือดทั้งหมด และ ส่วนที่เป็นเซลล์ เม็ดเลือด ได้แก่ เซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์เม็ดเลือดขาว และเกล็ดเลือด ซึ่ง มีประมาณร้อยละ 45 ของปริมาณ เลือดทั้งหมด	และอธิบายหมู่ เลือด และ หลักการให้ และรับเลือด	

ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมวิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาสสมดุลร่างกาย ระบบภูมิคุ้มกัน และระบบหมุนเวียนเลือด (ต่อ)

วงจร ปฏิบัติการ ที่	แผน ที่	สาระ การ เรียนรู้	จุดประสงค์การ เรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้	เวลา (ชม.)
			4. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย และมีความใฝ่เรียนรู้			
2	5	ระบบน้ำเหลือง	1. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะ และหน้าที่ของน้ำเหลือง หลอดน้ำเหลือง และอธิบายความสัมพันธ์ของระบบน้ำเหลือง และระบบหมุนเวียนเลือดได้ 2. นักเรียนสามารถอธิบายและจัดกระทำข้อมูลเกี่ยวกับระบบน้ำเหลืองได้	ระบบน้ำเหลืองเป็นระบบไหลเวียนของน้ำเหลืองซึ่งเกี่ยวข้องกับการสร้างภูมิคุ้มกันของร่างกาย โครงสร้างของระบบน้ำเหลืองประกอบด้วยน้ำเหลือง ท่อน้ำเหลือง หรือก้อนน้ำเหลืองและอวัยวะน้ำเหลือง	นักเรียนสามารถอธิบายและสรุปเกี่ยวกับส่วนประกอบและหน้าที่ของน้ำเหลือง รวมทั้งโครงสร้างและหน้าที่ของหลอดน้ำเหลือง และต่อมน้ำเหลืองได้	2

ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมวิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาสสมดุลร่างกาย ระบบภูมิคุ้มกัน และระบบหมุนเวียนเลือด (ต่อ)

วงจร ปฏิบัติการ ที่	แผน ที่	สาระ การ เรียนรู้	จุดประสงค์การ เรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้	เวลา (ชม.)
			3. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย และมีความใฝ่เรียนรู้	ระบบน้ำเหลืองต่างจากระบบหมุนเวียนเลือด คือ ไม่มีอวัยวะสูบฉีดต่าง ๆ แต่ น้ำเหลืองสามารถลำเลียงไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้ โดยการหดตัวของกล้ามเนื้อเรียบบริเวณหลอดน้ำเหลือง		
	6	ระบบภูมิคุ้มกัน	1. นักเรียนสามารถอธิบายกลไกการต่อต้าน หรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบจำเพาะ	ระบบภูมิคุ้มกันทำหน้าที่ป้องกันและทำลายเชื้อโรคต่าง ๆ ได้แก่ แบคทีเรีย เชื้อรา ไวรัส พยาธิ หรือ สิ่งแปลกปลอม	นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูล อธิบายและเปรียบเทียบกลไกการต่อต้าน หรือ	2

ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมวิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาสสมดุลร่างกาย ระบบภูมิคุ้มกัน และระบบหมุนเวียนเลือด (ต่อ)

วงจร ปฏิบัติการ ที่	แผน ที่	สาระ การ เรียนรู้	จุดประสงค์การ เรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้	เวลา (ชม.)
			และแบบไม่ จำเพาะอธิบาย การสร้าง ภูมิคุ้มกันก่อเอง หรือภูมิคุ้มกัน แบบรับมา อธิบายความ ผิดปกติของ ระบบภูมิคุ้มกัน เปรียบเทียบ กลไกการ ต่อต้าน หรือ ทำลายสิ่ง แปลกปลอม แบบจำเพาะ และแบบไม่ จำเพาะ และ เปรียบเทียบ การสร้าง ภูมิคุ้มกันขึ้นเอง และภูมิคุ้มกัน แบบรับมาได้	เช่น ฝุ่นละออง เกสรดอกไม้ คว้นพิษ ละออง สารเคมี ที่เข้าสู่ ร่างกายซึ่งเรียก เชื้อโรคและสิ่ง แปลกปลอม เหล่านี้ว่า แอนติเจน โดย ระบบภูมิคุ้มกัน โรค และสิ่ง แปลกปลอมจะทำ หน้าที่สร้างสารที่ เรียกว่า แอนติบอดี เข้า ทำลายแอนติเจน ที่ได้รับ นอกจากนั้นระบบ ภูมิคุ้มกันยังทำ หน้าที่กำจัดเซลล์	ทำลายสิ่ง แปลกปลอม แบบไม่จำเพาะ และแบบ จำเพาะ และ สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ เปรียบเทียบ การสร้าง ภูมิคุ้มกันก่อ เอง และ ภูมิคุ้มกันรับมา ได้	

ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมวิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาสสมดุลร่างกาย ระบบภูมิคุ้มกัน และระบบหมุนเวียนเลือด (ต่อ)

วงจร ปฏิบัติการ ที่	แผน ที่	สาระ การ เรียนรู้	จุดประสงค์การ เรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้	เวลา (ชม.)
			2. นักเรียนสามารถอธิบายและจัดกระทำข้อมูลเกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกันของมนุษย์ได้ 3. นักเรียนสามารถวางแผนออกแบบการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันในมนุษย์ได้ 4. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย และมีความใฝ่เรียนรู้	ที่เสื่อมสภาพ เช่น เซลล์เม็ดเลือดแดงที่อายุมาก และเซลล์ที่ทำงานผิดปกติ เช่น เซลล์เนื้องอก เพื่อป้องกันการกลายเป็นเซลล์มะเร็ง โดยร่างกายจะมีกลไกต่อต้าน หรือทำลายเชื้อแต่ละชนิดที่แตกต่างกัน		

ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมวิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาสสมดุลร่างกาย ระบบภูมิคุ้มกัน และระบบหมุนเวียนเลือด (ต่อ)

วงจร ปฏิบัติการ ที่	แผน ที่	สาระ การ เรียนรู้	จุดประสงค์การ เรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้	เวลา (ชม.)
	7	ความ ผิดปกติ ของ ระบบ ภูมิคุ้มกัน	1. อธิบาย ลักษณะของ โรคที่เกิดจาก ความผิดปกติ ของระบบ ภูมิคุ้มกัน ได้ 2. นักเรียน สามารถอธิบาย และจัดกระทำ ข้อมูลเกี่ยวกับ ความผิดปกติ ของระบบ ภูมิคุ้มกันได้ 3. นักเรียน สามารถ ออกแบบ และ สร้างชิ้นงาน โครงสร้างของ การทำงานการ สร้างภูมิ ต้านทานเมื่อ เกิดความ ผิดปกติของ	ระบบภูมิคุ้มกันมี ความสำคัญต่อ การดำรงชีวิตของ มนุษย์ แต่บางครั้ง ระบบภูมิคุ้มกัน อาจมีการ ตอบสนองที่ ผิดปกติ จน ก่อให้เกิดโรคใน ระบบภูมิคุ้มกัน เช่น โรคภูมิแพ้ โรคแพ้ภูมิคุ้มกัน ตัวเอง โรคเอดส์ หรือ กลุ่มอาการ ภูมิคุ้มกัน บกพร่อง เป็นต้น	นักเรียน สามารถสืบค้น ข้อมูลและ อธิบาย เกี่ยวกับความ ผิดปกติของ ระบบ ภูมิคุ้มกันที่ ทำให้เกิดโรค เอดส์ ภูมิแพ้ การสร้างภูมิ ต้านทานต่อ เนื้อเยื่อตนเอง ได้	2

ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมวิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาสสมดุลร่างกาย ระบบภูมิคุ้มกัน และระบบหมุนเวียนเลือด (ต่อ)

วงจร ปฏิบัติการ ที่	แผน ที่	สาระ การ เรียนรู้	จุดประสงค์การ เรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้	เวลา (ชม.)
			ระบบภูมิคุ้มกัน ในมนุษย์ได้ 4. นักเรียนมี ความ รับผิดชอบต่อ งานที่ได้รับ มอบหมาย และ มีความใฝ่ เรียนรู้			
	8	การ รักษา ดุลยภาพ ของ ร่างกาย	1. นักเรียน สามารถอธิบาย การรักษาดุลย ภาพของ ร่างกาย โดย การทำงานของ ไต ผิวหนัง และ ปอดได้ 2. นักเรียน สามารถอธิบาย แผนภาพ และ จัดกระทำ ข้อมูลเกี่ยวกับ เรื่องการรักษา ดุลยภาพของ	การขับถ่ายเป็น การกำจัดของเสีย ที่เกิดจาก กระบวนการเม แทบอลิซึมออก จากร่างกาย โดย ของเสียอาจเป็น แอมโมเนีย ยูเรีย หรือกรดยูริก ซึ่ง การกำจัดของเสีย เหล่านี้มักจะ สูญเสียน้ำออก	นักเรียน สามารถ อธิบายกลไก การทำงานของ หน่วยไตในการ กำจัดของเสีย ออกจาก ร่างกายและ เขียนแผนผัง สรุปขั้นตอน การกำจัดของ เสียออกจาก	2

ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมวิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาสสมดุลร่างกาย ระบบภูมิคุ้มกัน และระบบหมุนเวียนเลือด (ต่อ)

วงจร ปฏิบัติการ ที่	แผน ที่	สาระ การ เรียนรู้	จุดประสงค์การ เรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้	เวลา (ชม.)
			ร่างกายมนุษย์ ได้ 3. นักเรียน สามารถ ออกแบบ และ สร้างชิ้นงานใน กิจกรรมการ เรียนรู้ได้ 4. นักเรียนมี ความ รับผิดชอบต่อ งานที่ได้รับ มอบหมาย และ มีความใฝ่ เรียนรู้	จากร่างกาย ดังนั้นร่างกายจึง ต้องมีการรักษา ดุลยภาพของน้ำ ภายในร่างกาย เพื่อไม่ให้สูญเสีย น้ำมากเกินไป และต้องได้รับน้ำ เข้ามาทดแทนน้ำ ที่สูญเสียไปด้วย	ร่างกายโดย หน่วยไตได้	

1.3 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดย
บูรณาการสเต็มศึกษา

1.4 ดำเนินการเขียนแผนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็ม
ศึกษาในเนื้อหาของ เรื่อง การรักษาสสมดุลร่างกาย ระบบภูมิคุ้มกัน และระบบหมุนเวียนเลือด ชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยให้มีความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และ
ระยะเวลา

1.5 นำแผนการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของเนื้อหา สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม สื่อการเรียนรู้ รวมทั้งการวัด และประเมินผล แล้วนำแผนจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.6 นำแผนการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบ และปรับปรุงจามคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาพร้อมแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ดังนี้

1. ผศ.ดร.มานิตย์ อาษานอก อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยี และสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัย
2. ผศ.ดร.ทัศนศิริรินทร์ สว่างบุญ อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัย และพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัด และประเมินผลการศึกษา
3. ผศ.ดร.ชนิตาพร ตุ่มปีสุวรรณ อาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา
4. อาจารย์ ดร.วุฒิศักดิ์ บุญแน่น อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และการสอนชีววิทยา
5. อาจารย์ ทิพวรรณ พิลา หัวหน้าอาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และการสอนชีววิทยา

1.7 นำผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ ซึ่งเป็นคะแนนที่คำนวณจากแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 อันดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert) และ พิจารณาระดับคุณภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง มีคุณภาพดี

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง มีคุณภาพพอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง มีคุณภาพค่อนข้างต่ำ

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง มีคุณภาพต่ำมากหรือควรปรับปรุง

กำหนดคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญโดยค่าความเหมาะสมมีค่าเฉลี่ย 3.51 – 5.00 เป็นเกณฑ์ตัดสิน และถือเป็นกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงในประเด็นความถูกต้องของเนื้อหา รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ความสอดคล้องของเนื้อหาของกิจกรรมการเรียนรู้กับเนื้อหา และความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ และดำเนินการจัดพิมพ์แผนการเรียนรู้เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อใช้ในการวิจัย โดยประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดในสัตว์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.92 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง หัวใจ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.96 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง หลอดเลือด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.89 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง เลือด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ระบบน้ำเหลือง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.82 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.90 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.79 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบอัตนัย

2.1 ศึกษาหลักสูตร สาระการเรียนรู้ คู่มือกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง

พ.ศ. 2565) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2.2 สร้างนิยามบ่งชี้พฤติกรรมเกี่ยวกับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงเกณฑ์การพิจารณาคะแนนความสามารถคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

การพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์		ระดับคะแนน		
		2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
1. ด้าน คุณสมบัติ (Trail)	1.1 ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency)	มีจำนวนคำตอบ มากกว่า 3 คำตอบ	มีจำนวน คำตอบ 1 - 3 คำตอบ	ไม่ตอบ คำถาม
	1.2 ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility)	มีจำนวนวิธีการ แก้ไขปัญหา มากกว่า 3 วิธี	มีจำนวนวิธีการ แก้ปัญหา 1 - 3 วิธี	ไม่ตอบ คำถาม
	1.3 ความคิดริเริ่ม (Originality)	มีคำตอบ หรือ วิธีการที่แปลก ใหม่บนพื้นฐาน ทางวิทยาศาสตร์	มีคำตอบ หรือ วิธีการที่ไม่ แตกต่างไปจาก คำตอบของคน อื่น	ไม่ตอบ คำถาม

ตารางที่ 9 แสดงเกณฑ์การพิจารณาคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

การพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์		ระดับคะแนน		
		2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
2. ด้าน ผลิตภัณฑ์ (Product)	2.1 ประโยชน์ของ ผลิตภัณฑ์ (Technical Product)	มีการนำความรู้ หรือข้อมูลที่มีมา คิดหาวิธีการ นำไปใช้ประโยชน์	ไม่มีการนำ ความรู้ หรือ ข้อมูลที่มีมา คิดหาวิธีการ นำไปใช้ ประโยชน์	ไม่ตอบ คำถาม
	2.2 การนำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์มาใช้สร้าง ผลิตภัณฑ์ (Science Knowledge)	มีการนำหลักการ ทางวิทยาศาสตร์ มาให้เกิดผล ประกอบในการ สร้างผลิตภัณฑ์	ไม่มีการนำ หลักการทาง วิทยาศาสตร์ มาใช้ในการ สร้าง ผลิตภัณฑ์	ไม่ตอบ คำถาม
	2.3 ความเข้าใจใน ปรากฏการณ์ (Science Pheomena)	คำตอบเชื่อมโยง กับปรากฏการณ์ ทางธรรมชาติ โดย อยู่บนพื้นฐาน และ หลักการทาง วิทยาศาสตร์	คำตอบไม่ เชื่อมโยงกับ ปรากฏการณ์ ทางธรรมชาติ ไม่คำนึงถึง ความเป็นไป ได้ทาง วิทยาศาสตร์	ไม่ตอบ คำถาม

ตารางที่ 9 แสดงเกณฑ์การพิจารณาคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

การพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์		ระดับคะแนน		
		2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
	2.4 การตั้งปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ (Science Problem)	มีคำตอบที่เกิด จากการนำ ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์มา ใช้โดยการให้ เหตุผลทาง วิทยาศาสตร์ ประกอบ	ไม่มีคำตอบที่ เกิดจากการนำ ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์มา ใช้	ไม่ตอบ คำถาม
3. ด้าน กระบวนการ (Process)	3.1 การคิดอย่างมีเหตุผล (Thinking)	มีการใช้เหตุผล ประกอบการ ดำเนินการ	ไม่มีการให้ เหตุผล ประกอบการ ดำเนินการ	ไม่ตอบ คำถาม
	3.2 จินตนาการ (Imagination)	มีคำตอบที่แสดง ให้เห็นถึงการคิด ล่วงหน้า หรือ เหตุการณ์ที่คาด ว่าน่าจะเกิดขึ้น	ไม่มีคำตอบที่ แสดงให้เห็นถึง การคิดล่วงหน้า หรือเหตุการณ์ ที่คาดว่าจะ เกิดขึ้น	ไม่ตอบ คำถาม

2.3 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบ

ความถูกต้อง ความเหมาะสม และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

2.4 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบ และปรับปรุงแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อ ประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบ และจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งประกอบไปด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน (ชุดเดิม)

2.5 นำแบบทดสอบไปหาค่าความสอดคล้องหรือดัชนีของความสอดคล้องกัน ระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์ (Index of Item – Objective Congruence หรือ IOC) จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553) ซึ่งใช้เกณฑ์ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงกับจุดประสงค์

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงกับจุดประสงค์

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงกับจุดประสงค์

2.6 นำข้อมูลการหาค่าความสอดคล้อง หรือค่า IOC มาวิเคราะห์โดยเลือก แบบทดสอบข้อที่ผ่านเกณฑ์ 0.5 – 1.00 ให้เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงตามความ สอดคล้องกับพฤติกรรมที่วัด ซึ่งมีข้อสอบทั้งหมดจำนวน 16 ข้อ เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง แล้ว ข้อที่ 1 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.0 ข้อที่ 2 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.0 ข้อที่ 3 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.0 ข้อที่ 4 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.0 ข้อที่ 5 มีค่าดัชนี ความสอดคล้องเท่ากับ 0.8 ข้อที่ 6 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.8 ข้อที่ 7 มีค่าดัชนีความ สอดคล้องเท่ากับ 0.6 ข้อที่ 8 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.0 ข้อที่ 9 มีค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 1.0 ข้อที่ 10 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.8 ข้อที่ 11 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.6 ข้อที่ 12 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.0 ข้อที่ 13 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.0 ข้อที่ 14 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.0 ข้อที่ 15 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.8 และข้อที่ 16 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1 จากการคำนวณแบบทดสอบทุกข้อสามารถนำไปใช้ในการวัด ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้

2.7 ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขข้อสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในเรื่องความ เหมาะสมของคำถาม ความเหมาะสมของตัวเลือก และความเหมาะสมของเนื้อหา จากนั้นทำการ จัดพิมพ์ข้อสอบที่สมบูรณ์เพื่อนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายเพื่อเก็บข้อมูลต่อไป

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาสสมดุลร่างกาย ระบบ ภูมิคุ้มกัน และระบบหมุนเวียนเลือด

3.1 ศึกษาหลักการ เอกสารการวัด และประเมินผล กำหนดจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2 ศึกษาผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีตามหลักสูตรแกนกลางของโรงเรียนสาธิต วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3.3 สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหา ผลการเรียนรู้ และพฤติกรรมการเรียนรู้เพื่อเป็นข้อมูลในการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และกำหนดจำนวนข้อสอบ ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงจำนวนข้อสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ต้องการให้สอดคล้องกับเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ในการสอน

เนื้อหา	จุดประสงค์	จำนวนข้อสอบ	
		ที่ออก (ข้อ)	ที่ใช้จริง (ข้อ)
1. ระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์	1. นักเรียนสามารถอธิบาย และเปรียบเทียบระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิด และระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดได้ 2. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบ และจัดกระทำข้อมูลเกี่ยวกับระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์ต่าง ๆ ได้	6	3
2. หัวใจ	1. นักเรียนสามารถอธิบายโครงสร้าง การทำงานของหัวใจ และทิศทางการไหลของเลือดผ่านหัวใจของมนุษย์ได้ 2. นักเรียนสามารถอธิบายแผนภาพ และจัดกระทำข้อมูลเกี่ยวกับหัวใจของมนุษย์ได้ และนักเรียนสามารถออกแบบโครงสร้างของการทำงานของหัวใจ และทิศทางการไหลของเลือดผ่านหัวใจของมนุษย์ได้	10	5

ตารางที่ 10 แสดงจำนวนข้อสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ต้องการให้สอดคล้องกับเนื้อหา และจุดประสงค์เรียนรู้ในการสอน (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์	จำนวนข้อสอบ	
		ที่ออก (ข้อ)	ที่ใช้จริง (ข้อ)
3. หลอดเลือด	1. นักเรียนสามารถอธิบายโครงสร้าง การทำงานของ หลอดเลือด และเปรียบเทียบความแตกต่างของ หลอดเลือดแดง หลอดเลือดดำ และหลอดเลือดฝอย ได้ 2. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบ และจัดกระทำข้อมูล เกี่ยวกับความแตกต่างของหลอดเลือดได้ และ นักเรียนสามารถออกแบบ และสร้างชิ้นงานโครงสร้าง การทำงานของหลอดเลือดในมนุษย์ได้	6	3
4. เลือด	1. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะ และหน้าที่ของ เซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์เม็ดเลือดขาว เพลตเลต และ พลาสมา อธิบายหมู่เลือด และหลักการให้เลือดระบบ ABO และ Rh และระบุความแตกต่างของเซลล์เม็ด เลือดแดง เซลล์เม็ดเลือดขาว เพลตเลต และพลาสมา ได้ 2. นักเรียนสามารถอธิบายแผนภาพ และจัดกระทำ ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องเลือดของมนุษย์ได้ และนักเรียน สามารถออกแบบ และสร้างชิ้นงานในกิจกรรมการ เรียนรู้ได้	8	4

ตารางที่ 10 แสดงจำนวนข้อสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ต้องการให้สอดคล้องกับเนื้อหา และจุดประสงค์เรียนรู้ในการสอน (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์	จำนวนข้อสอบ	
		ที่ออก (ข้อ)	ที่ใช้จริง (ข้อ)
5. ระบบ น้ำเหลือง	1. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะ และหน้าที่ของ น้ำเหลือง หลอดน้ำเหลือง และอธิบายความสัมพันธ์ ของระบบน้ำเหลือง และระบบหมุนเวียนเลือดได้ 2. นักเรียนสามารถอธิบาย และจัดกระทำข้อมูล เกี่ยวกับระบบน้ำเหลืองได้	10	5
6.ระบบ ภูมิคุ้มกัน	1. นักเรียนสามารถอธิบายกลไกการต่อต้าน หรือ ทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบจำเพาะ และแบบไม่ จำเพาะ อธิบายการสร้างภูมิคุ้มกันก่อเอง หรือ ภูมิคุ้มกันแบบรับมา อธิบายความผิดปกติของระบบ ภูมิคุ้มกัน เปรียบเทียบกลไกการต่อต้าน หรือทำลาย สิ่งแปลกปลอมแบบจำเพาะ และแบบไม่จำเพาะ และ เปรียบเทียบการสร้างภูมิคุ้มกันขึ้นเอง และภูมิคุ้มกัน แบบรับมาได้ 2. นักเรียนสามารถอธิบาย และจัดกระทำข้อมูล เกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกันของมนุษย์ได้ และนักเรียน สามารถวางแผนออกแบบการทำงานของระบบ ภูมิคุ้มกันในมนุษย์ได้	8	4
7. ความผิดปกติ ของระบบ ภูมิคุ้มกัน	1. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของโรคที่เกิดจาก ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันได้	6	3

ตารางที่ 10 แสดงจำนวนข้อสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ต้องการให้สอดคล้องกับเนื้อหา และจุดประสงค์เรียนรู้ในการสอน (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์	จำนวนข้อสอบ	
		ที่ออก	ที่ใช้จริง
	2. นักเรียนสามารถอธิบาย และจัดกระทำข้อมูลเกี่ยวกับความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันได้ และนักเรียนสามารถออกแบบ และสร้างชิ้นงานโครงสร้างของการทำงานการสร้างภูมิคุ้มกันเมื่อเกิดความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันในมนุษย์ได้		
8. การรักษาดูแลภาพของร่างกาย	1. อธิบายการรักษาดูแลภาพของร่างกาย โดยการทำงานของไต ผิวหนัง และปอดได้ 2. นักเรียนสามารถอธิบายแผนภาพ และจัดกระทำข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องการรักษาดูแลภาพของร่างกายมนุษย์ได้ และนักเรียนสามารถออกแบบและสร้างชิ้นงานในกิจกรรมการเรียนรู้ได้	6	3
รวม		60	30

3.4 จัดทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การรักษาสมดุลร่างกาย ระบบภูมิคุ้มกัน และระบบหมุนเวียนเลือดแบบทดสอบที่เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ (นำไปใช้จริง 30 ข้อ)

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบความถูกต้อง ครบถ้วนของเนื้อหา การใช้ภาษา และสอดคล้องกับผลการเรียนรู้รวมทั้งความเหมาะสมของคำถามเกี่ยวกับประเด็นที่กำลังศึกษา

3.6 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบ และปรับปรุงแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อ ประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบ และจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งประกอบไปด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน (ชุดเดิม) ซึ่งมีข้อสอบทั้งหมด 8 เรื่อง 8 จุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวน 60 ข้อ (นำไปใช้จริง 30 ข้อ) แบ่งเป็น

1. เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์ มีข้อสอบจำนวน 6 ข้อ เมื่อหาค่าดัชนีความ สอดคล้องแล้วมีจำนวนข้อสอบที่ใช้ได้จำนวน 6 ข้อ
 2. เรื่อง หัวใจ มีข้อสอบจำนวน 10 ข้อ เมื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องแล้วมีจำนวน ข้อสอบที่ใช้ได้จำนวน 10 ข้อ
 3. เรื่อง หลอดเลือด มีข้อสอบจำนวน 6 ข้อ เมื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องแล้วมี จำนวนข้อสอบที่ใช้ได้จำนวน 6 ข้อ
 4. เรื่อง เลือด มีข้อสอบจำนวน 8 ข้อ เมื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องแล้วมีจำนวน ข้อสอบที่ใช้ได้จำนวน 8 ข้อ
 5. เรื่อง ระบบน้ำเหลือง มีข้อสอบจำนวน 10 ข้อ เมื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง แล้วมีจำนวนข้อสอบที่ใช้ได้จำนวน 10 ข้อ
 6. เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน มีข้อสอบจำนวน 8 ข้อ เมื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องแล้ว มีจำนวนข้อสอบที่ใช้ได้จำนวน 8 ข้อ
 7. เรื่อง ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน มีข้อสอบจำนวน 6 ข้อ เมื่อหาค่าดัชนี ความสอดคล้องแล้วมีจำนวนข้อสอบที่ใช้ได้จำนวน 6 ข้อ
 8. เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกาย มีข้อสอบจำนวน 6 ข้อ เมื่อหาค่าดัชนีความ สอดคล้องแล้วมีจำนวนข้อสอบที่ใช้ได้จำนวน 6 ข้อ
- เมื่อพิจารณาแล้วข้อสอบทุกข้อสามารถนำมาใช้ในการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนได้

3.7 ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขข้อสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในเรื่องความ เหมาะสมของคำถาม ความเหมาะสมของตัวเลือก และความเหมาะสมของเนื้อหา จากนั้นทำการ คัดเลือกข้อสอบที่ใช้จริงทั้งหมด 30 ข้อ และจัดพิมพ์ข้อสอบที่สมบูรณ์เพื่อนำไปใช้กับนักเรียน กลุ่มเป้าหมายในการเก็บข้อมูลต่อไป

4. แบบสัมภาษณ์

เป็นแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษา ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบกึ่งโครงสร้าง โดยจะใช้สัมภาษณ์นักเรียนเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลหลังจากจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการเพื่อใช้บันทึกข้อมูลความต้องการพื้นฐานของนักเรียน และนำไปปรับปรุงการสอนในวงจรต่อไป โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

4.1 ศึกษาการสร้างแบบสัมภาษณ์นักเรียนจากเอกสาร และงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

4.2 สร้างแบบสัมภาษณ์นักเรียนที่มีลักษณะกึ่งโครงสร้าง โดยกำหนดขอบเขตที่จะถาม ซึ่งมี 2 ด้าน คือ

1. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผลต่อตัวผู้เรียน
2. ด้านความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน

4.3 นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และดำเนินการปรับปรุงแก้ไข

4.4 นำแบบสัมภาษณ์ที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน (ชุดเดิม) เพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับประเด็นที่ต้องการทราบ โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ
- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ

4.5 นำข้อมูลข้อมูลที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องระหว่างคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการสังเกต โดยใช้สูตร IOC (Index of Item – Objective Congruence) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553) และค่าดัชนีความสอดคล้องต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0.5 – 1.00 จึงถือเป็นข้อคำถามที่เหมาะสม

ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ พิจารณา และให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการสัมภาษณ์ ดังนี้

1. ปรับลำดับขั้นตอนในการสัมภาษณ์
2. ปรับข้อคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์

4.6 นำแบบสัมภาษณ์นักเรียนมาปรับปรุง และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ แล้วนำไปใช้เป็นเครื่องมือเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีวิจัยแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ตามแนวทางของเคมมิส และแมคแทกการ์ด (Kemmis and McTaggart) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติ (Act) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นสะท้อนผล (Reflect) ซึ่งดำเนินการทั้งสิ้น 2 วงจรปฏิบัติการ ได้แก่

1. วงจรปฏิบัติการที่ 1 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ 4 แผน ดังนี้ แผนจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์ แผนจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง หัวใจ แผนจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง หลอดเลือด แผนจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง เลือด

2. วงจรปฏิบัติการที่ 2 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ 4 แผน ดังนี้ แผนจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ระบบน้ำเหลือง แผนจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน แผนจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน แผนจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกาย

1. วงจรปฏิบัติการที่ 1

ในการดำเนินการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ขั้นวางแผน (Plan)

1.1 สำนวณสภาพปัญหาของผู้เรียนรวมถึงสภาพสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โดยสังเกตการณ์จัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูผู้สอน การสัมภาษณ์ครูผู้สอน และทำการทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1.2 ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ การสร้างเครื่องมือวิจัย และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการการstimศึกษา

1.3 สร้างเครื่องมือในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการstimศึกษา แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นแบบกึ่งโครงสร้าง

2. ขั้นปฏิบัติการ (Action)

2.1 ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนตามเนื้อหาของแผนการเรียนรู้ ใน
วงจรที่ 1 โดยผู้วิจัยได้กำหนดแผนการจัดการเรียนรู้ตามเนื้อหาในวงจรปฏิบัติการที่ 1 แบ่งออกเป็น 4
แผน เวลา 8 ชั่วโมง ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง หัวใจ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง หลอดเลือด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง เลือด

3. ขั้นสังเกต (Observation)

ผู้วิจัยใช้เครื่องมือ และเทคนิคการรวบรวมข้อมูลโดยการสังเกตพฤติกรรม
ของนักเรียนในขณะทำการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบบันทึกหลังการสอนสังเกตพฤติกรรมทั้งรายกลุ่ม
และรายบุคคล

3.1 บันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ลงในแผนการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเมื่อ
จบแผนการสอนในแต่ละแผน

3.2 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย หลังจากสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงจรปฏิบัติการที่ 1
(แบบทดสอบมีทั้งหมด 2 ข้อ แบบอัตนัย)

3.3 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปวัดความรู้ของนักเรียนหลังสิ้นสุด
กิจกรรมการเรียนรู้ตามวงจรปฏิบัติการที่ 1 (แบบทดสอบมีทั้งหมด 15 ข้อ แบบปรนัย)

3.4 สัมภาษณ์ความคิดเห็นของกลุ่มเป้าหมายหลังจากจบวงจรปฏิบัติการที่
1 จากแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflection)

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมในด้านปริมาณ และคุณภาพ เพื่อ
ประเมินผล และตรวจสอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รวมถึงกระบวนการวิจัย ผลเป็นไปตาม
วัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ หรือไม่ หากไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ จะต้องหาแนวทางเพื่อให้ได้
แนวทางการพัฒนา ปรับปรุง จากการสังเกต หรือบันทึกแผนการจัดการเรียนรู้หลังแผน เพื่อ
พัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการดำเนินการวิจัยในวงจรที่ 2 ต่อไป

2. วงจรปฏิบัติการที่ 2

ในการดำเนินการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ขั้นวางแผน (Plan)

1.1 ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลของปัญหา และผลการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 แล้วนำไปพัฒนาในวงจรปฏิบัติการที่ 2 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสติศึกษาที่ได้พัฒนาจากจุดบกพร่องของวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยร่วมสะท้อนผลกับครูพี่เลี้ยง

2. ขั้นปฏิบัติการ (Action)

2.1 ผู้วิจัยนำเครื่องมือปรับกิจกรรมหรือสื่อตามผลการสะท้อนในวงจรที่ 1 มาใช้ โดยผู้วิจัยได้แบ่งตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามเนื้อหาในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ระบบน้ำเหลือง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกาย

3. ขั้นสังเกต (Observation)

ใช้เครื่องมือ และเทคนิคการรวบรวมข้อมูลโดยการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในขณะที่ทำการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบบันทึกหลังการสอนสังเกตพฤติกรรมทั้งรายกลุ่ม และรายบุคคล

3.1 บันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ลงในแผนการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเมื่อจบแผนการสอนในแต่ละแผน

3.2 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย หลังจากสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงจรปฏิบัติที่ 2

3.3 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปวัดความรู้ของนักเรียนหลังสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงจรปฏิบัติการที่ 2 (แบบทดสอบมีทั้งหมด 15 ข้อ แบบปรนัย)

3.4 สัมภาษณ์ความคิดเห็นของกลุ่มเป้าหมายหลังจากจบวงจรปฏิบัติการที่ 2 จากแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflection)

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมมาในด้านปริมาณ และคุณภาพ จากนั้นทำการวิเคราะห์ และประเมินผล เพื่อประเมินความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ตามที่ผู้วิจัยตั้งไว้ หรือไม่ จากการสังเกตวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา และผลการปฏิบัติจากขั้นตอนทั้งหมด 2 วงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้แสดงในขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลตามกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

วงจร ปฏิบัติการ ที่	แผนการ จัดการ เรียนรู้	เครื่องมือ	วิธีการ	ระยะเวลา	ผู้สะท้อน ผล
1	1 - 4	1.แผนการจัดการ เรียนรู้	ใช้สอนนักเรียน กลุ่มเป้าหมาย	การสอนวงจร ปฏิบัติการที่ 1	ผู้วิจัย
		2. แบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน	ทดสอบหลัง สอนจบวงจร ปฏิบัติการที่ 1	หลังการสอน วงจรปฏิบัติการ ที่ 1	ผู้วิจัย
		3. แบบทดสอบ ความสามารถใน การคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์	ทดสอบหลัง สอนจบวงจร ปฏิบัติการที่ 1	หลังการสอน วงจรปฏิบัติการ ที่ 1	ผู้วิจัย
		4. แบบสัมภาษณ์	สัมภาษณ์ นักเรียน กลุ่มเป้าหมาย	หลังทำการ จัดการเรียน การสอน	ผู้วิจัย
2	5 - 8	1.แผนการจัดการ เรียนรู้	ใช้สอนนักเรียน กลุ่มเป้าหมาย	การสอนวงจร ปฏิบัติการที่ 2	ผู้วิจัย
		2. แบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน	ทดสอบหลัง สอนจบวงจร ปฏิบัติการที่ 2	หลังการสอน วงจรปฏิบัติการ ที่ 2	ผู้วิจัย

ตารางที่ 11 กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (ต่อ)

