



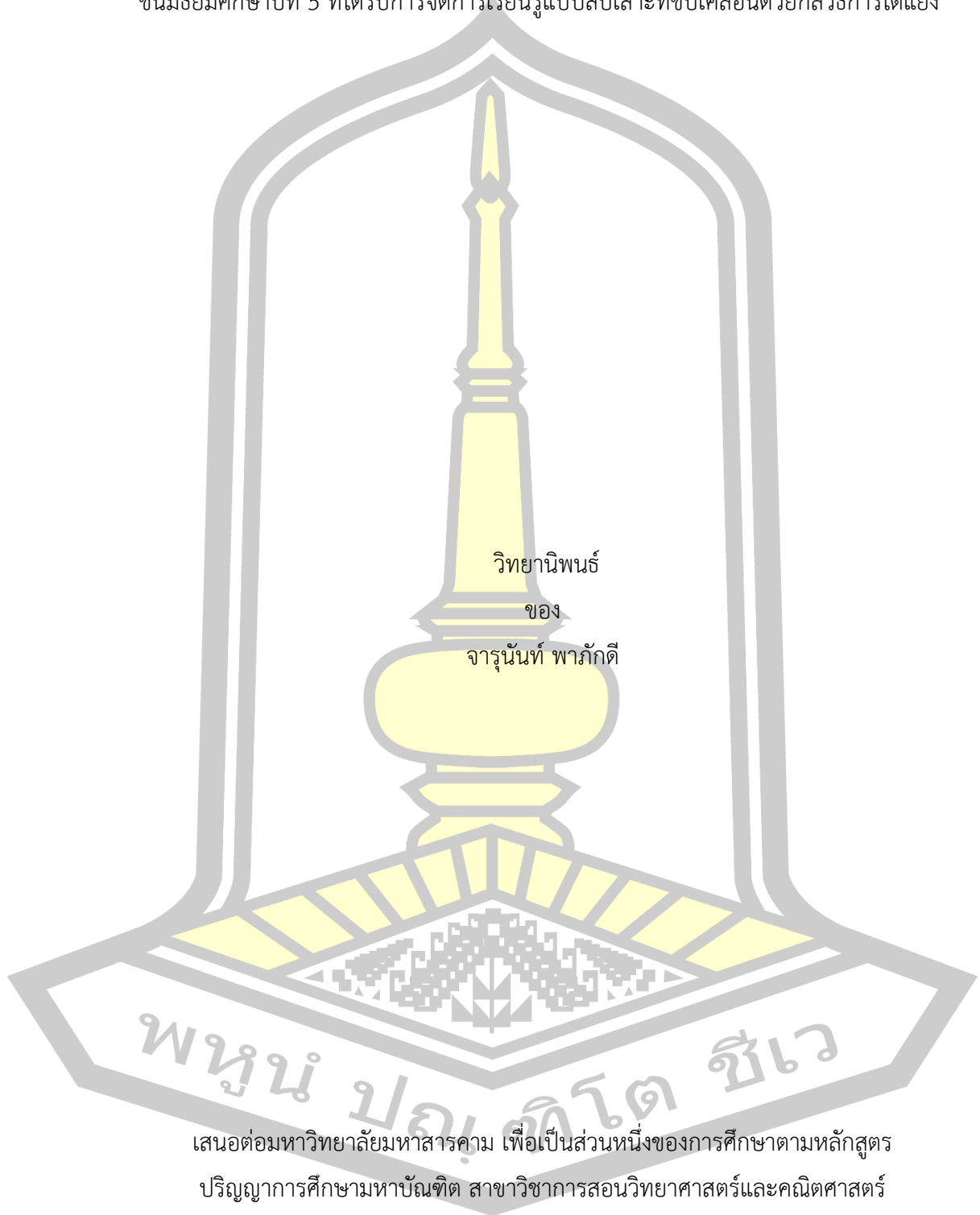
การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

วิทยานิพนธ์
ของ
จากรุณันท์ พารักษ์ดี

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
พฤศจิกายน 2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

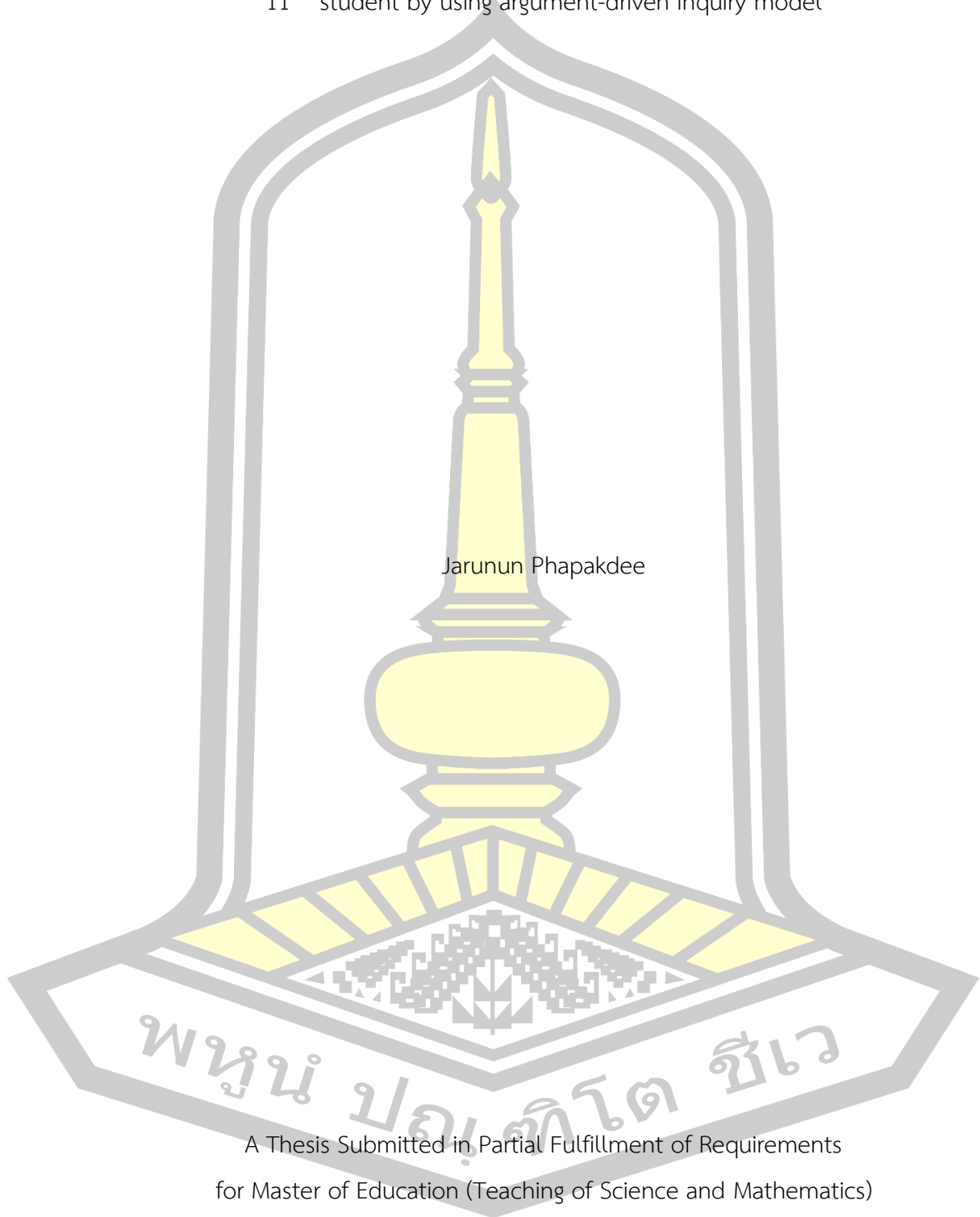


เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

พฤษภาคม 2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Development Interpret Data And Evidence Scientifically Competency of Grade
11th student by using argument-driven inquiry model



Jarunun Phapakdee

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Education (Teaching of Science and Mathematics)

November 2020

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวจรรุณท์ พากักดี
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา
การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(อ. ดร. กัญยรัตน์ สอนสุภาพ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. สุมาลี ชุกกำแพง)

.....กรรมการ

(รศ. ดร. ประสาท เนืองเฉลิม)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. เนตรชนก จันทร์สว่าง)

มหาวิทยาลัยขอนแก่นให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัย
มหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. พชรวิทย์ จันทร์ศิริสิริ)

.....
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง		
ผู้วิจัย	จารุพันธ์ พากักดี		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุมาลี ชุกำแพง		
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต	สาขาวิชา	การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2563

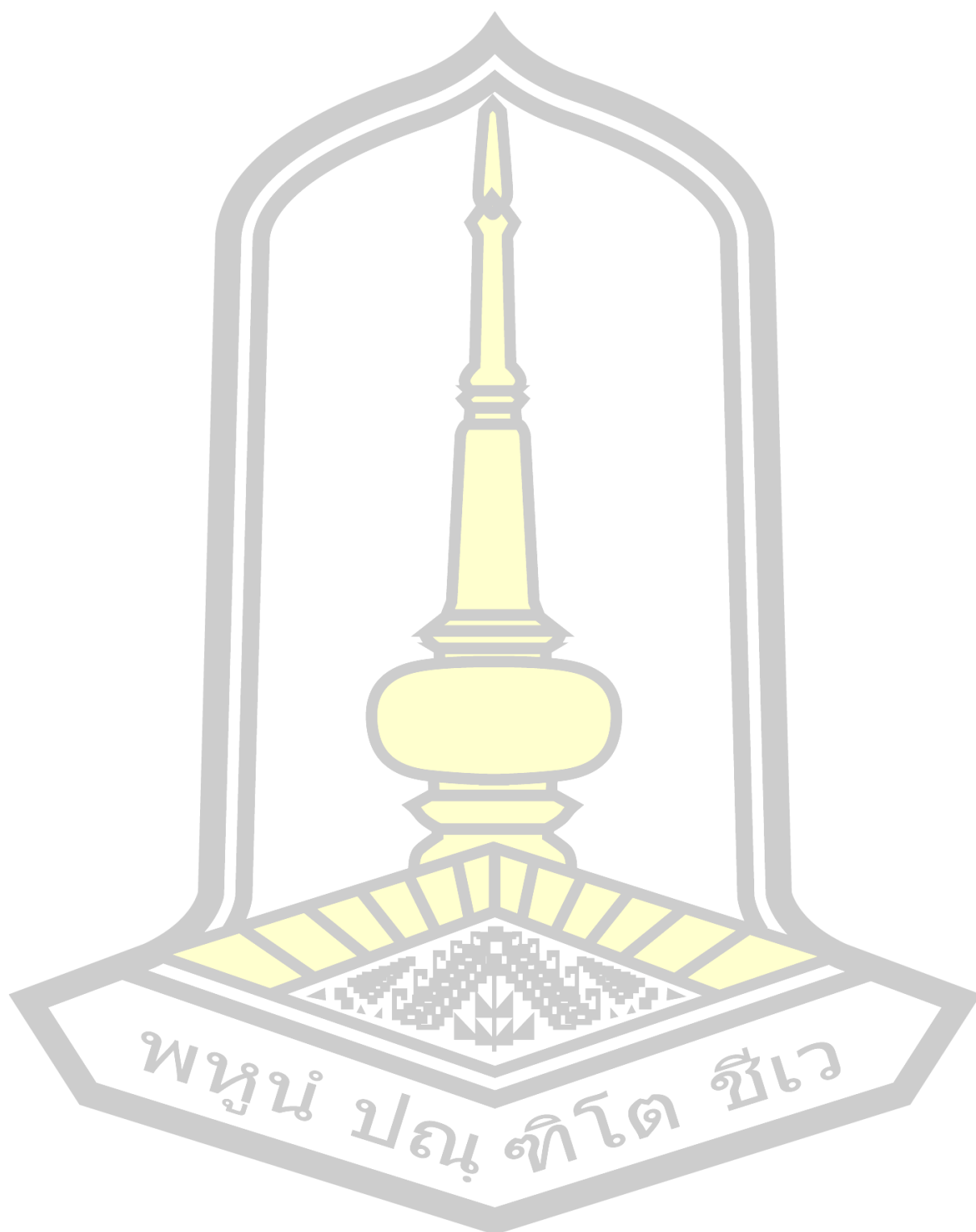
บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อย่างน้อยร้อยละ 70 ของผู้เรียนให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง มีกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนที่มีปัญหาคะแนนสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 17 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง จำนวน 9 แผน 14 ชั่วโมง 2) แบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ 3) แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน และ 4) แบบบันทึกอนุทิน

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 17 คน มีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพิ่มขึ้น โดยพบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนกลุ่มเป้าหมายผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 11.76 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนกลุ่มเป้าหมายผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 5 คนคิดเป็นร้อยละ 29.41 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีนักเรียนกลุ่มเป้าหมายผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 16 คนคิดเป็นร้อยละ 94.11 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง สามารถพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

คำสำคัญ : สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์, การจัดการ

เรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง



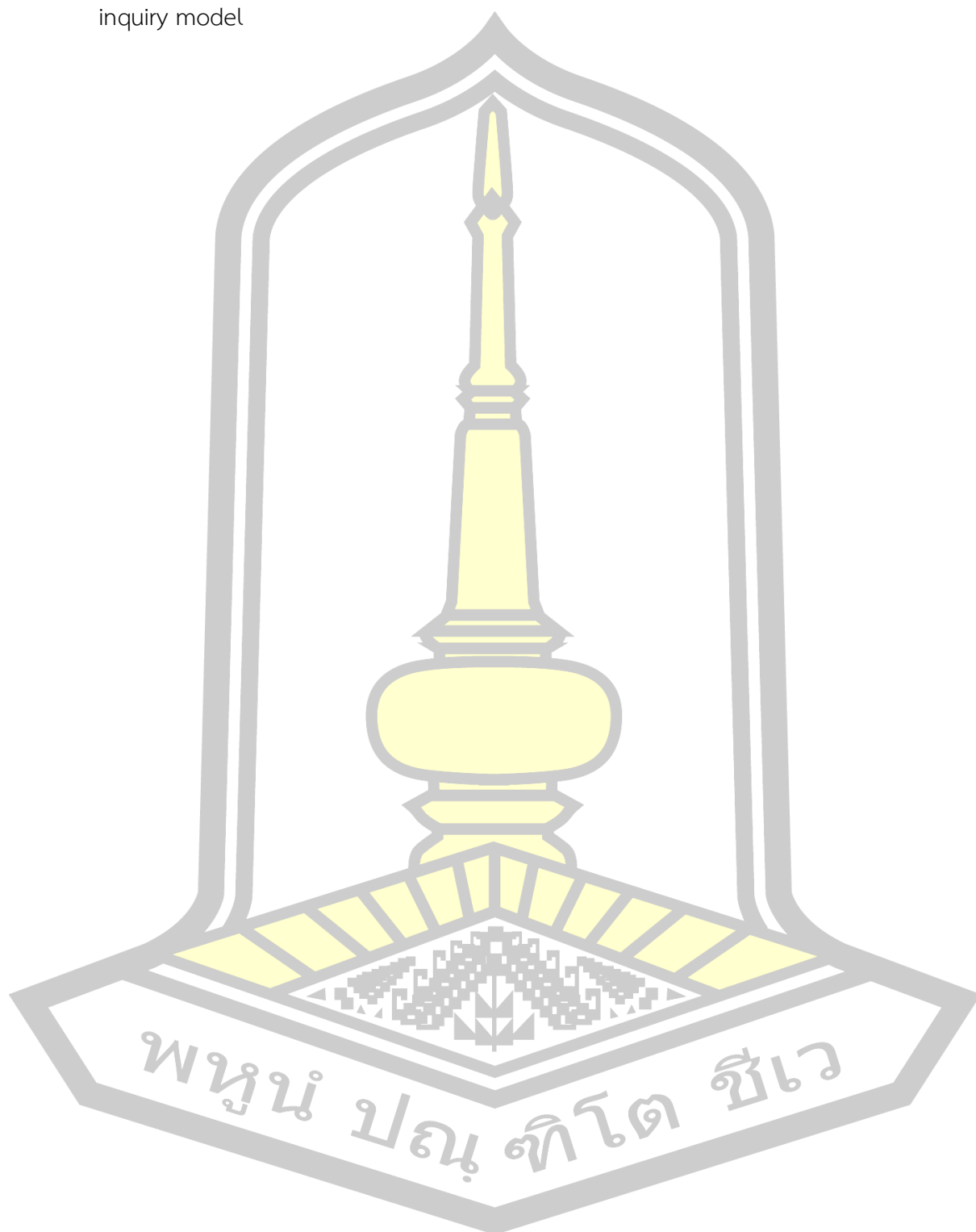
TITLE	The Development Interpret Data And Evidence Scientifically Competency of Grade 11 th student by using argument-driven inquiry model		
AUTHOR	Jarunun Phapakdee		
ADVISORS	Assistant Professor Sumalee Chookhampaeng , Ph.D.		
DEGREE	Master of Education	MAJOR	Teaching of Science and Mathematics
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2020

ABSTRACT

This action research aims to develop the Interpret Data And Evidence Scientifically Competency of Grade 11 student that pass the criterion of 70 percent of full score, in order to pass the criterion of 70 percent of students using argument-driven inquiry model. Target group consisted of 17 students who has a Interpret Data And Evidence Scientifically Competency problem. The research instrument were 1) 9 lesson plans using argument-driven inquiry model 2) Interpret Data And Evidence Scientifically test 3) student's learning behavior observation forms 4) student's learning experience recording forms.