วงจร ปฏิบัติการ ที่	แผนการ จัดการ เรียนรู้	เครื่องมือ	วิธีการ	ระยะเวลา	ผู้สะท้อน ผล
		3. แบบทดสอบ ความสามารถใน การคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์	ทดสอบหลัง สอนจบวงจร ปฏิบัติการที่ 2	หลังการสอน วงจรปฏิบัติการ ที่ 2	ผู้วิจัย
		4. แบบสัมภาษณ์	สัมภาษณ์ นักเรียน กลุ่มเป้าหมาย	หลังทำการ จัดการเรียน การสอน	ผู้วิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณเป็นการนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้
2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพเป็นการนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมข้อมูลจากการสังเกตการสัมภาษณ์นักเรียนมาวิเคราะห์ และนำเสนอในรูปแบบการบรรยาย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล

- 1.1 ร้อยละ (Percentage) ใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

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

เมื่อ P = แทน ร้อยละ

f = แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

n = แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

1.2 ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

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

เมื่อ $\bar{X}$ = แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum R$ = แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

n = แทน จำนวนคนในกลุ่ม

1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

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

เมื่อ $S.D.$ = แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x = แทน คะแนนแต่ละตัว

n = แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

$\sum$ = แทน ผลรวม

2. สถิติใช้หาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validity) โดยใช้วิธีหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence) โดยใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

R แทน ผลรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

1.3 สร้างเครื่องมือในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษา แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นแบบกึ่งโครงสร้าง

2. ขั้นปฏิบัติการ (Action) ผู้วิจัยได้ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนตามเนื้อหาของแผนการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

2.1 ผู้วิจัยได้กำหนดแผนการจัดการเรียนรู้ตามเนื้อหาในวงจรปฏิบัติการที่ 1 แบ่งออกเป็น 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาทั้งหมด 8 ชั่วโมง ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง หัวใจ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง หลอดเลือด

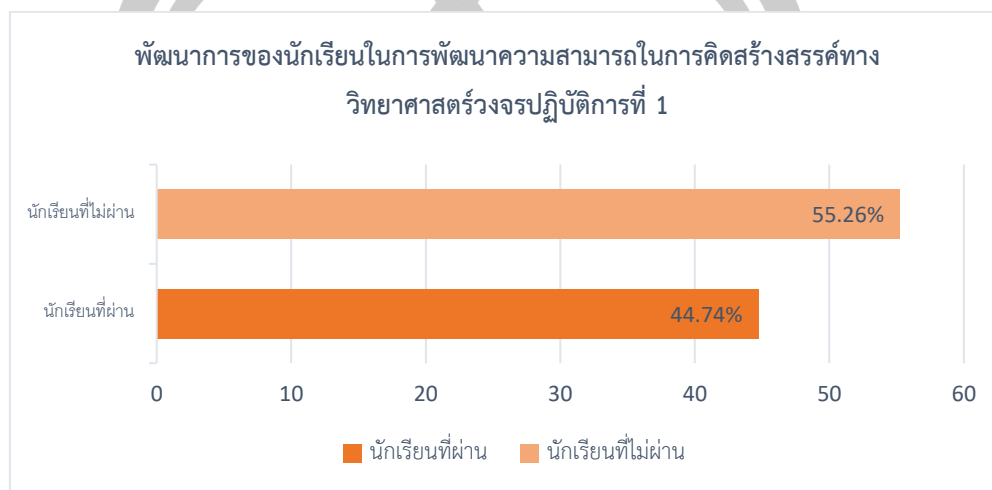
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง เลือด

3. ขั้นสังเกต (Observation) ผู้วิจัยได้ดำเนินการใช้เครื่องมือ และเทคนิคการรวบรวมข้อมูลโดยการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในขณะทำการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบบันทึกหลังการสอนสังเกตพฤติกรรมทั้งรายกลุ่ม และรายบุคคล

3.1 บันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ลงในแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ผลปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจ และมีความตั้งใจในการทำกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ครูผู้สอนมอบหมายให้ ตั้งใจศึกษาสถานการณ์ที่ครูผู้สอนกำหนดให้นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือในการทำงานเป็นกลุ่ม มีความสนุกสนานในการทำกิจกรรมเนื่องจากได้ลงมือปฏิบัติ และมีส่วนร่วมในกลุ่มของนักเรียนในการประดิษฐ์นวัตกรรม แต่นักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดทักษะการวางแผนในการออกแบบนวัตกรรม และขาดทักษะการปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์

3.2 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังจากสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงจรปฏิบัติการที่ 1 จากการใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยมีการอ้างอิงหลักการการวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยในรูปแบบสถานการณ์ จำนวน 2 ข้อ ผลปรากฏว่าการพัฒนาความสามารถในการคิด

สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการstim
ศึกษา นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของวงจรปฏิบัติการที่ 1
โดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.19 จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 67.73 มีนักเรียนที่
คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 44.74 และมีนักเรียนที่คะแนนไม่ผ่าน
เกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 55.26 ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงพัฒนาการของนักเรียนในการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ของวงจรปฏิบัติการที่ 1

นอกจากนี้ในการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมี
องค์ประกอบย่อยอยู่ 3 ด้าน ผลปรากฏว่านักเรียนมีคะแนนองค์ประกอบความสามารถในการคิด
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ด้านคุณสมบัติ (Trail) หมายถึง ลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่
ประกอบไปด้วยองค์ประกอบย่อย ดังนี้ 1. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) 2. ความคิดยืดหยุ่น
(Flexibility) และ 3. ความคิดริเริ่ม (Originality) ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.95 จากคะแนนเต็ม 6
คะแนน คิดเป็นร้อยละ 65.83

2. ด้านผลิตภัณฑ์ (Product) หมายถึง ผลที่ได้จากการปฏิบัติงานทางสมอง หรือ
กระบวนการคิดทางสมองหลังจากที่สมองได้รับข้อมูล หรือสิ่งเร้า ประกอบไปด้วยองค์ประกอบย่อย
ดังนี้ 1. ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ (Technical Product) 2. การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้าง
ผลิตภัณฑ์ (Science Knowledge) และ 3. ความเข้าใจในปรากฏการณ์ (Science Phenomena)

4. การตั้งปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (Science Problem) ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.49 จากคะแนนเต็ม 8 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 68.63

3. ด้านกระบวนการ (Process) หมายถึง กระบวนการคิด การประมวลผลทางสมองที่มีในแต่ละบุคคล ซึ่งมีความแตกต่างกันออกไป ประกอบไปด้วยองค์ประกอบย่อย ดังนี้ 1. การคิดอย่างมีเหตุผล (Thinking) 2. จินตนาการ (Imagination) ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.75 จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 68.75 ดังแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 แสดงคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แบบรายด้านของวงจรปฏิบัติการที่ 1

	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
ด้านคุณสมบัติ	6	3.95	0.33	65.83
ด้านผลิตภัณฑ์	8	5.49	0.36	68.63
ด้านกระบวนการ	4	2.75	0.42	68.75
รวม	18	12.19	1.11	

3.3 นำแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายหลังจากจบวงจรปฏิบัติการที่ 1 จากแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีลักษณะเป็นแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ซึ่งเป็นแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นต่อการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษาจากการให้ข้อมูลของนักเรียน จนนำไปสู่การสรุปผลพบว่ามี 2 ประเด็นที่สำคัญ คือ 1. ประเด็นด้านกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผลต่อตัวผู้เรียน 2. ประเด็นด้านความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน โดยผู้วิจัยได้สรุปดังนี้

ประเด็นที่ 1. ประเด็นด้านกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผลต่อตัวผู้เรียน

จากการจัดการเรียนการสอนการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษา ผลปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้สึกรักชอบในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ เนื่องจากนักเรียนได้มีการลงมือสร้าง

นวัตกรรมตามแนวคิดของนักเรียน และนักเรียนส่วนใหญ่รู้สึกถึงการทำกิจกรรมที่ไม่น่าเบื่อ ทำให้
นักเรียนมีความสนใจการเรียน และเนื้อหาที่ครูสอนเพิ่มมากขึ้น ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์

“...หนูชอบในการทำกิจกรรมแบบนี้ค่ะ ชอบที่ได้ช่วยกันทำงาน ช่วยกันคิดหา
คำตอบ ทำให้การทำงานเสร็จเร็ว และง่ายมากขึ้น...”

(นักเรียนรหัส 18, สัมภาษณ์ในวันที่ 8 มกราคม 2567)

“...ผมชอบทำงานออกแบบสร้างนวัตกรรมแบบนี้ครับ ถ้าเป็นไปได้อยากให้มีแบบนี้
ทุกคาบ ผมสนุกที่ได้ลงมือทำ และได้ช่วยกันกับเพื่อนในกลุ่ม...”

(นักเรียนรหัส 27, สัมภาษณ์ในวันที่ 8 มกราคม 2567)

ประเด็นที่ 2. ประเด็นด้านความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน

จากการที่ให้นักเรียนตอบคำถาม หรือแก้ปัญหาท้ายกิจกรรม ซึ่งเป็นข้อคำถามที่
ครูผู้สอนกำหนดให้ เพื่อใช้ทดสอบความเข้าใจในแนวความคิดของเรื่องที่ได้เรียน ผลปรากฏว่า
นักเรียนสามารถตอบปัญหาได้ถูกต้อง เนื่องจากคำถามที่ครูผู้สอนให้นักเรียนสามารถคิด และหา
คำตอบจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้ทำไป จึงทำให้นักเรียนรู้สึกประสบความสำเร็จในการทำ
กิจกรรม ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์

“...ผมชอบตอบคำถามที่ครูให้ครับ ทำให้ผมคิดแก้ปัญหาได้หลากหลาย และผมก็
ชอบทำงานออกแบบสร้างชิ้นงานแบบนี้มาก สนุกดี ได้ใช้จินตนาการที่มีของแต่ละคนด้วยครับ...”

(นักเรียนรหัส 35, สัมภาษณ์ในวันที่ 8 มกราคม 2567)

“...หนูชอบให้ครูจัดกิจกรรมแบบนี้มากค่ะ ได้เรียนรู้วิธีการใหม่ ๆ ได้ออกแบบสร้าง
ชิ้นงานที่ไม่เคยทำ...”

(นักเรียนรหัส 03, สัมภาษณ์ในวันที่ 8 มกราคม 2567)

จากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียน ข้อมูลส่วนใหญ่ที่นักเรียนให้คำตอบของความ
คิดเห็นในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสติศึกษา ผลปรากฏ
ว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้สึกชอบตอบคำถาม คิดแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธี และสนุกสนานในการ
ทำกิจกรรมในการออกแบบนวัตกรรมร่วมกัน นักเรียนมีความสุขที่ได้ลงมือออกแบบชิ้นงาน และได้นำ
ชิ้นงาน หรือนวัตกรรมที่นักเรียนสร้างขึ้นมานำเสนอการออกแบบของกลุ่มตนเอง และมีการบรรยาย
ถึงโครงสร้างต่าง ๆ ที่ได้ทำขึ้นมา

4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflection) ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมในด้าน ปริมาณ และคุณภาพ เพื่อสะท้อนผลการพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการ จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการstimศึกษาตามขั้นการสอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิด ความสงสัย และสร้างประเด็นที่จะศึกษา โดยครูผู้สอนจะให้ประเด็นในการศึกษาในช่วงเรียน ผ่านการตั้ง คำถาม หรือกิจกรรมการเรียนรู้ ผลปรากฏว่านักเรียนมีความสนใจกับประเด็นปัญหาที่ครูผู้สอน กำหนดให้ เพราะนักเรียนรู้สึกถึงความแปลกใหม่ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดให้

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ และค้นหา (Exploration) เป็นขั้นการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหาที่ครูผู้สอนกำหนดให้ โดยการให้ผู้เรียนดำเนินการสืบค้นข้อมูลหาความรู้ เพื่อแก้ไขปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science: S) ในสถานการณ์ปัญหาร่วมกับครูผู้สอน ผลปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่มีการศึกษาหา ความรู้จากใบกิจกรรมที่ครูผู้สอนให้ และมีนักเรียนบางส่วนเลือกที่จะศึกษาหาข้อมูลด้วยตนเองจาก อินเทอร์เน็ต

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่มีการวิเคราะห์ ข้อมูล และอภิปรายตามประเด็นที่ทำการศึกษา เพื่อหาองค์ความรู้ที่เกิดขึ้น ซึ่งในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้อง สามารถดำเนินการแก้ไขปัญหา โดยผู้เรียนจะศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science: S) ร่วมกับ ครูผู้สอน สืบค้นข้อมูล และแก้ไขปัญหาด้วยการใช้เทคโนโลยี (Technology: T) จนสามารถอธิบาย องค์ความรู้ที่เกิดขึ้นได้ ผลปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่มีข้อคำถามที่หลากหลาย นักเรียนบางส่วนได้มี การตั้งคำถามเกี่ยวกับประเด็นที่ตนสนใจ ซึ่งในช่วงเวลาของขั้นนี้ส่วนใหญ่ครูผู้สอนใช้ในการอธิบาย หลักการทางชีววิทยาในส่วนที่นักเรียนขาดหาย เช่น ที่มา หลักการ และความเป็นไปได้ของคำตอบใน เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนนี้ และให้นักเรียนร่วมกันสรุปประเด็นปัญหาต่าง ๆ ร่วมกับครูผู้สอน

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้หรือสถานการณ์การเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ขยายความรู้ที่เกิดขึ้น แต่งเติมความรู้ให้เกิดความสมบูรณ์ โดย การอธิบาย ยกตัวอย่าง อภิปราย ซักถาม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และมีการเชื่อมโยงความรู้ทั้งเก่าและใหม่ จนสามารถนำความรู้ที่เกิดขึ้นไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ซึ่งในขั้นนี้ผู้เรียน จะต้องดำเนินการศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science: S) ร่วมกับครูผู้สอน สืบค้นข้อมูล และ แก้ไขปัญหา โดยใช้เทคโนโลยี (Technology: T) ที่เหมาะสม ตลอดจนผู้เรียนสามารถนำความรู้

ทางวิศวกรรมศาสตร์ (Engineer: E) ศิลปะศาสตร์ (Art: A) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) เข้ามาช่วยในการแก้ไขปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้เรียนจะต้องสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยบูรณาการสติมศึกษาเข้ามาใช้ นำความรู้ทั้งห้าด้านมาสร้างสรรค์นวัตกรรม เพื่อแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ที่ครูผู้สอนกำหนดให้ โดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ตรวจสอบชิ้นงานที่สร้าง และสรุปผลการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นี้ครูผู้สอนได้กำหนดวัตถุประสงค์อุปกรณ์ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานให้กับนักเรียน ผลปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถออกแบบ และสร้างสรรค์ชิ้นงานได้อย่างสวยงาม และชิ้นงานที่ได้มีคุณภาพ แต่เนื่องด้วยครูผู้สอนได้ทำการกำหนดวัตถุประสงค์ให้กับนักเรียน และให้นักเรียนทำความเข้าใจในการทำกิจกรรมด้วยตนเอง จึงทำให้ชิ้นงานที่นักเรียนสร้างสรรค์ขึ้นมาขาดความหลากหลาย และนักเรียนใช้เวลาในการทำกิจกรรมมากกว่าการที่นักเรียนขาดทักษะการเรียนรู้ และการจัดสรรเวลาที่เหมาะสม

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) ในขั้นนี้เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือสถานการณ์การเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ประเมินการเรียนรู้ของตนเองโดยการลงข้อสรุปความรู้ที่เกิดขึ้นจากการอภิปราย ซึ่งในขั้นนี้ครูผู้สอนจะดำเนินการประเมินกระบวนการสร้างองค์ความรู้ใหม่ของผู้เรียน เพื่อปรับปรุง และพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีการเรียนรู้ที่ยั่งยืน ซึ่งในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องตรวจสอบความเข้าใจเนื้อหาวิชาชีววิทยาจากการสรุปผลการทำกิจกรรมการเรียนรู้ และการเฉลยปัญหาท้ายกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับครูผู้สอน ผลปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบข้อคำถามในใบกิจกรรมได้ แต่ในการตอบคำถามหน้าชั้นเรียนของนักเรียนนั้นนักเรียนยังขาดความมั่นใจในการตอบคำถาม

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการสรุปรายละเอียดของปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 แสดงปัญหา และแนวทางการแก้ไขปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 1

ปัญหาที่พบ	แนวทางการแก้ไขปัญหา
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
1. นักเรียนขาดทักษะในการทำกิจกรรมการเรียนรู้	1. ครูผู้สอนอธิบายรายละเอียดของการทำกิจกรรมเพิ่มมากขึ้น และให้นักเรียนกลับไปศึกษาเพิ่มเติม

ตารางที่ 13 แสดงปัญหา และแนวทางการแก้ไขปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 1 (ต่อ)

ปัญหาที่พบ	แนวทางการแก้ไขปัญหา
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 2. นักเรียนขาดการวิเคราะห์ และสังเคราะห์ ข้อมูลของสถานการณ์ เพื่อนำไปสู่การระบุปัญหา และขาดกระบวนการวางแผน การออกแบบ และการสร้างสรรค์ชิ้นงานให้มีความแปลกใหม่ และมีความน่าสนใจ 3. นักเรียนขาดการจัดสรรเวลาในการทำงานเป็นกลุ่ม จึงทำให้เวลาในการจัดกิจกรรมมีความล่าช้า	ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 2. ครูผู้สอนพัฒนากิจกรรมstimศึกษาในชั้นของการวางแผน การออกแบบวิธีในการแก้ไขปัญหา และการดำเนินการแก้ไขปัญหโดยการจัดกิจกรรมในลักษณะเดิม แต่ควรเพิ่มการฝึกกระบวนการวางแผน การออกแบบ และการสร้างสรรค์ชิ้นงานให้กับนักเรียน โดยการหาวิดิทัศน์ที่มีความเกี่ยวข้องกับการวางแผน การออกแบบ และการสร้างสรรค์ชิ้นงานที่มีความแปลกใหม่ ทันสมัย และมีความน่าสนใจให้นักเรียนได้ศึกษาเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนนำมาประยุกต์ใช้ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานของตนเองให้มีความแปลกใหม่ และน่าสนใจมากขึ้น 3. ครูผู้สอนเข้าไปกำชับเวลา และคอยกระตุ้นการทำงานของนักเรียนในแต่ละช่วงของการทำกิจกรรม

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผลปรากฏว่านักเรียนให้ความสำคัญกับการสร้างสรรค์ชิ้นงานมากจนเกินไป จึงทำให้คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการจัดกิจกรรมมีคะแนนเฉลี่ยน้อย ดังนั้นเพื่อให้การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มสูงขึ้นควบคู่ไปกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงทำการเพิ่มเติมเนื้อหา และทำการยกตัวอย่างที่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน และยกตัวอย่างคำตอบของข้อคำถาม

2. วงจรปฏิบัติการที่ 2

ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุง และพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้น ดังนี้

1. ขั้นวางแผน (Plan) ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลของปัญหา และผลการปฏิบัติการกิจกรรมการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 แล้วนำไปพัฒนาในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการstimuliศึกษาที่พัฒนาจากจุดบกพร่องของวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยร่วมสะท้อนผลกับครูพี่เลี้ยง

1.1 ครูผู้สอนได้ทำการอธิบายเนื้อหาของการเรียนในแต่ละชั่วโมงเพิ่มเติม และทำการเดินถาม - ตอบนักเรียนแต่ละกลุ่ม เพื่อกระตุ้นความสนใจให้กับนักเรียนมากขึ้น สามารถควบคุมเวลาในการทำงานของนักเรียนให้กระชับเวลาได้ดีขึ้น และช่วยควบคุมบรรยากาศในการเรียนการสอนให้นักเรียนมีความสนใจในเนื้อหาของวิชาชีววิทยามากขึ้น

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เนื้อหาการเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ครูผู้สอนปรับให้มีระดับของความน่าสนใจมากขึ้น โดยการยกตัวอย่างคำตอบของข้อคำถามในใบกิจกรรม ซึ่งเป็นข้อคำถามที่นักเรียนสามารถทำความเข้าใจได้ด้วยตนเอง โดยเป็นข้อคำถามที่คัดเฉพาะแนวคิดในเนื้อหาของการเรียน

2. ขั้นปฏิบัติการ (Action) ผู้วิจัยทำการปรับกิจกรรมการเรียนการสอนตามผลการสะท้อนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยผู้วิจัยได้แบ่งตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามเนื้อหาในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ระบบน้ำเหลือง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน

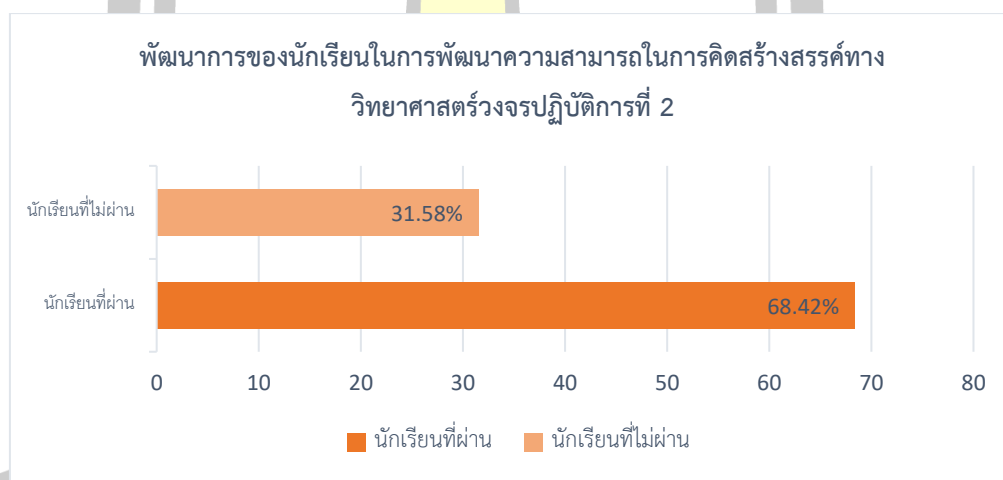
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกาย

3. ขั้นสังเกต (Observation) ผู้วิจัยได้ทำการใช้เครื่องมือ และเทคนิคการรวบรวมข้อมูลโดยการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในขณะที่ทำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการstimuliศึกษาของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

3.1 บันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ลงในแผนการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเมื่อจบแผนการเรียนรู้ในแต่ละแผน จากการใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ผลปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจในการทำกิจกรรมการเรียนการสอนเพิ่มมากขึ้น และนักเรียนมีความ

ตั้งใจในการทำกิจกรรมการเรียนการสอนดีขึ้น นักเรียนสามารถตอบข้อคำถามที่ครูผู้สอนให้ได้ โดยสังเกตจากระยะเวลาของการส่งงาน และประสิทธิภาพของงานที่นักเรียนส่ง

3.2 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังจากสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงจรปฏิบัติการที่ 2 จากการใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยมีการอ้างอิงหลักการวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ ผลปรากฏว่าการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษา นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 โดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.28 จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 73.79 มีนักเรียนที่คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 68.42 และมีนักเรียนที่คะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 31.58 ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงพัฒนาการของนักเรียนในการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของวงจรปฏิบัติการที่ 2

นอกจากนี้ในการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบย่อยอยู่ 3 ด้าน ผลปรากฏว่านักเรียนมีคะแนนองค์ประกอบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ด้านคุณสมบัติ (Trail) หมายถึง ลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบไปด้วยองค์ประกอบย่อยที่ ดังนี้ 1. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) 2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) และ 3. ความคิดริเริ่ม (Originality) ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.23 จากคะแนนเต็ม 6 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 70.50

2. ด้านผลิตภัณฑ์ (Product) หมายถึง ผลที่ได้จากการปฏิบัติงานทางสมอง หรือ กระบวนการคิดทางสมองหลังจากที่สมองได้รับข้อมูล หรือสิ่งเร้า ประกอบไปด้วยองค์ประกอบย่อย ดังนี้ 1. ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ (Technical Product) 2. การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างผลิตภัณฑ์ (Science Knowledge) และ 3. ความเข้าใจในปรากฏการณ์ (Science Phenomena) 4. การตั้งปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (Science Problem) ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.11 จากคะแนนเต็ม 8 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.38

3. ด้านกระบวนการ (Process) หมายถึง กระบวนการคิด การประมวลผลทางสมองที่มีในแต่ละบุคคล ซึ่งมีความแตกต่างกันออกไป ประกอบไปด้วยองค์ประกอบย่อย ดังนี้ 1. การคิดอย่างมีเหตุผล (Thinking) 2. จินตนาการ (Imagination) ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.95 จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 73.75 ดังแสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 แสดงคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์รายด้านของวงจรปฏิบัติการที่ 2

	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
ด้านคุณสมบัติ	6	4.23	0.31	70.50
ด้านผลิตภัณฑ์	8	6.11	0.33	76.38
ด้านกระบวนการ	4	2.95	0.36	73.75
รวม	18	13.28	1	

จากการศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนการพัฒนาความสามารถในการคิด

สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษามีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยเพิ่มขึ้นในทุกองค์ประกอบ

3.3 ผู้วิจัยใช้แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นกับกลุ่มเป้าหมายหลังจากจบวงจรปฏิบัติการที่ 2 จากแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีลักษณะเป็นแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ซึ่งเป็นแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นต่อการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษาจากการให้ข้อมูลของนักเรียน จนนำไปสู่การสรุปผลพบว่ามี 2 ประเด็นสำคัญ คือ 1. ประเด็นด้านกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผลต่อตัวผู้เรียน 2. ประเด็นด้านความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน โดยผู้วิจัยได้สรุปดังนี้

ประเด็นที่ 1. ประเด็นด้านกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผลต่อตัวผู้เรียน

จากการจัดการเรียนการสอนการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษา นักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้สึกชอบในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ เนื่องจากนักเรียนได้มีการลงมือสร้างนวัตกรรมตามแนวคิดของนักเรียน และนักเรียนส่วนใหญ่รู้สึกถึงการทำกิจกรรมที่สนุกสนาน ไม่น่าเบื่อ ทำให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียน และเนื้อหาที่ครูสอนเพิ่มมากขึ้น ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์

“...หนูชอบทำกิจกรรมแบบนี้ ได้ทำงานร่วมกันกับเพื่อน ได้ช่วยกันทำงาน ได้คิดในการลงมือทำในสิ่งที่ไม่เคยทำค่ะ...”

(นักเรียนรหัส 01, สัมภาษณ์ในวันที่ 22 มกราคม 2567)

“...เป็นการทำกิจกรรมที่ไม่น่าเบื่อครับ ได้ใช้ความคิดร่วมกันในกลุ่ม ได้พูดคุยกัน ได้แสดงความคิดเห็นกัน ชอบมากครับ...”

(นักเรียนรหัส 07, สัมภาษณ์ในวันที่ 22 มกราคม 2567)

ประเด็นที่ 2. ประเด็นด้านความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน

จากการที่ให้นักเรียนตอบคำถาม หรือแก้ปัญหาท้าทายกิจกรรม ซึ่งเป็นข้อคำถามที่ครูผู้สอนกำหนดให้ เพื่อใช้ทดสอบความเข้าใจในแนวความคิดของเรื่องที่ได้เรียน ผลปรากฏว่านักเรียนสามารถตอบปัญหาได้ถูกต้อง นักเรียนมีการช่วยกันทำงานได้ดี และนักเรียนให้ความร่วมมือกับครูผู้สอนเป็นอย่างดี ทำให้นักเรียนทุกคนสามารถได้รับการฝึกแก้ไขปัญหาจากข้อคำถามทุกคน โดยในข้อคำถามท้าทายกิจกรรมการเรียนรู้นั้นเป็นข้อคำถามที่นักเรียนสามารถคิด และใช้ความรู้จากกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งเป็นข้อคำถามที่สรุปแนวคิดหลักของเรื่องที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาของการเรียน

จึงทำให้นักเรียนเข้าใจข้อคำถามได้รวดเร็ว และนักเรียนสามารถใช้เวลาในการแก้ไขปัญหาได้น้อยลง
ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์

“...ผมชอบที่เป็นงานปฏิบัติ ชอบทำงานออกแบบ และได้ใช้ความสามารถของแต่ละ
คนในการทำกิจกรรม สนุกดีครับ...”

(นักเรียนรหัส 37, สัมภาษณ์ในวันที่ 22 มกราคม 2567)

“...หนูชอบทำงานร่วมกันกับเพื่อน ได้ช่วยเหลือกัน งานเสร็จเร็วขึ้น และคำถามที่ครู
ให้ก็ไม่ยาก เพราะเป็นคำถามที่มาจากเนื้อหาที่ได้เรียนมาค่ะ...”

(นักเรียนรหัส 18, สัมภาษณ์ในวันที่ 22 มกราคม 2567)

จากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนหลังจากการทำกิจกรรมวงจรปฏิบัติการที่ 2
ข้อมูลส่วนใหญ่ที่นักเรียนให้คำตอบของความคิดเห็นในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนการพัฒนา
ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)
โดยบูรณาการสเต็มศึกษา ผลปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้สึกชอบ และสนุกในการทำกิจกรรม
ร่วมกัน นักเรียนมีความสุขที่ได้ลงมือทำกิจกรรมร่วมกันกับเพื่อน และชอบที่ได้นำชิ้นงาน หรือ
นวัตกรรมที่นักเรียนสร้างขึ้นมานำเสนอ และชอบที่ได้บรรยายถึงโครงสร้างต่าง ๆ ตามความคิด หรือ
จินตนาการของกลุ่มตนเองที่ได้ทำผลงานชิ้นนี้ขึ้นมา จึงทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน
เพิ่มมากขึ้นด้วย

4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflection) ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมใน
ด้านปริมาณ และคุณภาพ เพื่อสะท้อนผลการพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษาตามขั้นการสอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความ
สงสัย และสร้างประเด็นที่จะศึกษา โดยครูผู้สอนจะให้ประเด็นในการศึกษาในชั่วโมงเรียน ผ่านการตั้ง
คำถาม หรือกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งในขั้นนี้ครูผู้สอนได้ทำการเพิ่มความน่าสนใจในการนำเข้าสู่
บทเรียนผ่านการเล่นเกมตอบปัญหาจากแอปพลิเคชันที่ครูผู้สอนได้ทำการออกแบบข้อคำถามเอง
และให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามให้ถูกต้อง ผลปรากฏว่านักเรียนสามารถทำความเข้าใจจุดประสงค์
ของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาการเรียนที่ครูพยายามจะสื่อสารมากยิ่งขึ้น โดยครูผู้สอนสังเกตจาก
ความตั้งใจ และความสนุกสนานของนักเรียนในการช่วยกันตอบคำถามให้ถูกต้อง

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ และค้นหา (Exploration) เป็นขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหาที่ครูผู้สอนกำหนดให้ โดยการให้ผู้เรียนดำเนินการสืบค้นข้อมูลหาความรู้เพื่อแก้ไขปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science: S) ในสถานการณ์ปัญหาร่วมกับครูผู้สอน โดยนักเรียนได้ทำการแบ่งกลุ่มทำกิจกรรมการเรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหาที่ครูผู้สอนกำหนดให้ ผลปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่มีการศึกษาหาความรู้จากใบกิจกรรมที่ครูผู้สอนให้ และมีนักเรียนบางส่วนเลือกที่จะศึกษาหาข้อมูลด้วยตนเองจากอินเทอร์เน็ต

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่มีการวิเคราะห์ข้อมูล และอภิปรายตามประเด็นที่ทำการศึกษา เพื่อหาคำตอบหรือความรู้ที่เกิดขึ้น ซึ่งในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องสามารถดำเนินการแก้ไขปัญหา โดยผู้เรียนจะศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science: S) ร่วมกับครูผู้สอน สืบค้นข้อมูล และแก้ไขปัญหาด้วยการใช้เทคโนโลยี (Technology: T) จนสามารถอธิบายองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นได้ ซึ่งในขั้นนี้ครูผู้สอนได้เดินตรวจสอบนักเรียนแต่ละกลุ่มเพิ่มมากขึ้น สอบถามความเข้าใจของนักเรียนตามกลุ่ม ผลปรากฏว่านักเรียนมีความสนใจในเนื้อหามากขึ้น นักเรียนสามารถตอบข้อคำถามที่ครูผู้สอนถามได้ถูกต้อง สามารถคิดตามที่ครูผู้สอนถามได้

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือสถานการณ์การเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ขยายความรู้ที่เกิดขึ้น แต่งเติมความรู้ให้เกิดความสมบูรณ์ โดยการอธิบาย ยกตัวอย่าง อภิปราย ชักถาม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และมีการเชื่อมโยงความรู้ทั้งเก่าและใหม่ จนสามารถนำความรู้ที่เกิดขึ้นไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ซึ่งในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องดำเนินการศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science: S) ร่วมกับครูผู้สอน สืบค้นข้อมูล และแก้ไขปัญหา โดยใช้เทคโนโลยี (Technology: T) ที่เหมาะสม ตลอดจนผู้เรียนสามารถนำความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์ (Engineer: E) ศิลปะศาสตร์ (Art: A) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) เข้ามาช่วยในการแก้ไขปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้เรียนจะต้องสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยบูรณาการสติมศึกษาเข้ามาใช้ นำความรู้ทั้งห้าด้านมาสร้างสรรค์นวัตกรรม เพื่อแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ที่ครูผู้สอนกำหนดให้ โดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ตรวจสอบชิ้นงานที่สร้าง และสรุปผลการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นี้ครูผู้สอนได้กำหนดวัตถุประสงค์อุปกรณ์ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานให้กับนักเรียน โดยอุปกรณ์เป็นคุณละชุดกับวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผลปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถออกแบบชิ้นงานและสร้างสรรค์ชิ้นงานได้ตรงตามเวลาที่กำหนด มีการจัดสรรเวลาในการทำงานได้ดี ชิ้นงานที่ได้มี

คุณภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งชิ้นงานที่นักเรียนสร้างสรรค์ขึ้นมามีความคิดสร้างสรรค์ และความหลากหลายมากขึ้น

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) ในขั้นนี้เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือสถานการณ์การเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ประเมินการเรียนรู้ของตนเองโดยการลงข้อสรุปความรู้ที่เกิดขึ้นจากการอภิปราย ซึ่งในขั้นนี้ครูผู้สอนจะดำเนินการประเมินกระบวนการสร้างองค์ความรู้ใหม่ของผู้เรียน เพื่อปรับปรุง และพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีความรู้ที่ยั่งยืน ซึ่งในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องตรวจสอบความเข้าใจเนื้อหาวิชาชีววิทยาจากการสรุปผลการทำกิจกรรมการเรียนรู้ และการเฉลยปัญหาท้ายกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับครูผู้สอน ผลปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบข้อคำถามในใบกิจกรรมได้ดีขึ้น นักเรียนสามารถตอบข้อคำถามหน้าชั้นเรียนหลังจากนำเสนอผลงานได้อย่างมั่นใจมากยิ่งขึ้น แต่นักเรียนยังขาดการอธิบายผลงานที่สร้างขึ้น โดยอาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ชัดเจน

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการสรุปรายละเอียดของปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังแสดงในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 แสดงปัญหา และแนวทางการแก้ไขปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 2

ปัญหาที่พบ	แนวทางการแก้ไขปัญหา
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1. นักเรียนขาดทักษะในการสืบค้นข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล 2. นักเรียนขาดการอธิบายชิ้นงานที่สร้างขึ้น โดยอาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์ไม่ชัดเจน	ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1. ครูผู้สอนแนะนำวิธีการสืบค้นข้อมูล และแนะนำแนวทางการเลือกสื่อที่มีความน่าเชื่อถือจากแหล่งต่าง ๆ 2. ครูผู้สอนแนะนำวิธีการอธิบายชิ้นงานตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ และร่วมกันอภิปรายรายละเอียดของหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ การทำกิจกรรมการเรียนรู้ และการนำเสนอผลงานของนักเรียน ผลปรากฏว่านักเรียนมีความเข้าใจกระบวนการเรียนรู้การพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการ

สเต็มศึกษา นักเรียนมีความเข้าใจข้อคำถาม สามารถตอบข้อคำถามตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ และนักเรียนสามารถคำนึงถึงความเป็นไปได้ในทางวิทยาศาสตร์ตามหลักการทางชีววิทยา จากการจัดกิจกรรมการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษา พบว่ามีจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 44.74 เพิ่มขึ้นเป็นจำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 68.42 จากทั้งหมด 38 คน ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และนักเรียนยังมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 จาก 12.19 คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 67.74 เพิ่มขึ้นเป็น 13.28 คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 73.54 จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

ตอนที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียน และนำเสนอรายละเอียดผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วงจรปฏิบัติการที่ 1

1. ขั้นวางแผน (Plan) ผู้วิจัยได้วางแผนพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายโดยดำเนินการ ดังนี้

1.1 วิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียน

กลุ่มเป้าหมายจากผลการทดสอบ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษา

2. ขั้นปฏิบัติการ (Action) ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามเนื้อหาของแผนการเรียนรู้ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

2.1 ผู้วิจัยได้กำหนดแผนการจัดการเรียนรู้ตามเนื้อหาในวงจรปฏิบัติการที่ 1 แบ่งออกเป็น 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาทั้งหมด 8 ชั่วโมง ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง หัวใจ

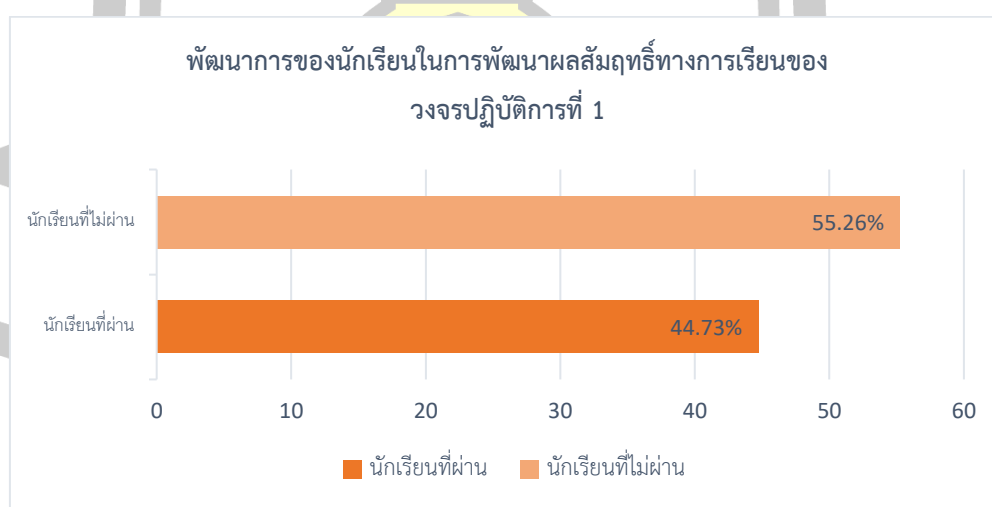
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง หลอดเลือด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง เลือด

3. ขั้นสังเกตการณ์ (Observation) หลังจากที่ได้ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษาด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 - 4 ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ดังนี้

3.1 บันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ลงในแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ผลปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดทักษะการทำความเข้าใจในเนื้อหาวิชาชีววิทยา จึงทำให้ไม่เข้าใจในเนื้อหาวิชาชีววิทยา และนักเรียนส่วนใหญ่จดจำเนื้อหาทางวิชาชีววิทยาไม่ได้ ทำให้รู้สึกเบื่อไม่ชอบการเรียนรู้วิชาชีววิทยา แต่ในระหว่างการเรียนรู้การสอนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษา พบว่านักเรียนให้ความสนใจในการเรียนการสอนมากขึ้น และยังสามารถตอบข้อคำถามท้ายกิจกรรมได้

3.2 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้จากแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษา ทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายหลังจากสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยมีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย เลือกคำตอบที่ถูกต้องจาก 4 ตัวเลือกในแต่ละข้อ ข้อสอบมีจำนวน 15 ข้อ ผลปรากฏว่าการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน มีนักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.42 จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 62.81 มีนักเรียนที่คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 44.73 และมีนักเรียนที่คะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 55.26 ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แสดงพัฒนาการของนักเรียนในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ
วงจรปฏิบัติการที่ 1

3.3 ใช้แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของกลุ่มเป้าหมายหลังจากจบวงจรปฏิบัติการที่ 1 จากแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีลักษณะเป็นแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ซึ่งเป็นแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นต่อการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสติศึกษาจากการให้ข้อมูลของนักเรียน จนนำไปสู่การสรุปผลพบว่ามี 2 ประเด็นสำคัญ คือ 1. ประเด็นด้านกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผลต่อตัวผู้เรียน 2. ประเด็นด้านความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน โดยผู้วิจัยได้สรุปดังนี้

ประเด็นที่ 1. ประเด็นด้านกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผลต่อตัวผู้เรียน

ในระหว่างของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นี้นักเรียนร่วมกันทำกิจกรรมแบบกลุ่มทำให้นักเรียนสามารถช่วยเหลือกัน สามารถแก้ไขข้อคำถามที่ครูผู้สอนให้ได้ และสามารถตอบข้อคำถามได้ถูกต้อง เนื่องจากเนื้อหาในระหว่างการทำกิจกรรมนักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลในหนังสือ หรือใบกิจกรรมได้ และนักเรียนยังสามารถสืบค้นข้อมูลได้ในสื่อออนไลน์ จึงทำให้นักเรียนรู้สึกสนุกกับการทำกิจกรรม และมีความตื่นตัวที่ได้ทำกิจกรรมร่วมกันกับเพื่อนในกลุ่ม นักเรียนจึงมีความสนใจในการทำกิจกรรมการเรียนรู้การสอนมากขึ้น และเข้าใจเนื้อหาของการจัดการเรียนการสอนมากขึ้น ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์

“...หนูชอบการทำงานแบบกลุ่ม เพราะได้ช่วยกันแสดงความคิดเห็น การทำงานง่าย และรวดเร็วขึ้น ได้ทำให้เข้าใจในการทำกิจกรรมการเรียนการสอนมากขึ้นค่ะ...”

(นักเรียนรหัส 12, สัมภาษณ์วันที่ 8 มกราคม 2567)

“...ผมว่าการได้ทำกิจกรรมแบบนี้ทำให้งานออกมามีคุณภาพ ผมกับเพื่อนในกลุ่มทุกคนสนุกกับการช่วยกันแสดงความคิดเห็น สนุกกับการทำกิจกรรมใหม่ ๆ ที่ไม่เคยทำครับ...”

(นักเรียนรหัส 08, สัมภาษณ์วันที่ 8 มกราคม 2567)

ประเด็นที่ 2. ประเด็นด้านความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน

เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมถึงท้ายชั่วโมงของการเรียนการสอน นักเรียนจะได้ตอบข้อคำถามท้ายกิจกรรมที่ครูผู้สอนกำหนดให้นักเรียน ซึ่งเป็นข้อคำถามที่สรุปแนวคิดเกี่ยวกับการทำกิจกรรมที่นักเรียนได้ทำก่อนหน้านี้ ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจถึงแนวคิดหลักของการเรียนการสอน และสามารถนำไปใช้ต่อยอดความคิดหลังเรียนได้ ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์

“...หนูคิดว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบนี้ทำให้หนูเข้าใจเนื้อหา มากขึ้น และทำให้สามารถตอบคำถามได้ เพราะคำตอบอยู่ในเนื้อหาที่เรียน และการทำกิจกรรมใน ระหว่างเรียนทั้งหมดเลยคะ...”

(นักเรียนรหัส 09, สัมภาษณ์วันที่ 8 มกราคม 2567)

“...คำถามสามารถเข้าใจได้ง่ายทำให้ผมไม่ต้องวิเคราะห์คำถามเยอะเหมือน ที่เคยทำ และผมรู้สึกว่าเป็นคำถามที่สามารถตอบได้จากการทำกิจกรรมที่ผ่านมาครับ...”

(นักเรียนรหัส 25, สัมภาษณ์วันที่ 8 มกราคม 2567)

จากการสัมภาษณ์นักเรียน ความคิดเห็นส่วนใหญ่ที่ได้จากนักเรียน ในส่วนของ เนื้อหาผลปรากฏว่านักเรียนสามารถทำได้ เนื่องจากนักเรียนสามารถใช้ความรู้ที่ได้ทำการเรียนการ สอน หรือทำกิจกรรมมาตอบข้อคำถามได้ และข้อคำถามที่ครูผู้สอนกำหนดให้อ่านทำความเข้าใจได้ ง่าย ทั้งนี้เพื่อต้องการให้นักเรียนมีความเข้าใจจากส่วนที่ง่ายไปหาส่วนที่ยาก จึงทำให้ความคิดเห็นที่ได้ จากการสัมภาษณ์นักเรียนส่วนใหญ่เป็นไปในทางเดียวกันคือข้อคำถามที่ครูผู้สอนกำหนดให้มีความ เข้าใจได้ง่าย และนักเรียนสามารถตอบข้อคำถามได้

4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflection) ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมใน ด้านปริมาณ และคุณภาพ เพื่อสะท้อนผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาด้วยการ จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษาตามขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความ สงสัย และสร้างประเด็นที่จะศึกษา โดยครูผู้สอนจะให้ประเด็นในการศึกษาในช่วงเรียน ผ่านการตั้ง คำถาม หรือกิจกรรมการเรียนรู้ ผลปรากฏว่านักเรียนมีความสนใจกับประเด็นปัญหาที่ครูผู้สอน กำหนดให้ เพราะนักเรียนรู้สึกถึงความแปลกใหม่ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดให้

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ และค้นหา (Exploration) เป็นขั้นการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหาที่ครูผู้สอนกำหนดให้ โดยการให้ผู้เรียนดำเนินการสืบค้นข้อมูลหาความรู้ เพื่อแก้ไขปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science: S) ในสถานการณ์ปัญหาร่วมกับครูผู้สอน ผลปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่มีการศึกษาหา ความรู้จากใบกิจกรรมที่ครูผู้สอนให้ และมีนักเรียนบางส่วนเลือกที่จะศึกษาหาข้อมูลด้วยตนเองจาก อินเทอร์เน็ต

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่มีการวิเคราะห์ข้อมูล และอภิปรายตามประเด็นที่ทำการศึกษา เพื่อหาองค์ความรู้ที่เกิดขึ้น ซึ่งในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องสามารถดำเนินการแก้ไขปัญหา โดยผู้เรียนจะศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science: S) ร่วมกับครูผู้สอน สืบค้นข้อมูล และแก้ไขปัญหาด้วยการใช้เทคโนโลยี (Technology: T) จนสามารถอธิบายองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นได้ ผลปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่มีข้อคำถามที่หลากหลายคำถาม นักเรียนบางส่วนได้มีการตั้งคำถามเกี่ยวกับประเด็นที่ตนสนใจ ซึ่งในช่วงเวลาของขั้นนี้ส่วนใหญ่ครูผู้สอนใช้ในการอธิบายหลักการทางชีววิทยาในส่วนที่นักเรียนขาดหาย เช่น ที่มา หลักการ และความเป็นไปได้ของคำตอบในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนนี้ และให้นักเรียนร่วมกันสรุปประเด็นปัญหาต่าง ๆ ร่วมกับครูผู้สอน

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือสถานการณ์การเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ขยายความรู้ที่เกิดขึ้น แต่งเติมความรู้ให้เกิดความสมบูรณ์ โดยการอธิบาย ยกตัวอย่าง อภิปราย ชักถาม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และมีการเชื่อมโยงความรู้ทั้งเก่าและใหม่ จนสามารถนำความรู้ที่เกิดขึ้นไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ซึ่งในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องดำเนินการศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science: S) ร่วมกับครูผู้สอน สืบค้นข้อมูล และแก้ไขปัญหา โดยการใช้เทคโนโลยี (Technology: T) ที่เหมาะสม ตลอดจนผู้เรียนสามารถนำความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์ (Engineer: E) ศิลปะศาสตร์ (Art: A) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) เข้ามาช่วยในการแก้ไขปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้เรียนจะต้องสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยบูรณาการสติมศึกษาเข้ามาใช้ นำความรู้ทั้งห้าด้านมาสร้างสรรค์นวัตกรรม เพื่อแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ที่ครูผู้สอนกำหนดให้ โดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ตรวจสอบชิ้นงานที่สร้าง และสรุปผลการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นี้ครูผู้สอนได้กำหนดวัตถุประสงค์ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานให้กับนักเรียน ผลปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถออกแบบ และสร้างสรรค์ชิ้นงานได้อย่างสวยงาม และชิ้นงานที่ได้มีคุณภาพ แต่เนื่องด้วยครูผู้สอนได้ทำการกำหนดวัตถุประสงค์ให้กับนักเรียน และให้นักเรียนทำความเข้าใจในการทำกิจกรรมด้วยตนเอง จึงทำให้ชิ้นงานที่นักเรียนสร้างสรรค์ขึ้นมาขาดความหลากหลาย และนักเรียนใช้เวลาในการทำกิจกรรมมากกว่าการที่นักเรียนขาดทักษะการเรียนรู้ และการจัดสรรเวลาที่เหมาะสม

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) ในขั้นนี้เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือสถานการณ์การเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ประเมินการเรียนรู้ของตนเองโดยการลงข้อสรุปความรู้ที่

เกิดขึ้นจากการอธิบาย ซึ่งในขั้นนี้ครูผู้สอนจะดำเนินการประเมินกระบวนการสร้างองค์ความรู้ใหม่ของผู้เรียน เพื่อปรับปรุง และพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีการเรียนรู้ที่ยั่งยืน ซึ่งในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องตรวจสอบความเข้าใจเนื้อหาวิชาชีววิทยาจากการสรุปผลการทำกิจกรรมการเรียนรู้ และการเฉลยปัญหาทำกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับครูผู้สอน ผลปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบข้อคำถามในใบกิจกรรมได้ แต่ในการตอบคำถามหน้าชั้นเรียนของนักเรียนนั้นนักเรียนยังขาดความมั่นใจ

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการสรุปรายละเอียดของปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอน ดังแสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 แสดงปัญหาที่พบระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนการสอนในวงจรปฏิบัติการที่ 1

ปัญหาที่พบ	แนวทางการแก้ไขปัญหา
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1. นักเรียนขาดทักษะในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ 2. นักเรียนขาดการวิเคราะห์ และสังเคราะห์ ข้อมูลของสถานการณ์ เพื่อนำไปสู่การระบุปัญหา และขาดกระบวนการวางแผน การออกแบบ และการสร้างสรรค์ชิ้นงานให้มีความแปลกใหม่ และมีความน่าสนใจ 3. นักเรียนขาดการจัดสรรเวลาในการทำงานเป็นกลุ่ม จึงทำให้เวลาในการจัดกิจกรรมมีค่าต่ำ	ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1. ครูผู้สอนอธิบายรายละเอียดของการทำกิจกรรมเพิ่มมากขึ้น และให้นักเรียนกลับไปศึกษาเพิ่มเติม 2. ครูผู้สอนพัฒนากิจกรรมstimศึกษาในชั้นของการวางแผน การออกแบบวิธีในการแก้ไขปัญหา และการดำเนินการแก้ไขปัญหาโดยการจัดกิจกรรมในลักษณะเดิม แต่ควรเพิ่มการฝึกกระบวนการวางแผน การออกแบบ และการสร้างสรรค์ชิ้นงานให้กับนักเรียน โดยการหาวิธีที่ที่มีความเกี่ยวข้องกับการวางแผน การออกแบบ และการสร้างสรรค์ชิ้นงานที่มีความแปลกใหม่ ทันสมัย และมีความน่าสนใจให้นักเรียนได้ศึกษาเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนนำมาประยุกต์ใช้ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานของตนเองให้มีความแปลกใหม่ และน่าสนใจมากขึ้น 3. ครูผู้สอนเข้าไปกำชับเวลา และคอยกระตุ้นการทำงานของนักเรียนในแต่ละช่วงของการทำกิจกรรม

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนระหว่างวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผลปรากฏว่านักเรียนให้ความสำคัญกับการทำกิจกรรมน้อยเกินไป และเป็นกิจกรรมที่ไม่เคยทำมาก่อน จึงทำให้คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยที่น้อย ดังนั้นเพื่อให้การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มสูงขึ้นให้ควบคู่ไปกับการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงทำการเพิ่มเนื้อหาของการเรียนการสอนให้มากขึ้น มีการยกตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียนเพิ่มเติม ยกตัวอย่างคำตอบของข้อคำถามในใบกิจกรรม และทำการถาม - ตอบข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียนหลังการเรียนการสอนให้นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาของการเรียนได้มากยิ่งขึ้น

2. วงจรปฏิบัติการที่ 2

ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุง และพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนให้ดีขึ้น ดังนี้

1. ขั้นวางแผน (Plan) 1 ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลของปัญหา และผลการปฏิบัติการการเรียนรู้อันเนื่องมาจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 แล้วนำไปพัฒนาในวงจรปฏิบัติการที่ 2 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสติศึกษาที่ได้พัฒนาจากจุดบกพร่องของวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยร่วมสะท้อนผลกับครูพี่เลี้ยง

1.1 ครูผู้สอนได้ทำการอธิบายเนื้อหาของการเรียนในแต่ละชั่วโมงเพิ่มเติม และทำการเดินถาม - ตอบนักเรียนแต่ละกลุ่ม เพื่อกระตุ้นความสนใจให้กับนักเรียนมากขึ้น สามารถควบคุมเวลาในการทำงานของนักเรียนให้กระชับเวลาได้ดีขึ้น และช่วยควบคุมบรรยากาศในการเรียนการสอนให้นักเรียนมีความสนใจในเนื้อหาวิชาชีววิทยามากขึ้น

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเนื้อหาการเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ครูผู้สอนได้ปรับให้มีระดับของความน่าสนใจมากขึ้น โดยการยกตัวอย่างคำตอบของข้อคำถามในใบกิจกรรม ซึ่งเป็นข้อคำถามที่นักเรียนสามารถทำความเข้าใจได้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นข้อคำถามที่คัดเฉพาะแนวคิดในเนื้อหาของการเรียน และทำการถาม - ตอบข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียนหลังการเรียนการสอนให้นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาของการเรียนมากยิ่งขึ้น

2. ขั้นปฏิบัติการ (Action) ผู้วิจัยทำการปรับกิจกรรมการเรียนการสอนตามผลการสะท้อนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยผู้วิจัยได้แบ่งตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามเนื้อหาในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ระบบน้ำเหลือง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน

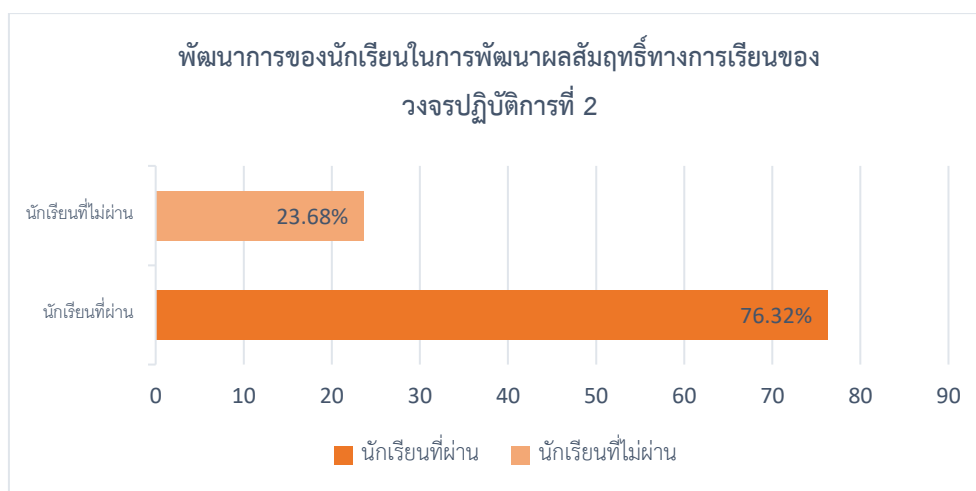
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกาย

3. ขั้นสังเกต (Observation) ผู้วิจัยได้ทำการใช้เครื่องมือ และเทคนิคการรวบรวมข้อมูลโดยการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในขณะที่ทำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษา โดยผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

3.1 บันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ลงในแผนการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเมื่อจบแผนการสอนในแต่ละแผน จากการใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ผลปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจในการทำกิจกรรมการเรียนการสอนเพิ่มมากขึ้น และนักเรียนมีความตั้งใจในการทำกิจกรรมการเรียนการสอนดีขึ้น นักเรียนสามารถตอบข้อคำถามที่ครูผู้สอนให้ได้ โดยสังเกตจากระยะเวลาของการส่งงาน และประสิทธิภาพของงานที่นักเรียนส่ง

3.2 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้จากแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษา ทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายหลังจากสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงจรมปฏิบัติการที่ 2 โดยมีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย เลือกคำตอบที่ถูกต้องจาก 4 ตัวเลือกในแต่ละข้อ ข้อสอบมีจำนวน 15 ข้อ ผลปรากฏว่าการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของวงจรปฏิบัติการที่ 2 โดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.21 จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.74 มีนักเรียนที่คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 76.32 และมีนักเรียนที่คะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 23.68 ดังแสดงในภาพที่ 6

พูน ปณ จิต ชีวะ



ภาพที่ 6 แสดงพัฒนาการของนักเรียนในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ
วงจรปฏิบัติการที่ 2

3.3 ใช้แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของกลุ่มเป้าหมายหลังจากจบวงจรปฏิบัติการที่ 2 จากแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีลักษณะเป็นแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ซึ่งเป็นแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นต่อการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสติศึกษาจากการให้ข้อมูลของนักเรียน จนนำไปสู่การสรุปผลพบว่ามี 2 ประเด็นสำคัญ คือ 1. ประเด็นด้านกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผลต่อตัวผู้เรียน 2. ประเด็นด้านความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน โดยผู้วิจัยได้สรุปดังนี้

ประเด็นที่ 1. ประเด็นด้านกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผลต่อตัวผู้เรียน

ในระหว่างการทำกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการก่อนหน้านี้ เมื่อนักเรียนสามารถร่วมกันตอบข้อคำถามในเนื้อหาของการเรียนการสอนที่ครูผู้สอนกำหนดให้ร่วมกันได้ แล้วครูผู้สอนจึงทำการกำชับให้นักเรียนกลับไปทบทวนเนื้อหาที่เรียนเพิ่มเติม เพื่อให้ นักเรียนสามารถตอบข้อคำถามในระดับที่ยากขึ้นในกิจกรรมการเรียนรู้ถัดไปได้ ซึ่งทำให้บทสัมภาษณ์ในวงจรปฏิบัติการนี้มีการสะท้อนให้เห็นว่าตัวนักเรียนมีความพยายามที่จะเพิ่มพูนความรู้ โดยนักเรียนมีความตั้งใจในการฟังครูผู้สอน และตั้งใจจดบันทึกจากการสรุปเนื้อหาของการเรียนในท้ายชั่วโมง แล้วนักเรียนนำกลับไปทบทวนเพิ่มเติม ทำให้นักเรียนสามารถตอบข้อคำถามในระหว่างทำกิจกรรมในชั่วโมงถัดไปได้ และนักเรียนสามารถทำใบกิจกรรมการเรียนรู้ในท้ายกิจกรรมได้ดียิ่งขึ้น ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์

“...หนูอยากให้มีการสรุปท้ายชั่วโมงแบบนี้ทุกคาบ เพราะว่าเวลาเอากลับไปอ่านบททวนที่บ้านทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้มากขึ้นค่ะ...”

(นักเรียนรหัส 23, สัมภาษณ์วันที่ 22 มกราคม 2567)

“...การจดสรุปท้ายชั่วโมงทำให้ผมเข้าใจมากขึ้น เพราะในระหว่างที่เรียนเนื้อหาเมื่อยะจนเกินไป ผมจดได้ไม่ทันทั้งหมด...”

(นักเรียนรหัส 26, สัมภาษณ์วันที่ 22 มกราคม 2567)

ประเด็นที่ 2. ประเด็นด้านความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน

จากการที่ให้นักเรียนตอบคำถาม หรือแก้ปัญหาท้ายกิจกรรม ซึ่งเป็นข้อคำถามที่ครูผู้สอนกำหนดให้ เพื่อใช้ทดสอบความเข้าใจในแนวความคิดของเรื่องที่ได้เรียน ผลปรากฏว่านักเรียนสามารถตอบปัญหาได้ถูกต้อง นักเรียนให้ความร่วมมือกับครูผู้สอนในการเรียนการสอนเป็นอย่างดี ทำให้นักเรียนทุกคนสามารถเข้าใจเนื้อหาการเรียนในชั่วโมงนั้น ๆ มากยิ่งขึ้น นักเรียนรู้แนวทางในการตอบคำถามมากขึ้น และนักเรียนสามารถใช้เวลาในการตอบข้อคำถามในชั่วโมงถัดไปได้ดีขึ้น ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์

“...หนูสามารถตอบคำถามท้ายชั่วโมงได้เยอะเลยคะ เพราะหนูชอบอ่านสรุปที่จดมาเลยทำให้ตอบคำถามได้...”

(นักเรียนรหัส 16, สัมภาษณ์วันที่ 22 มกราคม 2567)

“...ผมชอบอ่านสรุปหลังเรียนที่จดจากชั่วโมงที่แล้ว เพราะสามารถนำมาเป็นแนวทางในการตอบคำถามในชั่วโมงถัดไปได้ครับ...”

(นักเรียนรหัส 24, สัมภาษณ์วันที่ 22 มกราคม 2567)

4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflection) ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมในด้านปริมาณ และคุณภาพ เพื่อสะท้อนผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษาตามขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย และสร้างประเด็นที่จะศึกษา โดยครูผู้สอนจะให้ประเด็นในการศึกษาในชั่วโมงเรียน ผ่านการตั้งคำถาม หรือกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งในขั้นนี้ครูผู้สอนได้ทำการแจ้งจุดประสงค์ในการเรียนรู้ร่วมกันกับนักเรียน เพื่อสร้างเป้าหมายในการเรียนรู้เนื้อหาวิชาชีววิทยาตามแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการเรียนรู้ที่ 2 ผลปรากฏว่านักเรียนสามารถทำความเข้าใจจุดประสงค์ของเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง

กับเนื้อหาการเรียนที่ครูพยายามจะสื่อสารได้ดี โดยครูผู้สอนสังเกตจากความตั้งใจในการจดบันทึกเนื้อหาตามที่ครูผู้สอนชี้แจงได้ครบถ้วน

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ และค้นหา (Exploration) เป็นขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหาที่ครูผู้สอนกำหนดให้ โดยการให้ผู้เรียนดำเนินการสืบค้นข้อมูลหาความรู้เพื่อแก้ไขปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science: S) ในสถานการณ์ปัญหาร่วมกับครูผู้สอน โดยนักเรียนได้ทำการแบ่งกลุ่มทำกิจกรรมการเรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหาที่ครูผู้สอนกำหนดให้ ผลปรากฏว่านักเรียนยังขาดทักษะในการสืบค้นข้อมูล ครูผู้สอนจึงเข้าไปแนะนำวิธีการสืบค้นที่ถูกต้อง และบอกแนวทางในการสืบค้นข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ หลังจากแนะนำเสร็จสิ้นครูผู้สอนก็ได้ยกตัวอย่างในการสืบค้นข้อมูลในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน ผลปรากฏว่านักเรียนเข้าใจวิธีสืบค้นข้อมูลที่ต้องมากขึ้น และน่าเชื่อถือมากขึ้น โดยครูผู้สอนสังเกตจากการเดินตรวจสอบการทำงานของนักเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่มีการวิเคราะห์ข้อมูล และอภิปรายตามประเด็นที่ทำการศึกษา เพื่อหาองค์ความรู้ที่เกิดขึ้น ซึ่งในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องสามารถดำเนินการแก้ไขปัญหา โดยผู้เรียนจะศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science: S) ร่วมกับครูผู้สอน สืบค้นข้อมูล และแก้ไขปัญหาด้วยการใช้เทคโนโลยี (Technology: T) จนสามารถอธิบายองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นได้ ซึ่งในขั้นนี้ครูผู้สอนได้เดินตรวจสอบนักเรียนแต่ละกลุ่มเพิ่มมากขึ้น สอบถามความเข้าใจของนักเรียนตามกลุ่ม ผลปรากฏว่านักเรียนมีความสนใจในเนื้อหามากขึ้น นักเรียนสามารถตอบข้อคำถามที่ครูผู้สอนถามได้ถูกต้อง สามารถคิดตามที่ครูผู้สอนถามได้

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือสถานการณ์การเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ขยายความรู้ที่เกิดขึ้น แต่งเติมความรู้ให้เกิดความสมบูรณ์ โดยการอธิบาย ยกตัวอย่าง อภิปราย ซักถาม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และมีการเชื่อมโยงความรู้ทั้งเก่าและใหม่ จนสามารถนำความรู้ที่เกิดขึ้นไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ซึ่งในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องดำเนินการศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science: S) ร่วมกับครูผู้สอน สืบค้นข้อมูล และแก้ไขปัญหา โดยการใช้เทคโนโลยี (Technology: T) ที่เหมาะสม ตลอดจนผู้เรียนสามารถนำความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์ (Engineer: E) ศิลปะศาสตร์ (Art: A) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) เข้ามาช่วยในการแก้ไขปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้เรียนจะต้องสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยบูรณาการสติมศึกษาเข้ามาใช้ นำความรู้ทั้งห้าด้านมาสร้างสรรค์นวัตกรรม เพื่อแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ที่ครูผู้สอน

กำหนดให้ โดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ตรวจสอบชิ้นงานที่สร้าง และสรุปผลการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นี้ครูผู้สอนได้กำหนดวัตถุประสงค์อุปกรณ์ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานให้กับนักเรียน โดยอุปกรณ์เป็นคนละชุดกับวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผลปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถออกแบบชิ้นงาน และสร้างสรรค์ชิ้นงานได้ตรงตามเวลาที่กำหนด มีการจัดสรรเวลาในการทำงานได้ดี ชิ้นงานที่ได้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งชิ้นงานที่นักเรียนสร้างสรรค์ขึ้นมามีความคิดสร้างสรรค์ และความหลากหลายมากขึ้น

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) ในขั้นนี้เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือสถานการณ์การเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ประเมินการเรียนรู้ของตนเองโดยการลงข้อสรุปความรู้ที่เกิดขึ้นจากการอภิปราย ซึ่งในขั้นนี้ครูผู้สอนจะดำเนินการประเมินกระบวนการสร้างองค์ความรู้ใหม่ของผู้เรียน เพื่อปรับปรุง และพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีการเรียนรู้ที่ยั่งยืน ซึ่งในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องตรวจสอบความเข้าใจเนื้อหาวิชาชีววิทยาจากการสรุปผลการทำกิจกรรมการเรียนรู้ และการเฉลยปัญหาทำกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับครูผู้สอน ผลปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบข้อคำถามในใบกิจกรรมได้ดีขึ้น นักเรียนสามารถตอบข้อคำถามหน้าชั้นเรียนหลังจากนำเสนอผลงานได้อย่างมั่นใจมากยิ่งขึ้น แต่นักเรียนยังขาดการอธิบายผลงานที่สร้างขึ้น โดยอาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ชัดเจน

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการสรุปรายละเอียดของปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังแสดงในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 แสดงปัญหาที่พบระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนการสอนในวงจรปฏิบัติการที่ 2

ปัญหาที่พบ	แนวทางการแก้ไขปัญหา
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1. นักเรียนขาดทักษะในการสืบค้นข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล 2. นักเรียนขาดการอธิบายชิ้นงานที่สร้างขึ้น โดยอาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์ไม่ชัดเจน	ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1. ครูผู้สอนแนะนำวิธีการสืบค้นข้อมูล และแนะนำแนวทางการเลือกสื่อที่มีความน่าเชื่อถือจากแหล่งต่าง ๆ และทำการยกตัวอย่างในการสืบค้นข้อมูลในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน

ตารางที่ 17 แสดงปัญหาที่พบระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนการสอนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 (ต่อ)

ปัญหาที่พบ	แนวทางการแก้ไขปัญหา
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 2. ครูผู้สอนแนะนำวิธีการอธิบายชิ้นงานตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ และร่วมกันอภิปรายรายละเอียดของหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ การทำกิจกรรมการเรียนรู้ และการนำเสนอผลงานของนักเรียน ผลปรากฏว่านักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาในวิชาชีววิทยาเพิ่มมากขึ้น นักเรียนมีความเข้าใจข้อคำถาม สามารถตอบข้อคำถามตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ และนักเรียนสามารถคำนึงถึงความเป็นไปได้ในทางวิทยาศาสตร์ตามหลักการทางชีววิทยา ดังนั้นในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจึงพบว่านักเรียนมีพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มมากขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการ จากการจัดกิจกรรมการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ผลปรากฏว่ามีจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษาผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ในรายวิชาชีววิทยาเพิ่มมากขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 จำนวน 17 คน เพิ่มขึ้นเป็นจำนวน 29 คน จากทั้งหมด 38 คน ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษาผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ในรายวิชาชีววิทยาเพิ่มมากขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 จากร้อยละ 44.73 เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 76.32 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

พูน ปณ จิต ชเว

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษา ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งการดำเนินการวิจัยออกเป็น 2 วงจรปฏิบัติการ โดยใช้วิธีดำเนินการวิจัยตามลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ซึ่งหลังจากที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยผู้วิจัยจึงสามารถสรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะไว้ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สรุปผล
3. อภิปรายผล
4. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษาให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

สรุปผล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสรุปผลการวิจัยตามความมุ่งหมาย ดังนี้

1. การศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 มีนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.19 จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 67.73 มีนักเรียนที่คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 44.74 และมีนักเรียนที่คะแนนไม่ผ่าน

เกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 55.26 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.28 จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 73.79 มีนักเรียนที่คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 68.42 และมีนักเรียนที่คะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 31.58 ซึ่งจะเห็นได้ว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษาในการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น และมีนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 เพิ่มขึ้น

2. การศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 มีนักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.42 จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 62.81 มีนักเรียนที่คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 44.73 และมีนักเรียนที่คะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 55.26 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.21 จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.74 มีนักเรียนที่คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 76.32 และมีนักเรียนที่คะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 23.68 ซึ่งจะเห็นได้ว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษาในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักเรียนมีคะแนนที่สูงขึ้น และมีนักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 เพิ่มขึ้น

อภิปรายผล

จากการวิจัยเรื่องการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษา และการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษาในวิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาสมดุลร่างกาย ระบบภูมิคุ้มกัน และระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) มีประเด็นที่นำมาอภิปรายดังนี้

1. อภิปรายผลการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละวงจรปฏิบัติการ จากผลการวิจัยเพื่อการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ให้มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 12.19 จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 67.73 และเมื่อพิจารณาคะแนนนักเรียนรายบุคคล ผลปรากฏว่ามีนักเรียนที่คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 44.74 และมีนักเรียนที่คะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 55.26 และในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.28 จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 73.79 และเมื่อพิจารณาคะแนนนักเรียนรายบุคคล ผลปรากฏว่ามีนักเรียนที่คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 68.42 และมีนักเรียนที่คะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 31.58 จากผลการวิจัยในครั้งนี้พบว่านักเรียนมีพัฒนาการทางความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น และนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 เพิ่มขึ้น เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้บูรณาการแนวคิดสเต็มศึกษาเข้าไปใช้ในระหว่างการเรียนรู้การสอนโดยประกอบด้วย 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2) ขั้นสำรวจ และค้นหา (Exploration) 3) ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation) 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และ 5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) ผู้วิจัยได้บูรณาการแนวคิดสเต็มศึกษาเข้าไป โดยการให้สถานการณ์ปัญหาเข้าไปในระหว่างเรียนจนนำไปสู่การแก้ไขปัญหา และดำเนินการสร้างนวัตกรรมออกมาตามแนวคิดของนักเรียนพร้อมทั้งนำเสนอ และอธิบายผลงานที่สร้างขึ้นได้ ซึ่งแนวคิดในการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนจะต้องอยู่บนพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการอภิปรายผลการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ทั้งหมด 2 วงจรปฏิบัติการดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 มีการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง 1. ระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์ 2. หัวใจ 3. หลอดเลือด และ 4. เลือด ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษาเข้าไปใช้ในระหว่างการเรียนรู้การสอน โดยการให้สถานการณ์ปัญหาเข้าไปในระหว่างเรียนจนนำไปสู่การแก้ไขปัญหา และดำเนินการสร้างนวัตกรรมออกมาตาม

แนวคิดของนักเรียนพร้อมทั้งนำเสนอ และอธิบายผลงานที่สร้างขึ้นได้ โดยในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์ ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ครูผู้สอนจะเริ่มให้สถานการณ์กับนักเรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนศึกษา และสืบค้นข้อมูลเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์ เพื่อเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนให้สถานการณ์ปัญหากับนักเรียนเพื่อนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมมาแก้ไขปัญหาในอนาคต ซึ่งเป็นไปตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษาเข้ามาร่วม จากนั้นในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง หัวใจ ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้นักเรียนจะต้องนำเอาองค์ความรู้ที่ได้ทำการสืบค้นข้อมูลจากชั่วโมงก่อนหน้ามาดำเนินการวางแผนออกแบบโครงสร้างชิ้นงานตามการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาเดิมจากแผนการจัดการเรียนรู้ก่อนหน้าที่ครูผู้สอนกำหนดให้ ในขั้นนี้พบว่านักเรียนทุกคนสามารถนำความรู้ที่ได้ทำการสืบค้นข้อมูลมาคิดหาวิธีการวางแผนออกแบบโครงสร้างชิ้นงานได้ โดยอิงจากหลักการทางชีววิทยา เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์ และหัวใจ ได้อย่างถูกต้อง แต่นักเรียนยังขาดทักษะในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ท้ายชั่วโมงครูผู้สอนจึงทำการอธิบายรายละเอียดของการทำกิจกรรมเพิ่มมากขึ้น และให้นักเรียนกลับไปศึกษาเพิ่มเติม ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง หลอดเลือด ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ครูผู้สอนให้นักเรียนคิดหาวิธีการออกแบบโครงสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาเดิมจากแผนการจัดการเรียนรู้ก่อนหน้าที่ครูผู้สอนกำหนดให้ โดยให้นักเรียนเริ่มสร้างชิ้นงานจากอุปกรณ์ที่มีให้ ในขั้นนี้พบว่านักเรียนทุกคนสามารถนำความรู้ที่ได้ทำการสืบค้นข้อมูล การวางแผนออกแบบโครงสร้างชิ้นงาน และดำเนินการสร้างชิ้นงานจากอุปกรณ์ที่มีให้ออกมาได้ถูกต้องตามหลักการทางชีววิทยา เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์ หัวใจ และหลอดเลือด แต่นักเรียนยังขาดการจัดสรรเวลาในการทำงานเป็นกลุ่ม จึงทำให้เวลาในการจัดกิจกรรมมีความล่าช้า ในระหว่างทำกิจกรรมครูผู้สอนจึงเข้าไปกำชับเวลา และคอยกระตุ้นการทำงานของนักเรียนในแต่ละช่วงของการทำกิจกรรม และในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง เลือด ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ครูผู้สอนให้นักเรียนทำการนำเสนอผลงานที่สร้างขึ้น โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน ซึ่งในแต่ละกลุ่มจะต้องทำการอธิบายรายละเอียดโครงสร้างของชิ้นงาน รายละเอียดของการทำงาน และอธิบายว่าเพราะเหตุใดจึงต้องสร้างผลงานชิ้นนี้ขึ้นมา นักเรียนจะสามารถแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูผู้สอนกำหนดให้ได้อย่างไร ในขั้นนี้พบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถอธิบายโครงสร้าง รายละเอียดการทำงาน และอธิบายเหตุผลในการสร้างผลงานชิ้นนี้ขึ้นมาได้อย่างดี แต่นักเรียนยังขาดทักษะในการ

วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลของสถานการณ์ เพื่อนำไปสู่การระบุปัญหา และขาดกระบวนการวางแผน การออกแบบ การสร้างสรรค์ชิ้นงานให้มีความแปลกใหม่ และมีความน่าสนใจ หลังจากนี้นักเรียนทุกกลุ่มนำเสนอเสร็จครูผู้สอนจึงช่วยชี้แนะในกระบวนการวางแผน การออกแบบ และการสร้างสรรค์ชิ้นงานให้กับนักเรียน โดยการอธิบาย และหาวิธีที่ที่มีความเกี่ยวข้องกับการวางแผน การออกแบบ และการสร้างสรรค์ชิ้นงานที่มีความแปลกใหม่ ทันสมัย และมีความน่าสนใจให้นักเรียนได้กลับไปศึกษาเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนนำมาประยุกต์ใช้ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานของตนเองให้มีความแปลกใหม่ น่าสนใจมากยิ่งขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 2 มีการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง 1. ระบบน้ำเหลือง 2. ระบบภูมิคุ้มกัน 3. ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน และ 4. การรักษาคุณภาพของร่างกาย ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการstimuliศึกษาเข้าไปใช้ในช่วงการเรียนรู้การสอน โดยการให้สถานการณ์ปัญหาเข้าไปในช่วงเรียนจนนำไปสู่การแก้ไขปัญหา และดำเนินการสร้างนวัตกรรมออกมาตามแนวคิดของนักเรียนพร้อมทั้งนำเสนอ และอธิบายผลงานที่สร้างขึ้นได้ โดยในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ระบบน้ำเหลือง ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ครูผู้สอนจะเริ่มให้สถานการณ์ใหม่กับนักเรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนศึกษา และสืบค้นข้อมูลเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับระบบน้ำเหลือง เพื่อเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนให้สถานการณ์ปัญหากับนักเรียนเพื่อนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมมาแก้ไขปัญหาในอนาคต ซึ่งเป็นไปตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการstimuliศึกษาเข้ามาร่วม แต่ในขั้นนี้พบว่านักเรียนยังขาดทักษะในการสืบค้นข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล ท้ายชั่วโมงครูผู้สอนจึงแนะนำวิธีการสืบค้นข้อมูล และแนะนำแนวทางการเลือกสื่อที่มีความน่าเชื่อถือจากแหล่งต่าง ๆ ให้กับนักเรียนเพิ่มเติม จากนั้นในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้นักเรียนจะต้องนำเอาองค์ความรู้ที่ได้ทำการสืบค้นข้อมูลจากชั่วโมงก่อนหน้ามาดำเนินการวางแผนออกแบบโครงสร้างของชิ้นงานตามการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาเดิมจากแผนการจัดการเรียนรู้ก่อนหน้าที่ครูผู้สอนกำหนดให้ ในขั้นนี้พบว่านักเรียนทุกคนสามารถนำความรู้ที่ได้ทำการสืบค้นข้อมูลมาคิดหาวิธีการวางแผนออกแบบโครงสร้างชิ้นงานได้ โดยอิงจากหลักการทางชีววิทยา เรื่อง ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกันได้อย่างถูกต้อง ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ครูผู้สอนให้นักเรียนคิดหาวิธีการออกแบบโครงสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาเดิมจาก

แผนการจัดการเรียนรู้ก่อนหน้าที่ที่ครูผู้สอนกำหนดให้ โดยให้นักเรียนเริ่มสร้างชิ้นงานจากอุปกรณ์ที่มีให้ ในขั้นนี้พบว่านักเรียนทุกคนสามารถนำความรู้ที่ได้ทำการสืบค้นข้อมูล การวางแผนออกแบบ โครงสร้างชิ้นงาน และดำเนินการสร้างชิ้นงานจากอุปกรณ์ที่มีให้ออกมาได้อย่างถูกต้องตามหลักการทางชีววิทยา เรื่อง ระบบน้ำเหลือง ระบบภูมิคุ้มกัน และความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน และในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกาย ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ครูผู้สอนให้นักเรียนทำการนำเสนอผลงานผลงานที่สร้างขึ้น โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน ซึ่งในแต่ละกลุ่มจะต้องทำการอธิบายรายละเอียดโครงสร้างของชิ้นงาน รายละเอียดของการทำงาน และอธิบายว่าเพราะเหตุใดจึงต้องสร้างผลงานชิ้นนี้ขึ้นมา นักเรียนจะสามารถแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูผู้สอนกำหนดให้ได้อย่างไร ในขั้นนี้พบว่านักเรียนยังขาดการอธิบายชิ้นงานที่สร้างขึ้น โดยอาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์ไม่ชัดเจน หลังจากที่นักเรียนทุกกลุ่มทำการนำเสนอผลงานเสร็จสิ้น ครูผู้สอนจึงแนะนำวิธีการอธิบายชิ้นงานตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ และร่วมกันอภิปรายรายละเอียดของหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องเพิ่ม

จากการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสติศึกษา ผลปรากฏว่าเมื่อนักเรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ในการฝึกการคิดอย่างหลากหลาย และครูผู้สอนไม่จำกัดขอบเขตของการคิดจึงสามารถส่งเสริมการคิดของนักเรียนอยู่เสมอ นักเรียนจะมีทักษะในการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างต่อเนื่อง เพราะเมื่อดำเนินการวิเคราะห์ถึงกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูผู้สอนได้จัดขึ้น ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนระบุปัญหา รวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา วางแผน สร้างสรรค์นวัตกรรม ประเมินผล และนำเสนอผลลัพธ์ตามแนวคิดของนักเรียนพร้อมทั้งอธิบายผลงานที่สร้างขึ้นได้ โดยแนวคิดในการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนจะต้องอยู่บนพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ จากกิจกรรมการเรียนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถคิดได้อย่างหลากหลายส่งผลให้นักเรียนมีทักษะในการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีหลักการที่สามารถนำมาสนับสนุนได้ ดังนี้ Welch (1981) กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้ (5E) เป็นกระบวนการหนึ่งของการสืบเสาะทั่วไป (General Inquiry) ที่มุ่งหมายถึงการหาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ โดยอาศัยความเชื่อ กรอบแนวคิด และข้อตกลงเบื้องต้น เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษามาตรฐานการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จะเห็นได้ว่าการสืบเสาะเป็นกิจกรรมที่มีความหลากหลาย ซึ่ง

ประกอบด้วย การสังเกต การตั้งคำถาม การตรวจสอบหนังสือ หรือเอกสารต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาที่น่าสนใจ การวางแผน การสืบค้น หรือการทบทวนความรู้ที่มีอยู่เมื่อได้รับหลักฐานใหม่จากการทดลอง การใช้เครื่องมืออุปกรณ์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การแปลความหมายของข้อมูล การนำเสนอคำตอบ การอธิบาย การพยากรณ์ ตลอดจนการถ่ายทอดเผยแพร่ผลการศึกษา นำไปสู่การแก้ปัญหา และเป็นผลให้เกิดความเข้าใจ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ และ Yakman & Lee (2012) และ ททัยภัทร ไกรวรรณ (2559) กล่าวว่า สเต็มศึกษา หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยบูรณาการศาสตร์ 5 ศาสตร์ นำมาบูรณาการในการจัดกิจกรรม และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการสังเกต (Observing) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) และทักษะการพยากรณ์ (Predicting) ขณะปฏิบัติกิจกรรม เทคโนโลยี T (Technology) หมายถึง การจัดกิจกรรมให้เด็กได้เลือกใช้อุปกรณ์ เครื่องมือต่าง ๆ ในการประดิษฐ์ผลงาน วิศวกรรมศาสตร์ E (Engineering) หมายถึง การจัดกิจกรรมให้เด็กได้วางแผน ออกแบบผลงานตามคิดของตนเอง และประดิษฐ์ผลงานภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด ตลอดจนตรวจสอบ และปรับปรุงผลงาน ศิลปะ A (Arts) หมายถึง การจัดกิจกรรมให้เด็กได้ความรู้ด้านองค์ประกอบศิลป์ในการทำกิจกรรม การปั้น การฉีก ตัดปะ การประดิษฐ์ คณิตศาสตร์ M (Mathematics) หมายถึง การจัดกิจกรรมให้เด็กได้ความรู้เกี่ยวกับ จำนวน การวัด และเรขาคณิต และจากการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษาพบว่า นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง เกิดการเรียนรู้เป็นหมู่คณะ มีทักษะในการสืบค้นข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล เกิดเป็นองค์ความรู้จนสามารถนำความรู้นั้นไปใช้ในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ และสามารถสร้างสรรค์นวัตกรรม หรือชิ้นงานใหม่ ๆ ที่มีความหลากหลายได้มากยิ่งขึ้น และทิศนา แคมมณี (2560) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ หมายถึง แนวคิด และแนวทางในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการศึกษากับการดำเนินชีวิตของมนุษย์ทั้งในด้านจุดมุ่งหมาย เนื้อหาการจัดกิจกรรม ตลอดจนการวัดผล และประเมินผล โดยมีเป้าหมายที่สำคัญสูงสุดเพื่อการแก้ไขปัญหาและพัฒนาคุณภาพชีวิต เนื้อหาวิชาที่จัดจะต้องให้สัมพันธ์กับประสบการณ์ และวิถีชีวิตจริงของผู้เรียน เพื่อให้ความรู้ นั้น ๆ นำไปใช้ประโยชน์ในสถานการณ์จริงได้ การเรียนรู้แบบบูรณาการมีการมุ่งเน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนทำกิจกรรมร่วมกัน มีการนำเอาประสบการณ์ตรงมาใช้แก้ไขปัญหา การเรียนรู้มีการสร้างสถานการณ์ที่เร้าความสนใจ และผู้เรียนจะหาทางสนองความสนใจของตนเองจากความคิด แล้วลงมือปฏิบัติเป็นการสร้างประสบการณ์ให้ โดยสเต็ม ประกอบขึ้นจาก 5 ศาสตร์ คือ แนวคิดใน

การจัดการศึกษาแบบ STEM โดยเพิ่มอักษรตัว A เข้ามา ซึ่งตัว A หมายถึง Arts หรือศิลปะศาสตร์ที่ไม่ใช่เฉพาะทางด้านศิลปกรรมเท่านั้นแต่รวมถึง ปรชญา ภาษา วรรณกรรม จิตวิทยา มนุษย์ และสังคม ในการที่ผู้คิดค้นได้เพิ่มศิลปศาสตร์ (Arts) เข้าไปใน STEM เนื่องจากต้องการให้นักเรียนสร้างกรอบความคิดทางการศึกษาที่เชื่อมโยงวิทยาศาสตร์กับสาขาต่าง ๆ ของศิลปะ ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ รพีพล อินสุพรรณ (2562) ซึ่งเป็นงานวิจัยเพื่อพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยปรากฏว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สามารถส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และยังส่งเสริม และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ดีมากขึ้น ในทำนองเดียวกัน ธัญชนก ทาระเนตร (2564) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ผลการวิจัยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ช่วยเพิ่มศักยภาพในการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ และมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ สารินา ไบโสะดำ และคณะ (2565) ที่ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อน และหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา และศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. อภิปรายผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนแต่ละวงจรปฏิบัติการ จากผลการวิจัยเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษาให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยามีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.42 จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 62.81 มีนักเรียนที่คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 44.73 และมีนักเรียนที่คะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 21 คน

คิดเป็นร้อยละ 55.26 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสติศึกษาที่ได้รับการพัฒนาปรับปรุงแก้ไขจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยามีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.21 จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.74 มีนักเรียนที่คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 76.32 และมีนักเรียนที่คะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 23.68 จากผลการวิจัยในครั้งนี้พบว่านักเรียนมีพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาที่สูงขึ้น และมีนักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 เพิ่มขึ้น สืบเนื่องจากผลคะแนนที่ให้นักเรียนทำแบบทดสอบที่สะท้อนให้เห็นถึงพัฒนาการของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูผู้สอนให้นักเรียนดำเนินการทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม มีการแก้ไขปัญหาาร่วมกัน และช่วยกันแสดงความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่ผ่านใบกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการอธิบายผลการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาไว้ทั้งหมด 2 วงจรปฏิบัติการดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 มีการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง 1. ระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์ 2. หัวใจ 3. หลอดเลือด และ 4. เลือด ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนมีการสืบค้นข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล และสร้างสรรค์นวัตกรรมด้วยตนเอง โดยผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระหว่างการเรียนรู้และการสอน และนักเรียนจะต้องทำการตอบข้อคำถามท้ายกิจกรรมการเรียนรู้ทุกคาบที่เรียน ผลปรากฏว่านักเรียนทุกกลุ่มสามารถทำงานที่ครูผู้สอนมอบหมายให้ได้สำเร็จ และสามารถตอบข้อคำถามท้ายกิจกรรมการเรียนรู้ได้ แต่พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดทักษะในการสืบค้นข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ ในท้ายชั่วโมงของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูผู้สอนจึงทำการแนะนำวิธีการสืบค้นข้อมูล และแนะนำแนวทางการเลือกสื่อที่มีความน่าเชื่อถือจากแหล่งต่าง ๆ เพิ่มเติมให้กับนักเรียน

วงจรปฏิบัติการที่ 2 มีการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง 1. ระบบน้ำเหลือง 2. ระบบภูมิคุ้มกัน 3. ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน และ 4. การรักษาคุณภาพของร่างกาย ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นี้มีลักษณะเช่นเดียวกันกับวงจรปฏิบัติการที่ 1 ซึ่งทำการปรับปรุงแก้ไขการจัดการเรียนรู้ให้ดีขึ้น เพื่อช่วยส่งเสริมในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ให้สูงขึ้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ก่อนเรียนครูผู้สอนจึงช่วยสรุป และทบทวนเนื้อหาที่เรียน และค่อยตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการถาม - ตอบนักเรียนแต่ละกลุ่ม ผลปรากฏว่าหลังการจัดกิจกรรมการ

เรียนรู้ นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น นักเรียนสามารถตอบข้อคำถามที่ครูผู้สอนถามได้ถูกต้อง สามารถคิดตามที่ครูผู้สอนถามได้ดีขึ้น ซึ่งทำให้นักเรียนมีพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาที่สูงขึ้น โดยสังเกตจากผลคะแนนที่ให้นักเรียนทำแบบทดสอบที่สะท้อนให้เห็นถึงพัฒนาการของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูผู้สอนให้นักเรียนดำเนินการทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม มีการแก้ไขปัญหาร่วมกัน และช่วยกันแสดงความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่ผ่านใบกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

จากกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนที่เน้นให้นักเรียนมีการระบุปัญหา รวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา วางแผน สร้างสรรค์นวัตกรรม ประเมินผล และนำเสนอผลลัพธ์ โดยผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระหว่างการเรียนรู้การสอน เพื่อแก้ไขปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนกำหนดให้ นักเรียนมีการร่วมกันสืบค้นข้อมูลตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างนวัตกรรม จนนักเรียนสามารถออกแบบ ลงมือปฏิบัติ และสร้างสรรค์เป็นผลงานออกมาได้ ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษานี้จึงทำให้นักเรียนมีพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษา Edudemic Connecting Education & Technology (2015) ได้กล่าวว่าจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างจากอดีต มีความท้าทายส่งเสริมให้นักเรียนเกิดจินตนาการ เป็นการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริง และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) (2557) กล่าวว่าจุดเด่นของการจัดการเรียนรูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) หรือสเต็มศึกษา (STEAM Education) คือ การผนวกเอาแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) เข้ากับการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ศิลปะ และเทคโนโลยีของผู้เรียนในขณะที่ทำกิจกรรม เพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ศิลปะ และเทคโนโลยี ผู้เรียนจะต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบชิ้นงาน หรือวิธีการ เพื่อตอบสนองความต้องการ หรือแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันได้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ จันทรทิพย์ มีแสงพันธ์ (2562) ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสเต็มผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียน และศึกษาความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่าทักษะทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีมีพัฒนาการอย่างต่อเนื่องจนอยู่ในระดับดี โดยนักเรียนมีการพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ด้านการ

สังเกตมีคะแนนสูงที่สุด ($\bar{x} = 2.96$, S.D. = 0.15) ส่วนทักษะทางเทคโนโลยีด้านการใช้ความคิดขั้นสูง มีคะแนนสูงที่สุด ($\bar{x} = 2.96$, S.D. = 0.15) ผลการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสเต็มมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ($\bar{x} = 2.65$, S.D. = 0.23) นักเรียนมีผลการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์สูงที่สุด ($\bar{x} = 2.71$, S.D. = 0.20) และสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจโดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 2.66$, S.D. = 0.04) ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ นักเรียนพึงพอใจว่าช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ได้ ($\bar{x} = 2.84$, S.D. = 0.37) และด้านการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความพึงพอใจว่าการจัดการเรียนรู้เป็นการพัฒนาทักษะ กระบวนการ โดยการใช้ปฏิบัติจริงที่เชื่อมโยงผสมผสานความรู้เข้าด้วยกัน ($\bar{x} = 2.69$, S.D. = 0.47) และในทำนองเดียวกัน ดารุณี เฟื่องน้อย (2563) ได้ทำการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education ให้มีประสิทธิภาพ E1/E2 ตามเกณฑ์ร้อยละ 80/80 เปรียบเทียบผลการเรียนรู้อีก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ศึกษาความสามารถในการสร้างผลงานทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education มีประสิทธิภาพ 80.83/80.00 ตามเกณฑ์ร้อยละ 80/80 ผลการเรียนรู้ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์อยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 75.50 และความสามารถในการสร้างผลงานทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 76.00 และยังมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปัทมา จงลือชา (2565) ที่ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบ (6E) ตามแนวคิดสเต็มกับเกณฑ์ร้อยละ 70 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ก่อน และหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบ (6E) ตามแนวคิดสเต็ม และศึกษาความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่านักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 74.38 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 มีนักเรียนที่มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

และมีนักเรียนมีความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานโดยรวมอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ย = 11.37, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.27)

จากการวิจัยจะเห็นได้ว่าด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการ สเต็มศึกษาสามารถส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน สามารถส่งเสริม และพัฒนา ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาชีววิทยา และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนั้นมี พัฒนาการที่ดีขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการ และจากการศึกษาข้อมูลเชิงคุณภาพจากการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ที่ได้จากนักเรียนจะพบว่านักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่องในแต่ละวงจร ปฏิบัติการนั้นเป็นผลมาจากการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการ จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษาที่สามารถทำให้นักเรียนรู้สึกแปลก ใหม่ในการทำกิจกรรม มีความสนุกสนาน มีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียน สามารถใช้ทักษะความรู้ที่เกิดขึ้นในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งในระหว่างกิจกรรมการ เรียนรู้ นักเรียนมีอิสระในการสืบค้นข้อมูล สามารถใช้เครื่องมือสื่อสารในการค้นหาข้อมูล ทฤษฎี และ องค์ความรู้ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ เพื่อนำความรู้ที่ได้มาดำเนินการ วางแผนแก้ไขปัญหา ออกแบบ และสร้างสรรค์นวัตกรรม หรือชิ้นงานออกมาได้อย่างหลากหลาย แปลกใหม่ และมีคุณภาพ นอกจากนี้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ยังช่วยส่งเสริมการทำงานเป็นทีม มี การทำงานร่วมกัน มีการช่วยกันแสดงความคิดเห็นภายในกลุ่มของตนเอง ยอมรับในการตัดสินใจของ เพื่อนในกลุ่ม และมีการร่วมมือกันในการแก้ไขปัญห หรือแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่ครูผู้สอน กำหนดให้ อีกทั้งยังมีการช่วยเหลือกันทั้งภายในกลุ่ม และระหว่างกลุ่ม นักเรียนมีความคิดที่แปลก ใหม่ มีความกล้าที่จะแสดงออกทางความคิด มีความกล้าที่จะพูดอธิบายหลักการที่ค้นพบ มีการ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นทั้งภายในกลุ่ม และระหว่างกลุ่ม และนักเรียนยังสามารถออกมานำเสนอ ผลงานได้อย่างมีเหตุผลตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยเหตุนี้การพัฒนาความสามารถในการคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็ม ศึกษาจึงสามารถเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาให้มี ประสิทธิภาพมากขึ้น และยังช่วยส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้นได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. เนื่องจากกิจกรรมการเรียนการสอนเน้นให้นักเรียนมีการทำกิจกรรมด้วยตัวเอง ดังนั้นควร มีการวางแผนในการใช้เวลาที่ใช้จัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับลักษณะของกิจกรรมในแผนการจัดการ เรียนรู้ เนื่องจากในการจัดการเรียนการสอนของนักเรียนจะต้องใช้เวลาในการทำกิจกรรมหลากหลาย ขั้นตอน
2. ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทุกครั้งควรมีการศึกษาสภาพแวดล้อมของห้องเรียน ที่จะใช้ในการจัดกิจกรรมให้มีความเหมาะสมกับกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ ควรจัดเตรียมพื้นที่ ให้มีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน
3. นักเรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกันโดยธรรมชาติ เช่น มีความชอบที่แตกต่างกัน มีการ เรียนรู้ที่แตกต่างกัน มีความเข้าใจที่แตกต่างกัน และมีความคิดที่แตกต่าง ดังนั้นในการพัฒนาความสามารถ ในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณา การสเต็มศึกษาจึงทำให้นักเรียนมีพัฒนาการความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยรวม สูงขึ้น แต่เมื่อแยกพิจารณาเป็นรายบุคคลแล้วนักเรียนบางส่วนจากกลุ่มตัวอย่างยังมีพัฒนาการของ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่น้อยอยู่
4. ในกรณีที่ต้องการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยจำเป็นต้องใช้ความรู้ พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ควรสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องในด้านเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนมี ความเข้าใจที่ถูกต้องก่อน ถ้านักเรียนไม่มีความเข้าใจในหลักการทางวิทยาศาสตร์ถึงแม้นักเรียนจะมี ศักยภาพในการคิดสร้างสรรค์ แต่ก็ยากในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้
5. ควรพัฒนากิจกรรมด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็ม ศึกษาในขั้นของการออกแบบวิธีการในการแก้ไขปัญหา การวางแผน และการดำเนินการแก้ไขปัญหา โดยการจัดกิจกรรมใหม่ ๆ มีความหลากหลาย มีการบูรณาการ หรือนำเอาวิชาอื่น ๆ ที่ช่วยส่งเสริม และพัฒนาทักษะกระบวนการให้มีความแปลกใหม่ หลากหลาย และน่าสนใจมากขึ้น และหากิจกรรม และวิธีการต่าง ๆ ที่มีความน่าสนใจเพื่อดึงดูดให้นักเรียนมีความสนใจ และกระตือรือร้นในการทำ กิจกรรมเพิ่มขึ้น
6. เนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ เพื่อให้สอดคล้องกับการพัฒนาจึงต้องเพิ่มข้อมูลข่าวสารที่มีความเกี่ยวข้องกับ

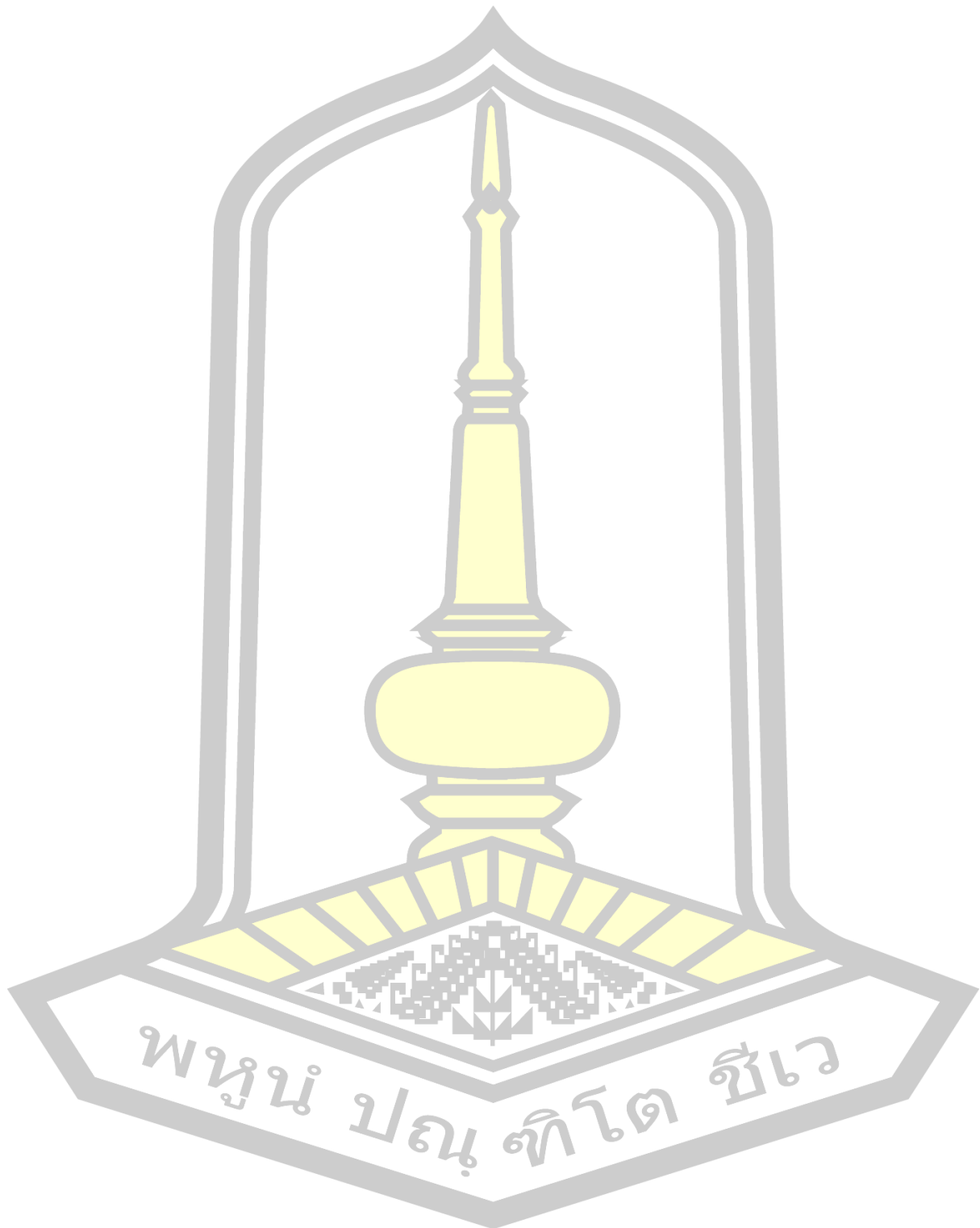
วิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน ทั้งนี้ก็เพื่อเป็นการกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อยู่เสมอ รวมทั้งการพัฒนาความรู้รอบตัวตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ให้ดีขึ้น

ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

1. เนื่องจากการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษา และการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นทักษะอย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยระยะเวลาในการพัฒนาฝึกฝนอยู่เสมอเป็นเวลานาน ในการวิจัยครั้งต่อไปควรเพิ่มระยะเวลาในการวิจัยให้นานมากขึ้น
2. ควรปรับปรุงเกณฑ์การประเมินแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้มีความหลากหลายในการให้คะแนน เนื่องจากคำตอบของนักเรียนมีความหลากหลาย และมีรายละเอียดการตอบที่แตกต่างกัน การปรับปรุงเกณฑ์การประเมินจะทำให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูล และให้คะแนนได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ซึ่งนำไปสู่การวิเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

กรมวิชาการ. (2544). *หลักสูตรการเรียนการสอนแบบบูรณาการ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา
ลาดพร้าว.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2543). *การประกันคุณภาพการศึกษาภายในสถานศึกษาระดับการศึกษาขั้น
พื้นฐาน : แนวทางการศึกษาและพัฒนากระบวนการประกันคุณภาพภายในของสถานศึกษาระดับ
การศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์
องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551*.

กิติภูมิ เลิศกิตติกุลโยธิน. (2550). *การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*.

จันทร์ทิพย์ มีแสงพันธ์. (2562). *การพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยการจัดการ
เรียนรู้แบบบูรณาการสเต็มผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 3. มหาวิทยาลัยศิลปากร*.

จิราภรณ์ หนูสวัสดิ์. (2554). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบบูรณาการผ่านเว็บตามแนว
ทฤษฎีการขยายความคิด เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา
และการถ่ายโยงการเรียนรู้ของผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ*.

เจนจิรา สันติไพบูลย์. (2561). การจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดSTEAM ร่วมกับการสอนเชิง
ผลิตภาพ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการและความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ขวลิต ชูกำแพง. (2551). การพัฒนาหลักสูตร. มหาสารคาม: ทีคิวพี จำกัด.

ณัฐพงษ์ เจริญทิพย์. (2539). ทางเลือกในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แนวคิด
และแนวปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: ดวงกมล.