The results from classroom action research revealed that: The target students who leaning using argument-driven inquiry model were obviously higher in the Interpret Data And Evidence Scientifically Competency of 17 students in the first loop there were 2 students second loop up to 5 students and in cycle third there were 16 students passed their criteria of 70% of full score. It showed that the using argument-driven inquiry model can develop the Interpret Data And Evidence Scientifically Competency.

Keyword : Interpret Data And Evidence Scientifically Competency, argument-driven inquiry model



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี ชูกำแพง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาท เนืองเฉลิม อาจารย์ ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนรตชนก จันทร์สว่าง กรรมการสอบ ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราพร เอรารวรรณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิดาพร ตุ่มปีสุวรรณ นางสาวดวงกมล แซ่ตั้ง นางสาวอำนวยการพร นันทา นางสาววารุณี ไชยรงค์ศรี นายสมจิต เมืองนาม นางสาวณัชชา ศรีเกิน และนายไพรัตน์ น้อยนนท์ ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบคุณ ผู้อำนวยการสถานศึกษา และคณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนบรรพิต์ทุกท่าน ที่กรุณาอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล และให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้

คุณค่า และประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบบูชาพระคุณบิดา มารดา และบูรพาจารย์ที่ให้การศึกษอบรมสั่งสอนเพื่อชี้แนะให้เกิดการเรียนรู้ ตลอดจนทำให้เป็นผู้มีคุณธรรม และจริยธรรม เพื่อนำทางชีวิตสู่ความสำเร็จต่อไป

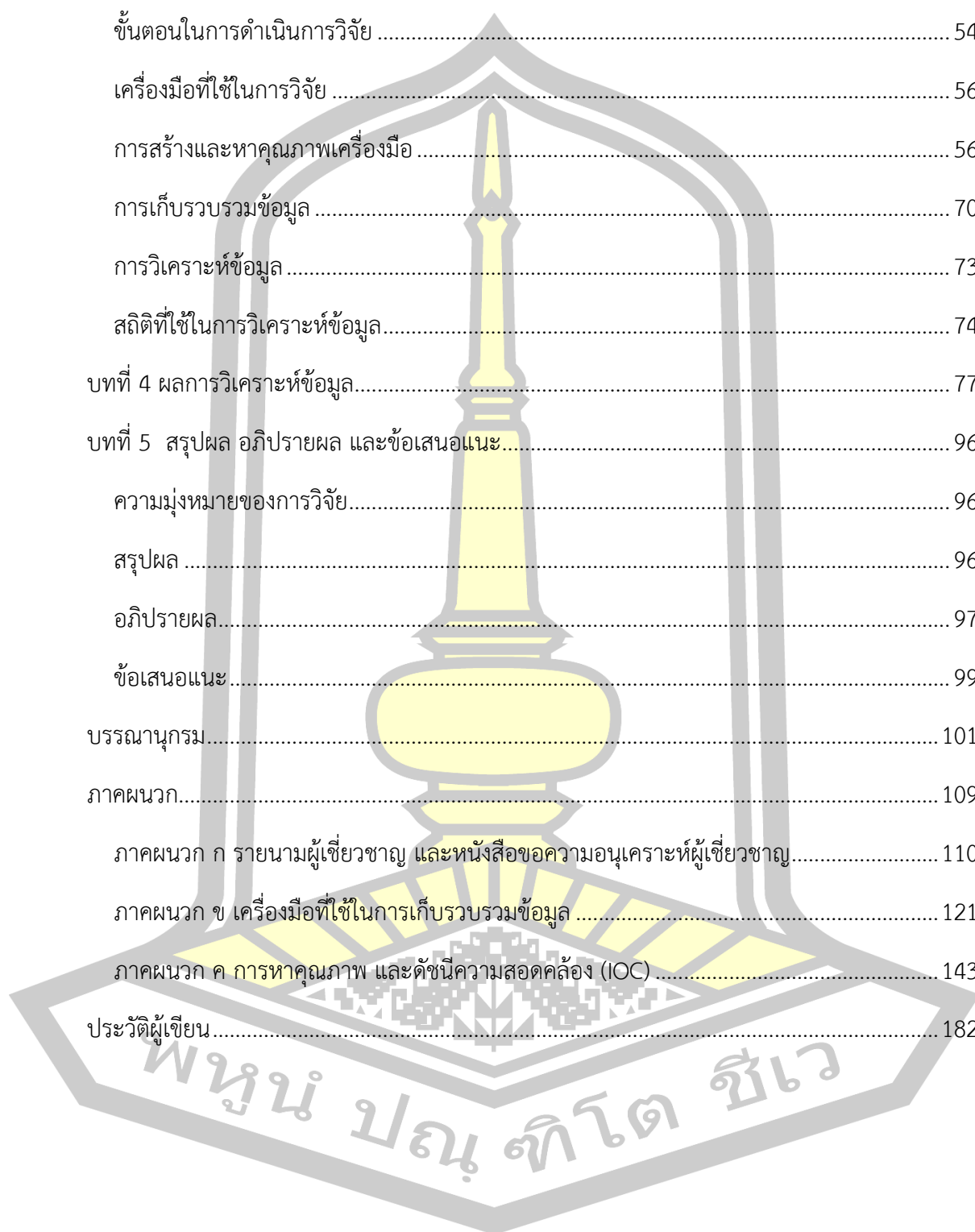
จารุพันธ์ พากักดี

พหุบัณฑิต ชีวะ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ณ
บัญชีตาราง.....	ฉ
บัญชีภาพประกอบ.....	ช
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของงานวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
บทที่ 2 เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
สาระสำคัญเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลาง....	7
การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2560.....	7
การสอนแบบสืบเสาะ.....	10
การโต้แย้ง.....	21
รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง.....	30
สมรรถนะการแปลความหมายของข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์.....	41
การวิจัยปฏิบัติการ.....	45
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	49
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	53

กลุ่มเป้าหมาย.....	53
ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย	54
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	56
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ	56
การเก็บรวบรวมข้อมูล	70
การวิเคราะห์ข้อมูล	73
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	74
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	77
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	96
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	96
สรุปผล	96
อภิปรายผล.....	97
ข้อเสนอแนะ.....	99
บรรณานุกรม.....	101
ภาคผนวก.....	109
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ และหนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ.....	110
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	121
ภาคผนวก ค การหาคุณภาพ และดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	143
ประวัติผู้เขียน.....	182



บัญชีตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงบทบาทของครูและนักเรียนตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง	39
ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบตัวบ่งชี้สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์ พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างปีค.ศ. 2006 และ 2015	43
ตารางที่ 3 แสดงคะแนนสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	53
ตารางที่ 4 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่องระบบย่อยอาหาร.....	55
ตารางที่ 5 วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้.....	57
ตารางที่ 6 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 ระบบย่อยอาหาร.....	59
ตารางที่ 7 แสดงคะแนนสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	77
ตารางที่ 8 ผลคะแนนและระดับสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานใน เชิงวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ และสรุปการประเมินทำนองจรปฏิบัติการที่ 1	81
ตารางที่ 9 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขในวงจรปฏิบัติการที่ 1	82
ตารางที่ 10 ผลคะแนนและระดับสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยาน ในเชิงวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ และสรุปการประเมินทำนองจรปฏิบัติการที่ 2	86
ตารางที่ 11 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขในวงจรปฏิบัติการที่ 2.....	87
ตารางที่ 12 ผลคะแนนและระดับสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานใน เชิงวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ และสรุปการประเมินทำนองจรปฏิบัติการที่ 3.....	91
ตารางที่ 13 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขในวงจรปฏิบัติการที่ 3.....	93
ตารางที่ 14 คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน จำนวน 17 คน.....	93
ตารางที่ 15 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1	144

ตารางที่ 16 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1	147
ตารางที่ 17 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1	150
ตารางที่ 18 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ..	153
ตารางที่ 19 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2	154
ตารางที่ 20 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2	157
ตารางที่ 21 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3	160
ตารางที่ 22 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ..	163
ตารางที่ 23 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3	164
ตารางที่ 24 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3	167
ตารางที่ 25 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3	170
ตารางที่ 26 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ..	173
ตารางที่ 27 ดัชนีความสอดคล้องแบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานใน เชิงวิทยาศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 1.....	174
ตารางที่ 28 ดัชนีความสอดคล้องแบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานใน เชิงวิทยาศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 2.....	174
ตารางที่ 29 ดัชนีความสอดคล้องแบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานใน เชิงวิทยาศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 3.....	175
ตารางที่ 30 ดัชนีความสอดคล้องแบบบันทึกอนุทิน.....	175
ตารางที่ 31 ดัชนีความสอดคล้องแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน	176
ตารางที่ 32 ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ วงจรปฏิบัติที่ 1 จำนวน 5 ข้อ	178
ตารางที่ 33 ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ วงจรปฏิบัติที่ 2 จำนวน 5 ข้อ	179

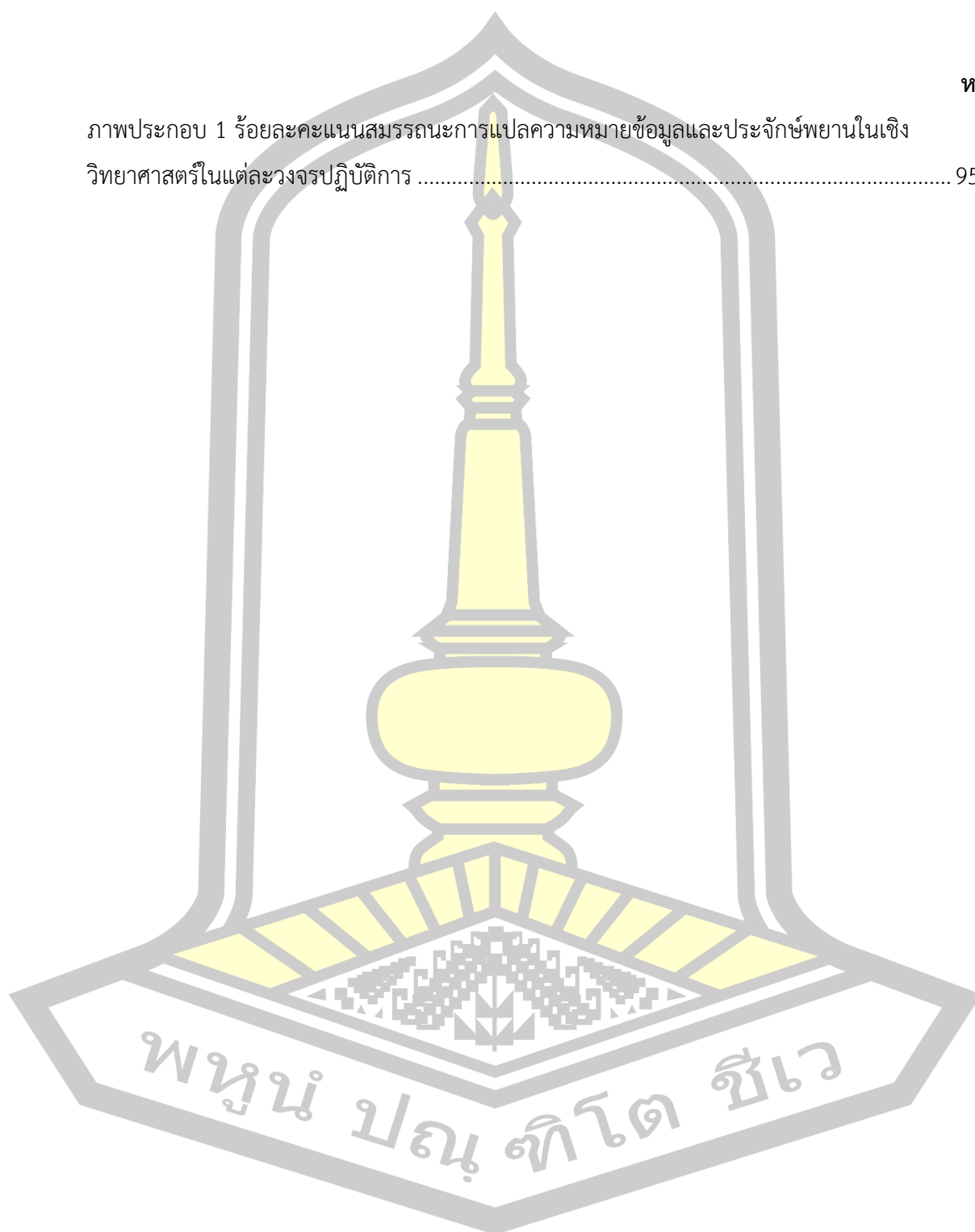
ตารางที่ 34 ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ วงจรปฏิบัติที่ 3 จำนวน 5 ข้อ	179
ตารางที่ 35 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยาน ในเชิงวิทยาศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 1	180
ตารางที่ 36 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยาน ในเชิงวิทยาศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 2	180
ตารางที่ 37 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยาน ในเชิงวิทยาศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 3	181



บัญชีภาพประกอบ

หน้า

ภาพประกอบ 1 ร้อยละคะแนนสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิง วิทยาศาสตร์ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ	95
---	----



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ความเจริญก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างไม่หยุดยั้งในโลกยุคปัจจุบันมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนา และการเปลี่ยนแปลงการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ในทุกระดับ การรู้วิทยาศาสตร์จึงมีบทบาทสำคัญเนื่องจากการรู้วิทยาศาสตร์เป็นความสามารถของบุคคลที่จะเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไตร่ตรอง (OECD, 2013) รวมถึงการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการตั้งคำถาม ค้นหา การแก้ไขปัญหา อีกทั้งยังมีความสามารถในการสืบเสาะ วิเคราะห์ ตรวจสอบข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และถูกต้องรวมถึงการตัดสินใจโดยใช้การโต้แย้งจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สมเหตุสมผล (Holbrook and Rannikmac, 2009) ตัวชี้วัดประการหนึ่งที่สะท้อนว่าเยาวชน หรือนักเรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ คือ นักเรียนต้องมีความสามารถ 3 ประการได้แก่ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และ 3) การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งกำหนดโดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD, 2013) ดังนั้นการพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถดังกล่าวจึงเป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษาวิทยาศาสตร์ในยุคปัจจุบัน

สำหรับความสามารถในการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถที่ผู้วิจัยสนใจในการศึกษาครั้งนี้หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมายข้อมูล และประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างคำกล่าวอ้างหรือลงข้อสรุป นำเสนอข้อมูลที่ได้รับในรูปแบบอื่น เช่น ใช้คำพูดของตนเอง แผนภาพ หรือการแสดงแทนอื่น ๆ นอกจากนี้ยังต้องสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่า สอดคล้องกับประจักษ์พยานที่มีหรือไม่ รวมถึงสามารถให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559) ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นในการใช้ชีวิตของนักเรียนในปัจจุบัน หากนักเรียนขาดสมรรถนะนี้ก็จะขาดความสามารถพื้นฐานในด้านต่าง ๆ และทำให้มีข้อจำกัดในการใช้วิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งจากผลการประเมินของโครงการ PISA ในปี ค.ศ. 2015 พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนด้านสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับนักเรียนในต่างประเทศ ผลการประเมินที่ได้สะท้อนให้เห็นว่าการสอนวิทยาศาสตร์โดยปกติมักจะให้ความสำคัญกับการใช้ความรู้เพื่อ

อธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์แต่ยังขาดการสอนให้นักเรียนรู้จักการนำหลักการทฤษฎีข้อเท็จจริง และสาระเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ดังนั้นนักเรียนจำเป็นต้องได้รับการฝึกฝนด้านนี้เพิ่มเติมเพราะเมื่อเจอปัญหาสามารถบอกได้ว่าปัญหาใดสามารถแก้ไขได้โดยวิธีทางวิทยาศาสตร์ รู้จักวิธีการที่จะเผชิญปัญหา และรู้ว่าต้องใช้ความรู้ และความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา (สุนีย์ คล้ายนิล และคณะ, 2551) รวมถึงเมื่อนักเรียนถูกพัฒนาให้มีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ส่งผลให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ การคิดอย่างมีเหตุผล การคิดตัดสินใจ และคิดแก้ปัญหา ซึ่งเป็นทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนพึงมีเช่นกัน (พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์, 2556)

โรงเรียนบรบือ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เปิดสอนทั้งระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และระดับมัธยมศึกษาตอนปลายแบบสหศึกษา มีการเรียนการสอนในวิชาชีววิทยาในระดับชั้นมัธยมปลายในทุกห้องเรียน วิชาชีววิทยาเป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่จัดว่าเป็นพื้นฐานสำคัญของวิทยาศาสตร์ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การให้เหตุผลจากตำราทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการสร้างข้อโต้แย้ง และข้อสรุปที่มีหลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ซึ่งจะเห็นได้ว่าวิชานี้มีความสำคัญอย่างยิ่งแต่อย่างไรก็ตามการเรียนการสอนของครูในห้องเรียนโดยส่วนมากจะใช้วิธีการสอนแบบบรรยายทำให้เด็กนักเรียนไม่ได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านการลงมือปฏิบัติ หรือการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองจึงทำให้ผู้เรียนมีปัญหาเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล การให้เหตุผลจากตำราทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการสร้างข้อโต้แย้ง และข้อสรุปที่มีหลักฐานเชิงประจักษ์ จากการสังเกตห้องเรียนพบว่านักเรียนส่วนมากยังไม่สามารถ วิเคราะห์ข้อมูล แปลผลข้อมูล ระบุข้อสันนิษฐาน หลักฐาน และให้เหตุผลจากตำราวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ รวมไปถึงไม่มีการกล่าวอ้างหลักฐานที่นำมาสนับสนุนข้อสรุปที่สมเหตุสมผล ซึ่งผู้วิจัยนำแบบทดสอบจากงานวิจัยของ จิรรัตน์ แสงศร (2560) จัดทำขึ้นโดยเป็นแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 16 ข้อ 20 คะแนน มาทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 โรงเรียนบรบือ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2562 จำนวน 28 คน พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยรวมของสมรรถนะด้านนี้เท่ากับ 10.57 ของคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 52.85 เมื่อนำคะแนนที่ได้ไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่ามีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 11 คน และมีนักเรียนที่ได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ จำนวน 17 คน ซึ่งนักเรียนที่มีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์เป็นนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เป็นการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยผ่านกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง วิธีการที่ใช้ร่วมกับการสืบเสาะทาง

วิทยาศาสตร์แล้วสามารถสนับสนุนให้นักเรียนมีการสร้างความรู้ และได้ลงมือปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น คือ การโต้แย้ง ซึ่งการโต้แย้งเป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษาทาง วิทยาศาสตร์เพราะการมีส่วนร่วมในการโต้แย้งของนักเรียนเป็นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่ ประกอบด้วยการสร้างความรู้ และแสดงเหตุผลข้อกล่าวอ้างเบื้องต้น (Berland & McNeill, 2009) โดยความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจ และทักษะการมีส่วนร่วมในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มีดังนี้ 1) บุคคลต้องใช้ความรู้หรือโครงสร้างมโนทัศน์ (Conceptual structure) ได้แก่ ทฤษฎี กฎการรวม มโนทัศน์เข้าด้วยกัน และใช้กระบวนการทางปัญญา (Cognitive process) มาให้เหตุผลเกี่ยวกับ ประเด็นปัญหาต่าง ๆ 2) บุคคลต้องรู้ และใช้กรอบแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีธรรมชาติ และการสร้างองค์ ความรู้ของวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนา และประเมินค่าข้อกล่าวอ้างเบื้องต้น 3) บุคคลต้องมีส่วนร่วมใน การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางสังคมในรูปแบบการสื่อสารการอธิบายการโต้แย้ง และการอภิปรายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Sampson et al., 2011) ดังนั้นการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับวิธีการโต้แย้งจึงมีความสำคัญในการนำ นักเรียนไปสู่จุดประสงค์ที่ต้องการทั้งทางด้านความรู้ ด้านคุณลักษณะ และด้านทักษะกระบวนการ รวมถึงเพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานใน เชิงวิทยาศาสตร์ได้นั้น ผู้วิจัยได้ศึกษา และพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธี การโต้แย้ง สามารถที่จะกระตุ้น และพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยาน ในเชิงวิทยาศาสตร์ในตัวผู้เรียนได้ จากเหตุผลต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้นจึงทำให้ผู้ทำวิจัยได้เล็งเห็นถึง ปัญหาในส่วนนี้ว่าเป็นปัญหาที่จำเป็นที่จะต้องแก้ไข เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อกลุ่มเป้าหมายโดยได้ นำเอาวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง มาใช้ในรายวิชา ชีววิทยาเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิง วิทยาศาสตร์ ในห้องเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 จำนวน 17 คน

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงมีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและ ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายให้ดีขึ้นจึงจะทำให้เกิดการยกระดับ คุณภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต่อไป

ความมุ่งหมายของงานวิจัย

เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อย่างน้อยร้อยละ 70 ของผู้เรียนให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนน เต็ม

ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 17 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

3. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ เนื้อหาวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 9 แผนการเรียนรู้ เวลาเรียน 14 ชั่วโมง

4. ระยะเวลาที่ใช้ศึกษา

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry Model) หมายถึง การจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาที่เน้นให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันในการสืบเสาะหาความรู้ พิจารณาหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสืบค้น ออกแบบสำรวจตรวจสอบรวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูล สื่อสารความคิดกับผู้อื่นในระหว่างกิจกรรมการโต้แย้ง ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงานและถามคำถามนำ (Identification of the task and Guiding Question) คือการนำเข้าสู่ภาระของเรื่องที่ต้องการให้นักเรียนศึกษาโดยมีการถามคำถามเพื่อสร้างความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเรื่องที่จะศึกษาก่อนที่จะมีการระบุภาระงาน โดยครูนำเสนอหัวเรื่องที่ต้องการให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบ และใช้คำถามในการกระตุ้นให้นักเรียนหาคำตอบของสิ่งที่กำลังจะตรวจสอบ

ขั้นที่ 2 การออกแบบวิธีการตรวจสอบและการเก็บรวบรวมข้อมูล (Design a Method and collect Data) คือการให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม 4-5 คน เพื่อออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ คาดคะเนคำตอบ และทำการสำรวจตรวจสอบ ได้แก่ การสืบเสาะหาความรู้จากแหล่งความรู้ต่าง ๆ

และทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตามที่กำหนด

ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Analyze Data and Develop an Initial Argument) คือการวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกตทดลองหรือสำรวจ ตรวจสอบในรูปแบบต่าง ๆ เช่นกราฟ แผนภูมิ ตาราง รูปภาพ เป็นต้น แล้วประเมินผลการตรวจสอบที่ได้ และใช้ข้อมูลดังกล่าวมาสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ซึ่งเป็นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ชั่วคราวที่มีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation Session) คือการโต้แย้งระหว่างกลุ่ม ทั้งห้องเรียน โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอข้อโต้แย้งของตนเอง รวมถึงระบุหลักฐานการได้มาของคำตอบ และคำกล่าวอ้างที่นำมาใช้ในการสนับสนุน โดยนักเรียนกลุ่มอื่นถามคำถาม และแสดงความคิดเห็น ต่อการนำเสนอของกลุ่มอื่นพร้อมให้เหตุผลประกอบ

ขั้นที่ 5 การอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ (An Explicit and Reflective Discussion) คือ นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนโดยเชื่อมโยงกับผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน รวมไปถึงการเชื่อมโยงและแก้ไขแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน และอภิปรายเชิงสะท้อนร่วมกับนักเรียนโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้เกิดการพัฒนาวิธีการการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน

ขั้นที่ 6 การเขียนรายงานผลการตรวจสอบ (Write an Investigation Report) คือการให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคล เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ถกเถียงความคิดและแสดงออกมาในรูปของการเขียน โดยมีองค์ประกอบ 6 ประการ ได้แก่ 1) วัตถุประสงค์ของการสำรวจตรวจสอบ 2) คำถามนำการสำรวจตรวจสอบ 3) อุปกรณ์การสำรวจตรวจสอบ 4) วิธีการตรวจสอบ 5) ขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบ 6) ผลการสำรวจตรวจสอบ 7) สิ่งที่ต้องปรับปรุง

ขั้นที่ 7 การตรวจสอบโดยเพื่อน (Double-blind Group Peer Review) คือการให้นักเรียนแต่ละคนตรวจสอบและประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อน ซึ่งรายงานนั้นต้องไม่ใช่ของเพื่อนในกลุ่มเดียวกันหรือของตนเองโดยใช้เกณฑ์การประเมินที่กำหนดและมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) โดยครูเป็นผู้รวบรวมรายงานแล้วแจกกลับให้นักเรียนพร้อมกับแจกเอกสารการตรวจสอบโดยเพื่อน (Peer Review Sheet) ซึ่งประกอบด้วยแบบประเมิน

ขั้นที่ 8 การปรับปรุงและส่งรายงาน (Revise and Submit the Report) คือการแก้ไขและปรับปรุงรายงาน การตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อน จากผลการประเมินที่ได้รับจากขั้นตอนการตรวจสอบโดยเพื่อน จากนั้นส่งผลงานให้ครูเป็นผู้ประเมินคนสุดท้าย

2. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์ และประเมินข้อมูลหรือประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์โดยความสามารถนี้ผู้เรียนจะแสดงพฤติกรรมให้รู้ว่าสามารถแปลงข้อมูลจากรูปแบบข้อมูลหนึ่งสู่รูปแบบการนำเสนออื่น ๆ วิเคราะห์ และแปลความข้อมูลและสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล ระบุข้อสันนิษฐานประจักษ์พยาน (หลักฐาน) และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และความสามารถที่อ้างถึง หรือโต้แย้งแนวทางในการแก้ปัญหาได้หลายรูปแบบ โดยความสามารถนี้ผู้เรียนจะแสดงพฤติกรรมให้รู้ว่าสามารถแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่ตั้งบนพื้นฐานของทฤษฎี ประจักษ์พยาน (หลักฐาน) หรือข้อโต้แย้งที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการพิจารณาอื่น ๆ สามารถประเมินข้อโต้แย้งและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์จากแหล่งที่มา ที่แตกต่างกันว่าน่าเชื่อถือหรือไม่ และนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลในเรื่องระบบย่อยอาหาร โดยเก็บข้อมูลจากแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ โดยข้อสอบเป็นแบบอัตนัย (เขียน-ตอบอิสระ) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามกรอบการประเมินของ PISA ในปี ค.ศ. 2015 โดยจะใช้ทดสอบวงจรปฏิบัติการละ 5 ข้อ

3. เกณฑ์ หมายถึง คะแนนสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์มาเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ใช้ค่าร้อยละ (%) และนำผลที่ได้ไปเทียบกับเกณฑ์อย่างน้อยร้อยละ 70 ของผู้เรียนให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

4. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การวิจัยที่เน้นการปฏิบัติและแก้ปัญหาในหน่วยงานนั้น ๆ โดยผู้วิจัยคือผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงานนั้นหากเป็นโรงเรียนก็คือครูนั่นเองเมื่อทำวิจัยแต่ละครั้งก็ต้องนำผลการวิจัยที่ได้มาสะท้อนและปรับปรุงการทำงานของตนเองให้สอดคล้องกับบริบทที่เป็นอยู่โดยการวิจัยนี้ต้องทำซ้ำ ๆ หลายครั้งจนให้ผลการวิจัยบรรลุตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นวางแผน (Planning) เป็นการวางแผนเพื่อแก้ไขปัญหาที่พบ โดยจะเริ่มสำรวจปัญหาบริบทในห้องเรียน วิเคราะห์รายละเอียดของปัญหา แนวทางการแก้ไขปัญหา จะดำเนินการด้วยวิธีใด ซึ่งจะศึกษาจากตำรา หนังสือที่เกี่ยวข้อง และสร้างเครื่องมือในการแก้ไขปัญหา

2. ขั้นปฏิบัติการ (Action) เป็นการดำเนินการตามการวางแผนที่ในขั้นที่ 1 โดยวิเคราะห์วิจารณ์ปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อทำการแก้ไขปรับปรุงแผน

3. ขั้นสังเกตการณ์ (Observation) เป็นการศึกษาผลการปฏิบัติการ โดยผู้วิจัยจะเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสังเกตนักเรียน โดยต้องอาศัยจากเครื่องมือที่สร้างขึ้นในการวัดผล

4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflection) เป็นการสะท้อนผลจากการปฏิบัติงานในขั้นต่าง ๆ โดยจะประเมิน ตรวจสอบกระบวนการแก้ไขปัญหา สิ่งที่เป็นอุปสรรคในการปฏิบัติการ ซึ่งจะได้แนวทางการพัฒนาและแก้ไขปัญหา เพื่อที่จะนำไปปรับแผนการดำเนินงาน เพื่อที่จะเริ่มต้นเข้าสู่วงจรปฏิบัติการต่อไป

บทที่ 2

เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทาง ดังนี้

1. สารระสำคัญเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2560
2. การสอนแบบสืบเสาะ
3. การโต้แย้ง
4. การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
5. สมรรถนะการแปลความหมายของข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์
6. วิจัยปฏิบัติการ
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 7.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

สารระสำคัญเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2560

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้า และสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

1. สารระสำคัญ

สาระชีววิทยาเรียนรู้เกี่ยวกับ การศึกษาชีววิทยา สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต เซลล์ของสิ่งมีชีวิต พันธุกรรม และการถ่ายทอด วิวัฒนาการ ความหลากหลายทางชีวภาพโครงสร้าง และการทำงานของส่วนต่าง ๆ ในพืชดอก ระบบ และการทำงานในอวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์ มนุษย์ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

2. สารการเรียนรู้ชีววิทยา

2.1 เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยา และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้าง และหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้า และออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

2.2 เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติ และหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูล และแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2.3 เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊ส และคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอก และการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2.4 เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ การหายใจ และการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสาร และการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้ และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์ และการเจริญเติบโต ฮอโมนกับการรักษาคุณภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

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

3. คำอธิบายรายวิชาชีววิทยา 4 และผลการเรียนรู้

รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เวลา 60 ชม. จำนวน 1.5 หน่วยกิต ภาคเรียนที่ 2

ศึกษาเกี่ยวกับระบบย่อยอาหาร การย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิต ทั้งจุลินทรีย์ สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์ การย่อยอาหารของมนุษย์ อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหารของมนุษย์ ความผิดปกติของทางเดินอาหารในมนุษย์ ศึกษาเกี่ยวกับระบบหายใจ การแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและของสัตว์ การแลกเปลี่ยนแก๊สของมนุษย์ โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส การแลกเปลี่ยนแก๊ส กลไกการหายใจ การควบคุมการหายใจ การวัดอัตราการหายใจ ความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับปอด และโรคระบบทางเดินหายใจ ศึกษาเกี่ยวกับระบบหมุนเวียนเลือด การลำเลียงสารในร่างกายของสัตว์ และของมนุษย์ ระบบน้ำเหลือง ระบบภูมิคุ้มกัน กลไกการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน กลไกการสร้างภูมิคุ้มกัน ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน ศึกษาเกี่ยวกับระบบขับถ่าย

การถ่ายภาพของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว และของสัตว์ การถ่ายภาพของมนุษย์ โต และอวัยวะในระบบ
 ข้างถ่ายปัสสาวะ ใต้กับการรักษาคุณภาพของร่างกาย โรคที่เกี่ยวข้องกับไต โดยใช้กระบวนการทาง
 วิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การทดลอง
 การอภิปราย การอธิบาย และการสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ มีความสามารถในการ
 การตัดสินใจ สื่อสาร สิ่งที่ยั่งยืน และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม
 คุณธรรม และค่านิยม