ดารุณี เฟื่องน้อย. (2563). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และการสร้าง
ผลงานทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม
แนวคิด STEAM Education. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ทองอยู่ แก้วไทรยะ. (2566). ม.ป.ป.การจัดการเรียนรู้ แบบบูรณาการ. เข้าถึงได้จาก:
<http://www.nfe.go.th/042103/volunteer/edu1.html>.

ทิตินา แคมมณี. (2560). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี
ประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธัญชนก ทาระเนตร. (2564). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. มหาวิทยาลัยบูรพา.

ธิตยา คำควร. (2558). ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความแตกต่างระหว่างเพศที่ส่งผลต่อ
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารการประชุมทาง
วิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53, 31-38.

นัฐยา ทองจันทร์. (2558). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ตอนต้นโดยการจัดการเรียนรู้แบบระดมสมอง. วารสารบัณฑิตวิจัย สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 7(1), 1-14.

น้ำเพชร สีนทอง. (2541). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความวิตกกังวลระหว่าง
การอบรมเลี้ยงดูแบบเข้มงวดกวดขันแบบมีเหตุผลและแบบปล่อยปละละเลยของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัยนนทบุรี ปีการศึกษาปี 2541. มหาวิทยาลัย
รามคาแหง.

ประทุม อัทธู. (2535). การสร้างแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประสาธน์ เนืองเฉลิม. (2558). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

ปวีศร ภูมิสูง. (2564). การพัฒนาการคิดเชิงออกแบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการ
จัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ปัทมา จงลือชา. (2565). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 3 โดยใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยการออกแบบ 6E (The 6E Learning by Design)
ตามแนวคิดสตีม (STEAM EDUCATION). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

พิศเพลิน เจียนหวาน. (2553). ผลการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสำหรับนักเรียนระดับการศึกษาชั้น
พื้นฐานของนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู ปีการศึกษา 2553 วิทยาลัย
ราชพฤกษ์. มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์.

ภพ เลหาไพบูลย์. (2540). แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (ปี 2). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

มัทยา บัวผัน. (2563). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสตีม (STEAM) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. มหาวิทยาลัย
บูรพา.

มินกาญจน์ แจ่มพงษ์. (2559). การพัฒนาชุดฝึกทักษะแบบสตีมศึกษาเพื่อสร้างสรรค์ชิ้นงาน เรื่อง
พลังงานรอบตัวเรา. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ยศวีร์ สายฟ้า. (2555). *การเสริมสร้างวิทย์เทคโนโลยี ศิลปะ และคณิตศาสตร์ด้วย STEAM Model*.

เข้าถึงได้จาก: http://www.educathai.com/workshop_download_handout_download.php?id=60&page=4.

เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2540). *การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รพีพล อินสุพรรณ. (2562). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา*. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2555). *พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน*. กรุงเทพฯ: ราชบัณฑิตยสถาน.

วนิช สุธารัตน์. (2547). *ความคิดและความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

วัชรภรณ์ แสนนา. (2565). *การพัฒนาแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ*. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.

ศุภพงศ์ คล้ายคลึง. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการทดลองโดยใช้ชุดปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์*. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2563). *สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET)*. เข้าถึงได้จาก: www.niets.or.th.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2564). *สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET)*. เข้าถึงได้จาก: www.niets.or.th.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). (2557). *สะเต็มศึกษา (STEM Education)*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2566). *แผนปฏิบัติการประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)*.

สารีนา ไบโสะดำ และโรชวรรณา เชพโหมลาม. (2565). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา*.

สำนักงานรัฐมนตรีรัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ (รมว.ศธ.). (2558). *รพว.ศธ.ลงนามแต่งตั้งคณะกรรมการนโยบายสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา* ข่าวสำนักงานรัฐมนตรี.

สุวิชา วันสุตล. (2554). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบ 4 MAT และการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบซิปปา*.

สุวิทย์ มูลคำ. (2547). *การสอนคิดวิเคราะห์*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2552). *19 วิธีจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

หทัยภัทร ไกรวรรณ. (2559). *การจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย*. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 32(1), 125-126.

อมร ปรารงค์น้อย. (2542). *การสอดแทรกคุณธรรมและจริยธรรมในการสอนวิชาชีพทางด้านศิลปะประจำชาติ*. ปทุมธานี: คณะศิลปกรรมสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

อารี พันธุ์มณี. (2547). *ความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ 1412.

โอปอ กลีบสกุล. (2562). *การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางด้านการตลาดดิจิทัล*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

Anggraeni and Suratno. (2021). The analysis of the development of the 5E-STEAM learning model to improve critical thinking skills in natural science lesson.

Journal of Physics: Conference Series, 1832(1). Accessible at:

<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1832/1/012050>.

Edudemic Connecting Education & Technology. (2015). *STEM vs STEAM: Why The “A” Makes a Difference*. Accessible at: <http://www.edudemic.com/stem-vs-steam-whythe-amakes-all-the-difference>.

Guilford. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. University of Southern California.

Guskey. (2007). *Closing Achievement Gaps: Revisiting Benjamin S. Bloom’s “Learning for Mastery”*. University of Kentucky.

Hu and Adey. (2002). A scientific creativity test for secondary school students.

International Journal of Science Education, 24(4), 389–403. Accessible at:

<https://doi.org/10.1080/09500690110098912>.

Johanna K. Lemlech. (2010). *Curriculum and Instructional Methods for the Elementary and Middle School* 978(7). Upper Saddle River, N.J. : Pearson/Merrill/Prentice Hall.

Michelle H. Land. (2013). Full STEAM ahead: The benefits of integrating the arts into STEM. *Procedia Computer Science*, 20, 547–552. Accessible at:

<https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.09.317>.

National Research Council (U.S.). (1996). *National Science Education Standards : observe, interact, change, learn*. National Academy Press.

National Science Foundation: NSF. (2012). *STEM Education*. Accessible at:

<https://www.nsf.gov/statistics/digest12/stem.cfm>.

Peter F. Oliva. (2001). *Developing the Curriculum Peter F. Oliva, Fifth Edition*.

Piyathida Polmart. (2023). Promoting productive thinking and physics learning achievement of high school students through STEAM education. *Journal of Green Learning*, 3(1). 27-35. Accessible at:
<https://journal.gmpionline.com/index.php/jgl/article/view/218/179>

Robert J. Havighurst, B. L. N. & V. L. B. (1996). A Cross-National Study of Adjustment to Retirement. *Article*, 6(3).

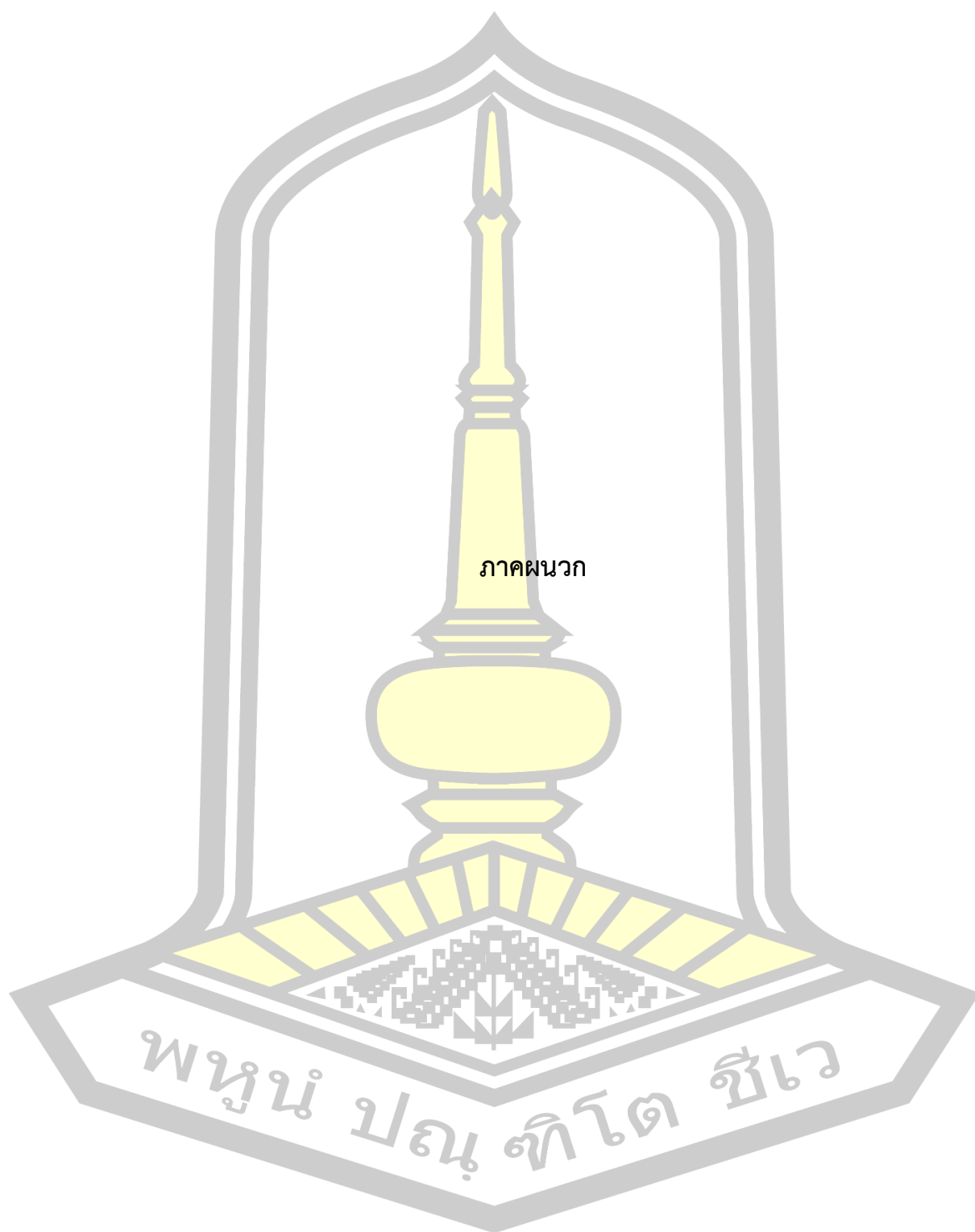
Rubaaiah Sidek. (2020). Fostering Scientific Creativity in Teaching and Learning Science in Schools: A Systematic Review. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA*, 6(1), 13. Accessible at: <https://doi.org/10.30870/jppi.v6i1.7149>.

Siregar, R. and S. (2020). Elementary school teacher's perspectives towards developing mathematics literacy through a STEAM-based approach to learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1460(1). Accessible at:
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1460/1/012030>.

Welch. (1981). *Education, Change and Society 5e*. Oxford University Prss.

Yakman. (2008). *STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education*. Accessible at: <https://www.researchgate.net/publication/327351326>.

Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 32(6), 1072–1086. Accessible at:
<https://doi.org/10.14697/jkase.2012.32.6.1072>.



ภาคผนวก

พูน ปณ จิต ชีเว



ภาคผนวก ก

ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดย
บูรณาการSTEMศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาชีววิทยา
เรื่อง การรักษาสมดุลร่างกาย ภูมิคุ้มกัน และระบบหมุนเวียนเลือด

ตัวอย่างแผนการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้พื้นฐานชีววิทยา
เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์
เวลาเรียน 2 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ภาคเรียนที่ 2/2566

1. ผลการเรียนรู้

นักเรียนสามารถอธิบาย และเปรียบเทียบระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิด และระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดได้

2. สาระสำคัญ

ระบบหมุนเวียนเลือด (Circulatory system) ทำหน้าที่ลำเลียงสารอาหาร และแก๊สออกซิเจนไปสู่เซลล์ต่าง ๆ และลำเลียงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และของเสียต่าง ๆ ออกจากเซลล์ รวมทั้งช่วยรักษาสมดุลในร่างกายของสิ่งมีชีวิต ซึ่งระบบหมุนเวียนเลือดแบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดและระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ ความเข้าใจ

- นักเรียนสามารถอธิบาย และเปรียบเทียบระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิด และระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดได้ (K)

ด้านทักษะกระบวนการ

- นักเรียนสามารถเปรียบเทียบ และจัดกระทำข้อมูลเกี่ยวกับระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์ต่าง ๆ ได้ (P)

ด้านคุณลักษณะ

- นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย และมีความใฝ่เรียนรู้ (A)

4. สาระการเรียนรู้

- สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว และสัตว์ที่มีโครงสร้างร่างกายไม่ซับซ้อน มีการลำเลียงสารต่าง ๆ โดยการแพร่ระหว่างเซลล์กับสิ่งแวดล้อม

- สัตว์ที่มีโครงสร้างร่างกายซับซ้อนจะมีการลำเลียงสารโดยระบบหมุนเวียนเลือด ซึ่งประกอบด้วย หัวใจ หลอดเลือด และเลือด
- ระบบหมุนเวียนเลือดมี 2 แบบ คือ ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิด และระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด
- ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดพบในสัตว์จำพวกหอย แมลง กุ้ง ส่วนระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดพบในไส้เดือนดิน และสัตว์มีกระดูกสันหลัง

5. กิจกรรม / กระบวนการจัดการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษา ดังนี้

5.1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

5.1.1. ครูเปิดวิดีโอทัศน์เกี่ยวกับ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์ ให้นักเรียนชม



5.1.2 จากนั้นครูให้นักเรียนร่วมกันเล่นเกมสตอบปัญหาเกี่ยวกับระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์ โดยใช้ Application Kahoot!



5.2 ขั้นสำรวจและค้นคว้า (Exploration)

5.2.1 ครูให้นักเรียนศึกษาระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิด การหมุนเวียนเลือดของแมลง หอย และศึกษาระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด การหมุนเวียนเลือดของไส้เดือน และสัตว์

มีกระดูกสันหลังประเภทต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต หนังสือเรียนชีววิทยา ม.4 เล่ม 2 โดยใช้สไลด์สอน เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์

5.2.2 ครูให้นักเรียนจับคู่ แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาจับสลากสิ่งมีชีวิต จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคู่เขียนแผนผังระบบหมุนเวียนเลือดของสิ่งมีชีวิตที่จับสลากได้ใส่กระดาษ A4 หรือกระดาษรายงาน สามารถสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต หรือหนังสือเรียนชีววิทยา ม.4 เล่ม 2 และสไลด์สอน เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์ โดยมีหัวข้อสลาก ดังนี้

แมลง	ไส้เดือนดิน
ปลา	กบ
กิ้งก่า	จระเข้
สุนัข	นก

5.2.3 ครูเดินดูนักเรียนในแต่ละกลุ่มระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรม เพื่อคอยให้คำปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำแก่นักเรียน

5.3 ขั้นตอนอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

5.3.1 ครูสุ่มเลือกนักเรียน 8 คู่ ที่จับสลากได้สิ่งมีชีวิตแตกต่างกันออกมาอธิบายการหมุนเวียนเลือดของสัตว์ที่จับสลากได้หน้าชั้นเรียนโดยมีครู นักเรียนคนอื่น ๆ คอยตรวจคำตอบ อีกทั้งเพิ่มเติมคำตอบให้สมบูรณ์

5.3.2 นักเรียนทำแผนผังระบบหมุนเวียนเลือดของสิ่งมีชีวิต พร้อมทั้งออกมาอธิบายหน้าชั้นเรียน โดยครูสุ่มออกมาเป็นคู่เรียบร้อยแล้ว ครูถามคำถามกับนักเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ เช่น

1) สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวมีการลำเลียงสารอย่างไร

(แนวตอบ: สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวมีการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยตรง)

2) ไฮดราและฟองน้ำมีระบบหมุนเวียนเลือดหรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ: ไม่มี เนื่องจากฟองน้ำไม่มีเนื้อเยื่อที่แท้จริง ส่วนไฮดรามีเนื้อเยื่อเพียง 2 ชั้น จึงมีการลำเลียง สารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยตรง)

3) แมลงได้รับแก๊สออกซิเจนจากระบบหมุนเวียนเลือดหรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ: ไม่ได้รับ เนื่องจากแมลงได้รับแก๊สออกซิเจนจากระบบท่อลม)

4) สัตว์มีกระดูกสันหลังแต่ละชนิดมีระบบหมุนเวียนเลือดอย่างไร

(แนวตอบ: สัตว์มีกระดูกสันหลังแต่ละประเภทมีระบบหมุนเวียนเลือดแตกต่างกัน ดังนี้

- ปลา มีหัวใจ 2 ห้อง เลือดที่มีแก๊สออกซิเจนต่ำเข้าสู่หัวใจห้องบน แล้วถูกส่งไปยังหัวใจห้องล่างเพื่อสูบฉีดไปแลกเปลี่ยนแก๊สที่เหงือก กลายเป็นเลือดที่มีแก๊สออกซิเจนสูง ซึ่งถูกส่งไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และเมื่อแลกเปลี่ยนแก๊สที่เซลล์แล้ว กลายเป็นเลือดที่มีแก๊สออกซิเจนต่ำกลับเข้าสู่หัวใจห้องบนอีกครั้ง

- สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก มีหัวใจ 3 ห้อง ได้แก่ ห้องบน 2 ห้องและห้องล่าง 1 ห้อง เลือดที่มีแก๊สออกซิเจนต่ำเข้าสู่หัวใจห้องบนขวาถูกส่งไปยังหัวใจห้องล่าง แล้วไปแลกเปลี่ยนแก๊สที่ปอดและผิวหนัง กลายเป็นเลือดที่มีแก๊สออกซิเจนสูงกลับเข้าสู่หัวใจห้องบนซ้าย ถูกส่งไปยังหัวใจห้องล่าง แล้วส่งไปยังเซลล์ต่าง ๆ ทั่วร่างกาย จึงมีการปนกันของเลือดที่มีแก๊สออกซิเจนสูงและต่ำ และเมื่อแลกเปลี่ยนแก๊สที่เซลล์แล้วจะกลายเป็นเลือดที่มีแก๊สออกซิเจนต่ำกลับเข้าสู่หัวใจห้องบนขวาอีกครั้ง

- สัตว์เลื้อยคลาน (ยกเว้นจระเข้) มีหัวใจ 4 ห้องไม่สมบูรณ์ ได้แก่ ห้องบน 2 ห้องและห้องล่าง 1 ห้อง ที่มีแผ่นกั้นระหว่างห้องล่างซ้ายกับขวา แต่แผ่นกั้นไม่สมบูรณ์ ซึ่งสัตว์เลื้อยคลานมีระบบหมุนเวียนเลือดเหมือนสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก แต่เลือดที่มีแก๊สออกซิเจนต่ำและสูงที่ห้องล่างปนกันน้อยกว่า

- จระเข้ สัตว์ปีก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม มีหัวใจ 4 ห้องสมบูรณ์ ได้แก่ ห้องบน 2 ห้องและห้องล่าง 2 ห้อง โดยเลือดที่มีแก๊สออกซิเจนต่ำเข้าสู่หัวใจห้องบนขวาและผ่านไปยังห้องล่างขวา แล้วถูกส่งไปแลกเปลี่ยนแก๊สที่ปอด กลายเป็นเลือดที่มีแก๊สออกซิเจนสูง กลับเข้าสู่หัวใจห้องบนซ้าย ผ่านไปยังห้องล่างซ้าย แล้วถูกส่งไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เมื่อแลกเปลี่ยนแก๊สแล้วกลายเป็นเลือดที่มีแก๊สออกซิเจนต่ำกลับเข้าสู่หัวใจห้องบนขวาอีกครั้ง)

5) เลือดในหัวใจห้องล่างของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกเป็นอย่างไร

(แนวตอบ: หัวใจห้องล่างของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกมีการปนกันของเลือดที่มีแก๊สออกซิเจนต่ำและ แก๊สออกซิเจนสูง)

5.3.3 ครู และนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์ โดยมีประเด็นดังต่อไปนี้ “ระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์ แบ่งออกเป็น 2 ระบบ ได้แก่ ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดเป็นระบบที่เลือดไม่ได้ไหลเวียนในหลอดเลือดตลอดเวลา เลือดออกจากหลอดเลือดมาอยู่ในช่องว่างภายในลำตัว พบในสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในไฟลัมอาร์โทรพอด (Phylum Arthropoda) และมอลลัสกา (Mollusca) และ ระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด (Closed circulatory

system) เป็นระบบที่เลือดไหลในหลอดเลือดตลอดเวลา ซึ่งการหมุนเวียนเลือดในสัตว์มีกระดูกสันหลังแตกต่างกันตามจำนวนห้องหัวใจของสิ่งมีชีวิต”

5.3.4 ครูสรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์ “ระบบหมุนเวียนเลือด (Circulatory system) ทำหน้าที่ลำเลียงสารอาหารและแก๊สออกซิเจนไปสู่เซลล์ต่าง ๆ และลำเลียงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และของเสียต่าง ๆ ออกจากเซลล์ รวมทั้งช่วยรักษาสสมดุลในร่างกายของสิ่งมีชีวิต ซึ่งระบบหมุนเวียนเลือดแบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิด และระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด โดยระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดสามารถพบในสัตว์จำพวกหอย แมลง กุ้ง ส่วนระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดสามารถพบในไส้เดือนดิน และสัตว์มีกระดูกสันหลัง”

5.4 ขยายความรู้ (Elaboration)

5.4.1 ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 1 เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์

5.4.2 ครูให้สถานการณ์การเรียนรู้กับนักเรียนในกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยครูให้สถานการณ์ปัญหากับนักเรียนเพื่อนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมแก้ปัญหาในอนาคต ซึ่งเป็นไปตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสติศึกษา ในช่วงนี้เป็นการศึกษา และสืบค้นข้อมูลเพื่อแก้ปัญหาโดยครูให้สถานการณ์ ดังนี้

ณ สวนสาธารณะแห่งหนึ่ง เด็กชาย A ได้ไปวิ่งออกกำลังกาย ในขณะที่เขาวิ่งอยู่นั้น ได้พบเด็กชาย B วิ่งอยู่ข้างหน้าของเด็กชาย A แต่เขาก็ไม่ได้สนใจแล้วทำการวิ่งแซงไปข้างหน้า หลังจากนั้น เด็กชาย A ได้วิ่งครบ 1 รอบ เขาได้สังเกตเห็นเด็กชาย B อีกครั้ง แต่เด็กชาย B นอนนิ่งอยู่บริเวณข้างทางที่เขาวิ่งผ่าน เด็กชาย A จึงเข้าไปดูเขาสังเกตเห็นว่าเด็กชาย B หายใจหอบเหนื่อย หลังจากนั้นเด็กชาย A จึงได้ลองสัมผัสชีพจรของเด็กชาย B ปรากฏว่ามีการเต้นของหัวใจเร็วกว่าปกติ แต่เมื่อเวลาผ่านไปไม่ถึงหนึ่งนาทีหัวใจของเด็กชาย B หยุดเต้นไป ถ้านักเรียนเป็นเด็กชาย A นักเรียนจะมีวิธีการช่วยเหลือเด็กชาย B อย่างไร

5.4.3 ครูให้นักเรียนศึกษาวิธีการคิดแก้ปัญหา แล้วเขียนนำเสนอวิธีการจากสถานการณ์ข้างต้น (สามารถระบุได้มากกว่า 1 วิธี)

5.4.4 ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต และแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อรวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อมาทำความเข้าใจกับปัญหา โดยให้นักเรียนทำใบงานที่ครูแจก

5.5 ชั้นประเมิน (Evaluation)

5.5.1 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามในสิ่งที่ยังไม่เข้าใจ

5.5.2 ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบที่ 1 เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์ 3 ข้อ เพื่อประเมินผลการเรียนรู้ (ทำรายบุคคล)

5.5.3 ครู และนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบ ครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมในข้อที่นักเรียน ทำผิด

5.5.4 ครูชมเชยนักเรียนที่ทำคะแนนได้ดี และให้กำลังใจสำหรับนักเรียนที่คะแนน ยังไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

6. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผล	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านพุทธิพิสัย (K) 1. นักเรียนสามารถ อธิบาย และ เปรียบเทียบระบบ หมุนเวียนเลือดแบบ เปิด และ ระบบ หมุนเวียนเลือดแบบ ปิดได้ (K)	การทดสอบ	แบบทดสอบ	ตอบคำถามถูกร้อยละ 60 ขึ้นไป
ด้านทักษะพิสัย (P) 1. นักเรียนสามารถ เปรียบเทียบ และ จัด กระทำข้อมูลเกี่ยวกับ	ตรวจใบงาน	ใบงาน	ระดับดีขึ้นไป ถือว่า ผ่านเกณฑ์การ ประเมิน

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผล	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์ต่าง ๆ ได้ (P)			
ด้านจิตพิสัย (A) 1. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย และมีความใฝ่เรียนรู้ (A)	สังเกตพฤติกรรมขณะเรียน	แบบบันทึกการเข้าเรียน	ระดับดีขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

7. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้

- Application Kahoot!
- Power Point เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์
- ใบงานที่ 1 เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์
- YouTube เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิด และแบบปิด

(<https://www.youtube.com/watch?v=5EkWNYkkxow>)

8. เอกสารอ้างอิง

เอกสารประกอบการสอนชีววิทยาเบื้องต้น ม.4 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2564 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม)



9.บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหาและอุปสรรค

แนวทางแก้ไข

ลงชื่อ.....

ผู้สอน

(นายศานตวัฒน์ นารีส)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

พหุ ประถมศึกษา

ความคิดเห็นจากครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(ดร.วุฒิสักดิ์ บุญแน่น)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็นของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางทิพวรรณ พิล่า)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็นของรองผู้อำนวยการ/ฝ่ายวิชาการ

☐

อนุมัติ สามารถใช้สอนได้

☐

ไม่อนุมัติ

เนื่องจาก.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางวันวิสา ประมวล)

ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบงานที่ 1

เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์

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

คำชี้แจง : จงอธิบายการหมุนเวียนเลือดของสัตว์ต่อไปนี้

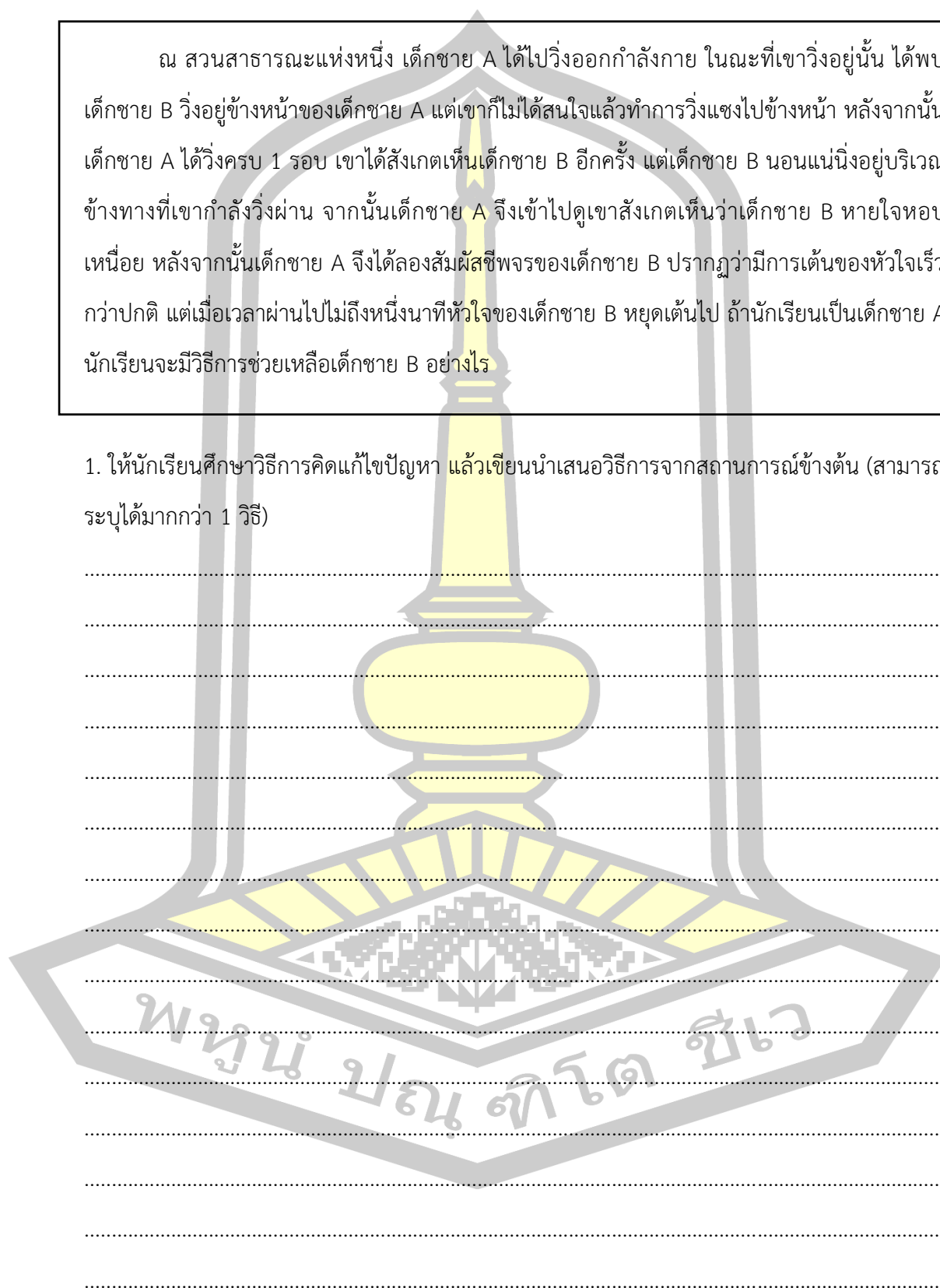
ข้อ	สัตว์	ระบบหมุนเวียนเลือด
1.	 ไส้เดือนดิน	
2.	 กบ	
3.	 จระเข้	

ข้อ	สัตว์	ระบบหมุนเวียนเลือด
4.	 ผึ้ง	
5.	 ปลา	
6.	 ไก่	
7.	 กิ้งก่า	

คำถามชวนคิด

ณ สวนสาธารณะแห่งหนึ่ง เด็กชาย A ได้ไปวิ่งออกกำลังกาย ในขณะที่เขาวิ่งอยู่นั้น ได้พบเด็กชาย B วิ่งอยู่ข้างหน้าของเด็กชาย A แต่เขาก็ไม่ได้สนใจแล้วทำการวิ่งแข่งไปข้างหน้า หลังจากนั้นเด็กชาย A ได้วิ่งครบ 1 รอบ เขาได้สังเกตเห็นเด็กชาย B อีกครั้ง แต่เด็กชาย B นอนแน่นิ่งอยู่บริเวณข้างทางที่เขาวิ่งผ่านไป จากนั้นเด็กชาย A จึงเข้าไปดูเขาสังเกตเห็นว่าเด็กชาย B หายใจหอบเหนื่อย หลังจากนั้นเด็กชาย A จึงได้ลองสัมผัสชีพจรของเด็กชาย B ปรากฏว่ามีการเต้นของหัวใจเร็วกว่าปกติ แต่เมื่อเวลาผ่านไปไม่ถึงหนึ่งนาทีหัวใจของเด็กชาย B หยุดเต้นไป ถ้านักเรียนเป็นเด็กชาย A นักเรียนจะมีวิธีการช่วยเหลือเด็กชาย B อย่างไร

1. ให้นักเรียนศึกษาวิธีการคิดแก้ไขปัญหา แล้วเขียนนำเสนอวิธีการจากสถานการณ์ข้างต้น (สามารถระบุได้มากกว่า 1 วิธี)



แบบประเมินใบงานที่ 1

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินจากใบงานที่ 1 ของผู้เรียน โดยให้ระดับคะแนนลงในตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน

เลขที่	ชื่อ-สกุล	แหล่งข้อมูลที่น่าสนใจ	การจัดกระทำข้อมูล	การนำเสนอข้อมูล	รวม คะแนน	เกณฑ์การประเมิน	
						ผ่าน	ไม่ผ่าน
1							
2							
3							
4							
5							

เกณฑ์การประเมิน

0 - 3 = พอใช้

4 - 6 = ปานกลาง

7 - 9 = ดี

คะแนนตั้งแต่ 7 - 9 = ผ่าน

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินใบงาน

รายการประเมิน	คุณภาพ			
	3	2	1	0
แหล่งข้อมูลที่นำมา	นำข้อมูลมาจากหลายแหล่ง เช่น จากการสังเกต การวัด การทดลอง และอื่น ๆ และนำมาแหล่งละหลายรายการ	นำข้อมูลมาจากหลายแหล่ง เช่น จากการสังเกต การวัด การทดลอง และอื่น ๆ แต่นำมาแหล่งละน้อยรายการ	นำข้อมูลมาจากน้อยแหล่ง และนำมาแหล่งละหลายรายการ	นำข้อมูลมาจากน้อยแหล่ง และนำมาน้อยรายการ
การจัดกระทำข้อมูล	จัดกระทำข้อมูลโดยการเรียงลำดับเหตุการณ์ หาวิธีการ หรือคิดแก้ไขสถานการณ์ได้ และตรงประเด็นทุกครั้ง	จัดกระทำข้อมูลโดยการเรียงลำดับเหตุการณ์ หาวิธีการ หรือคิดแก้ไขสถานการณ์ได้ และตรงประเด็นบ่อยครั้ง	จัดกระทำข้อมูลโดยการเรียงลำดับเหตุการณ์ หาวิธีการ หรือคิดแก้ไขสถานการณ์ได้ และตรงประเด็นบางครั้ง	จัดกระทำข้อมูลโดยการเรียงลำดับเหตุการณ์ หาวิธีการ หรือคิดแก้ไขสถานการณ์ไม่ชัดเจน และไม่ตรงประเด็น
การนำเสนอข้อมูล	อธิบายเหตุผลในการเลือกการนำเสนอได้อย่างชัดเจน และตรงประเด็นทุกครั้ง	อธิบายเหตุผลในการเลือกการนำเสนอได้อย่างชัดเจน และตรงประเด็นบ่อยครั้ง	อธิบายเหตุผลในการเลือกการนำเสนอได้อย่างชัดเจน และตรงประเด็นบางครั้ง	อธิบายเหตุผลในการเลือกการนำเสนอไม่ชัดเจน และไม่ตรงประเด็น

เกณฑ์การให้คะแนน

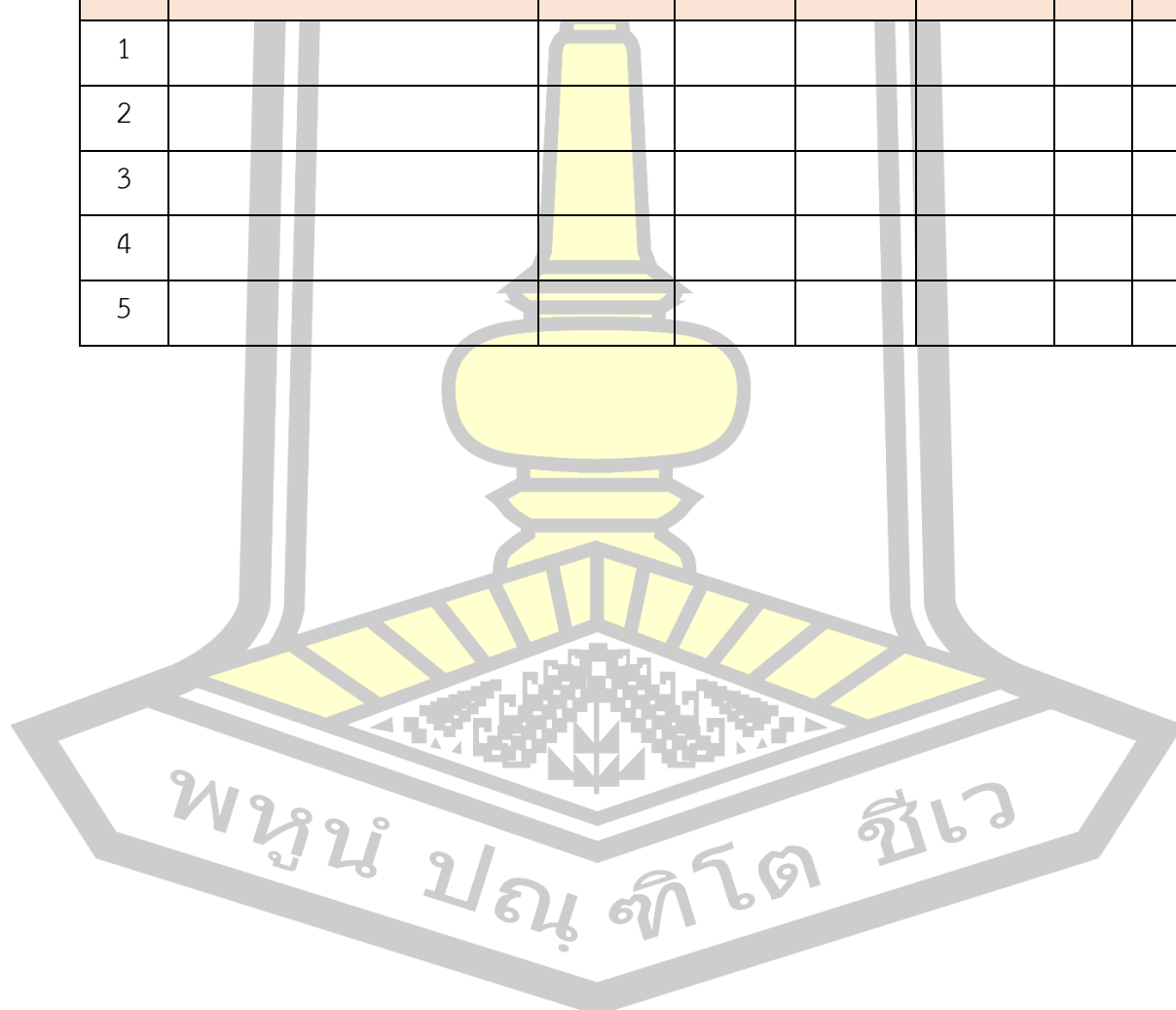
- 3 คะแนน = ดี
- 2 คะแนน = ปานกลาง
- 1 คะแนน = พอใช้
- 0 คะแนน = ควรปรับปรุง

แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในขณะปฏิบัติกิจกรรมโดยให้ระดับ

คะแนนลงในตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน

เลขที่	ชื่อ-สกุล	การทำงานร่วมกับผู้อื่นและ การช่วยเหลือผู้อื่น	การฟังความคิดเห็นและ การแสดงความคิดเห็น	รับผิดชอบในงานที่ได้รับ มอบหมาย	รวม (คะแนน)	การ ประเมิน	
						ผ่าน	ไม่ ผ่าน
1							
2							
3							
4							
5							



แบบทดสอบที่ 1

หน่วยการเรียนรู้พื้นฐานชีววิทยา
เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์
เวลา 10 นาที

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ภาคเรียนที่ 2/2566

ด้านพุทธิพิสัย (K) นักเรียนสามารถอธิบาย และเปรียบเทียบระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิด และระบบ
หมุนเวียนเลือดแบบปิดได้

คำชี้แจง : แบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 3 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน

1. ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดพบได้ในสัตว์กลุ่มใด

- ก. กุ้ง ไล่เดือน
- ข. ไล่เดือน ปู
- ค. ปลา ปู
- ง. กุ้ง ปู

2. สัตว์ที่มีเลือดที่ใช้แล้วเท่านั้นที่ไหลผ่านหัวใจ คือ

- ก. ปลา
- ข. เต่า
- ค. กบ
- ง. นก

3. ระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดพบในสัตว์พวกแรก คือ

- ก. ไล่เดือน
- ข. หนอนตัวแบน
- ค. หนอนตัวกลม
- ง. ปลาปากกลม

แบบประเมินแบบทดสอบ

เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์

คำชี้แจง: ให้ผู้สอนประเมินจากแบบทดสอบของผู้เรียน โดยให้ระดับคะแนนลงในตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รวมคะแนน	การประเมิน	
			ผ่าน	ไม่ผ่าน
1				
2				
3				
4				
5				

เกณฑ์การประเมินแบบทดสอบ

เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์

ข้อเฉลย	คะแนน	
	ตอบถูก	ตอบผิด
1. ง.	1	0
2. ก.	1	0
3. ก.	1	0

ผ่านเกณฑ์ คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ได้คะแนนตั้งแต่ 2 คะแนน ขึ้นไป

ตัวอย่างแผนการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

หน่วยการเรียนรู้พื้นฐานชีววิทยา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เรื่อง ระบบน้ำเหลือง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลาเรียน 2 ชั่วโมง

ภาคเรียนที่ 2/2566

1. ผลการเรียนรู้

นักเรียนสามารถอธิบาย และสรุปเกี่ยวกับส่วนประกอบ และหน้าที่ของน้ำเหลืองรวมทั้ง โครงสร้าง และหน้าที่ของหลอด น้ำเหลือง และต่อมน้ำเหลืองได้

2. สาระสำคัญ

ระบบน้ำเหลือง เป็นระบบไหลเวียนของน้ำเหลืองซึ่งเกี่ยวข้องกับการสร้างภูมิคุ้มกันของ ร่างกาย โครงสร้างของระบบน้ำเหลือง ประกอบด้วยน้ำเหลือง ท่อน้ำเหลือง หรือหลอดน้ำเหลือง และอวัยวะน้ำเหลือง ระบบน้ำเหลืองต่างจากระบบหมุนเวียนเลือด คือ ไม่มีอวัยวะสูบฉีดต่าง ๆ แต่ น้ำเหลืองสามารถลำเลียงไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้ โดยการหดตัวของกล้ามเนื้อเรียบบริเวณ หลอดน้ำเหลือง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ ความเข้าใจ

- นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะ และหน้าที่ของน้ำเหลือง หลอดน้ำเหลือง และ อธิบายความสัมพันธ์ของระบบน้ำเหลือง และระบบหมุนเวียนเลือดได้ (K)

ด้านทักษะกระบวนการ

- นักเรียนสามารถอธิบาย และจัดกระทำข้อมูลเกี่ยวกับระบบน้ำเหลืองได้ (P)

ด้านคุณลักษณะ

- นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย และมีความใฝ่เรียนรู้ (A)

4. สารการเรียนรู้

- ของเหลวที่ซึมผ่านผนังหลอดเลือดฝอยออกมาอยู่ระหว่างเซลล์ เรียกว่า น้ำเหลือง ทำหน้าที่หล่อเลี้ยงเซลล์ และสามารถแพร่เข้าสู่หลอดน้ำเหลืองฝอย ซึ่งต่อมาหลอดน้ำเหลืองฝอยจะรวมกันมีขนาดใหญ่ขึ้น และเปิดเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือดที่หลอดเลือดเวนใกล้หัวใจ
- ระบบน้ำเหลืองประกอบด้วย น้ำเหลือง หลอดน้ำเหลือง และต่อมน้ำเหลือง โดยทำหน้าที่นำน้ำเหลืองกลับเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือดต่อมน้ำเหลืองเป็นที่อยู่ของเซลล์เม็ดเลือดขาวทำหน้าที่ทำลายสิ่งแปลกปลอมที่ลำเลียงมากับน้ำเหลือง

5. กิจกรรม / กระบวนการจัดการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสติศึกษา ดังนี้

5.1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

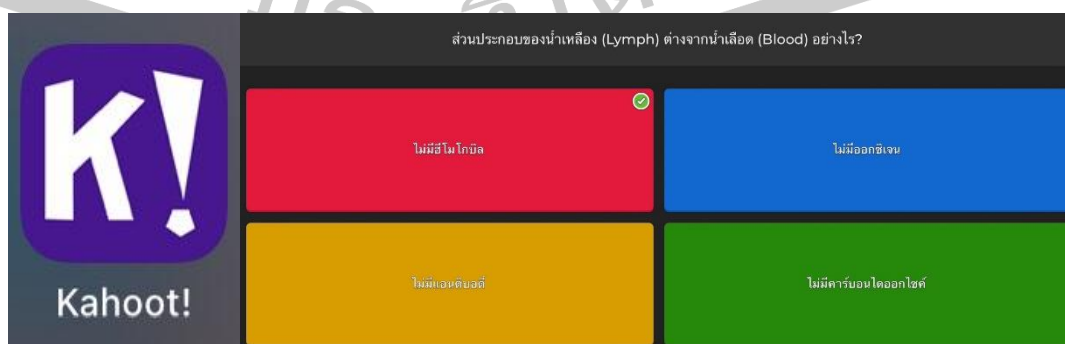
5.5.1. ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยอธิบายถึงการลำเลียงสารในร่างกายโดยระบบหมุนเวียนเลือด โดยมีประเด็นดังต่อไปนี้ “มีน้ำเลือด หรือพลาสมา (Plasma) ทำหน้าที่ลำเลียงสารอาหารหลังการย่อย แร่ธาตุ ฮอรโมน เอนไซม์ ไปยังเซลล์ต่าง ๆ ทั่วร่างกาย และลำเลียงของเสียจากกระบวนการเมแทบอลิซึม (Metabolism) ไปกำจัดออกจากร่างกายผ่านอวัยวะต่าง ๆ อีกทั้งเซลล์เม็ดเลือดแดงยังทำหน้าที่ลำเลียงแก๊สออกซิเจนไปยังเซลล์ต่าง ๆ ทั่วร่างกาย”

5.1.2 ครูถามคำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยมีแนวคำถาม ดังนี้

- สารในร่างกายลำเลียงไปยังเซลล์ต่าง ๆ ทั่วร่างกายได้อย่างไร

(แนวตอบ: อาศัยระบบหมุนเวียนเลือด โดยสารอาหารหลังการย่อย แร่ธาตุ ฮอรโมน เอนไซม์ และของเสียต่าง ๆ จะถูกลำเลียงไปยังอวัยวะเป้าหมายผ่านน้ำเลือด ส่วนแก๊สออกซิเจนถูกลำเลียงไปยังเซลล์ทั่วร่างกายโดยเข้าจับกับเซลล์เม็ดเลือดแดง (Red blood cell))

5.1.3 ครูให้นักเรียนร่วมกันเล่นเกมสตอบปัญหาเกี่ยวกับระบบน้ำเหลือง โดยใช้ Application Kahoot!



5.2 ขั้นสำรวจและค้นคว้า (Exploration)

5.2.1 ครูอธิบายให้นักเรียนฟังว่า “ระบบน้ำเหลืองเป็นระบบลำเลียงสารต่าง ๆ กลับเข้าสู่หลอดเลือด และทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย”

5.2.2 ครูให้นักเรียนศึกษาาระบบน้ำเหลือง ซึ่งประกอบด้วยน้ำเหลือง หลอดน้ำเหลือง และอวัยวะน้ำเหลือง และศึกษาการไหลเวียนของน้ำเหลือง จากหนังสือเรียนชีววิทยา ม.4 เล่ม 2 และสไลด์สอนเรื่อง ระบบน้ำเหลือง

5.2.3 ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนในห้อง จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคู่จับสลากอวัยวะน้ำเหลือง โดยมีหัวข้อ ดังนี้

- ต่อมทอนซิล (Tonsil gland)
- ต่อมไทมัส (Thymus gland)
- ม้าม (Spleen)
- ต่อม้ำน้ำเหลือง (Lymph node)

จากนั้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้าง และการทำงานในระบบภูมิคุ้มกันของอวัยวะน้ำเหลืองที่จับสลากได้เขียนลงในกระดาษ A4 หรือกระดาษรายงาน นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต หรือหนังสือเรียนชีววิทยา ม.4 เล่ม 2 และ Power Point สอนเรื่อง ระบบน้ำเหลือง

5.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

5.3.1 ครูสุ่มเลือกนักเรียน 4 คู่ (สุ่มโดยการจับสลาก) แล้วให้นักเรียนที่ครูจับสลากได้ออกมาอธิบายโครงสร้าง และการทำงานในระบบภูมิคุ้มกันของอวัยวะน้ำเหลือง โดยมีครู และนักเรียนคนอื่น ๆ คอยตรวจคำตอบ และเพิ่มเติมคำตอบให้สมบูรณ์

5.3.2 ครู และนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับระบบน้ำเหลือง โดยมีประเด็นดังต่อไปนี้ “ระบบน้ำเหลืองซึ่งเป็นของเหลวที่ซึมผ่านผนังหลอดเลือดฝอยมาอยู่รอบ ๆ เซลล์ มีองค์ประกอบคล้ายพลาสมา (Plasma) (แต่มีโปรตีนโมเลกุลเล็ก) ทำหน้าที่เป็นตัวกลางแลกเปลี่ยนสารระหว่างหลอดเลือดฝอยกับเซลล์น้ำเหลือง (Lymph) ไหลไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกายผ่านหลอดน้ำเหลือง ซึ่งมีลิ้นกั้นป้องกันการไหลย้อนกลับคล้ายกับหลอดเลือดดำ (Vein) โดยน้ำเหลืองมีการไหลเข้าสู่หัวใจทางเดียว โดยลำเลียงเข้าทางหลอดน้ำเหลืองทางด้านขวาของลำตัว (Right Lymphatic duct) และหลอดทอราซิก (Thoracic duct) และเมื่อออกจากหัวใจจะถูกส่งไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกายพร้อมกับเลือดผ่านระบบหมุนเวียนเลือด นอกจากนั้น ส่วนต่าง ๆ ของร่างกายยังมีอวัยวะน้ำเหลือง ได้แก่ ต่อมทอนซิล (Tonsil gland) ต่อมไทมัส (Thymus gland) ม้าม (Spleen) และต่อมน้ำเหลือง (Lymph node) ซึ่งมีบทบาทเกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย”

5.3.3 ครูสรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับระบบน้ำเหลือง “ระบบน้ำเหลือง เป็นระบบไหลเวียนของน้ำเหลืองซึ่งเกี่ยวข้องกับการสร้างภูมิคุ้มกันของร่างกาย โครงสร้างของระบบน้ำเหลืองประกอบด้วยน้ำเหลือง ท่อน้ำเหลือง หรือหลอดน้ำเหลือง และอวัยวะน้ำเหลือง ระบบน้ำเหลืองต่างจากระบบหมุนเวียนเลือด คือ ไม่มีอวัยวะสูบลัดต่าง ๆ แต่น้ำเหลืองสามารถลำเลียงไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้ โดยการหดตัวของกล้ามเนื้อเรียบบริเวณหลอดน้ำเหลือง”

5.4 ขยายความรู้ (Elaboration)

5.4.1 ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 5 เรื่อง ระบบน้ำเหลือง

5.4.2 ครูให้สถานการณ์การเรียนรู้กับนักเรียนในกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยครูให้สถานการณ์ปัญหากับนักเรียนเพื่อนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมมาแก้ปัญหาในอนาคต ซึ่งเป็นไปตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสติศึกษา ในช่วงนี้เป็นการศึกษา และสืบค้นข้อมูลเพื่อแก้ปัญหา โดยครูให้สถานการณ์ ดังนี้

เด็กชาย B ได้ไปเที่ยวงานดอกไม้ในงานชาติกับพ่อแม่ และน้องสาว ในขณะที่เขาเดินชมดอกไม้สีสันสดใสมากมายหลากหลายพันธุ์อยู่นั้น เด็กชาย B หันไปเห็นน้องสาวของเขาไปดมดอกไม้ชนิดหนึ่ง แล้วน้องสาวของเขาได้มีอาการคัดจมูกและจามในทันที จากนั้นไม่นานเขาได้สังเกตเห็นน้องสาวมีอาการน้ำมูกไหล หายใจไม่สะดวก เหนื่อยหอบ และมีการบวมแดงบริเวณข้างลำคอทั้ง 2 ข้าง หลังจากนั้นพ่อและแม่ของเด็กชาย B เห็นอาการไม่ดีจึงไปหยาบยาพ่นในรถมาทำการพ่นให้น้องสาวของเด็กชาย B อาการจึงดีขึ้น หากนักเรียนเป็นเด็กชาย B นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าอาการน้องสาวเกิดจากสาเหตุใด ทำไมจึงมีอาการเช่นนั้น

5.4.3 ครูให้นักเรียนศึกษาวิธีการคิดแก้ปัญหา แล้วเขียนนำเสนอวิธีการจากสถานการณ์ข้างต้น (สามารถระบุได้มากกว่า 1 วิธี)

5.4.4 ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต และแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อรวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อมาทำความเข้าใจกับปัญหา โดยให้นักเรียนทำใบงานที่ครูแจก

5.5 ประเมิน (Evaluation)

5.5.1 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามในสิ่งที่ยังไม่เข้าใจ

5.5.2 ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบที่ 5 เรื่อง ระบบน้ำเหลือง 3 ข้อ เพื่อประเมินผลการเรียนรู้ (ทำรายบุคคล)

5.5.3 ครู และนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบ ครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมในข้อที่นักเรียน

ทำผิด

5.5.4 ครูชมเชยนักเรียนที่ทำคะแนนได้ดี และให้กำลังใจสำหรับนักเรียนที่คะแนน
ยังไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

6. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผล	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านพุทธิพิสัย (K) 1. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะ และหน้าที่ของน้ำเหลือง หลอดน้ำเหลือง และอธิบายความสัมพันธ์ของระบบน้ำเหลือง และระบบหมุนเวียนเลือดได้ (K)	การทดสอบ	แบบทดสอบ	ตอบคำถามถูกร้อยละ 60 ขึ้นไป
ด้านทักษะพิสัย (P) 1. นักเรียนสามารถอธิบาย และจัดกระทำข้อมูลเกี่ยวกับระบบน้ำเหลืองได้ (P)	ตรวจใบงาน	ใบงาน	ระดับดีขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

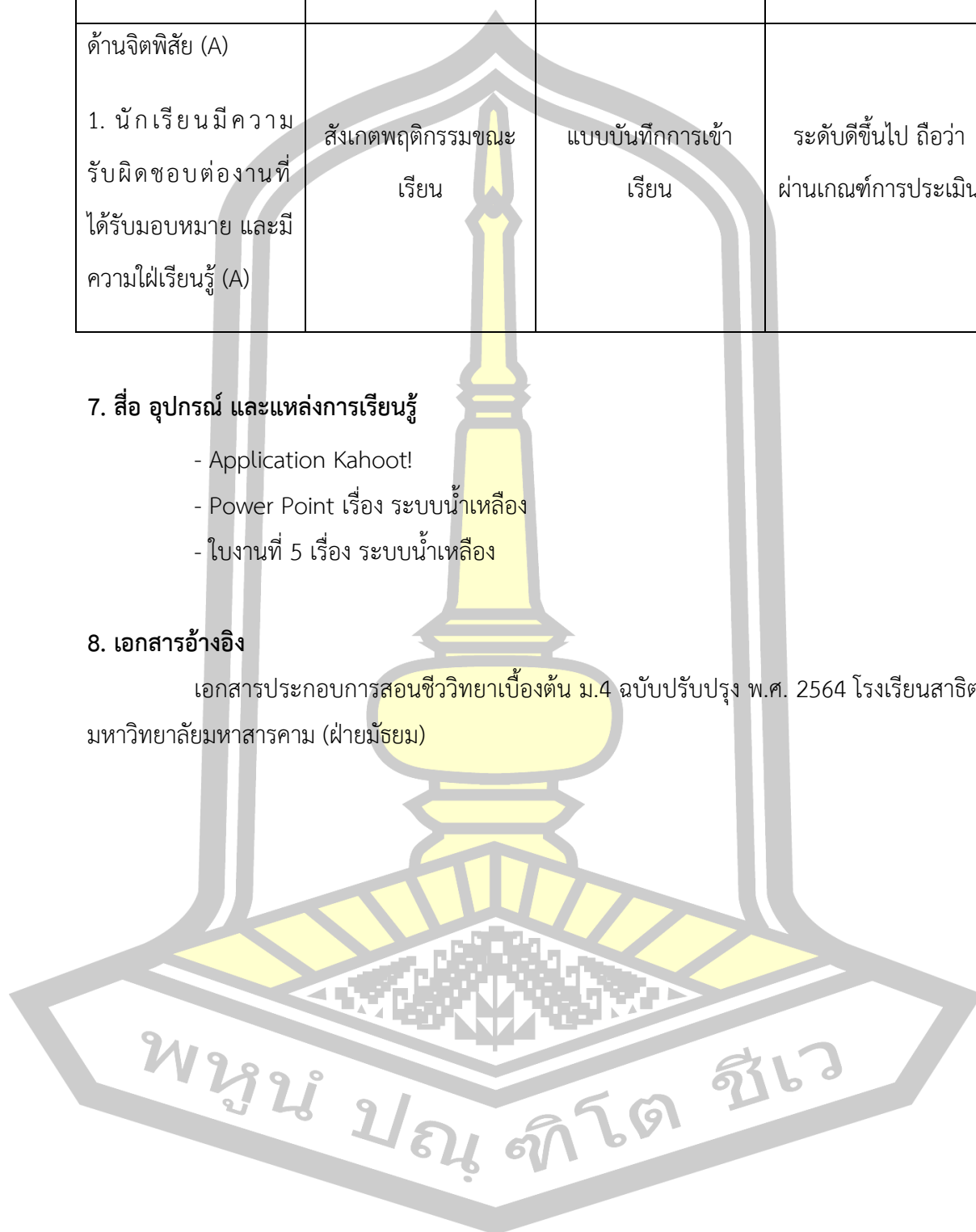
จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผล	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านจิตพิสัย (A) 1. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย และมีความใฝ่เรียนรู้ (A)	สังเกตพฤติกรรมขณะเรียน	แบบบันทึกการเข้าเรียน	ระดับดีขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

7. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้

- Application Kahoot!
- Power Point เรื่อง ระบบน้ำเหลือง
- ใบงานที่ 5 เรื่อง ระบบน้ำเหลือง

8. เอกสารอ้างอิง

เอกสารประกอบการสอนชีววิทยาเบื้องต้น ม.4 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2564 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม)



9.บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหาและอุปสรรค

แนวทางแก้ไข

ลงชื่อ.....

ผู้สอน

(นายศานตวัฒน์ นารีส)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

พหุ ประถมศึกษา

ความคิดเห็นจากครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(ดร.วุฒิสักดิ์ บุญแน่น)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็นของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางทิพวรรณ พิล่า)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็นของรองผู้อำนวยการ/ฝ่ายวิชาการ

☐ อนุมัติ สามารถใช้สอนได้

☐ ไม่อนุมัติ

เนื่องจาก.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางวันวิสา ประมวล)

ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบงานที่ 5

เรื่อง ระบบน้ำเหลือง

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

คำชี้แจง : จงตอบคำถามเกี่ยวกับระบบน้ำเหลืองต่อไปนี้

1. น้ำเหลืองมีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างจากน้ำเลือดอย่างไร

.....

2. หลอดน้ำเหลืองมีลักษณะคล้ายหลอดเลือดประเภทใด เพราะเหตุใด

.....

3. อวัยวะน้ำเหลืองในร่างกายมีอวัยวะใดบ้าง และเกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันอย่างไร

.....

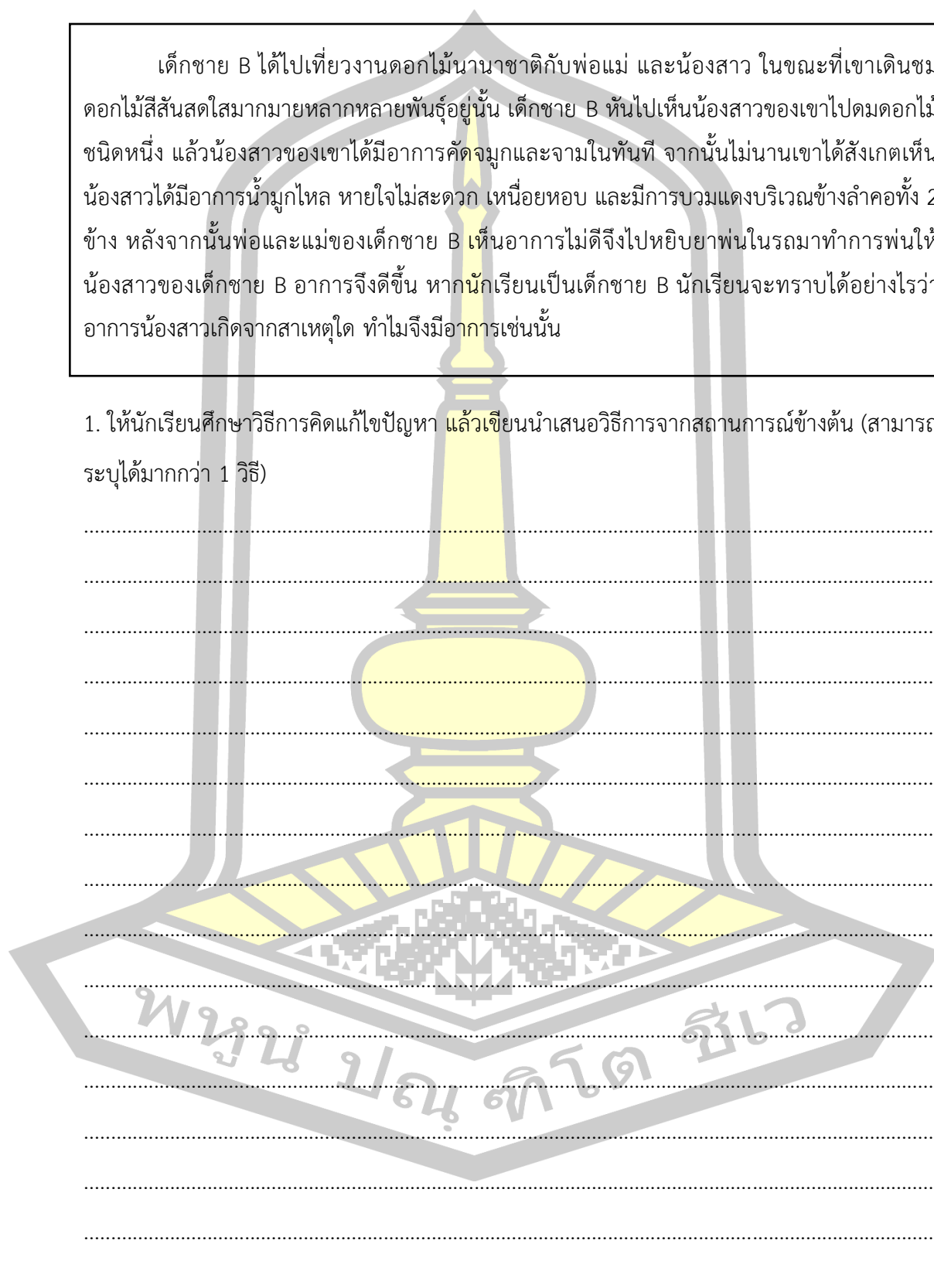
4. ระบบน้ำเหลืองมีการหมุนเวียนในร่างกายอย่างไร

.....

คำถามชวนคิด

เด็กชาย B ได้ไปเที่ยวงานดอกไม้มานานาชาติกับพ่อแม่ และน้องสาว ในขณะที่เขาเดินชมดอกไม้สีสันสดใสมากมายหลากหลายพันธุ์อยู่นั้น เด็กชาย B เห็นน้องสาวของเขาไปดมดอกไม้ชนิดหนึ่ง แล้วน้องสาวของเขาได้มีอาการคัดจมูกและจามในทันที จากนั้นไม่นานเขาได้สังเกตเห็นน้องสาวได้มีอาการน้ำมูกไหล หายใจไม่สะดวก เหนื่อยหอบ และมีการบวมแดงบริเวณข้างลำคอทั้ง 2 ข้าง หลังจากนั้นพ่อและแม่ของเด็กชาย B เห็นอาการไม่ดีจึงไปหียาพ่นในรพมาทำการพ่นให้น้องสาวของเด็กชาย B อาการจึงดีขึ้น หากนักเรียนเป็นเด็กชาย B นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าอาการน้องสาวเกิดจากสาเหตุใด ทำไมจึงมีอาการเช่นนั้น

1. ให้นักเรียนศึกษาวิธีการคิดแก้ไขปัญหา แล้วเขียนนำเสนอวิธีการจากสถานการณ์ข้างต้น (สามารถระบุได้มากกว่า 1 วิธี)



พจน ปลูก สักโต ชีเว

แบบประเมินใบงานที่ 5

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินจากใบงานที่ 5 ของผู้เรียน โดยให้ระดับคะแนนลงในตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน

เลขที่	ชื่อ-สกุล	แหล่งข้อมูลที่น่ามา	การจัดกระทำข้อมูล	การนำเสนอข้อมูล	รวม คะแนน	เกณฑ์การประเมิน	
						ผ่าน	ไม่ผ่าน
1							
2							
3							
4							
5							

เกณฑ์การประเมิน

0 - 3 = พอใช้

4 - 6 = ปานกลาง

7 - 9 = ดี

คะแนนตั้งแต่ 7 - 9 = ผ่าน

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินใบงาน

รายการประเมิน	คุณภาพ			
	3	2	1	0
แหล่งข้อมูลที่นำมา	นำข้อมูลมาจากหลายแหล่ง เช่น จากการสังเกต การวัด การทดลอง และอื่น ๆ และนำมาแหล่งละหลายรายการ	นำข้อมูลมาจากหลายแหล่ง เช่น จากการสังเกต การวัด การทดลอง และอื่น ๆ แต่นำมาแหล่งละน้อยรายการ	นำข้อมูลมาจากน้อยแหล่ง และนำมาแหล่งละหลายรายการ	นำข้อมูลมาจากน้อยแหล่ง และนำมาน้อยรายการ
การจัดกระทำข้อมูล	จัดกระทำข้อมูลโดยการเรียงลำดับเหตุการณ์ หาวิธีการ หรือคิดแก้ไขสถานการณ์ได้ และตรงประเด็นทุกครั้ง	จัดกระทำข้อมูลโดยการเรียงลำดับเหตุการณ์ หาวิธีการ หรือคิดแก้ไขสถานการณ์ได้ และตรงประเด็นบ่อยครั้ง	จัดกระทำข้อมูลโดยการเรียงลำดับเหตุการณ์ หาวิธีการ หรือคิดแก้ไขสถานการณ์ได้ และตรงประเด็นบางครั้ง	จัดกระทำข้อมูลโดยการเรียงลำดับเหตุการณ์ หาวิธีการ หรือคิดแก้ไขสถานการณ์ไม่ชัดเจน และไม่ตรงประเด็น
การนำเสนอข้อมูล	อธิบายเหตุผลในการเลือกการนำเสนอได้อย่างชัดเจน และตรงประเด็นทุกครั้ง	อธิบายเหตุผลในการเลือกการนำเสนอได้อย่างชัดเจน และตรงประเด็นบ่อยครั้ง	อธิบายเหตุผลในการเลือกการนำเสนอได้อย่างชัดเจน และตรงประเด็นบางครั้ง	อธิบายเหตุผลในการเลือกการนำเสนอไม่ชัดเจน และไม่ตรงประเด็น

เกณฑ์การให้คะแนน

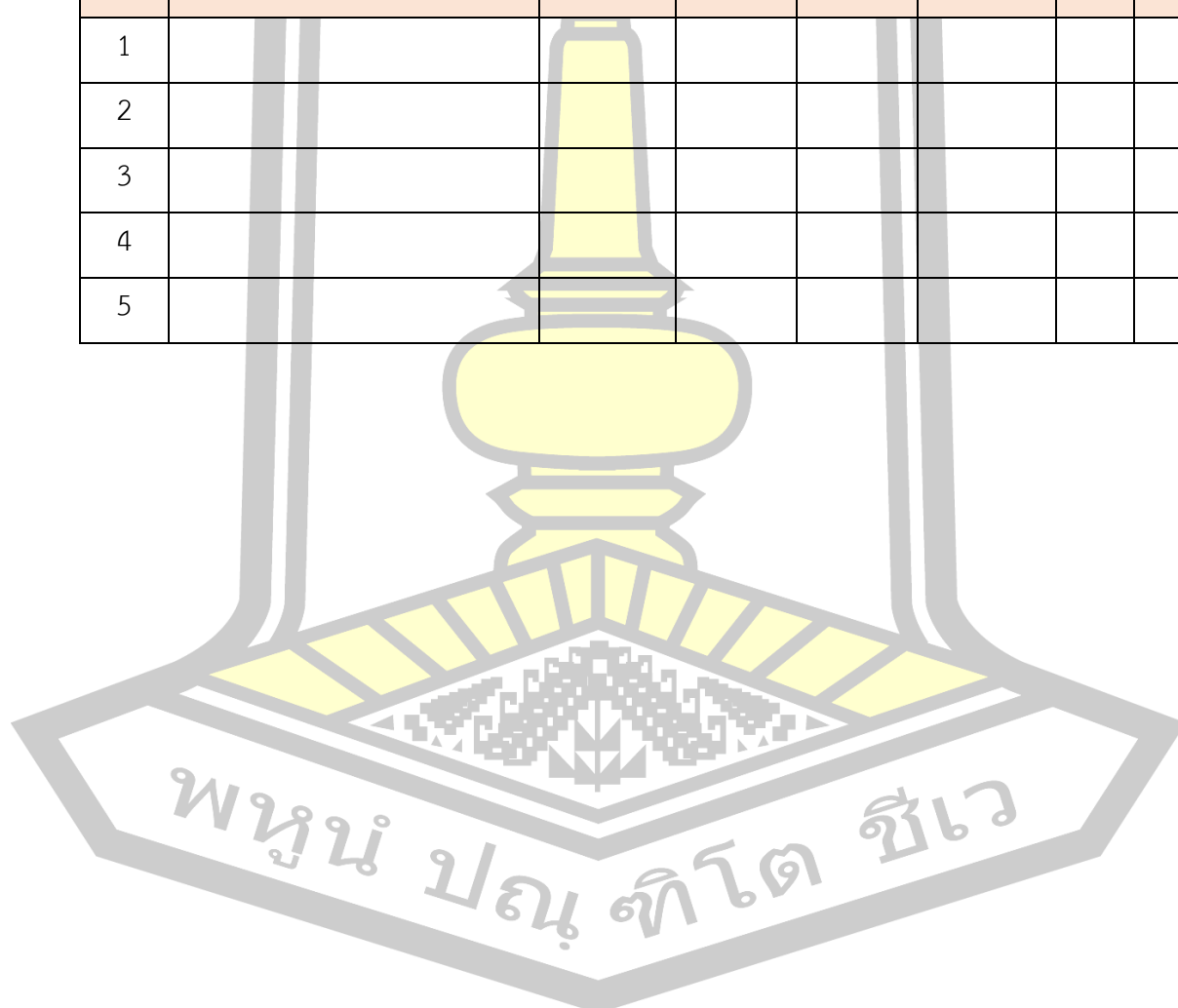
- 3 คะแนน = ดี
- 2 คะแนน = ปานกลาง
- 1 คะแนน = พอใช้
- 0 คะแนน = ควรปรับปรุง

แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในขณะปฏิบัติกิจกรรมโดยให้ระดับ

คะแนนลงในตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน

เลขที่	ชื่อ-สกุล	การทำงานร่วมกับผู้อื่นและ การช่วยเหลือผู้อื่น	การฟังความคิดเห็นและ การแสดงความคิดเห็น	รับผิดชอบในงานที่ได้รับ มอบหมาย	รวม (คะแนน)	การประเมิน	
						ผ่าน	ไม่ผ่าน
1							
2							
3							
4							
5							



แบบทดสอบที่ 5

หน่วยการเรียนรู้พื้นฐานชีววิทยา
เทคโนโลยีเรื่อง ระบบน้ำเหลือง
เวลา 10 นาที

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ภาคเรียนที่ 2/2566

ด้านพุทธิพิสัย (K) นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะ และหน้าที่ของน้ำเหลือง หลอดน้ำเหลือง และอธิบายความสัมพันธ์ของระบบน้ำเหลือง และระบบหมุนเวียนเลือดได้

คำชี้แจง : แบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 3 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน

1. อวัยวะน้ำเหลือง (lymphatic organ) มีลักษณะคล้ายกับต่อมน้ำเหลือง (lymph node) อวัยวะในข้อใดเป็นอวัยวะน้ำเหลือง

- ก. Spleen
- ข. Tonsil glands
- ค. Thymus gland
- ง. ถูกทุกข้อ

2. น้ำเหลือง (lymph) และพลาสมา (plasma) มีลักษณะคล้ายกันอย่างไร

- ก. มีอัลบูมิน และสารที่มีขนาดอนุภาคเล็ก ๆ เป็นส่วนประกอบ
- ข. มีโปรตีนขนาดใหญ่เป็นส่วนประกอบที่สำคัญ
- ค. มีเซลล์เม็ดเลือดขาวเป็นส่วนประกอบ
- ง. ไม่มีไฟบริโนเจนเป็นส่วนประกอบ

3. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่หน้าที่ของระบบน้ำเหลือง (lymphocyte system)

- ก. ลำเลียงสารอาหารจำพวกไขมัน
- ข. ควบคุมการไหลเวียนเลือด
- ค. ผลิตเซลล์เม็ดเลือดขาว
- ง. กำจัดเชื้อโรค

แบบประเมินแบบทดสอบ

เรื่อง ระบบน้ำเหลือง

คำชี้แจง: ให้ผู้สอนประเมินจากแบบทดสอบของผู้เรียน โดยให้ระดับคะแนนลงในตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน

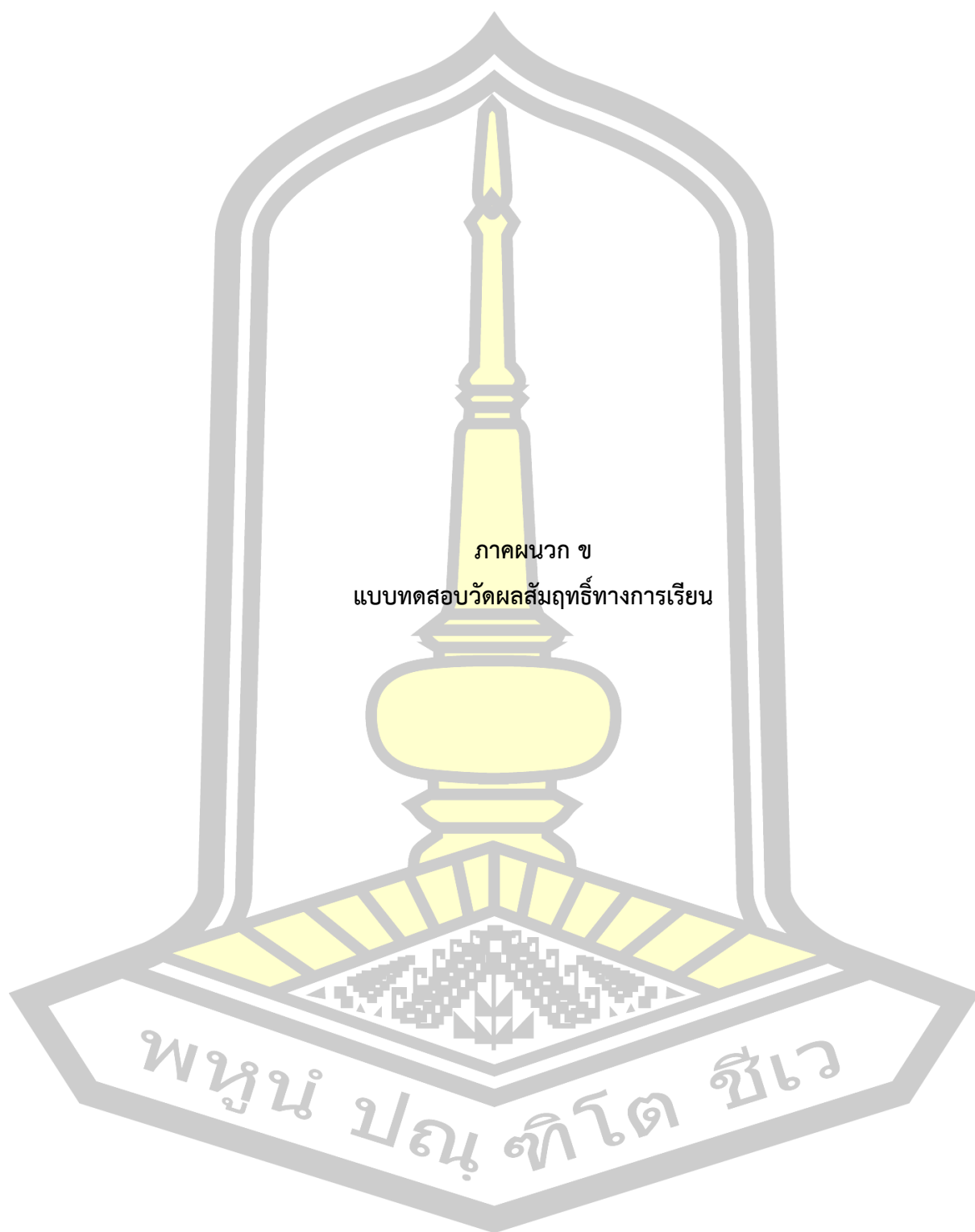
เลขที่	ชื่อ-สกุล	รวมคะแนน	การประเมิน	
			ผ่าน	ไม่ผ่าน
1				
2				
3				
4				
5				

เกณฑ์การประเมินแบบทดสอบ

เรื่อง ระบบน้ำเหลือง

ข้อเฉลย	คะแนน	
	ตอบถูก	ตอบผิด
1. ง.	1	0
2. ก.	1	0
3. ข.	1	0

ผ่านเกณฑ์ คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ได้คะแนนตั้งแต่ 2 คะแนน ขึ้นไป



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดที่ 1

เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์ หัวใจ หลอดเลือด และเลือด

คำชี้แจง: ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. สัตว์ชนิดใดมีระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิด

- | | |
|-----------|----------------|
| ก. หมึก | ข. ผีเสื้อ |
| ค. จิ้งจก | ง. ไส้เดือนดิน |

2. ข้อใดคือลักษณะของระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิด

- ก. เลือดจะไม่ไหลผ่านหัวใจเลย
- ข. พบในสัตว์จำพวกสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม
- ค. มีการไหลเวียนของเลือดออกนอกหลอดเลือด
- ง. พบเฉพาะในสัตว์ใหญ่เท่านั้น

3. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับระบบหมุนเวียนเลือด

- ก. สัตว์ที่มีเลือดสีฟ้าเนื่องจากมีสารเฮโมโกลบินอยู่
- ข. ไส้เดือนดินเป็นสัตว์พวกแรกที่มีระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด
- ค. สัตว์ในไฟลัมมอลลัสกาทุกชนิดมีระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด
- ง. จระเข้เป็นสัตว์เลื้อยคลานเพียงชนิดเดียวที่มีหัวใจ 4 ห้องไม่สมบูรณ์

4. ลิ้นหัวใจใดกั้นระหว่างหัวใจห้องบนซ้ายและล่างซ้ายคือข้อใด

- | | |
|------------------|---------------------------|
| ก. ลิ้นไมทรัล | ข. ลิ้นไคส์ปิด |
| ค. ลิ้นไตรคัสปิด | ง. ลิ้นเออ์ตริกเคมีลูนาร์ |

5. ถ้าลิ้นหัวใจที่กั้นระหว่างห้องบนซ้ายและล่างซ้ายถูกทำลายลงจะเกิดผลอย่างไร

ก. เลือดในร่างกายจะมี CO2 เพิ่มขึ้น

ข. เลือดในร่างกายจะมีความดันลดลง

ค. เลือดในร่างกายจะมีปริมาณลดลง

ง. เลือดที่ปอดจะมีปริมาณเพิ่มขึ้น

6. หัวใจห้องใดมีผนังหนาที่สุดเพราะเหตุใด

ก. ห้องบนซ้าย : รับเลือดที่มีปริมาณ O2 สูง

ข. ห้องบนซ้าย : รับเลือดที่ผ่านการพอกจากปอด

ค. ห้องบนขวา : รับเลือดจากส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

ง. ห้องล่างซ้าย : ต้องสูบฉีดเลือดที่มีปริมาณ O2 สูง ไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

7. หัวใจทำหน้าที่เสมือนอุปกรณ์ใด

ก. ปั๊มน้ำ

ข. เครื่องพอกอากาศ

ค. คอมพิวเตอร์

ง. เครื่องสูบน้ำ

8. เลือดดำจากร่างกายจะไหลเข้าสู่หัวใจห้องใด

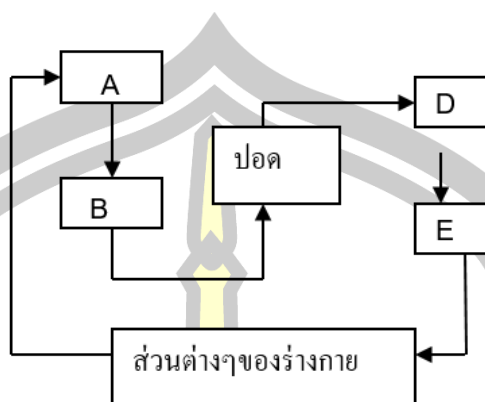
ก. ห้องบนขวา

ข. ห้องล่างขวา

ค. ห้องบนซ้าย

ง. ห้องล่างซ้าย

พิจารณาแผนภาพระบบหมุนเวียนโลหิต และตอบคำถาม 9. – 10.



9. จากข้อความต่อไปนี้

1. A คือ หัวใจห้องล่างซ้าย
2. D คือ หัวใจห้องบนซ้าย
3. เมื่อหัวใจบีบตัวเลือดจะไหลจาก B ไปยังปอดและเลือดจะไหลจาก E ไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย
4. เลือดที่ไหลจาก A ไปยัง B จะมีสีคล้ำ

ข้อความใดต่อไปนี้กล่าวถูกต้อง

- | | |
|------------|--------------|
| ก. 1, 2, 3 | ข. 1, 2, 4 |
| ค. 2, 3, 4 | ง. ถูกทุกข้อ |

10. เมื่อหัวใจคลายตัวจะเกิดอะไรขึ้น

1. A -> B
2. B -> ปอด
3. D -> E
4. E -> ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

ข้อความใดต่อไปนี้กล่าวถูกต้อง

ก. 1, 2

ข. 1, 3

ค. 2, 3

ง. 2, 4

11. เส้นเลือดชนิดใดที่ใช้ในการวัดชีพจร

ก. artery

ข. Vein

ค. capillary

ง. วัดได้ทุกเส้น

12. ข้อใดไม่ใช่หน้าที่ของพลาสมาในระบบหมุนเวียนเลือด

ก. ทำให้เกิดความดันเลือด

ข. เป็นตัวทำละลายสารต่าง ๆ ในเลือด

ค. ขนส่งแก๊สออกซิเจนไปยังเซลล์ทั่วร่างกาย

ง. รักษาคุณภาพของกรด - เบส และอุณหภูมิ

13. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. หมู่เลือด O มีแอนติเจน A และ B แต่ไม่มี แอนติบอดี

ข. หมู่เลือด AB เป็นหมู่เลือดที่ไม่มีแอนติเจน จึงรับ เลือดได้จากเลือดทุกหมู่

ค. การตั้งครรภ์ครั้งแรก หากมีทารกแอนติเจน Rh แตกต่างจากของมารดาจะทำให้ทารกเสียชีวิต

ง. การตั้งครรภ์ครั้งที่ 2 หากทารกมีแอนติเจน Rh แตกต่างจากของมารดาจะทำให้ทารกเสียชีวิต

14. เม็ดเลือดขาวที่มีขนาดใหญ่ที่สุดคือข้อใด

ก. lymphocyte

ข. Basophil

ค. eosinophil

ง. Monocyte

15. ลักษณะสำคัญของเม็ดเลือดแดงคือข้อใด

- ก. สร้างจากตับ ไม่มีนิวเคลียส ไม่มีไมโทคอนเดรีย
- ข. สร้างจากตับ ไม่มีนิวเคลียส มีไมโทคอนเดรีย
- ค. สร้างจากไขกระดูก ไม่มีนิวเคลียส มีไมโทคอนเดรีย
- ง. สร้างจากไขกระดูก ไม่มีนิวเคลียส ไม่มีไมโทคอนเดรีย



เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดที่ 1

เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์ หัวใจ หลอดเลือด และเลือด

ข้อ	ก	ข	ค	ง
	A	B	C	D
1		X		
2			X	
3		X		
4			X	
5		X		
6				X
7	X			
8	X			
9			X	
10		X		
11	X			
12			X	
13		X		
14				X
15				X

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดที่ 2

เรื่อง ระบบน้ำเหลือง ระบบภูมิคุ้มกัน ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน

และการรักษาคุณภาพของร่างกาย

คำชี้แจง: ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดคือหน้าที่หลักของระบบน้ำเหลือง

- ก. ขับถ่ายของเสียจากร่างกาย
- ข. ส่งออกสารประกอบออกมาจากเซลล์
- ค. ประกอบไปด้วยเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ
- ง. ควบคุมการหายใจและการทำงานของหัวใจ

2. อวัยวะใดเป็นส่วนหนึ่งของ lymphatic system

- ก. Heart ข. Liver
- ค. Spleen ง. Stomach

3. การเกิดเนื้องอกใน lymphatic system เรียกว่าอะไร

- ก. Melanoma ข. Sarcoma
- ค. Leukemia ง. Lymphoma

4. เซลล์เม็ดเลือดขาวประเภทใดมีหน้าที่รักษาสมดุลและปกป้องร่างกายจากการติดเชื้อ

- ก. Neutrophils ข. Eosinophils
- ค. Basophils ง. Monocytes

5. เซลล์ใดเป็นผู้ปฏิบัติหน้าที่ในการสกัด และกำจัดสารที่เป็นสิ่งแปลกปลอมต่าง ๆ ในระบบน้ำเหลือง

ก. เซลล์เม็ดเลือดแดง

ข. เซลล์เม็ดเลือดขาว

ค. เซลล์ประสาท

ง. เซลล์สมอง

6. ส่วนประกอบหลักของ Immune system คืออะไร

ก. Enzymes

ข. Hormones

ค. Antibodies

ง. Microbes

7. อาการปวดเมื่อยของร่างกายที่เกิดขึ้นเมื่อภายในร่างกายมีการต่อสู้กับเชื้อโรคเรียกว่าอะไร

ก. Malaise

ข. Lethargy

ค. Insomnia

ง. Drowsiness

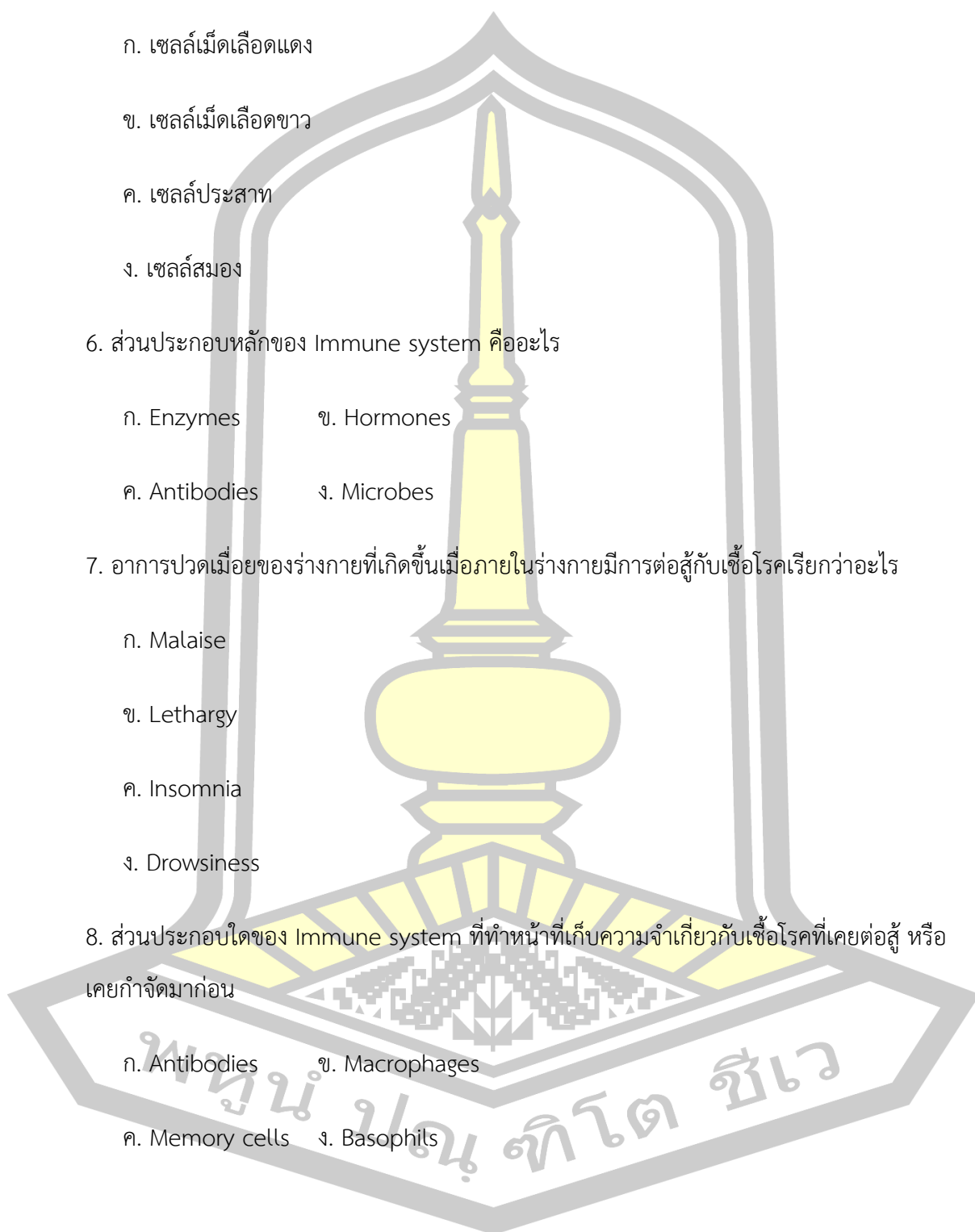
8. ส่วนประกอบใดของ Immune system ที่ทำหน้าที่เก็บความจำเกี่ยวกับเชื้อโรคที่เคยต่อสู้ หรือ เคยกำจัดมาก่อน

ก. Antibodies

ข. Macrophages

ค. Memory cells

ง. Basophils



9. โรคในข้อใดเกิดจากการติดเชื้อไวรัส HIV และเข้าไปทำลายระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย

ก. Tuberculosis ข. Hepatitis B

ค. Mumps ง. AIDS

10. โรคที่เกิดจากการติดเชื้อเชื้อราและเกิดผื่นขึ้นบริเวณร่างกายเรียกว่าอะไร

ก. ตับอักเสบบ ข. วัณโรค

ค. โรคสะเก็ดเงิน ง. ไข้หวัด

11. โรคไข้เลือดออกเป็นโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัสที่ติดต่อโดยยุงลาย มีลักษณะเป็นไข้สูงและมีลักษณะเป็นตุ่มเล็ก ๆ บนผิวหนัง โรคนี้มีชื่อเรียกทั่วไปว่าอะไร

ก. Mumps ข. Influenza

ค. Tuberculosis ง. Dengue fever

12. ภาวะที่เกิดขึ้นเมื่อระบบภูมิคุ้มกันไม่สามารถป้องกันเชื้อโรคจากด้านในของร่างกายได้ ทำให้เกิดการติดเชื้อในอวัยวะและเนื้อเยื่อต่าง ๆ เรียกว่าภาวะอะไร

ก. ภาวะภูมิแพ้ ข. ภาวะภูมิคุ้มกันต่ำ

ค. ภาวะอัมพฤกษ์ ง. ภาวะอัมพาต

13. การรักษาสมดุลของร่างกายส่วนใหญ่เป็นผลมาจากการปรับพฤติกรรมทางใด

ก. Physical activity (กิจกรรมทางกาย)

ข. Eating habits (พฤติกรรมการกิน)

ค. Sleep patterns (รูปแบบการนอน)

ง. Breathing rate (อัตราการหายใจ)

14. อวัยวะใดในร่างกายมีบทบาทในการควบคุมปริมาณน้ำในร่างกาย

ก. Liver

ข. Kidneys

ค. Heart

ง. Stomach

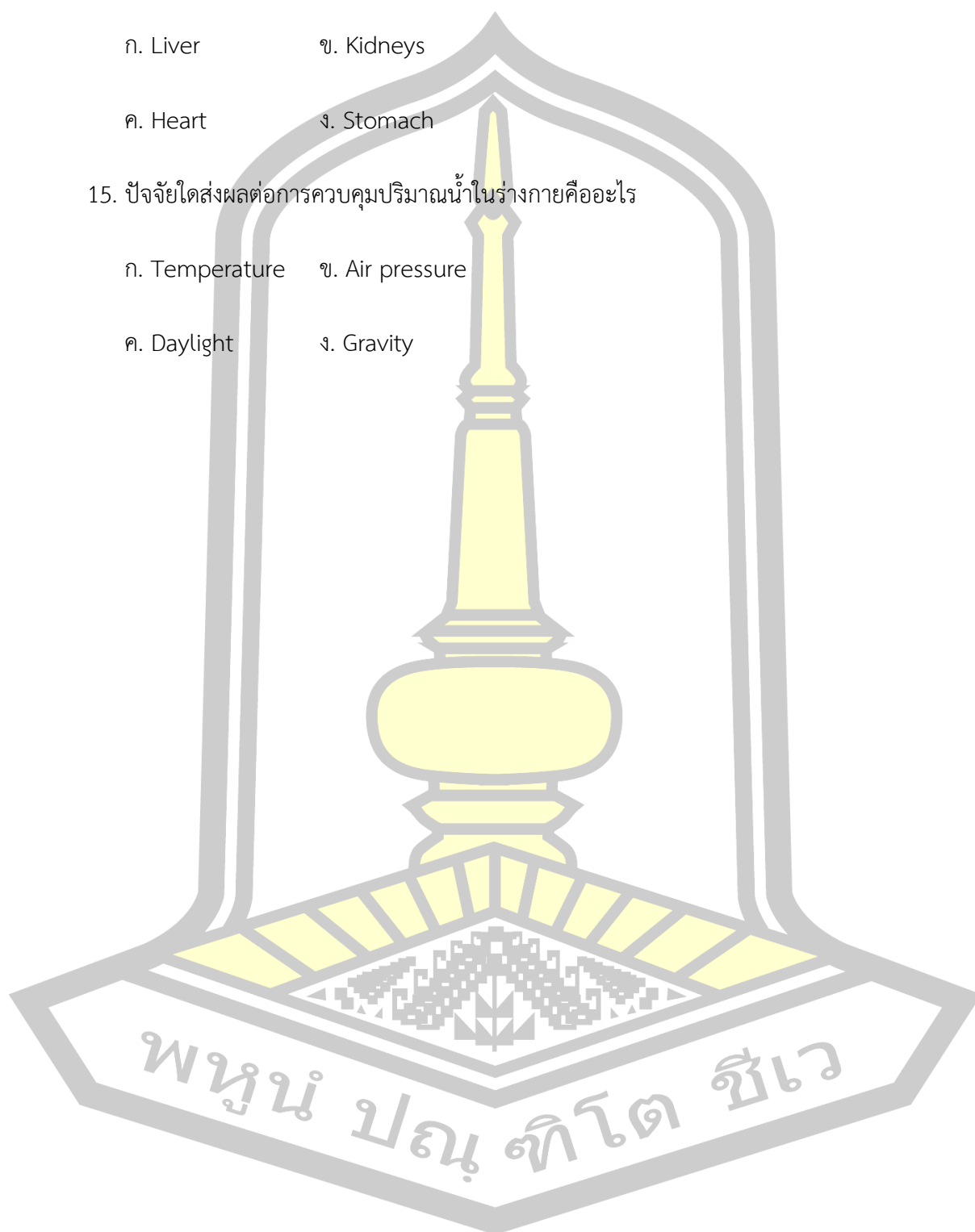
15. ปัจจัยใดส่งผลต่อการควบคุมปริมาณน้ำในร่างกายคืออะไร

ก. Temperature

ข. Air pressure

ค. Daylight

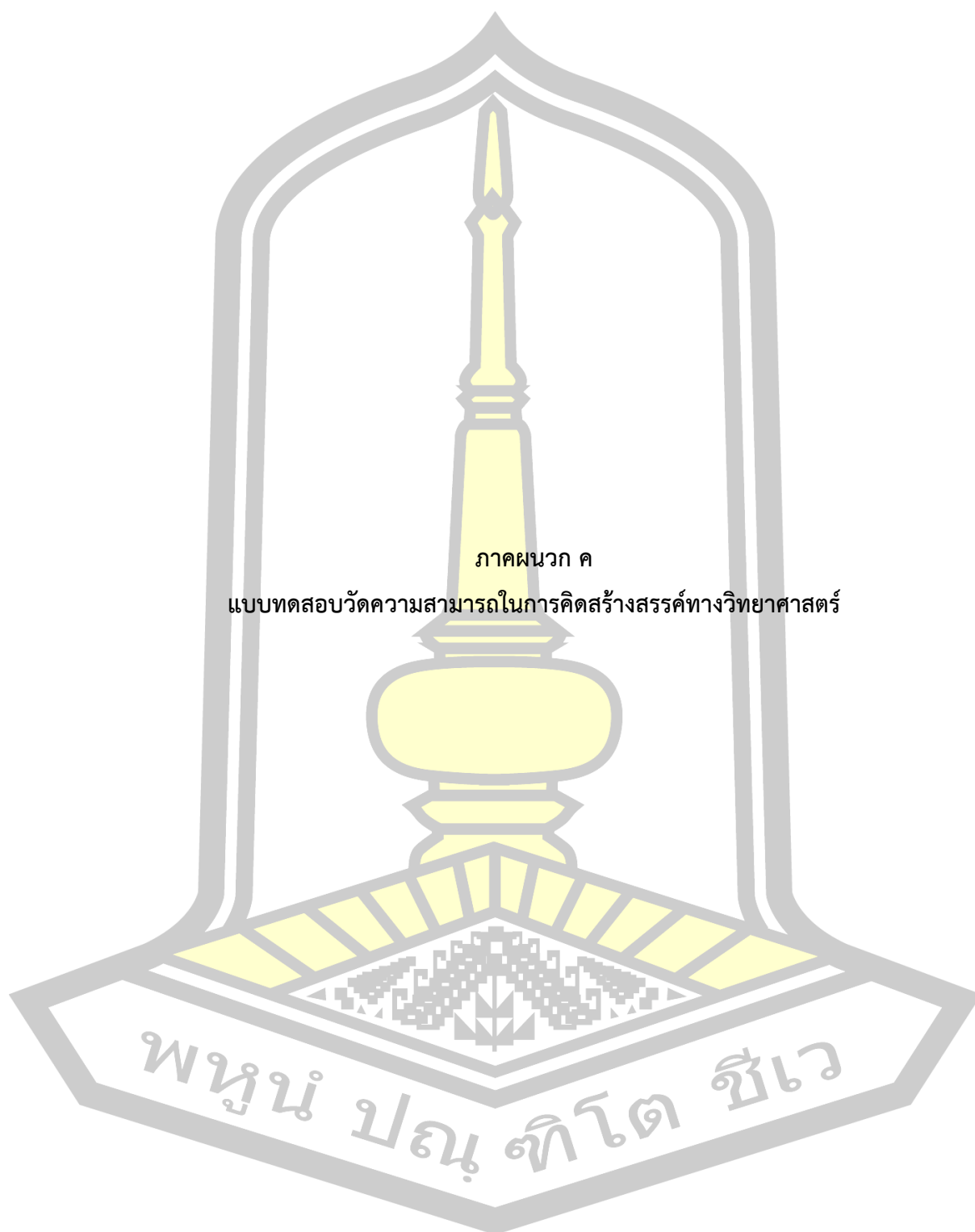
ง. Gravity



เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดที่ 2

เรื่อง ระบบน้ำเหลือง ระบบภูมิคุ้มกัน ความผิดปกติของภูมิคุ้มกัน และการรักษาดูแลสุขภาพร่างกาย

ข้อ	ก	ข	ค	ง
	A	B	C	D
1	X			
2			X	
3				X
4	X			
5		X		
6			X	
7	X			
8			X	
9				X
10			X	
11				X
12		X		
13	X			
14		X		
15	X			



ภาคผนวก ค

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์

คำสั่ง ให้นักเรียนเขียนอธิบายคำตอบของนักเรียนให้ได้มากที่สุด แบบทดสอบไม่มีผลต่อรายวิชาชีววิทยา และแบบทดสอบไม่มีคำตอบที่ผิด ดังนั้นให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดของนักเรียนได้อย่างอิสระ

1. ถ้าหากนักเรียนต้องการเลี้ยงปลาที่บ้านหลังจากที่นักเรียนซื้อปลามาจากฟาร์มปลา เพื่อไม่ให้ปลาน้ำจืดแล้วเสียชีวิต นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไร ให้นักเรียนอธิบายวิธีการ และนำเสนอแนวคิดของนักเรียน

ตอบ 1.....
 เหตุผล.....
 2.....
 เหตุผล.....
 3.....
 เหตุผล.....
 อื่นๆ.....

2. ถ้าหากคุณครูให้นักเรียนสร้างแบบจำลองระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์แบบปิด และระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์แบบเปิด เพื่อนำมาใช้ในการเรียนการสอน นักเรียนจะมีวิธีการสร้างแบบจำลองอย่างไร โดยให้นักเรียนใช้อุปกรณ์ที่ประหยัดงบประมาณ ให้นักเรียนอธิบายวิธีการ และนำเสนอแนวคิดของนักเรียน

ตอบ 1.....
 เหตุผล.....
 2.....
 เหตุผล.....
 3.....
 เหตุผล.....
 อื่นๆ.....

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน

คำสั่ง ให้นักเรียนเขียนอธิบายคำตอบของนักเรียนให้ได้มากที่สุด แบบทดสอบไม่มีผลต่อรายวิชาชีววิทยา และแบบทดสอบไม่มีคำตอบที่ผิด ดังนั้นให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดของนักเรียนได้อย่างอิสระ

1. ในวันหนึ่งนักเรียนชวนเพื่อนไปเที่ยวคลองถมแล้วนักเรียนกับเพื่อนไปเจอสุนัขตัวหนึ่ง หลังจากนั้นเพื่อนของนักเรียนยื่นมือไปจับสุนัขตัวนั้น แต่โดนสุนัขตัวนั้นกัดมือเข้า นักเรียนจะมีวิธีการ และขั้นตอนการช่วยเหลือเพื่อนของนักเรียนอย่างไร

ตอบ 1.....
เหตุผล.....
2.....
เหตุผล.....
3.....
เหตุผล.....
อื่นๆ.....

2. ถ้าหากนักเรียนไปเดินป่ากับเพื่อนในวันหยุดสุดสัปดาห์ ในระหว่างที่เดินป่าอยู่นั้นมีเพื่อนของนักเรียนโดนงูกัด แล้วนักเรียนหันไปเจอเพื่อนกับงูที่กัดเพื่อนอยู่พอดี นักเรียนจะมีวิธี และขั้นตอนการช่วยเหลือเพื่อนของนักเรียนอย่างไร

ตอบ 1.....
เหตุผล.....
2.....
เหตุผล.....
3.....
เหตุผล.....
อื่นๆ.....