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบ โครงสร้าง และกระบวนการย่อย
 อาหารของสัตว์ที่ไม่มี ทางเดินอาหาร สัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์ และสัตว์ที่มีทางเดิน
 อาหารแบบสมบูรณ์
2. สังเกต อธิบาย การกินอาหาร ของไฮดรา และพลาเนเรีย
3. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างหน้าที่ และกระบวนการย่อยอาหาร และการดูด
 ซึ่มน้ำอาหารภายใน ระบบย่อยอาหารของมนุษย์
4. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบ โครงสร้างที่ทำหน้าที่แลกเปลี่ยน
 แก๊สของพองน้ำ ไฮดรา พลาเนเรีย ไส้เดือนดิน แมลง ปลา กบ และนก
5. สังเกต และอธิบายโครงสร้างของปอดในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม
6. สืบค้นข้อมูล อธิบาย โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส และ
 กระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของมนุษย์
7. อธิบายการทำงานของปอด และทดลองวัดปริมาตรของอากาศในการ
 หายใจออกของมนุษย์
8. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิด และ
 ระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด
9. สังเกต และอธิบายทิศทางการไหลของเลือด และการเคลื่อนที่ของเซลล์
 เม็ดเลือดในทางปลา และสรุปความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของหลอดเลือดกับความเร็วในการไหลของ
 เลือด
10. อธิบายโครงสร้าง และการทำงานของหัวใจ และหลอดเลือดในมนุษย์
11. สังเกต และอธิบายโครงสร้างหัวใจของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ทิศ
 ทิศทางการไหลของเลือดผ่านหัวใจของมนุษย์ และเขียนแผนผังสรุปการหมุนเวียนเลือดของมนุษย์
12. สืบค้นข้อมูล ระบุความแตกต่างของเซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์เม็ดเลือด
 ขาว เพลตเลต และพลาสมา
13. อธิบายหมู่เลือด หลักการให้ และรับเลือดในระบบ ABO และระบบ Rh

14. อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับส่วนประกอบ และหน้าที่ของน้ำเหลือง รวมทั้งโครงสร้างและหน้าที่ของหลอดน้ำเหลือง และต่อมน้ำเหลือง
15. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบกลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะ และแบบจำเพาะ
16. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบการสร้างภูมิคุ้มกันตัวเอง และภูมิคุ้มกันรับมา
17. สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันที่ทำให้เกิดเอดส์ ภูมิแพ้ การสร้างภูมิต้านทานต่อเนื้อเยื่อตนเอง
18. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้าง และหน้าที่ในการกำจัดของเสียออกจากร่างกายของฟองน้ำ ไฮดรา พลานาเรีย ไส้เดือนดิน แมลง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง
19. อธิบายโครงสร้าง และหน้าที่ของไต และโครงสร้างที่ใช้ลำเลียงปัสสาวะ ออกจากร่างกาย
20. อธิบายกลไกการทำงานของหน่วยไตในการกำจัดของเสียออกจากร่างกาย และเขียนแผนผังสรุปขั้นตอนการกำจัดของเสียออกจากร่างกายโดยหน่วยไต
21. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างเกี่ยวกับความผิดปกติของไตอันเนื่องมาจากโรคต่าง ๆ

การสอนแบบสืบเสาะ

1. ความสำคัญของการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเองให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชาครูวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการเตรียมสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ศึกษาโครงสร้างของกระบวนการสอนการจัดลำดับเนื้อหาโดยครูทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วย และนักเรียนทำหน้าที่คล้ายผู้จัดวางแผนการเรียนนักเรียนเป็นผู้เริ่มต้นในการจัดการเรียนการสอนด้วยตนเองมีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้โดยวิธีการเช่นเดียวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และเปลี่ยนแนวความคิดจากการที่เป็นผู้รับความรู้มาเป็นผู้แสวงหาความรู้ และใช้ความรู้ (ภพ เลหาไพบุลย์, 2542)

2. ความหมายของการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ

การสืบเสาะ (Inquiry) เป็นคำที่เราคุ้นเคยมานานแต่การสืบเสาะหาความรู้นี้มี ความหมายที่ลึกซึ้งมากกว่าการสังเกต และจัดบันทึกมีความหมายมากกว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์

และมีความหมายมากกว่าการทำกรทดลอง การสืบเสาะหาความรู้นอกจากจะต้องใช้หลักการเหตุผล และข้อมูลที่ได้จากการทดลองแล้วยังต้องใช้จินตนาการความคิดสร้างสรรค์ และการลงความเห็นร่วมกัน แม้ว่าคนเพียงคนเดียวสามารถค้นพบเรื่องที่ยิ่งใหญ่ได้แต่ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับคน กลุ่มใหญ่ที่ยอมรับความคิดเห็นนั้นร่วมกัน (กุศลีน มุสิกกุล, 2553)

นักวิชาการ และนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังต่อไปนี้

Budnitz (2003) การสืบเสาะหาความรู้เป็นแนวคิดที่มีความซับซ้อน และมีความหมายแตกต่างกันไปตามบริบทที่ใช้ และผู้ที่ให้คำจำกัดความโดยศูนย์กลางของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นั้นมีต้นกำเนิดจากนักวิทยาศาสตร์ครู และนักเรียน

Educational Broadcasting Corporation (2003) การสืบเสาะหาความรู้เป็นยุทธวิธีหนึ่งในการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสำรวจธรรมชาติและสิ่งต่าง ๆ ในโลก และนำไปสู่การถามคำถาม และทำการสืบค้นเพื่อให้ได้ความรู้ใหม่

Wu and Hsieh (2006) การสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย คือการถามคำถาม ออกแบบการสำรวจข้อมูล การสำรวจข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปผลการคิดค้น ประดิษฐ์ การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และสื่อสารคำอธิบาย

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542) กล่าวถึงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเพื่อค้นพบความจริงทางวิทยาศาสตร์โดยครูทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วยนักเรียนเป็นผู้จัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ปรมาภรณ์ อนุพันธ์ (2544) กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ และส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดเพื่อค้นคว้าหาความรู้ความจริงด้วยตนเองโดยครูเป็นผู้ตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นคว้าวิธีการแก้ปัญหาได้เอง

ไสว พักขาว (2544) กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแสวงหาความรู้เพื่อการแก้ปัญหาโดยใช้คำถามจัดเป็นวิธีการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนบทบาทของครูจะลดลง ครูจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมคิด ร่วมแสดงความคิดเห็น ร่วมค้นคว้า และสรุปความรู้ด้วยตนเองจากการถามตอบหรือครู และนักเรียนผลัดกันถามก็ได้แต่รูปแบบที่นักเรียนเป็นผู้ถามจะสอดคล้องกับแนวการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญมากที่สุด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) การสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ซึ่งกล่าวไว้ว่าเป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้นเสาะหาสำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมายจึงจะสามารถสร้างเป็นองค์

ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนานสามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ มาเผชิญหน้า

สุภาพร พลพุทธา (2552) กล่าวถึงกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นกระบวนการเรียนรู้ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการคิด และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือแก้ปัญหาเพื่อ ค้นหาความรู้ใหม่ด้วยตนเองโดยมีครูเป็นเพียงผู้ช่วยเหลือ

กุศลิน มุสิกกุล (2553) การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนหมายถึงการที่ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม และกระบวนการคิดที่หลากหลายคล้ายกับที่นักวิทยาศาสตร์ได้ ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเรื่องต่าง ๆ เพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ทางกายภาพในธรรมชาติ

ทิศนา แคมมณี (2557) ได้ให้คำนิยามการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Instruction) ว่าการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้หมายถึงการ ดำเนินการเรียนการสอนโดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหา ความรู้เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเองโดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการ เรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียนเช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น

จึงสามารถสรุปความหมายของการเรียนการสอนสืบเสาะได้ว่าการเรียนการสอนสืบเสาะ หมายถึงการเรียนรู้ที่นักเรียนค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเองด้วยการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการใช้คำถามซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญในการค้นคว้า โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการ ปฏิบัติกิจกรรม

3. รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะมีหลายรูปแบบทั้งแบบที่ครูเป็นผู้กำกับกับแบบที่นักเรียนเป็นผู้กำกับ และทั้งครู และนักเรียนเป็นผู้กำกับการเรียนรู้ร่วมกันดังนั้นจึงมีแนวคิดต่าง ๆ ที่อธิบายไว้อย่าง มากมายดังเช่น Sund and Trowbridge, 1973 (อ้างอิงใน พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพียวาร์ ยินดีสุข, 2548) ได้อธิบายเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ว่ามี 3 แนวทางซึ่งขึ้นอยู่กับ บทบาทของครู และนักเรียนดังนี้

1. การสืบเสาะแบบมีการแนะนำ (Guided discovery) เป็นวิธีที่ครู และนักเรียนมี บทบาทในกิจกรรมการเรียนรู้เท่าเทียมกัน
2. การสืบเสาะที่ครูเป็นผู้วางแผนกิจกรรมการเรียนรู้ (Less guided discovery) หรือ เป็นวิธีที่ไม่ได้กำหนดแนวทาง (Unstructured laboratory) เป็นวิธีที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาแต่ให้ นักเรียนหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง
3. การสืบเสาะที่นักเรียนเป็นผู้วางแผน (Free discovery) หรือวิธีสืบเสาะหาความรู้ แบบอิสระเป็นวิธีที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาเองวางแผนการทดลอง ดำเนินการทดลองตลอดจน

สรุปผลด้วยตัวนักเรียนเองวิธีนี้เป็นวิธีที่นักเรียนมีอิสระเต็มที่ในการศึกษาตามความสนใจโดยครูเป็นเพียงผู้กระตุ้นให้นักเรียนคิดแก้ไขปัญหาเท่านั้น

ในขณะที่ กุศลิน มุสิกกุล (2550) ได้แบ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. ครูเป็นผู้ถามนำ (Passive Inquiry) หรือครูเป็นผู้กำหนดปัญหาเป็นวิธีที่นักเรียนเป็นฝ่ายตอบคำถามส่วนใหญ่แต่ครูก็จะพยายามกระตุ้นเตือนให้นักเรียนได้ตั้งคำถามอยู่เสมอการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบนี้เหมาะสำหรับการเริ่มการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้เป็นครั้งแรก

2. ครูและนักเรียนเป็นผู้ถามคำถาม (Combined Inquiry) เป็นวิธีที่ครูหรือนักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา (Challenged Inquiry) เป็นวิธีที่ใช้ในโอกาสที่นักเรียนเริ่มคุ้นเคยกับการถามของครูมากขึ้นซึ่งข้อควรระวังในการส่งเสริมให้นักเรียนตั้งคำถามคือให้นักเรียนคิดก่อนการถามครูและหลักสำคัญคือครูต้องพยายามไม่ให้คำตอบแต่จะส่งเสริมหรือถามต่อเพื่อให้นักเรียนค้นพบคำตอบด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่

3. นักเรียนเป็นผู้ถามคำถาม (Active Inquiry) หรือกำหนดปัญหาโดยนักเรียน (Opened Inquiry) เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ถามคำถามส่วนใหญ่โดยที่ครูเป็นผู้แนะแนวหรือเน้นจุดสำคัญที่นักเรียนมองข้ามซึ่งวิธีนี้นักเรียนมีความชำนาญในการใช้คำถามแล้วนักเรียนจึงสามารถตั้งคำถาม และหาคำตอบด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่

สอดคล้องกับ ประมวล ศิริพันธ์แก้ว (2546) ที่ได้แบ่งการสืบเสาะความรู้ออกเป็น 3 รูปแบบคือ

1. การสืบเสาะตามที่มีผู้กำหนดไว้ให้ (Structured Inquiry) โดยนักเรียนทำตามวิธีการทุกขั้นตอนเพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์หาคำตอบของคำถามหรือประเด็นที่ถูกกำหนดไว้แล้ว การสืบเสาะหาความรู้ประเภทนี้เหมาะสำหรับฝึกประสบการณ์ และทักษะการสืบเสาะหาความรู้ก่อนที่จะก้าวไปสู่การดำเนินการด้วยตนเองมากขึ้น

2. การสืบเสาะโดยมีข้อเสนอแนะให้ (Guided inquiry) นักเรียนสามารถดัดแปลงข้อเสนอแนะในการดำเนินการสืบเสาะตามที่เห็นสมควร และเหมาะสมกับสถานการณ์แต่ก็มีการกำหนดคำถามหรือหัวเรื่องในการสืบเสาะไว้ให้

3. การสืบเสาะอย่างอิสระ (Independent Inquiry) เป็นการสืบเสาะที่เริ่มต้นจากนักเรียนทุกขั้นตอนตั้งแต่การตั้งคำถามหรือกำหนดหัวข้อเรื่องการวางแผนดำเนินการรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปสู่การแปลความหมาย และลงข้อสรุป

นอกจากนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552) ยังแบ่งการสืบเสาะ (Level of inquiry) เป็น 4 ระดับ ได้แก่

1. การสืบเสาะแบบยืนยัน (Confirmed Inquiry) เป็นการสืบเสาะที่ให้นักเรียนเป็นผู้ตรวจสอบความรู้หรือแนวคิดเพื่อยืนยันความรู้หรือแนวคิดที่ถูกค้นพบมาแล้วโดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหา และคำตอบหรือองค์ความรู้ที่คาดหวังให้นักเรียนค้นพบ และให้นักเรียนทำกิจกรรมที่กำหนดในหนังสือหรือใบงานหรือตามที่ครูบรรยายบอกกล่าว

2. การสืบเสาะแบบนำทาง (Directed Inquiry) เป็นการสืบเสาะที่ให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเองโดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหา และสาธิตหรืออธิบายการสำรวจตรวจสอบแล้วให้นักเรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบตามวิธีการที่กำหนด

3. การสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry) เป็นการสืบเสาะที่ให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเองโดยนักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา และครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางการสำรวจตรวจสอบรวมทั้งให้คำปรึกษาหรือแนะนำให้นักเรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบ

4. การสืบเสาะแบบเปิด (Open Inquiry) เป็นการสืบเสาะที่ให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเองโดยให้นักเรียนมีอิสระในการคิดเป็นผู้กำหนดปัญหาออกแบบ และปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง

รูปแบบการจัดการเรียนการสอนสืบเสาะข้างต้นสามารถสรุปรูปแบบการจัดการเรียนการสอนสืบเสาะโดยแบ่งเป็น 2 ประเภทดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยครูซึ่งจะเป็นบทบาทร่วมกันระหว่างนักเรียนและครูแต่ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้คอยควบคุมประเด็นปัญหาต่าง ๆ เพื่อสร้างให้นักเรียนเกิดความคิดและสรุปเป็นองค์ความรู้ด้วยตนเอง

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยนักเรียนเป็นบทบาทร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนเช่นเดียวกันแต่จะเป็นกิจกรรมกลุ่มหรือปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างนักเรียนโดยครูจะเปลี่ยนบทบาทจากผู้ควบคุมประเด็นปัญหาเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหา และร่วมกันหาคำตอบของประเด็นปัญหา

งานวิจัยนี้ได้เน้นการสืบเสาะโดยนักเรียนให้นักเรียนได้ลงมือสืบเสาะค้นคว้าหาความรู้เพื่อนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาโดยครูมีหน้าที่ในการกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันแก้ไขปัญหาโดยใช้คำถามเชื่อมโยงความรู้เดิมของนักเรียนให้นักเรียนได้สืบเสาะรวบรวมหลักฐานเพื่อนำมาใช้ในการหาคำตอบของปัญหาหรือลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์

4. ลักษณะสำคัญของการสืบเสาะ

การจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการหรือแนวทางที่ทำให้นักเรียนสร้างหรือได้รับองค์ความรู้ด้วยตัวนักเรียนเองผ่านกระบวนการสำรวจตรวจสอบหรือทดลองโดยมีครูทำหน้าที่เป็นผู้ช่วย (Facilitator) เพื่อให้นักเรียนได้ตระหนักว่า “เราต้องคความรู้อ่าง ๆ มาได้อย่างไร หรือ How we know what we know” มากกว่าแค่รู้ว่า “เรารู้องค์ความรู้อะไรหรือ we know

what we know” ดังนั้นกิจกรรมที่จัดได้ว่าเป็นการสืบเสาะหาความรู้จะมีคุณลักษณะสำคัญ 5 ประการดังต่อไปนี้ (กมลวรรณ กัญญาประสิทธิ์, 2558)

1. นักเรียนตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะตั้งคำถามต่าง ๆ ได้ก็ต่อเมื่อเกิดการสังเกตเกิดปัญหาหรือข้อสงสัยต่าง ๆ ขึ้นในตนเองแม้ว่าผู้สอนจะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดทักษะ และฝึกกระบวนการการสร้างคำถามแต่จะพบได้ว่าในสถานการณ์จริงเราอาจจะไม่สามารถตอบคำถามได้ทุกเรื่องในช่วงเวลานั้นทั้งนี้อาจเป็นเพราะข้อจำกัดของความรู้วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะมาช่วยในการตอบคำถามที่สงสัยดังนั้นผู้สอนควรจะเป็นผู้ช่วย เป็นผู้แนะนำให้นักเรียนใช้กระบวนการคิดหรือปรับข้อคำถามให้เป็นคำถามที่สามารถสำรวจตรวจสอบ (Testable question) หรือสามารถตั้งสมมติฐานที่ตรวจสอบได้ผ่านกระบวนการทำงานทางวิทยาศาสตร์โดยคำถามที่ดีควรเป็นคำถามที่นักเรียนสามารถหาข้อมูลหรือหลักฐานเพื่อตอบคำถามนั้น ๆ ได้คำถามที่นำมาซึ่งการสำรวจตรวจสอบอาจมาได้หลายทาง ได้แก่ มาจากนักเรียน ครู สื่อการสอน เว็บไซต์ หรือแหล่งข้อมูลอื่น ๆ

2. นักเรียนให้ความสำคัญกับหลักฐานหรือประจักษ์พยานของคำถามที่ตั้งขึ้นจากคำถามที่ตั้งขึ้นนักเรียนจะทำการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่นจากการสำรวจตรวจสอบหรือจากการทดลองนักเรียนจึงจำเป็นต้องเก็บข้อมูลด้วยความละเอียดถูกต้อง และแม่นยำด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งการจะให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ถูกต้อง และแม่นยำนักเรียนควรได้รับการฝึกฝนทักษะในการใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ประเมินถึงข้อดี และข้อด้อยของเครื่องมือแต่ละชนิดเสียก่อนเพื่อจะได้เลือกใช้ได้ถูกต้องเหมาะสมด้วยความชำนาญดังนั้นครูจึงควรให้ความสำคัญกับการฝึกทักษะการปฏิบัติการเบื้องต้นก่อนการใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นักเรียนจะต้องให้ความสำคัญกับข้อมูลหลักฐานในการอธิบาย และประเมินคำอธิบายที่ตอบด้วยคำถามทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสิ่งที่ทำให้การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากการเรียนรู้แบบอื่นคือความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากข้อมูลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ การทดลองมากกว่าความรู้ที่ได้จากสถานที่เพียงอย่างเดียวนักวิทยาศาสตร์ทุ่มเทให้กับการเก็บข้อมูลที่ถูกต้องจากการสังเกตหรือสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ต่าง ๆ ซึ่งอาจมีการใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ เช่นกล้องจุลทรรศน์ แวนชยาย หรือคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการเก็บข้อมูล นอกจากนี้วิทยาศาสตร์อาจมีการควบคุมตัวแปรที่อาจมีผลต่อข้อมูลที่ต้องการเก็บรวบรวมสำหรับการสืบเสาะหาความรู้ในห้องเรียน นักเรียนต้องนำข้อมูลเชิงประจักษ์ต่าง ๆ มาประกอบการอธิบายหรือตอบคำถามที่ศึกษาครูควรให้นักเรียนเข้าใจว่าการอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นโดยใช้ความเชื่อส่วนตัวความเข้าใจผิดการคาดเดาความเชื่อทางศาสนาสามารถเกิดขึ้นได้ และมีความสำคัญเชิงสังคมแต่คำอธิบายเหล่านี้ไม่ใช่คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

3. นักเรียนสร้างคำอธิบายจากข้อมูล และหลักฐานที่มีเมื่อนักเรียนได้เก็บข้อมูลต่าง ๆ ด้วยความละเอียดแล้ว ข้อมูลดิบที่ได้มาจะถูกนำมาวิเคราะห์ และใช้เป็นหลักฐานในการใช้

สร้างคำอธิบายดังนั้นนักเรียนจึงจำเป็นต้องใช้เหตุผลในการคิดวิเคราะห์ด้วยวิธีการที่เหมาะสมอย่างซื่อสัตย์ และสอดคล้องกับคำถามหรือปัญหาที่ตั้งไว้โดยการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ต้องอยู่บนพื้นฐานของเหตุผลซึ่งอธิบายถึงเหตุ และผลรวมถึงความสัมพันธ์ต่าง ๆ ตามข้อมูลเชิงประจักษ์ที่รวบรวมได้จากการสำรวจตรวจสอบซึ่งการให้เหตุผลเชิงวิเคราะห์นั้นนักเรียนต้องสามารถนำข้อมูลเหล่านั้นมาจำแนกวิเคราะห์ลงความเห็น และทำนาย การอธิบายคือหนทางที่เรียนรู้สิ่งใหม่โดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่รู้อยู่แล้วกับสิ่งที่สังเกตได้ ดังนั้นการอธิบายจึงเป็นการทำความเข้าใจความรู้ใหม่ซึ่งต่อยอดจากความรู้เดิมของนักเรียน

4. นักเรียนเชื่อมโยงองค์ความรู้ที่ได้สู่องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เมื่อนักเรียนได้หลักฐานก็จะสามารถสร้างคำอธิบาย และใช้กระบวนการสังเคราะห์ออกมาเป็นคำอธิบายของตนเองแล้วนักเรียนควรได้ทำการสืบค้นเพื่อศึกษาเพิ่มเติมว่าจากองค์ความรู้ที่นักเรียนได้นั้นมีความสอดคล้องหรือแตกต่างจากองค์ความรู้เช่น หลักการ กฎ ทฤษฎี หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ที่มีอยู่ในปัจจุบันอย่างไร ซึ่งสิ่งหนึ่งที่ทำให้การสืบเสาะค้นหาวงวิทยาศาสตร์แตกต่างจากการสืบเสาะค้นหาของศาสตร์อื่น ๆ ก็คือผู้สำรวจตรวจสอบสามารถประเมิน ปรับปรุง หรือตัดคำอธิบายนั้นทิ้งเมื่อพบว่ายังไม่มีเหตุผล หรือข้อมูลเชิงประจักษ์ที่เพียงพอในขณะเดียวกันก็เปิดโอกาสให้มีการประเมินคำอธิบายซึ่งกัน และกันนอกจากนี้การประเมินคำอธิบายยังรวมถึงการพิจารณาคำอธิบายจากแหล่งอื่น ๆ เช่นจากการสนทนา จากการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากครู หรือสื่อการสอน องค์ประกอบที่สำคัญคือ นักเรียนต้องเชื่อมโยงผลการทดลอง หรือสำรวจตรวจสอบกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับระดับของนักเรียนทั้งนั้นคำอธิบายของนักเรียนต้องมีความถูกต้อง และสอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับแล้ว

5. นักเรียนสื่อสาร และประเมินองค์ความรู้อย่างมีเหตุผลการที่นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้จากการลงมือปฏิบัติ และสืบเสาะด้วยตนเองความรู้ใหม่ที่ได้ในที่นี้อาจไม่ใช่ความรู้ใหม่ทั่วไปแต่เป็นความรู้ใหม่ของนักเรียนที่จะช่วยให้นักเรียนได้รู้สึกเห็นคุณค่าของการทำงานดังเช่นนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งการทำงานของนักวิทยาศาสตร์จะไม่สิ้นสุดลงที่การได้ผลการทดลองแต่นักวิทยาศาสตร์จะนำเอาองค์ความรู้ที่ได้มาใช้สื่อสารต่อประชาคมโลก ดังนั้นการสื่อสารจึงเป็นอีกคุณลักษณะหนึ่งที่สำคัญ กล่าวคือการเปิดโอกาสให้ผู้อื่นได้วิพากษ์วิจารณ์ผลงานเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันนั้นเป็นการช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ และฝึกการให้และรับข้อเสนอแนะจากผู้อื่นซึ่งเป็นการช่วยเติมเต็มความรู้ในส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์ให้ดียิ่งขึ้นอีกทั้งยังเป็นการฝึกให้นักเรียนเรียนรู้ที่จะรับฟังความคิดเห็นข้อวิพากษ์ และวิจารณ์จากผู้อื่นได้ด้วย

กิจกรรมข้างต้นจัดได้ว่าเป็นการสืบเสาะความรู้ นักเรียนจะต้องมีคุณลักษณะทั้ง 5 ประการ ได้แก่ การตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ การให้ความสำคัญกับหลักฐานหรือประจักษ์พยานของคำถามที่ตั้งขึ้น การสร้างคำอธิบายจากข้อมูล และหลักฐานที่มีเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

และสื่อสารประเมินองค์ความรู้อย่างมีเหตุผลซึ่งจะทำให้ นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยหลักฐาน และเหตุผลที่เหมาะสมได้

5. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

การสืบเสาะความรู้เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ครูจะต้องส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดมี ความคิดสร้างสรรค์ให้โอกาสนักเรียนได้ใช้ความคิดของตนเองมากที่สุดทั้งนี้กิจกรรมที่จะให้นักเรียน สืบเสาะตรวจสอบจะต้องเชื่อมโยงกับความคิดเดิมอันนำไปสู่การแสวงหาความรู้ใหม่ได้ใช้กระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ และการสืบเสาะความรู้ในการกำหนดขั้นตอน และกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะมีผู้เสนอไว้ดังนี้

ผดุงยศ ดวงมาลา (2530) ได้เสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็น ขั้นตอนดังนี้

1. ชี้นำเข้าสู่ปัญหา และตั้งสมมติฐาน (Orientation and Hypothesis) ขั้นนี้ ผู้สอนจะจัดสถานการณ์กิจกรรมหรือเงื่อนไขที่ทำให้เกิดปัญหาข้อใจขึ้นในตัวนักเรียนซึ่งจัดเป็นขั้นให้ นักเรียนสืบเสาะต่อไปว่าอะไรคือที่มาของปัญหา หรือปัญหานั้นจะอธิบายได้อย่างไรในขั้นนี้ต้องให้ นักเรียนคิดพิจารณา หรือใช้ทักษะการสังเกตที่พิจารณาสภาพของปัญหาเพื่อให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน เพื่อคาดคะเนคำตอบของปัญหาในเบื้องต้น

2. สืบค้นคว้า หรือขั้นปฏิบัติการ (Exploration) เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องหา เหตุผล หาข้อมูลเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ นักเรียนอาจจะต้องใช้วิธีการหลายวิธี รวมทั้ง สอบถามจากผู้สอนด้วย ผู้สอนต้องไม่ตอบปัญหาโดยการบอกหรือบรรยายให้ฟัง หากจำเป็นจะต้อง ตอบโดยไม่มีทางเลือกให้ใช้วิธีการทดลองให้ดู หรือใช้วิธีการตั้งคำถามที่มาจากเพื่อนนักเรียนได้ ใช้ความคิดของตนเองให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

3. การอภิปรายและสรุปผล (Discussion and Conclusion) เมื่อรวบรวมข้อมูล จากการสืบค้นคว้าหรือปฏิบัติการได้แล้วครูเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายถึงผลที่ได้เพื่อโยงไป สมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าเป็นความจริงมาน้อยเพียงใดหากสมมติฐานนั้นเป็นจริงก็ให้สรุปเป็นความรู้ต่อไป

4. การนำไปใช้ (Application) เมื่อสรุปเป็นโมเดล หรือหลักการต่าง ๆ ได้แล้ว ครูจะกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดว่าสิ่งที่นักเรียนสืบเสาะได้นั้นจะนำไปใช้ได้อย่างไรหรือจะนำไป ผสมผสานกับความรู้อื่น ๆ ที่เรียนมาแล้วให้เป็นโครงสร้างของความรู้ใหม่ได้อย่างไร

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2545) ได้เสนอขั้นตอนของการสอนสืบเสาะความรู้เป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ผู้สอนสร้างสถานการณ์ หรือปัญหาจากเนื้อหาหลักสูตรให้สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยปัญหาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิด และแก้ปัญหาการ นำเข้าสู่บทเรียนอาจทำได้หลายวิธีผู้สอนจะต้องเลือก หรือปรับวิธีการนำเข้าสู่บทเรียนให้เหมาะสม

สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สามารถเชื่อมโยงไปสู่การออกแบบการค้นคว้าหาความรู้หรือการทดลองเพื่อหาคำตอบด้วยตนเอง

2. ชั้นใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางในการหาคำตอบการใช้คำถามนี้จะต้องอาศัยสถานการณ์ หรือปัญหาที่กำหนดขึ้นโดยใช้คำถามเป็นชุดต่อเนื่องสัมพันธ์กับชุดของคำถามต้องสามารถนำนักเรียนไปสู่การตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ซึ่งควรเป็นแนวทางของการกำหนดวิธีการศึกษาค้นคว้า หรือทำการทดลอง

3. ชั้นใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบกำหนดวิธีการศึกษาการทดลองเพื่อหาคำตอบคำถามในขั้นนี้เป็นคำถามเพื่อนำไปสู่การอธิบายวิธีการหาความรู้จากออกแบบวิธีการศึกษาค้นคว้าหลายวิธีแล้วเลือกวิธีที่ดีที่สุด

4. ดำเนินการศึกษาค้นคว้าสืบเสาะความรู้ผู้สอนจะต้องใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจในขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมตามวิธีการที่เลือกไว้ให้ชัดเจนจดบันทึกข้อมูลไว้

5. ชั้นอภิปรายเพื่อสรุปผล เป็นการให้คำถามโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า และการตอบคำถามเป็นหลักเพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบของปัญหาผู้สอนควรใช้คำถามฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่นักเรียนพบในชีวิตประจำวัน หรือเรื่องที่จะเริ่มต่อไปหรือเรื่องที่จะเรียนต่อไป

ประสาธ เมืองเฉลิม (2550) ได้แบ่งขั้นตอนของกระบวนการสืบเสาะความรู้เป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

1. การสร้างสถานการณ์ หรือปัญหาเป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของปัญหาเพื่อกระตุ้นหรือท้าทายให้นักเรียนคิด และแก้ปัญหาที่สถานการณ์ หรือปัญหานั้นควรเป็นสถานการณ์ หรือปัญหาที่อยู่ใกล้ตัวจะช่วยสร้างความสนใจให้แก่ นักเรียน และสามารถเชื่อมโยงไปสู่การออกแบบการทดลองที่ต้องการได้

2. การตั้งสมมติฐานจะต้องอาศัยสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหาในขั้นแรกเป็นหลัก ใช้คำถามที่ต่อเนื่อง และสัมพันธ์กันเพื่อนำไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้

3. การออกแบบการทดลองครูอาจใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนไปสู่การออกแบบการทดลอง และระบุวิธีในการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. การทดสอบสมมติฐาน กิจกรรมในขั้นตอนนี้ ได้แก่ การทำการทดลอง และบันทึกผลที่ได้จากการทดลองโดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ และช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น

5. ข้อสรุปที่ได้จากการทดสอบสมมติฐานครูอาจให้คำถามโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลองเพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้ปัญหาข้างต้น และควรมีคำตอบที่สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ด้วย

นอกจากนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้แบ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน หรือเรื่องที่สนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองตามความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่มเรื่องที่นำเสนอจากสถานการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่ศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อนแต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่ครูจะใช้ศึกษาเมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษาจึงร่วมกันกำหนดขอบเขต และแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิมหรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจอย่างหลากหลาย

2. ขั้นสำรวจและค้นคว้าหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้ และมีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสารสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการสำรวจตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธีเช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง หรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้วจึงนำข้อมูลสารสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่นบรรยาย สรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปภาพ สร้างตารางเป็นต้น การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทางเช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนดไว้แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้ และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อยซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง และมากน้อยเพียงใดจากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบาย หรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือข้อจำกัดซึ่ง

จะก่อให้เกิดประเด็นคำถาม หรือปัญหาที่ต้องสำรวจตรวจสอบต่อไปทำให้เกิดเป็นกระบวนการต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า Inquiry Cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลัก และหลักการทฤษฎีตลอดจนการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไปโดยจะต้องอาศัยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่ต่อเนื่องเป็นวัฏจักร

จากขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้สามารถสรุปได้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง

6. ข้อดี และข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีสอนที่เหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์โดยที่ครูเป็นผู้เตรียมสภาพแวดล้อม จัดลำดับเนื้อหา แนะนำ หรือช่วยให้นักเรียนประเมินความก้าวหน้าของตนเอง ส่วนนักเรียนเป็นผู้เรียนภายใต้เงื่อนไขของครุภัณฑ์นักเรียนมีอิสระในการดำเนินการทดลองอย่างเต็มที่ (พวงทอง มีมั่งคั่ง, 2537 อ้างอิงใน ภพ เลหาไพบูลย์, 2537) ได้สรุปข้อดี และข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

6.1 ข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะ

1. นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ที่ได้ศึกษาด้วยตนเองจึงมีความอยากรู้อยู่ตลอดเวลา
2. นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิด และฝึกการกระทำทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีสืบเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเองทำให้ความรู้คงทน และถาวรโยงการเรียนรู้อาจกล่าวคือ ทำให้สามารถจดจำได้นาน และนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่
3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน
4. นักเรียนสามารถเรียนรู้โมโนทัศน์ และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น
5. นักเรียนจะเป็นผู้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

6.2 ข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะ

1. ในการสอนแต่ละครั้งต้องใช้เวลาในการสอนมาก
2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่ทำให้น่าสงสัยแปลกใจจะทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายถ้าครูไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ในการสอนวิธีนี้มุ่งควบคุมพฤติกรรมของนักเรียนมากเกินไปจะทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง
3. ในกรณีที่นักเรียนมีระดับสติปัญญาต่ำ และเนื้อหาค่อนข้างยากนักเรียนอาจจะไม่สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้

4. นักเรียนบางคนที่ยังไม่เป็นผู้ใหญ่พอทำให้ขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหา และนักเรียนที่ต้องการแรงกระตุ้นเพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมาก ๆ อาจจะพอดอป คำถามได้แต่นักเรียนไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนด้วยวิธีนี้เท่าที่ควร

5. การใช้สอนแบบนี้อยู่เสมออาจทำให้ความสนใจของนักเรียนในการศึกษาค้นคว้าลดลง

การโต้แย้ง

1. การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการสำคัญในการสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้มีศักยภาพในการค้นหา และนำเสนอหลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อสนับสนุนข้อสรุปอย่างมีเหตุผลผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเกี่ยวกับการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งมีประเด็นที่น่าสนใจ 4 ประเด็น ได้แก่ 1) ความสำคัญของการโต้แย้งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ 2) ความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ 3) ประโยชน์ของการโต้แย้งต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ 4) รูปแบบการเรียนการสอนสร้างข้อโต้แย้ง แต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ความสำคัญของการโต้แย้งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

การศึกษาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันได้มุ่งเน้นศึกษาการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งมีความสำคัญต่อการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ทั้งการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (NSES) ได้ให้ความสำคัญกับการโต้แย้งที่ได้กล่าวไว้ว่า “การสืบเสาะควรพิจารณาทั้งกระบวนการของการสำรวจ การทดลอง การอธิบาย และการโต้แย้ง” อีกทั้งยังให้คำแนะนำว่าในกระบวนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เข้าสู่กระบวนการโต้แย้งมากขึ้น (National Research Council, 1996) ซึ่งถ้าหากพิจารณากระบวนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมาจะพบว่ายังคงมีการปฏิบัติบนฐานของ “Positivist” คือมีมุมมองว่าวิทยาศาสตร์คือการสังเกต และการทดลองโดยเน้นผลการทดลอง และการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์เป็นการทำให้กระบวนการสร้างความรู้ถูกมองข้ามไปในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมา ด้วยเหตุนี้นักวิทยาศาสตร์จึงพยายามเปลี่ยนมุมมองใหม่โดยเน้นว่าวิทยาศาสตร์คือกระบวนการสร้างความรู้เป็นกระบวนการทางสังคม และกิจกรรมหลักของวิทยาศาสตร์คือ การโต้แย้ง (Driver, Newton and Osborne, 2000) ขณะที่ Berland and McNeil (2009) อธิบายว่า “วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมทางสังคมโดยมีหัวใจสำคัญคือการโต้แย้ง” การศึกษาวิทยาศาสตร์ควรเน้น

การโต้แย้งเพื่อส่งเสริมวิธีการคิดโดยไม่ได้จำกัดเพียงแค่การคิดให้ได้ซึ่งความรู้ และข้อเท็จจริงเท่านั้น ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ใช้การโต้แย้งจึงควรให้นักเรียนได้มีโอกาสในการเข้าถึง การปฏิบัติดังเช่น นักวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ Newton (1999 as cited in Berland and McNeill, 2009) กล่าวว่า “การโต้แย้งคือส่วนสำคัญของกระบวนการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์”

นอกจากนี้ยังพบว่าในสังคมปัจจุบันเต็มไปด้วยความขัดแย้งต่าง ๆ มากมาย และมีประเด็นที่เป็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้น การที่นักเรียนเรียนวิทยาศาสตร์ และอยู่ในสังคมของ วิทยาศาสตร์จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่นักเรียนควรที่จะได้เรียนรู้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อที่จะ สามารถหยิบยกหลักฐานที่เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์มีความน่าเชื่อถือมาพิจารณาเพื่อลงความคิดเห็น หรือตัดสินใจว่าจะเลือกอย่างไร นักเรียนควรมีความสามารถในการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับ ผู้ที่มีความคิดเห็นไม่ตรงกัน และควรมีความพยายามหาหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือมายืนยันข้อกล่าว อ้างให้อีกฝ่ายเห็นตรงกับความคิดของเราให้ได้ (Toulmin, 2003) การโต้แย้งจึงเป็นส่วนหนึ่งของ ทักษะการสื่อสาร และเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ ที่อยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลซึ่งการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์นั้นประกอบด้วยข้อกล่าวอ้าง (Claim) เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (Evidence) ข้อโต้แย้งที่ ต่างออกไป (Counter argument) และเหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ (Supportive argument) (Lin and Mintzes, 2010) ในขณะที่ Kuhn (1993) ได้กล่าวว่าการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์เป็นส่วน สำคัญในกระบวนการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์เป็นความพยายามในการตรวจสอบความ สมเหตุสมผล หรือการปฏิเสธข้อกล่าวอ้างบนพื้นฐานของเหตุผล

อีกหนึ่งมุมมองเกี่ยวกับการโต้แย้งที่สะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของการโต้แย้ง ที่มีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์คือ การโต้แย้งสามารถส่งเสริมให้นักเรียนแสดงความรู้ ความ เข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมีศักยภาพในการค้นหา และนำเสนอหลักฐานเชิงประจักษ์ทั้งด้านปริมาณ และ คุณภาพ และช่วยพัฒนาทักษะในการทำงานร่วมกัน (Collaborative work) (Aufschnaiter et al., 2007) การโต้แย้งยังสามารถทำให้บรรลุเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์คือการรอบรู้ทาง วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ได้เนื่องจากเป็นกระบวนการที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจวิธีการสร้าง ความรู้ การอธิบาย และการประเมินความรอบรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ (Sampson and Clark, 2009) นอกจากนี้การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สามารถช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ทั้ง ด้านการพูด และการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (Yore, 2003) รวมถึงสามารถช่วยส่งเสริม และ พัฒนาการให้เหตุผลในการเลือกทฤษฎี หรือข้อสันนิษฐานที่มีความเป็นเหตุเป็นผลได้ (Kuhn, 1993)

1.2 ความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความหมายของการโต้แย้ง และการโต้แย้งเชิง วิทยาศาสตร์โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ความหมายของการโต้แย้ง

นักวิชาการ และนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการโต้แย้งไว้ดังต่อไปนี้

Van Emeren (1995) กล่าวว่า “โดยนิยามแล้วการโต้แย้งหมายถึงการตอบสนองต่อความสงสัยความคิดเห็นที่ตรงข้ามวัตถุประสงค์ หรือการแย้งต่อสิทธิซึ่งมีการสร้าง และการให้เหตุผล หรือคัดค้านเพื่อปรับให้เข้ากับการแก้ไขปัญหามีความเห็นแตกต่างกัน”

Kuhn and Udel (2003) กล่าวว่า “การโต้แย้งหมายถึงกระบวนการสนทนา ระหว่างบุคคลซึ่งบุคคลสองฝ่าย หรือมากกว่าทำการโต้แย้งข้อกล่าวอ้างที่ตรงข้ามกับความคิด

Van Emeren and Grootendorst (2004) กล่าวว่า “การโต้แย้งคือกิจกรรมที่เป็นคำพูดเหตุผล และเป็นกิจกรรมทางสังคมที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อจูงใจด้วยการวิจารณ์เหตุผลในจุดยืนที่เป็นที่ยอมรับของกลุ่มซึ่งแสดงจุดยืนนั้นด้วยการอธิบายหรือปฏิเสธข้อเสนอ”

Jimenez-Aleixandre and Erduran (2007) นิยามการโต้แย้งใน 2 มุมมองคือ
1) การโต้แย้งเป็นการอธิบายความรู้โดยใช้เหตุผลทฤษฎี และหลักฐานเชิงประจักษ์จากมุมมองนี้หมายถึงการสร้างความหมายของแต่ละบุคคลที่เกิดขึ้นในความคิดการเขียน หรือการพูดคุยโดยใช้หลักฐาน และเหตุผลในการประเมิน และตัดสินข้อกล่าวอ้างที่แข่งขันกัน 2) การโต้แย้งคือการสร้างความหมายทางสังคมการโต้เถียง หรือการถกเถียงระหว่างบุคคลเป็นกิจกรรมทางสังคมที่บุคคลพยายามโน้มน้าวผู้อื่นด้วยการพูดหรือเขียนข้อยืนยันเฉพาะเรื่อง

Bricker and Bell (2008) กล่าวว่า “การโต้แย้งหมายถึงการอภิปรายหรือโต้แย้งที่หมายรวมถึงการค้นหาความหมายทำความเข้าใจ และการให้เหตุผล”

Sampson and Clark (2009) กล่าวว่า “การโต้แย้งหมายถึงกระบวนการในการสร้างคำอธิบายสร้างข้อโต้แย้ง และวิจารณ์เนื้อหา และผลผลิตของกระบวนการสืบเสาะ”

สันติชัย อนุวรชัย (2553) กล่าวว่า “การโต้แย้งหมายถึงกิจกรรมทางสังคมที่แสดงถึงกระบวนการสร้างคำอธิบายที่ประกอบด้วยเหตุผลทฤษฎีและหลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อวิจารณ์ประเมินแสดงความคิดเห็นด้วย หรือปฏิเสธรวมทั้งโน้มน้าวผู้อื่นด้วยการพูด การเขียนข้อยืนยันเฉพาะเรื่อง”

พรเทพ จันทราอุทฤษฎ์ (2556) กล่าวว่า “การโต้แย้งหมายถึงกระบวนการสนทนาระหว่างบุคคลซึ่งบุคคลสองฝ่ายหรือมากกว่าทำการอภิปราย ข้อกล่าวอ้างที่มีความเห็นแตกต่างกันโดยมีการให้เหตุผลหรือคัดค้านด้วยหลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อปรับให้เข้ากับการแก้ไขปัญหาที่มีความเห็นแตกต่างกัน”

จากความหมายของการโต้แย้งข้างต้นสรุปว่าการโต้แย้งหมายถึงกระบวนการสนทนาหรือการเขียนเพื่อสร้างคำอธิบายที่ประกอบด้วย เหตุผล ทฤษฎี หลักฐานประจักษ์พยาน เพื่อ

ใช้ตัดสิน หรือประเมินข้อกล่าวอ้างที่นำเสนอว่ายอมรับหรือคัดค้าน จากนั้นปรับความคิดเห็นให้เข้ากับการแก้ไขปัญหามีความเห็นที่แตกต่างกัน

2. ความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

นักวิชาการและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ไว้

ดังต่อไปนี้

Ichn (1993) กล่าวว่า “การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์หมายถึงกระบวนการนำเสนอสนับสนุนประเมิณและปรับปรุงข้อกล่าวอ้างซึ่งเกิดขึ้นภายในกลุ่มและภายใต้ระเบียบวิธีที่สะท้อนคุณค่าของสังคมวิทยาศาสตร์”

Verlinden (2005) ให้ความหมายไว้ว่า ข้อโต้แย้งหมายถึงข้อความโต้แย้งที่มาจากการทำงานร่วมกันซึ่งอาจมีความเห็นที่แตกต่างกันและมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันการสร้างข้อโต้แย้งกระทำเพื่อให้ได้ข้อโต้แย้งที่ดีทั้งในด้านความเที่ยงตรงการสนับสนุนที่ดีและสอดคล้องกับหลักเหตุผล

Crusius and Channel (2006) ให้ความหมายไว้ว่า ข้อโต้แย้งหมายถึงการให้เหตุผลที่มาจากความคิดอย่างมีเหตุผลโดยข้อโต้แย้งที่ดีต้องการมากกว่าการโน้มน้าวแต่เป็นการให้เหตุผลที่พัฒนามาจากหลักฐานที่มีความจำเป็นเป็นความจริง และมีตัวอย่างประกอบ

Stark, Puff and Krause (2009) กล่าวว่า การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์คือการใช้กฎและการใช้หลักฐานสนับสนุนเพื่อเขียนข้อกล่าวอ้างหรือหมายถึงกระบวนการสร้างข้อเสนอกจากข้อเท็จจริงหรือข้อมูล

Berland and Reiser (2011) กล่าวว่า การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์หมายถึงการปฏิบัติทางสังคมที่แสดงถึงกระบวนการที่สมาชิกในสังคมสร้างความเข้าใจต่อปรากฏการณ์โดยใช้การศึกษาประเมินวิพากษ์วิจารณ์และปรับปรุงข้อกล่าวอ้าง

สันติชัย อนุราชัย (2553) กล่าวว่า การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์หมายถึงกระบวนการของสังคมวิทยาศาสตร์ที่แสดงถึงการสร้างนำเสนอประเมินตรวจสอบ และปรับปรุงข้อกล่าวอ้างโดยใช้ข้อเท็จจริงกฎทฤษฎีและหลักฐาน

จากความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ที่นำเสนอข้างต้นสรุปว่าการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์หมายถึงกระบวนการทางสังคมวิทยาศาสตร์ที่แสดงถึงการสร้างข้อกล่าวอ้างโดยใช้ข้อเท็จจริงกฎทฤษฎี และหลักฐานเป็นฐานในการนำเสนอประเมินตรวจสอบวิพากษ์ และปรับปรุงข้อกล่าวอ้างเพื่อนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่ยอมรับได้

1.3 ประโยชน์ของการโต้แย้งต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาวิทยาศาสตร์หลายท่านได้ให้มุมมองของการโต้แย้งว่าเป็นการปฏิบัติอันเป็นแก่นของสังคมวิทยาศาสตร์และเป็นสิ่งที่สมควรอย่างยิ่งแก่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยกล่าวถึงประโยชน์ของการโต้แย้งไว้ดังต่อไปนี้

Newton et al., 1999 (อ้างถึงใน Dawson and Venville, 2010) กล่าวถึงประโยชน์ของการใช้การโต้แย้งในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. การโต้แย้งเป็นกระบวนการพัฒนาและตรวจสอบความถูกต้องในความรู้ทางวิทยาศาสตร์ดังนั้นหากนักเรียนได้โต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์จึงนับว่าเป็นการเริ่มต้นการทำความเข้าใจเกณฑ์ และการอภิปรายเชิงวิทยาศาสตร์ และทำให้เข้าใจวิธีการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วย

2. กิจกรรมของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ที่ให้โอกาสผู้ที่มีส่วนร่วมได้อภิปรายนั้นจะทำให้ให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จึงนับเป็นการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพราะการพูดหรือการเขียนเป็นการอธิบายมโนทัศน์ ส่งเสริมการคิดตัดสินใจทำให้เกิดความเข้าใจในมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

3. ทักษะการโต้แย้งจะส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณเข้าใจและนำเสนอข้อโต้แย้งในเชิงตรรกะและมีความเชื่อมโยงต่อกันอีกทั้งการเขียนข้อโต้แย้งยังส่งเสริมการมีส่วนร่วมในสังคมอันเป็นที่คาดหวังในสังคมประชาธิปไตย

Jimnez-Aleixandre and Erduran (2007) ได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยต่าง ๆ แล้วสรุปประโยชน์ของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. การโต้แย้งส่งเสริมการเข้าถึงกระบวนการทางปัญญา และเมตาคอกนิชันซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของผู้ที่มีความเชี่ยวชาญประโยชน์ข้อนี้มาจากมุมมองทางปัญญา และการพิจารณาว่าห้องเรียนนั้นเสมือนสังคมของนักเรียน

2. การโต้แย้งส่งเสริมพัฒนาการของสมรรถนะการสื่อสารและการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณประโยชน์ข้อนี้มาจากมุมมองของทฤษฎีการสื่อสาร และมุมมองด้านสังคม และวัฒนธรรม

3. การโต้แย้งส่งเสริมความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเป็นกระบวนการที่ส่งเสริมการพูด และการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ประโยชน์ข้อนี้มาจากมุมมองด้านการศึกษาทางภาษา และสังคม

4. การโต้แย้งส่งเสริมให้นักเรียนได้รับวัฒนธรรมการปฏิบัติแบบนักวิทยาศาสตร์และพัฒนาเกณฑ์ในการประเมินความรู้ประโยชน์ข้อนี้มาจากมุมมองด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะด้านทฤษฎีความรู้

5. การโต้แย้งส่งเสริมพัฒนาการของการให้เหตุผลโดยเฉพาะการให้เหตุผลกับทฤษฎีหรือจุดยืนที่แตกต่างกันประโยชน์ข้อนี้มาจากมุมมองด้านปรัชญาวิทยาศาสตร์

นอกจากนี้ Jimnez-Aleixandre and Erduran (2007) ได้สรุปประโยชน์ของการโต้แย้งตามเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ซึ่งกล่าวว่า การศึกษาวิทยาศาสตร์มีเป้าหมายสำคัญ 2 ประการคือ 1) วิทยาศาสตร์สำหรับปวงชน (Science for All) และ 2) วิทยาศาสตร์สำหรับนักวิทยาศาสตร์ที่คาดหวัง (Science for Prospective Scientist) การโต้แย้งสามารถเข้าถึงเป้าหมายทั้งสองประการได้เพราะเป็นการพัฒนากระบวนการทางปัญญาขั้นสูงสามารถเข้าถึงวัฒนธรรมของการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และสร้างความเข้าใจในทฤษฎีความรู้

1.4 รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้ง

รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้ง (The Generate an Argument Model) ถูกพัฒนาขึ้นโดยนักการศึกษาชื่อ Victor Sampson และ Jonathan Grooms ในปี 2010 โดยรูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าวมีรากฐานมาจากการวิจัยของนักการศึกษาหลายท่าน ได้แก่ งานวิจัยของ Osborne, Erduran and Simon ในปี 2004 งานวิจัยของ Sanduval and Reiser ในปี 2004 งานวิจัยของ Sampson and Clark ในปี 2008 และงานวิจัยของ Berland and Reiser ในปี 2008 รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้งเป็นรูปแบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการพัฒนาความเข้าใจเชิงลึกของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และความสำคัญของเนื้อหา รวมถึงช่วยพัฒนาการให้เหตุผลที่ซับซ้อนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณเข้าใจธรรมชาติ และการพัฒนาความสามารถทางวิทยาศาสตร์พัฒนาทักษะการสื่อสาร และยังสามารถช่วยพัฒนาจิตนิสัยเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific habits of mind) เช่นความอยากรู้อยากเห็น ความสงสัย การเปิดรับความคิดใหม่ ๆ และยังเป็นมาตรฐานใหม่ในการพิจารณาความรู้ที่เป็นที่ยอมรับในวิทยาศาสตร์ (Sampson et al., 2011)

รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้งมีขั้นตอนการเรียนการสอนทั้งหมด 4 ขั้นตอนโดยในแต่ละขั้นตอนมีเป้าหมายและวิธีการจัดการเรียนการสอนมีรายละเอียดดังนี้ (Sampson et al., 2011)

1. การระบุภาระงานปัญหาและคำถาม (Identification of task, problem, or Question) เป็นขั้นตอนที่ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้เกิดการสงสัยในปัญหาและคำถามในเรื่องที่กำลังจะศึกษาทบทวนความรู้เดิมที่จำเป็นสำหรับเรื่องที่จะศึกษาและนำเข้าสู่การระบุภาระงานให้กับนักเรียนพร้อมทั้งชี้แจงกิจกรรมที่นักเรียนต้องทำให้ครบถ้วน

ในขั้นนี้ครูควรนำเสนอประเด็นปัญหาที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดข้อสงสัย และกำหนดประเด็นในการโต้แย้งพร้อมทั้งมอบหมาย และชี้แจงขั้นตอนการทำงานในการสร้างข้อโต้แย้งให้กับนักเรียนโดยในขั้นนี้นักเรียนต้องร่วมกันออกแบบการทดลองเพื่อใช้ในการสำรวจตรวจสอบในขั้นต่อไป ขั้นนี้จะสำเร็จลุล่วงไปได้ควรใช้เอกสาร (Handout) และคำแนะนำโดยย่อที่

แสดงให้เห็นถึงปรากฏการณ์ธรรมชาติหรือเหตุการณ์ที่ขัดแย้งกันเช่น บางสิ่งบางอย่างที่ทำให้นักเรียนประหลาดใจหรือเป็นปัญหาสำหรับนักเรียนเพื่อใช้สำรวจตรวจสอบ และใช้คำถามที่ต้องการให้นักเรียนตอบโดยเอกสารที่นำมาให้นักเรียนควรประกอบด้วยข้อมูลทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการพัฒนาการโต้แย้งของนักเรียน และมีเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินเช่นความเพียงพอของคำอธิบาย

2. การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Generation a tentative argument)

เป็นขั้นที่นักเรียนได้สร้างข้อสรุปจากข้อมูลทฤษฎี และกฎด้วยการทำงานเป็นกลุ่มประมาณ 3-4 คน จากนั้นร่วมกันเสนออภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและประเมินข้อมูลมาเพื่อสร้างข้อโต้แย้งของกลุ่มโดยข้อโต้แย้งจะประกอบด้วย 1) ข้อสรุปคือคำตอบของคำถามในการศึกษา 2) หลักฐานเป็นข้อมูลที่ชี้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษาเพื่อสนับสนุนข้อสรุปโดยลักษณะของข้อมูลอาจจะเป็นได้ทั้งข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเชิงคุณภาพ และ 3) การให้เหตุผลเป็นข้อมูลที่ใช้ในการอธิบายเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุป และหลักฐานหลังจากนั้นเขียนข้อโต้แย้งลงในสื่อที่แสดงได้ง่ายและมองเห็นชัดเช่น กระดาษลิปชาร์ท เป็นต้น ขั้นสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวนี้ถูกออกแบบเพื่อมุ่งเน้นความสนใจของนักเรียนในเรื่องความสำคัญของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์นักเรียนจะได้เรียนรู้ว่านักวิทยาศาสตร์ต้องสามารถสนับสนุนการสรุปคำอธิบายหรือคำตอบในคำถามการวิจัยที่ต้องมีหลักฐาน และคำชี้แจงอย่างสมเหตุสมผลซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนามาตรฐานใหม่สำหรับการพิจารณาหลักฐาน และความเพียงพอของการให้เหตุผลที่อธิบายว่าหลักฐานนั้นมีข้อสรุปอย่างไร และทำไมหลักฐานนั้นควรได้รับการสนับสนุน

ในการสร้างข้อโต้แย้งเป็นขั้นตอนที่ท้าทายสำหรับนักเรียนเพราะไม่บ่อยนักที่นักเรียนจะมีโอกาสในการทำความเข้าใจธรรมชาติของปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยใช้ข้อมูลดิบ กฎ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ดังนั้นครูควรจะได้เดินดูกลุ่มต่าง ๆ เพื่อเป็นแหล่งข้อมูลประเภทบุคคลเพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนกำลังคิดในสิ่งที่กำลังทำ และทำไมจึงทำเช่นนั้นโดยครูอาจใช้คำถามเพื่อกำกับไม่ให้นักเรียนออกนอกประเด็น

3. กิจกรรมการโต้แย้ง (Interactive poster Session) เป็นขั้นที่จัดให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้มีการโต้แย้งระหว่างกันโดยวิธีการโต้แย้งจะมีการกำหนดประเด็นการโต้แย้งนิยามศัพท์สำคัญที่เกี่ยวข้องกับประเด็นการโต้แย้งจากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้ง และให้นักเรียนกลุ่มอื่นแสดงความคิดเห็นต่อข้อโต้แย้งนั้นพร้อมให้เหตุผลประกอบในขั้นนี้นักเรียนจะได้เรียนรู้ความแตกต่างระหว่างความคิดที่ใช้เกณฑ์

ในขั้นนี้นักเรียนจะได้เรียนรู้ความแตกต่างระหว่างความคิดที่ใช้เกณฑ์ในการประเมินวิทยาศาสตร์ และพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้นเช่นการจัดการความคิดความสงสัยและการยืนยันการให้เหตุผล และข้อสันนิษฐานที่มีความชัดเจน และการยืนยันข้อกล่าวอ้างที่ถูกสนับสนุน

ด้วยเหตุผลที่ถูกต้อง และมีหลักฐานที่เชื่อถืออย่างไรก็ตามสิ่งสำคัญที่ให้ออกสังเกตคือกิจกรรมนี้เป็นกิจกรรมที่นักเรียนยังไม่คุ้นเคยจึงเป็นเหตุผลว่าเหตุใดนักเรียนจึงต้องสร้างข้อโต้แย้งก่อน

4. การเขียนสิ่งที่ได้เรียน (write to learn) เป็นขั้นตอนที่ครูสรุปการอภิปรายโดยการเชื่อมโยงกิจกรรม และมโนทัศน์หลักของเรื่องที่ศึกษาจากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายข้อโต้แย้งของกลุ่มตนอีกครั้งด้วยการประเมินหลักฐานการให้เหตุผล และของข้อสรุปของกลุ่มอื่นทั้งหมดและนักเรียนแต่ละคนเขียนสรุปในสิ่งที่ได้เรียนรู้ และการได้มาซึ่งความรู้ความเข้าใจของตนเอง

ในขั้นสุดท้ายของรูปแบบการเรียนการสอนนี้ครูควรชี้แนะนักเรียนในประเด็นที่จำเป็นต่อข้อสรุปที่เพียงพอวิธีการประเมินหลักฐานที่ดีและเหตุผลอื่น ๆ ที่ใช้ในการเชื่อมโยงข้อสรุปทั้งนี้ นักเรียนควรทำการประเมินและสรุปข้อโต้แย้งให้มีคุณภาพดีเท่ากับกลุ่มอื่น ๆ ซึ่งครูควรสรุปการอภิปรายโดยการเชื่อมโยงกิจกรรม และมโนทัศน์หลักในเรื่องที่ศึกษาให้มีความชัดเจนเพื่อช่วยในการทำความเข้าใจของนักเรียนครูควรให้โอกาสนักเรียนเขียนสิ่งที่ได้เรียนรู้และการได้มาซึ่งความรู้ซึ่งการเขียนข้อโต้แย้งนี้ถูกรวมอยู่ในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งเพราะการเขียนเป็นส่วนสำคัญของการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์เรื่องจากนักวิทยาศาสตร์จะต้องสามารถแลกเปลี่ยนข้อสรุปของงานวิจัยของตนเองผ่านการเขียน การเขียนเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการรู้คิด (Metacognition) ช่วยปรับปรุงแก้ไขข้อความ เข้าใจในเนื้อหา และสามารถคิดได้อย่างชัดเจนและกระชับขึ้น (Samson, 2012)

Sampson (2012) ได้กำหนดองค์ประกอบ และเกณฑ์การประเมินหลายเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินข้อดีของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เกณฑ์การประเมินเชิงประจักษ์ เกณฑ์การประเมินเชิงทฤษฎี และเกณฑ์การประเมินเชิงวิเคราะห์โดยเกณฑ์การประเมินเชิงประจักษ์นั้นประกอบด้วยข้อสรุปที่เหมาะสมกับหลักฐานที่มีความเพียงพอของหลักฐานที่ใช้ประกอบการโต้แย้ง และคุณภาพของหลักฐานในทางตรงกันข้ามเกณฑ์การประเมินเชิงทฤษฎีนั้นจะกล่าวถึงมาตรฐานที่เป็นสิ่งสำคัญในวิทยาศาสตร์แต่ไม่ได้เป็นเชิงประจักษ์ในธรรมชาติรวมถึงการประเมินเกี่ยวกับความเพียงพอของหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างทฤษฎี และแบบจำลองต่าง ๆ และในการประเมินเชิงวิเคราะห์ที่เน้นคุณภาพทั้งหมดของการให้เหตุผลเช่น การให้เหตุผลแบบนิรนัยเชิงสมมติฐาน การให้เหตุผลเชิงสัมพันธ์ การให้เหตุผลเชิงอุปมา เป็นต้น โดยพิจารณาว่าข้อโต้แย้งนั้นมีเหตุผลสนับสนุนหรือไม่ และทำไมเหตุผลนั้นจึงเกี่ยวข้องกับข้อโต้แย้งอย่างไรก็ตามคุณภาพของการใช้เกณฑ์การประเมินแต่ละประเภทยังแตกต่างกันขึ้นกับสาขาวิชาวิธีการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น การทดลอง การทำงานทางสาขาเป็นต้น ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนโดยการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์จะต้องคำนึงถึงธรรมชาติของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์โดยองค์ประกอบของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์ที่ใช้ในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

จากความสำคัญความหมายประโยชน์ และรูปแบบการจัดการเรียนการสอน ด้วยการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์สามารถสรุปได้ว่าการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่ได้รับ การยอมรับว่าเป็นกระบวนการพยานในการโต้แย้งเสมอเพื่อทำให้ข้อกล่าวอ้างมีความน่าเชื่อถือแต่ อย่างไรก็ตามการเรียนการสอนที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ยังขาดกระบวนการที่ให้นักเรียน สืบเสาะความรู้หรือเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองซึ่งเป็นกระบวนการที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมี ความสามารถในการวิเคราะห์ และประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้าง และข้อโต้แย้งในหลากหลายรูปแบบ และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม ดังนั้นการเรียนการสอนที่ช่วยส่งเสริมความสามารถ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ได้ควรเป็นกระบวนการเรียน ที่ผสมผสานการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ และการสืบเสาะหาความรู้

1.4.1 การบูรณาการการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เข้าในการจัดการเรียนการสอน และการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา

จุดมุ่งหมายหลักของการศึกษาวิทยาศาสตร์ในสหรัฐอเมริกาคือนักเรียนทุกคนจะกลายเป็นผู้เชี่ยวชาญในวิชาวิทยาศาสตร์เมื่อจบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาความชำนาญทาง วิทยาศาสตร์ประกอบด้วยความเชื่อมโยง 4 ด้าน (Duschl et al., 2007) ได้แก่ ด้านแรกต้องการให้ นักเรียนทราบความสำคัญของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับธรรมชาติของโลกเพื่อสามารถ แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ และสามารถเข้าใจเมื่อเจอการอธิบายใหม่ ๆ ด้านที่สองต้องการให้นักเรียน สามารถสร้าง และประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ด้านที่สาม นักเรียนจำเป็นต้องเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะพัฒนาได้อย่างไร และด้านสุดท้ายการที่นักเรียนจะเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ได้นั้นจำเป็นต้องเข้าใจภาษาทาง วิทยาศาสตร์ และสามารถมีส่วนร่วมในการฝึกฝนวิทยาศาสตร์เช่น การสืบเสาะการโต้แย้งเป็นต้นแต่ ปัจจุบันความไปได้ทั้ง 4 ด้านนี้ยังไม่ถูกพัฒนาขึ้นในโรงเรียน (Duschl, Schweingruber, and Shouse 2007; NRC, 2005, 2008 as cited in Sampson and Schleigh, 2013)

วิธีหนึ่งที่จะช่วยแก้ไขปัญหานี้ได้คือการส่งเสริมให้นักเรียนได้โต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์โดยผ่านการสอน และการจัดการเรียนรู้ในวิชาชีววิทยา (Driver, Newton, and Osborne, 2000; Duschl 2008, Duschl and Osborne, 2002 as cited in Sampson and Schleigh, 2013) โดยการให้ครูเปลี่ยนแปลงการสอนของตนเองโดยตั้งคำถามว่าเรารู้ได้อย่างไร “how we know” ในวิชาชีววิทยา (เช่น ความรู้ใหม่ ๆ ถูกสร้างมา และน่าเชื่อถือได้อย่างไร) แล้ว ตามด้วยคำถามว่าพวกเราทราบอะไรบ้าง (What we know) เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตในโลก (เช่น ทฤษฎี ภูมิโนทัศน์) ครูวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องเน้นความสามารถ และนิสัยของผู้เรียนว่านักเรียน จำเป็นต้องมีการสร้าง และสนับสนุนข้อกล่าวอ้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการโต้แย้ง และการ ประเมินข้อกล่าวอ้างหรือข้อโต้แย้งที่พัฒนาโดยผู้อื่น