พูน ภาณุ ภัทร ชูเว

เกณฑ์การพิจารณาคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

การพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์			ระดับคะแนน		
วิทยาศาสตร์			2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
องค์ประกอบ	1. ด้านคุณสมบัติ (Trail)	1.1 ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency)	มีจำนวนคำตอบมากกว่า 3 คำตอบ	มีจำนวนคำตอบ 1 - 3 คำตอบ	ไม่ตอบคำถาม
		1.2 ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility)	มีจำนวนวิธีการแก้ปัญหา มากกว่า 3 วิธี	มีจำนวนวิธีการแก้ปัญหา 1 - 3 วิธี	ไม่ตอบคำถาม
		1.3 ความคิดริเริ่ม (Originality)	มีคำตอบ หรือวิธีการที่แปลกใหม่ที่ยังพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์	มีคำตอบ หรือวิธีการที่ไม่แตกต่างจากคำตอบของคนอื่น	ไม่ตอบคำถาม
	2. ด้านผลิตภัณฑ์ (Product)	2.1 ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ (Technical Product)	มีการนำความรู้หรือข้อมูลที่มีมาคิดหาวิธีการนำไปใช้ประโยชน์	ไม่มีการนำความรู้หรือข้อมูลที่มีมาคิดหาวิธีการนำไปใช้ประโยชน์	ไม่ตอบคำถาม
		2.2 การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างผลิตภัณฑ์ (Science Knowledge)	มีการนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาให้เหตุผลประกอบในการสร้างผลิตภัณฑ์	ไม่มีการนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสร้างผลิตภัณฑ์	ไม่ตอบคำถาม

การพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์			ระดับคะแนน		
			2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
องค์ประกอบ		2.3 ความเข้าใจ ในปรากฏการณ์ (Science Phenomena)	คำตอบเชื่อมโยง กับปรากฏการณ์ ทางธรรมชาติ โดย อยู่บนพื้นฐาน และ หลักการทาง วิทยาศาสตร์	คำตอบไม่เชื่อมโยง กับปรากฏการณ์ ทางธรรมชาติ ไม่ คำนึงถึงความ เป็นไปได้ทาง วิทยาศาสตร์	ไม่ตอบ คำถาม
		2.4 การตั้งปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ (Science Problem)	มีคำตอบที่เกิดจาก การนำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์มาใช้ โดยการให้เหตุผล ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบ	ไม่มีคำตอบที่เกิด จากการนำความรู้ ทางวิทยาศาสตร์มา ใช้	ไม่ตอบ คำถาม
	3. ด้านกระบวนการ (Process)	3.1 การคิดอย่าง มีเหตุผล (Thinking)	มีการใช้เหตุผล ประกอบการ ดำเนินการ	ไม่มีการให้เหตุผล ประกอบการ ดำเนินการ	ไม่ตอบ คำถาม
		3.2 จินตนาการ (Imagination)	มีคำตอบที่แสดงให้เห็นถึงการคิด ล่วงหน้า หรือ เหตุการณ์ที่คาดว่าจะ น่าจะเกิดขึ้น	ไม่มีคำตอบที่แสดง ให้เห็นถึงการคิด ล่วงหน้า หรือ เหตุการณ์ที่คาดว่าจะ น่าจะเกิดขึ้น	ไม่ตอบ คำถาม



ภาคผนวก ง

แบบสัมภาษณ์การจัดกิจกรรมการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการSTEMศึกษา สำหรับชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาชีววิทยา

แบบสัมภาษณ์นักเรียน

เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการSTEMศึกษา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7
จังหวัดมหาสารคาม

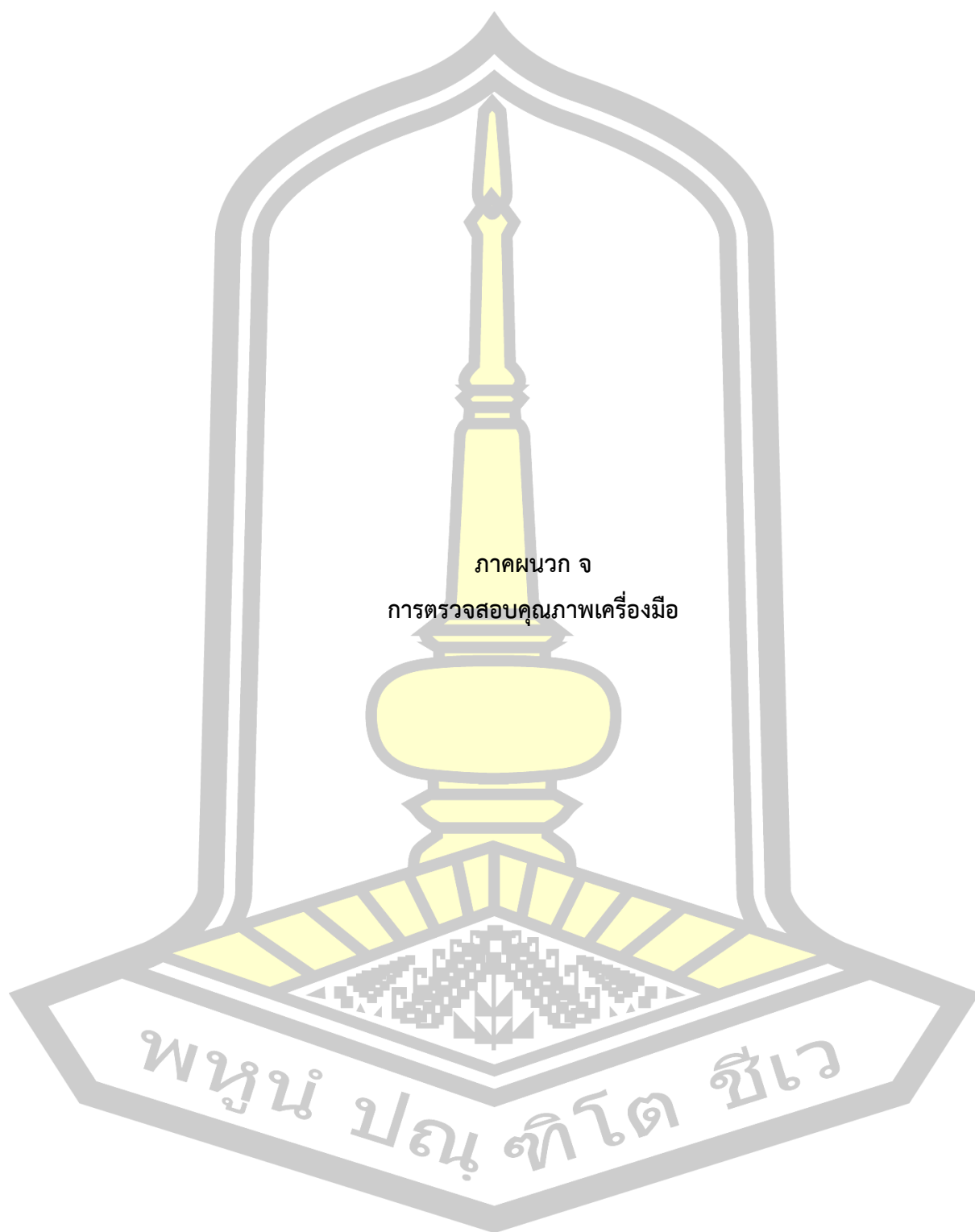
จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ชื่อนักเรียน.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง ขอความร่วมมือให้นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำคำตอบไปใช้ในการพิจารณาปรับปรุงแก้ไขในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งถัดไป โดยไม่มีผลต่อคะแนน

1. นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรบ้างหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

กิจกรรม	ความคิดเห็นของนักเรียนต่อการทำกิจกรรม
1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)	
2) ขั้นสำรวจ และค้นหา (Exploration)	
3) ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation)	
4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)	
5) ขั้นประเมินผล (Evaluation)	



แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้พื้นฐานชีววิทยา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เรื่อง.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....

ภาคเรียนที่ 2/2566

คำชี้แจง: ให้ท่านพิจารณาความเหมาะสมขององค์ประกอบในแผนการสอน และให้คะแนนตามระดับการประเมินดังนี้

ระดับการประเมิน : 5 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสม มากที่สุด

4 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสม มาก

3 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสม ปานกลาง

2 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสม น้อย

1 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสม น้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
1. สารสำคัญ						
1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาสาระที่กำหนด						
1.2 สารสำคัญมีความกะทัดรัด ได้ความชัดเจนสมบูรณ์						
1.3 สารสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตร						
1.4 สารสำคัญเหมาะสมวัยของผู้เรียน						
2. จุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่						

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
ต้องการพัฒนาได้						
2.2 สามารถประเมินผลได้						
2.3 จุดประสงค์เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน						
3. สาระการเรียนรู้						
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
3.2 บอกขอบข่ายของเนื้อหาที่จะให้นักเรียน ที่เรียนรู้						
3.3 สาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง						
4. การวัดและการประเมินผล						
4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้						
4.2 สอดคล้องกับตัวชี้วัดและจุดประสงค์ การเรียนรู้						
4.3 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม						
5. กิจกรรมการเรียนรู้						
5.1 ได้รับความสนใจของผู้เรียน						
5.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม						
5.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับ						

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
จุดประสงค์การเรียนรู้						
5.4 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้						
5.5 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนดไว้						
5.6 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์						
5.7 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ด้วยตนเอง						
5.8 สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตร						
6. สื่อการเรียนการสอน						
6.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้						
6.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน						

ข้อเสนอแนะ

A yellow candle is centered within a grey archway. The candle has a flame at the top and a decorative base. The archway is supported by two pillars. At the base of the archway, there is a square platform with a geometric pattern. Below the platform, a banner contains the Thai text "พหุมนุ ปณฺ ทิโต ชีเว". To the right of the candle, there is a label "ลงชื่อ" followed by a dotted line for a signature, and below it, "(ผู้เชี่ยวชาญ)".

ตารางที่ 18 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการstim
ศึกษา

รายการการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้							
	แผน ที่ 1	แผน ที่ 2	แผน ที่ 3	แผน ที่ 4	แผน ที่ 5	แผน ที่ 6	แผน ที่ 7	แผน ที่ 8
1. สารสำคัญ								
1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์และ เนื้อหาสาระที่กำหนด	5	5	4.8	4.8	5	5	4.8	4.8
1.2 สารสำคัญมีความกะทัดรัด ได้ความชัดเจนสมบูรณ์	4.6	5	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
1.3 สารสำคัญสอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ในหลักสูตร	5	5	4.8	4.8	4.8	5	4.8	4.8
1.4 สารสำคัญเหมาะสมวัย ของผู้เรียน	4.8	5	4.8	4.6	4.8	4.8	5	4.8
2. จุดประสงค์การเรียนรู้								
2.1 ระบุความสามารถของ นักเรียนที่ต้องการพัฒนาได้	5	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
2.2 สามารถประเมินผลได้	5	5	5	4.8	5	5	4.8	4.8
2.3 จุดประสงค์เหมาะสมกับวัย ของผู้เรียน	5	4.8	4.8	4.8	4.8	5	4.8	4.8
3. สารการเรียนรู้								
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	5	5	5	4.8	5	5	4.8	4.8
3.2 บอกขอบข่ายของเนื้อหาที่ จะให้นักเรียนที่เรียนรู้	5	5	5	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8

ตารางที่ 18 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษา (ต่อ)

รายการการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้							
	แผน ที่ 1	แผน ที่ 2	แผน ที่ 3	แผน ที่ 4	แผน ที่ 5	แผน ที่ 6	แผน ที่ 7	แผน ที่ 8
3.3 สารการเรียนรู้มีความ ถูกต้อง	5	5	5	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
4. การวัดและการประเมินผล								
4.1 สอดคล้องกับสาระการ เรียนรู้	5	5	4.8	4.8	4.8	4.8	5	4.8
4.2 สอดคล้องกับตัวชี้วัดและ จุดประสงค์การเรียนรู้	4.8	5	4.8	4.8	4.8	4.8	5	4.8
4.3 ใช้เครื่องมือวัดผลได้ เหมาะสม	5	4.8	5	4.8	4.8	4.8	5	4.8
5. กิจกรรมการเรียนรู้								
5.1 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	4.6	4.8	4.8	4.8	4.8	4.6	4.8	4.6
5.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้ เหมาะสม	4.8	5	5	4.8	4.8	4.8	5	4.8
5.3 กิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	5	5	5	4.8	4.8	4.8	5	4.8
5.4 กิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	4.8	4.8	4.8	4.8	5	4.8
5.5 กิจกรรมการเรียนรู้มีความ เหมาะสมกับเวลาที่กำหนดไว้	5	4.8	4.6	4.6	4.8	5	5	4.8

ตารางที่ 18 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษา (ต่อ)

[illegible]

ตารางที่ 19 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา
ชีววิทยา เรื่อง การรักษาสสมดุลร่างกาย ภูมิคุ้มกัน และระบบหมุนเวียนเลือด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

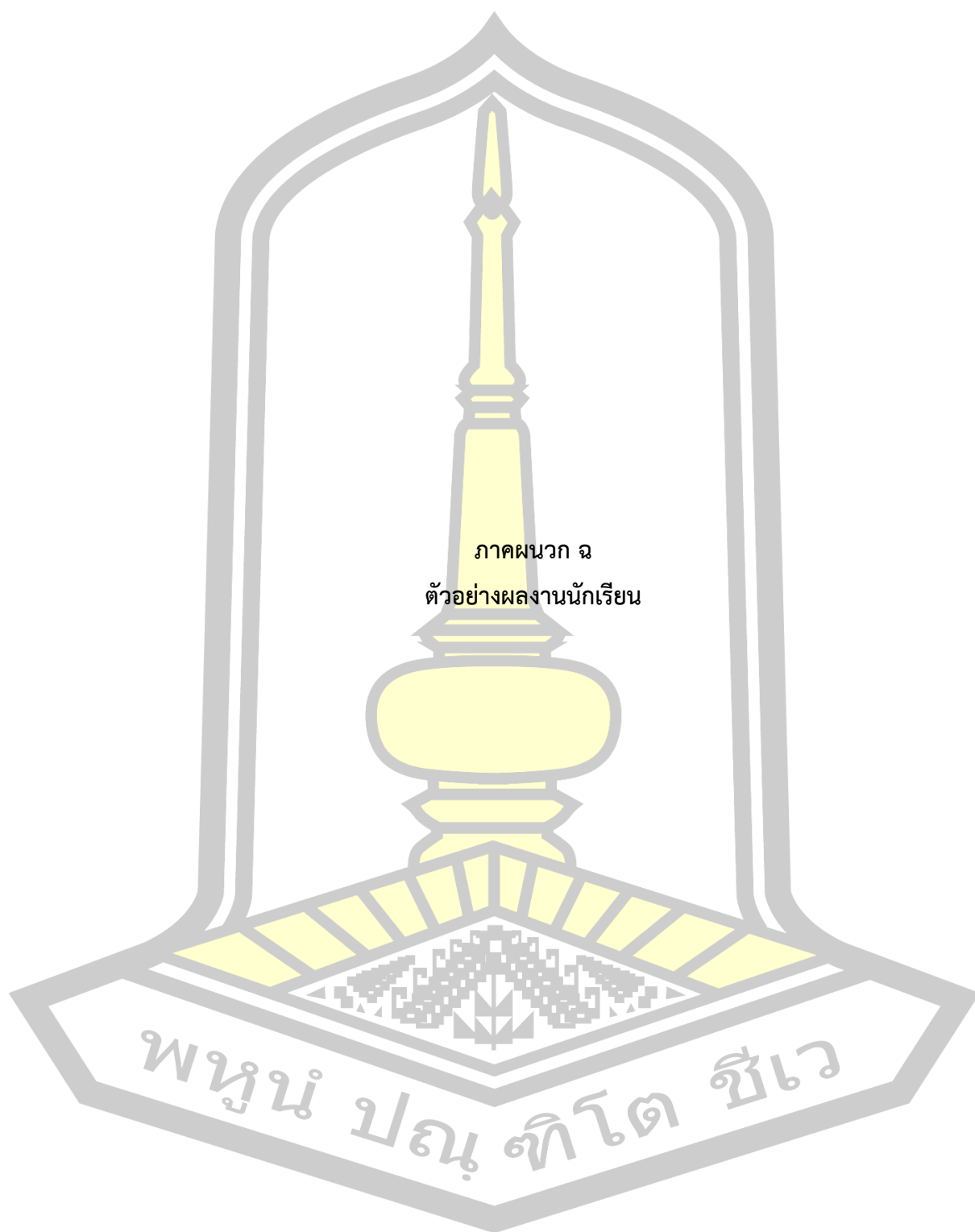
ข้อ ที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม (5 คะแนน)	ดัชนีความ สอดคล้อง	สรุปผลการประเมิน
	1	2	3	4	5			
1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
6	1	1	1	1	0	4	0.8	สอดคล้อง
7	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
8	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
9	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
10	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
11	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
12	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
13	1	0	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
14	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
15	1	1	1	1	0	4	0.8	สอดคล้อง
16	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
17	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
18	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
19	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
20	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
21	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 19 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา
ชีววิทยา เรื่อง การรักษาสสมดุลร่างกาย ภูมิคุ้มกัน และระบบหมุนเวียนเลือด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม (5 คะแนน)	ดัชนีความ สอดคล้อง	สรุปผลการประเมิน
	1	2	3	4	5			
22	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
23	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
24	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
25	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
26	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
27	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
28	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
29	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
30	1	1	0	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
31	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
32	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
33	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
34	1	1	1	0	1	4	0.8	สอดคล้อง
35	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
36	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
37	1	1	1	0	1	4	0.8	สอดคล้อง
38	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
39	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
40	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
41	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
42	1	1	0	1	1	4	0.8	สอดคล้อง

ตารางที่ 19 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา
ชีววิทยา เรื่อง การรักษาสสมดุลร่างกาย ภูมิคุ้มกัน และระบบหมุนเวียนเลือด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม (5 คะแนน)	ดัชนีความ สอดคล้อง	สรุปผลการประเมิน
	1	2	3	4	5			
43	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
44	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
45	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
46	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
47	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
48	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
49	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
50	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
51	1	1	0	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
52	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
53	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
54	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
55	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
56	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
57	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
58	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
59	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
60	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง



แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

คำสั่ง ให้นักเรียนเขียนอธิบายคำตอบของนักเรียนให้ได้มากที่สุด แบบทดสอบไม่มีผลต่อรายวิชาชีววิทยา และแบบทดสอบไม่มีคำตอบที่ผิด ดังนั้นให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดของนักเรียนได้อย่างอิสระ

1. ถ้าโตขึ้นนักเรียนต้องการให้ลูกของนักเรียนมีลักษณะเหมือนตนเองนักเรียนจะมีวิธีการอย่างไร ให้นักเรียนอธิบายวิธีการ และนำเสนอแนวคิดของนักเรียน

ตอบ 1. หากไม่พบแพทย์ก็อาจใช้ยา...

เหตุผล สักหากไม่พบแพทย์ก็อาจใช้ยา ต่อมาฉันจึงพบว่า...

2. นานาสถิติลักษณะแบบนั้น...

เหตุผล 9/10 คนที่เอาไปปลูกก็ยังคงลักษณะที่เกสรดอก...

3.

เหตุผล.....

อื่นๆ.....

2. ถ้าวันหนึ่งนักเรียนไปสวนกับครอบครัวแล้วนักเรียนสนใจอยากทราบสิ่งมีชีวิตในขอนไม้ท่อนหนึ่งที่อยู่บริเวณริมสระในสวนของนักเรียน ให้นักเรียนนำเสนอวิธีการค้นหาสิ่งมีชีวิตในขอนไม้ท่อนนั้น และวิธีที่จะทราบว่าสิ่งมีชีวิตในขอนไม้ท่อนนั้นคืออะไรบ้าง

ตอบ 1. ตามดูคนมาบอกฉันว่าอะไรคือสิ่งมีชีวิต...

เหตุผล เพราะฉันเป็นคนที่ไม่ชอบทำอะไร...

2. ใช้ไม้ขีดไฟ...

เหตุผล เพราะในดินที่รอบๆไม้ขีดไฟจะมีสิ่งมีชีวิต...

3.

เหตุผล.....

อื่นๆ.....

ด.ช. บ.ช. ร.ร.

$$\frac{2}{2} + \frac{2}{2} + 1 = 5$$

ภาพที่ 7 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

คำสั่ง ให้นักเรียนเขียนอธิบายคำตอบของนักเรียนให้ได้มากที่สุด แบบทดสอบไม่มีผลต่อรายวิชาชีววิทยา และแบบทดสอบไม่มีคำตอบที่ผิด ดังนั้นให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดของนักเรียนได้อย่างอิสระ

1. ถ้าโตขึ้นนักเรียนต้องการให้ลูกของนักเรียนมีลักษณะเหมือนตนเองนักเรียนจะมีวิธีการอย่างไร ให้นักเรียนอธิบายวิธีการ และนำเสนอแนวคิดของนักเรียน

ตอบ 1. ศึกษากรรมพันธุ์
 เหตุผล เทคโนโลยีในปัจจุบันสามารถสร้างลักษณะให้ลูกได้เหมือนต้นตอ
 2. ปรึกษาคุณหมอ
 เหตุผล เทคโนโลยีสามารถวิเคราะห์ห้วงการและความแปรผันในการสืบพันธุ์ลักษณะเด่น
 3. _____
 เหตุผล _____
 อื่นๆ _____

2. ถ้าวันหนึ่งนักเรียนไปสวนกับครอบครัวแล้วนักเรียนสนใจอยากทราบสิ่งมีชีวิตในขอนไม้ท่อนหนึ่งที่อยู่บริเวณริมสระในสวนของนักเรียน ให้นักเรียนนำเสนอวิธีการค้นหาสิ่งมีชีวิตในขอนไม้ท่อนนั้น และวิธีที่จะทราบว่าสิ่งมีชีวิตในขอนไม้ท่อนนั้นคืออะไรบ้าง

ตอบ 1. สอบถามผู้มีความรู้หรือชำนาญอย่างคนสวน
 เหตุผล มีความรู้เกี่ยวกับสวนเป็นอย่างดี
 2. ถ้ายังไม่สะดวกส่งไปให้คนรู้จักที่มีความรู้ในด้านนี้ว่าต้องทำอะไรบ้าง
 เหตุผล สามารถให้คำตอบได้หากถามลูกคน
 3. _____
 เหตุผล _____
 อื่นๆ _____

$$\frac{2}{2} + \frac{2}{2} + \frac{1}{1} = 5$$

ภาพที่ 7 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

(ต่อ)

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

คำสั่ง ให้นักเรียนเขียนอธิบายคำตอบของนักเรียนให้ได้มากที่สุด แบบทดสอบไม่มีผลต่อรายวิชาชีววิทยา และแบบทดสอบไม่มีคำตอบที่ผิด ดังนั้นให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดของนักเรียนได้อย่างอิสระ

1. ถ้าโตขึ้นนักเรียนต้องการให้ลูกของนักเรียนมีลักษณะเหมือนตนเองนักเรียนจะมีวิธีการอย่างไร ให้นักเรียนอธิบายวิธีการ และนำเสนอแนวคิดของนักเรียน

ตอบ 1. ถ้าตอนนี้อินทรกอย์ ขาวแล้ว 7 ปี ขาวแล้ว

เหตุผล.....

2. ไปกินอาหารที่อร่อยๆ ทานๆ ให้ได้ 1 ปี ขาวแล้ว ทานๆ ให้ได้ 1 ปี ขาวแล้ว

เหตุผล.....

3.....

เหตุผล.....

อื่นๆ.....

2. ถ้าวันหนึ่งนักเรียนไปสวนกับครอบครัวแล้วนักเรียนสนใจอยากทราบสิ่งมีชีวิตในขอนไม้ท่อนหนึ่งที่อยู่บริเวณริมสระในสวนของนักเรียน ให้นักเรียนนำเสนอวิธีการค้นหาสิ่งมีชีวิตในขอนไม้ท่อนนั้น และวิธีที่จะทราบว่าสิ่งมีชีวิตในขอนไม้ท่อนนั้นคืออะไรบ้าง

ตอบ 1. ตามกลิ่น.....

เหตุผล.....

2. นำของในนั้น.....

เหตุผล.....

3.....

เหตุผล.....

อื่นๆ.....

ด.ด. บ.บ. ร.ร.

$$\frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} = \left(\frac{3}{1} \right)$$

ภาพที่ 7 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย (ต่อ)

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

คำสั่ง ให้นักเรียนเขียนอธิบายคำตอบของนักเรียนให้ได้มากที่สุด แบบทดสอบไม่มีผลต่อรายวิชาชีววิทยา และแบบทดสอบไม่มีคำตอบที่ผิด ดังนั้นให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดของนักเรียนได้อย่างอิสระ

1. ถ้าโตขึ้นนักเรียนต้องการให้ลูกของนักเรียนมีลักษณะเหมือนตนเองนักเรียนจะมีวิธีการอย่างไร ให้นักเรียนอธิบายวิธีการ และนำเสนอแนวคิดของนักเรียน

ตอบ 1. สืบพันธุ์ตามธรรมชาติ
เหตุผล สืบพันธุ์ตามธรรมชาติที่ใดต้องการ (โอเค) :)
2. สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ
เหตุผล สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศที่มีลักษณะเด่น (โอเค) :)
3. สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (โอเค) :)
เหตุผล กับการผสมเทียมตามแบบฉบับ
อื่นๆ.....

2. ถ้าวันหนึ่งนักเรียนไปสวนกับครอบครัวแล้วนักเรียนสนใจอยากทราบสิ่งมีชีวิตในขอนไม้ท่อนหนึ่งที่อยู่บริเวณริมสระในสวนของนักเรียน ให้นักเรียนนำเสนอวิธีการค้นหาสิ่งมีชีวิตในขอนไม้ท่อนนั้น และวิธีที่จะทราบว่าสิ่งมีชีวิตในขอนไม้ท่อนนั้นคืออะไรบ้าง

ตอบ 1. สังเกต และ ทดลองตรวจสอบ
เหตุผล ถ้าดูจากภายนอกแล้วสามารถพบได้
2. สังเกต และ ลองดึงออกมาดู
เหตุผล ถ้าดูจากภายนอกแล้วสามารถพบได้
3. ใช้กล้องจุลทรรศน์
เหตุผล ใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดูถ้าเห็นสิ่งมีชีวิต 5555
อื่นๆ.....

$$\frac{2}{2} + \frac{3}{3} + \frac{3}{3} = 8$$

ภาพที่ 7 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย (ต่อ)

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

คำสั่ง ให้นักเรียนเขียนอธิบายคำตอบของนักเรียนให้ได้มากที่สุด แบบทดสอบไม่มีผลต่อรายวิชาชีววิทยา และแบบทดสอบไม่มีคำตอบที่ผิด ดังนั้นให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดของนักเรียนได้อย่างอิสระ

1. ถ้าโตขึ้นนักเรียนต้องการให้ลูกของนักเรียนมีลักษณะเหมือนตนเองนักเรียนจะมีวิธีการอย่างไร ให้นักเรียนอธิบายวิธีการ และนำเสนอแนวคิดของนักเรียน

ตอบ 1 ไม่ทำอะไรก็.....
 เหตุผล..... ถ้าเราทำเรื่องดีให้คนอื่นดูบ้าง โดยที่คนอื่นไม่รู้ มันเป็นเรื่องที่คนอื่นไม่ได้ต้องการ ว่าจะได้ดี.....
 2 กทที่ตัวเองมีกับคนอื่นก็ดัง คน ไม่ใช้เรา เพราะคนไม่เห็นค่าของอะไรที่เราจะ.....
 เหตุผล..... ตามใจตัวเองมากเกินไป และให้เป็นคนเลวๆ และตัดสิทธิ์ใครบางคน.....
 3.....
 เหตุผล.....
 อื่นๆ.....

2. ถ้าวันหนึ่งนักเรียนไปสวนกับครอบครัวแล้วนักเรียนสนใจอยากทราบสิ่งมีชีวิตในขอนไม้ท่อนหนึ่งที่อยู่ในบริเวณริมสระในสวนของนักเรียน ให้นักเรียนนำเสนอวิธีการค้นหาสิ่งมีชีวิตในขอนไม้ท่อนนั้น และวิธีที่จะทราบว่าสิ่งมีชีวิตในขอนไม้ท่อนนั้นคืออะไรบ้าง

ตอบ 1 ตอนเดินไปเดินมาไม่ต้องทำอะไรมาก จังๆ และแล้วค่อยสำรวจหา.....
 เหตุผล..... ปกติทำแบบนั้น ง่าย สะดวก และไม่ต้องลงมือทำอะไร.....
 2 ตามดูคนที่อยู่ในสวนครัว.....
 เหตุผล..... การทำคนในสวนครัวเป็นเรื่องง่าย แต่ถ้าคนในสวนครัวไม่รู้ ก็จะไม่เห็นอะไร.....
 3 เป็นแบบนั้น.....
 เหตุผล.....
 อื่นๆ.....

ดก. ๔๐. ๕๕.

$$\frac{2}{2} + \frac{1}{1} + \frac{2}{2} = \left(\frac{5}{5} \right)$$

ภาพที่ 7 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย (ต่อ)



ภาคผนวก ช

ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบูรณาการสเต็มศึกษา

พญัน ปณ จิตโต ชีเว

ภาพการจัดกิจกรรม

เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์ หัวใจ หลอดเลือด และเลือด



ภาพที่ 8 ตัวอย่างการจัดกิจกรรมสร้างชิ้นงาน หรือนวัตกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 ของนักเรียน
กลุ่มเป้าหมาย

ภาพการจัดกิจกรรม

เรื่อง ระบบน้ำเหลือง ระบบภูมิคุ้มกัน ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน

และการรักษาคุณภาพของร่างกาย



ภาพที่ 9 ตัวอย่างการจัดกิจกรรมสร้างชิ้นงาน หรือนวัตกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 ของนักเรียน
กลุ่มเป้าหมาย



รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแผนการจัดการเรียนรู้

1. ผศ.ดร.มานิตย์ อาษานอก
อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยี และสื่อสาร
การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
มหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัย
2. ผศ.ดร.ทัศนศิริรินทร์ สว่างบุญ
อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัย และพัฒนาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัด และประเมินผลการศึกษา
3. ผศ.ดร.ชนิดาพร ตุ่มปี่สุวรรณ
อาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา
4. อาจารย์ ดร.วุฒิศักดิ์ บุญแน่น
อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัย
มหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา
และการสอนชีววิทยา
5. อาจารย์ ทิพวรรณ พิลลา
หัวหน้าอาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี โรงเรียนสาธิต
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ผู้เชี่ยวชาญ
ด้านเนื้อหา และการสอนชีววิทยา

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1. ผศ.ดร.มานิตย์ อาษานอก อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยี และสื่อสาร
การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
มหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัย
2. ผศ.ดร.ทัศนศิริพันธ์ สว่างบุญ อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัย และพัฒนาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัด และประเมินผลการศึกษา
3. ผศ.ดร.ชนิดาพร ตุ่มปี่สุวรรณ อาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา
4. อาจารย์ ดร.วุฒิศักดิ์ บุญแน่น อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัย
มหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา
และการสอนชีววิทยา
5. อาจารย์ ทิพวรรณ พิลลา หัวหน้าอาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี โรงเรียนสาธิต
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ผู้เชี่ยวชาญ
ด้านเนื้อหา และการสอนชีววิทยา

พูน ปณ ทิโต ชเว



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216

ที่ อว 0605.5(2) / ว5152 วันที่ 3 พฤศจิกายน 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผศ.ดร. มานิตย์ อาษานอก

ด้วย นายศานตวัฒน์ นาริสา นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิทยา วรพันธุ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ กุสุสอน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ภาพที่ 10 หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญของ ผศ.ดร.มานิตย์ อาษานอก



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216

ที่ อว 0605.5(2) / 25152 วันที่ 3 พฤศจิกายน 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผศ.ดร. ทศน์ศิริจันทร์ สว่างบุญ

ด้วย นายศานต์วัฒน์ นาริสา นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิทยาวรพันธุ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ กูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ภาพที่ 11 หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญของ ผศ.ดร.ทศน์ศิริจันทร์ สว่างบุญ

พณัน ปณ จิตโต ชี



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216

ที่ อว 0605.5(2) / ว5152 วันที่ 3 พฤศจิกายน 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผศ.ดร. ชนิดาพร ตุ่มปี่สุวรรณ

ด้วย นายทนต์วัฒน์ นาริสา นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิทยา วรพันธุ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ กุสุ่ออน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ภาพที่ 12 หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญของ ผศ.ดร.ชนิดาพร ตุ่มปี่สุวรรณ



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216

ที่ อว 0605.5(2) / ว5152 วันที่ 3 พฤศจิกายน 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ดร. วุฒิศักดิ์ บุญแน่น

ด้วย นายศานตวัฒน์ นาริสา นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิทยา วรพันธุ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภู่อ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ภาพที่ 13 หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญของ อาจารย์ ดร.วุฒิศักดิ์ บุญแน่น

พจนัน ปณ จิตโต ชีเว



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216

ที่ อว 0605.5(2) / ว5152 วันที่ 3 พฤศจิกายน 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อ. ทิพวรรณ พิลลา

ด้วย นายศานต์วัฒน์ นาริสา นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสมรรถศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิทยา วรพันธุ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ภาพที่ 14 หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญของ อาจารย์ ทิพวรรณ พิลลา

พณฺ์ ปณฺ์ ทิโต ชโว



คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

เอกสารรับรองโครงการวิจัย

เลขที่การรับรอง : 007-580/2567

ชื่อโครงการวิจัย (ภาษาไทย) การพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชื่อโครงการวิจัย (ภาษาอังกฤษ) The development of creative thinking abilities in science by using learning management according to the STEAM education approach for Mathayomsuksa 4 students.

ผู้วิจัย : นายศานตวัฒน์ นาริสา

หน่วยงานที่รับผิดชอบ : คณะศึกษาศาสตร์

สถานที่ทำการวิจัย : โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม)

ประเภทการพิจารณาแบบ : แบบเร่งรัด

วันที่รับรอง : 10 มกราคม 2567

วันหมดอายุ : 9 มกราคม 2568

ข้อเสนอการวิจัยนี้ ได้รับการพิจารณาและให้ความเห็นชอบจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยมหาสารคามแล้ว และอนุมัติในด้านจริยธรรมให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องข้างต้นได้ บนพื้นฐานของโครงงานวิจัยที่คณะกรรมการฯ ได้รับและพิจารณา เมื่อเสร็จสิ้นโครงการแล้วให้ผู้วิจัยส่งแบบฟอร์มการปิดโครงการและรายงานผลการดำเนินงานมายังคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หรือหากมีการเปลี่ยนแปลงใดๆ ในโครงการวิจัย ผู้วิจัยจะต้องยื่นขอรับการพิจารณาใหม่

ภทรี สว่างจิตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เกษียรหญิงราตรี สว่างจิตร์)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ทั้งนี้ การรับรองนี้มีเงื่อนไขดังที่ระบุไว้ด้านหลังทุกข้อ (ดูด้านหลังของเอกสารรับรองโครงการวิจัย)



**MAHASARAKHAM UNIVERSITY ETHICS COMMITTEE FOR
RESEARCH INVOLVING HUMAN SUBJECTS**

Certificate of Approval

Approval number: 007-580/2024

Title : The development of creative thinking abilities in science by using learning management according to the STEAM education approach for Mathayomsuksa 4 students.

Principal Investigator : Mr. Santawat Nareesa

Responsible Department : Faculty of Education

Research site : Maha Sarakham University Demonstration School (Secondary Division)

Review Method : Expedited Review

Date of Manufacture : 10 January 2024

expire : 9 January 2025

This research application has been reviewed and approved by the Ethics Committee for Research Involving Human Subjects, Mahasarakham University, Thailand. Approval is dependent on local ethical approval having been received. Any subsequent changes to the consent form must be re-submitted to the Committee.

Ratree S.

(Asst. Prof. Ratree Sawangjit)

Chairman

Approval is granted subject to the following conditions: (see back of this Certificate)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	ศานตวัฒน์ นาริสา
วันเกิด	10 กุมภาพันธ์ 2540
สถานที่เกิด	จังหวัดสกลนคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	222 หมู่ 2 ตำบลม่วง อำเภอบ้านม่วง จังหวัดสกลนคร
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2555 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเซนต์ยอแซฟสกลนคร จังหวัดสกลนคร พ.ศ. 2558 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย จังหวัดขอนแก่น พ.ศ. 2563 ปริญญาตรี การแพทย์แผนไทยประยุกต์บัณฑิต (พทป.บ.) สาขาการแพทย์แผนไทยประยุกต์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2567 ปริญญาโท การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ทุนวิจัย	-
ผลงานวิจัย	-

พูน ปณ ภัโต ชีเว