การจะทำให้เป้าหมายสำเร็จได้นั้นครูวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องออกแบบ บทเรียนคือการให้นักเรียนมีโอกาสในการเรียนรู้ว่าการสร้างคำอธิบายจากข้อมูลการระบุ และวิพากษ์ หลักฐานทางวิทยาศาสตร์การสนับสนุนคำอธิบายข้อโต้แย้งการตอบคำถามหรือการโต้แย้งที่คัดค้าน และการปรับปรุงข้อกล่าวอ้างบนพื้นฐานของหลักฐานที่ปรากฏขึ้นมาใหม่นั้นทำอย่างไร ครู วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องค้นหาวิธีที่จะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งเหล่านี้ และฝึกให้นักเรียนเป็นนัก ชีววิทยา และให้เรียนรู้ตามที่นักชีววิทยาเรียนรู้แล้วใช้การเรียนการสอนโดยส่งเสริมให้นักเรียนได้ โต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในวิชาชีววิทยาตามบทเรียนที่ (Sampson and Schleigh, 2013) ได้ ออกแบบขึ้น ไม่ว่าจะเป็นเรื่องการจำแนกชนิดของนก งูในทะเลทราย ลักษณะของแมลงวัน ผลไม้ การวิเคราะห์ทาง DNA การวิวัฒนาการของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เป็นต้น บทเรียนเหล่านี้สามารถเป็น แนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยการบูรณาการการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เข้ากับบทเรียนในวิชา ชีววิทยาเพื่อส่งเสริมให้บรรลุเป้าหมาย 4 ด้านตามที่วางไว้

รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

1. ความเป็นมาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง พัฒนาขึ้นโดย นักวิจัยประเทศสหรัฐอเมริกา 5 ท่าน ได้แก่ Walker, J.P. and Zimmerman, จาก Tallahassee Community College Sampson, V., Grooms, J. and Anderson, B. จาก The Florida State University โดยเริ่มจากรายงาน America's Lab Report Investigations in High School Science ซึ่งเป็นรายงานการปฏิบัติการในประเทศสหรัฐอเมริกาที่ทำการสำรวจตรวจสอบโรงเรียน วิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาในปี ค.ศ. 2005 โดยสภาการวิจัยแห่งชาติได้ให้ข้อเสนอแนะหลาย ประการเพื่อพัฒนาทักษะ และความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ของนักเรียนข้อเสนอแนะประการแรกคือ กิจกรรมการปฏิบัติการ (Laboratory activities) จำเป็นต้องมีพื้นฐานของการสืบเสาะเพื่อให้นักเรียน ได้พัฒนาทักษะปฏิบัติการ และเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ประการที่สองคือนักเรียนจำเป็นต้อง ได้รับโอกาสในการอ่านเขียน และอภิปรายงานที่ตนปฏิบัติ และประการสุดท้ายคือต้องกระตุ้นให้ นักเรียนสร้าง และวิจารณ์ข้อโต้แย้งซึ่งข้อโต้แย้งนี้คือคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนด้วยเหตุผล อย่างน้อย 1 ประการดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อตอบสนองต่อ ข้อเสนอแนะดังกล่าว (Satark et al., 2009)

การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวเป็นการนำเอาการโต้แย้ง และการตรวจสอบโดยเพื่อน มา บูรณาการร่วมกับการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ มีพื้นฐานของแนวคิดการพัฒนาจากแนวคิดโซเซียล

คอนสตรัคติวิสต์โดยมีเป้าหมายหลักในการสร้างประสบการณ์ให้การปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์มีความเสมือนจริงโดยคณะผู้วิจัยได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว และนำมาทดลองใช้กับนักศึกษาปริญญาตรีแล้วนำผลการทดลองจากงานวิจัยที่มีชื่อว่า Argument Driven inquiry: รูปแบบการเรียนรู้สำหรับใช้ในวิชาปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาระดับปริญญาตรี (Walker and Sampson, 2013) โดยได้นำเสนอในการประชุมนานาชาติว่าด้วยการวิจัยทางการสอนวิทยาศาสตร์ประจำปี 2010 (2010 Annual International Conference National Association of Research in Science Teaching: NARST) ณ เมืองฟิลาเดเฟียมลรัฐซิลเวเนียร์ประเทศสหรัฐอเมริกาในเดือนมีนาคม ค.ศ. 2010

รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนา นักเรียน สอดคล้องกับคำแนะนำของสภาการวิจัยแห่งชาติได้ซึ่งสามารถช่วยครูวิทยาศาสตร์ในการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการปฏิบัติการแบบเดิมไปสู่การเรียนรู้แบบบูรณาการได้โดยมีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกแบบสำรวจตรวจสอบ รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูล สื่อสารความคิดกับผู้อื่นในระหว่างการทำกิจกรรมการโต้แย้งได้เขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น และยังมีขั้นตอนของการกระตุ้นให้มีการตรวจสอบโดยเพื่อนซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยหลายเรื่องชี้ให้เห็นว่าการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหา และพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากกว่าการเรียนรู้แบบเดิม (NRC, 2007 and Sampson, et al., 2009)

2. ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ถูกพัฒนาขึ้นโดย Sampson และคณะ นั้นเป็นรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีแนวคิดพื้นฐานมาจากทฤษฎีโซเชี่ยลคอนสตรัคติวิสต์ซึ่งมีรายละเอียดแนวคิดดังนี้

2.1 ทฤษฎีโซเชี่ยลคอนสตรัคติวิสต์

ทฤษฎีโซเชี่ยลคอนสตรัคติวิสต์เป็นทฤษฎีที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยนักจิตวิทยากลุ่มพุทธิปัญญานิยมชาวรัสเซียคือ Lev Semanovick Vygotsky (1896-1934) ที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กในสมัยเดียวกันกับเพียเจต์ (Santrock, 2006) แต่ทฤษฎีเชาว์ปัญญาของ Vygotsky นั้นได้ให้ความสำคัญกับอิทธิพลของบริบททางสังคม และวัฒนธรรมที่มีผลต่อการเรียนรู้ โดยเด็กสามารถสร้างความรู้ได้จากการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น และปฏิสัมพันธ์ทางสังคมยังมีผลต่อพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กแต่ละบุคคลอีกด้วย ซึ่งเนื้อหาความรู้ที่เกิดขึ้นมีผลมาจากอิทธิพลทางวัฒนธรรม ภาษา ความเชื่อหรือสิ่งแวดล้อมที่เด็กอาศัยอยู่ (Santrock, 2006) Vygotsky มีความเชื่อว่าสังคม และวัฒนธรรมจะเป็นเครื่องมือทางปัญญาที่จำเป็นสำหรับการพัฒนา

รูปแบบ และคุณภาพของปัญญา โดยเชื่อว่าผู้ใหญ่หรือผู้ที่มีความอาวุโสเช่น พ่อ แม่ และครู จะเป็นตัวเชื่อมสำหรับเครื่องมือทางสังคมวัฒนธรรมรวมถึงภาษา ได้แก่ ประวัติศาสตร์ วัฒนธรรม บริบททางสังคมและภาษา รวมถึงการเข้าถึงของข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ จากแนวคิดดังกล่าวของ Vygotsky ที่เชื่อว่าเด็กจะพัฒนาเมื่อมีปฏิสัมพันธ์ในกลุ่มของสังคมครูจึงควรจัดการเรียนรู้ที่สร้างบริบทสำหรับการเรียนรู้ให้นักเรียนได้รับการส่งเสริมในกิจกรรมที่น่าสนใจที่ช่วยกระตุ้น และเอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนประสบปัญหา ให้นักเรียนปฏิบัติงานในกลุ่มในการคิดพิจารณาประเด็นคำถามและแนะนำ ให้นักเรียนหาหนทางแก้ไขปัญหาด้วยความท้าทายซึ่งจะทำให้เด็กเกิดความสนใจและได้รับความพึงพอใจในผลงานที่นักเรียนได้ลงมือกระทำ (สุมาลี ชัยเจริญ และคณะ, 2545)

นอกจากนี้ สุรางค์ โค้วตระกูล (2550) ยังได้กล่าวถึงทฤษฎีโซเชี่ยลคอนสตรัคติวิสต์ว่าเป็นทฤษฎีที่เชื่อว่านักเรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น (ผู้ใหญ่หรือเพื่อน) ในขณะที่นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมหรืองานในสถานะสังคม (Social Context) ซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญ และขาดไม่ได้โดยปฏิสัมพันธ์ทางสังคมทำให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจเดิมให้ถูกต้องหรือซับซ้อนกว้างขวางขึ้น ในขณะที่ ศศิธร วิหะ และคณะ (2544) ก็ได้สรุปเกี่ยวกับทฤษฎีโซเชี่ยลคอนสตรัคติวิสต์ว่าเป็นแนวคิดที่มีรากฐานมาจากปรัชญาสรณนิยมที่เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวของนักเรียนเองนักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ที่มีอยู่เดิมเช่นเดียวกับ Crown, et al. (1997) (อ้างอิงในสันติชัย อนุวรชัย, 2533) ที่กล่าวว่า แนวคิดโซเชี่ยลคอนสตรัคติวิสต์ยังคงมีพื้นฐานความเชื่อที่ว่าความรู้คือสิ่งที่นักเรียนสร้างขึ้นได้เองแต่เกิดจากบริบททางสังคม วัฒนธรรม การสื่อสาร และการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสังคม ได้แก่ ครูผู้สอนหรือเพื่อนร่วมชั้นจึงจะทำให้เด็กเกิดพัฒนาการทางปัญญา

ในการวัดพัฒนาการทางปัญญาของเด็กส่วนใหญ่มักจะใช้แบบทดสอบมาตรฐานในการวัดเพื่อดูว่าเด็กอยู่ในระดับพัฒนาการทางปัญญาระดับใดโดยดูว่าสิ่งที่เด็กทำได้นั้นเป็นสิ่งที่เด็กในระดับอายุเท่าใดโดยทั่วไปสามารถทำได้ดังนั้นผลการวัดจึงเป็นการบ่งบอกถึงสิ่งที่เด็กสามารถทำได้อยู่แล้วคือเป็นระดับพัฒนาการที่เด็กได้บรรลุไปถึง ในการจัดการเรียนการสอนจึงสอนให้สอดคล้องกับระดับพัฒนาการของเด็กในวัยต่าง ๆ ซึ่งจะเป็นการพัฒนาให้เด็กอยู่ในระดับพัฒนาการเดิมที่สามารถทำได้ตามระดับพัฒนาการไม่ได้ช่วยทำให้เด็กเกิดการพัฒนาที่แท้จริงโดย Vygotsky ได้อธิบายว่าเด็กทุกคนนั้นมีระดับพัฒนาการทางปัญญาที่ตนเองเป็นอยู่ในขณะเดียวกันก็มีระดับพัฒนาการที่ตนมีศักยภาพสามารถไปให้ถึงโดยช่วงห่างระหว่างระดับที่เด็กเป็นอยู่ในปัจจุบัน กับระดับที่เด็กมีศักยภาพจะพัฒนานี้เรียกว่า “Zone of proximal development (ZPD)” (ทศนา แคมมณี, 2557) ซึ่งในการเรียนการสอนนั้นพบว่านักเรียนบางคนสามารถเรียนรู้สิ่งใหม่ได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องให้บุคคลอื่น

ช่วยเหลือ นักเรียนบางคนไม่สามารถที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ได้ด้วยตนเองแต่ถ้ามีบุคคลอื่นให้ความช่วยเหลือเพียงเล็กน้อยก็จะสามารถทำได้หรือนักเรียนบางคนสามารถเรียนรู้ได้น้อยแม้ว่าจะได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลอื่น Vygotsky จึงได้อธิบายว่าเด็กแต่ละคนที่อยู่ในวัยเดียวกันจะมีขอบเขตของพัฒนาการที่แตกต่างกัน บางคนอยู่เหนือขอบเขตที่ใกล้เคียงพัฒนาการ บางคนอยู่ระหว่าง และบางคนอยู่ต่ำกว่า ดังนั้นความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละบุคคลจึงมีความแตกต่างกันโดย Vygotsky ได้เรียกการช่วยเหลือในการเรียนรู้ของนักเรียนที่สามารถเรียนรู้ได้ดีโดยการได้รับความช่วยเหลือจากผู้ใหญ่หรือนักเรียนอื่นที่มีการพัฒนาในระดับของขอบเขตที่ใกล้เคียงพัฒนาการที่สูงกว่าว่า “ฐานการช่วยเหลือ (Scaffolding)” ซึ่งหมายความว่า การให้ความช่วยเหลือเด็กในการเรียนรู้การแก้ปัญหาหรือการทำงานอย่างหนึ่งอย่างใดที่เด็กไม่สามารถทำได้ด้วยตนเองให้สัมฤทธิ์ผล (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2544) ดังนั้น Vygotsky จึงเสนอให้การจัดการเรียนการสอนควรเน้นการให้โอกาสนักเรียนได้เรียนรู้และสร้างความรู้ออกมาด้วยตัวเอง และเพื่อน (Santrock, 2006)

การสอนวิชาปฏิบัติการบนพื้นฐานทฤษฎีโซเชี่ยลคอนสตรัคติวิสต์ของ Vygotsky จำเป็นต้องพิจารณาธรรมชาติของกิจกรรมทางปฏิบัติการด้วย (Driver et al., 2000) ทฤษฎีโซเชี่ยลคอนสตรัคติวิสต์ถูกนำมาใช้ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย การปฏิบัติการเพื่อเตรียมให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กันโดยตรงกับเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์โดยการใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการค้นหาทฤษฎี และการนำทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น (Walker and Sampson, 2013) วิชาปฏิบัติการมีการนำการโต้แย้งเข้ามาใช้ด้วยช่วยทำให้เกิดการประเมินทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นซึ่งทำให้ต่างจากการเรียนบรรยายในห้องเรียนยกตัวอย่างเช่น นักเรียนได้สร้างการสนทนา และเกิดการร่วมมือกันกับเพื่อนร่วมกลุ่มซึ่งถือว่าเป็นประสบการณ์ที่ดีในอนาคตเมื่อพวกเขาเติบโตเป็นผู้ใหญ่การเกิดปฏิสัมพันธ์เหล่านี้ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นได้แลกเปลี่ยนความคิดของตนเองต่อผลที่เกิดขึ้นในกลุ่มส่งผลต่อการเกิดความรู้ใหม่ ๆ ขึ้นมา (Colburn, 2004; Linn and Burbules, 1993 as cited in Walker and Sampson, 2013, Ford, 2008) เรียกการเข้าใจของการฝึกฝน และการโต้แย้งว่า สิ่งเหล่านี้เป็นพื้นฐานของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะวิชาชีววิทยา และเคมีจำเป็นต้องมีการฝึกฝนให้นักเรียนได้สร้างความรู้ได้ใช้ภาษา และรู้จักใช้กฎ ใช้หลักฐานเพื่อประเมินผลลัพธ์หรือข้อสรุปที่เกิดขึ้นนักเรียนหรือนักศึกษาควรที่จะได้รับการส่งเสริมในด้านการฝึกให้มีการสนทนากับผู้อื่นส่งผลให้พวกเขาได้รับประสบการณ์ในการอธิบายข้อมูล และสะท้อนความคิดเห็นของตนเองเพื่อนำไปสู่การสร้างข้อสรุป และประเมินความคิดเห็นของผู้อื่น (Sunal and Wright, 2004)

ในอดีตนักศึกษาปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มักจะรู้จุดประสงค์เล็กน้อยเกี่ยวกับการเรียนปฏิบัติการมากกว่าการให้นักเรียนบ่งบอกจุดประสงค์ด้วยตัวของเขาเอง และการนำเสนอโมโนทัศน์ต่าง ๆ จะถูกนำเสนอด้วยการบรรยายแล้วนำมาใช้ในการปฏิบัติการบางอย่างเท่านั้น (Cooper and

Kerns, 2006) หลักสูตรวิชาการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จะถูกออกแบบให้ผู้เรียนเมื่อทำปฏิบัติการแล้ว จะได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง และให้ข้อสรุปที่เหมาะสมจากผลลัพธ์ที่ได้ ถึงแม้ว่าหนังสือปฏิบัติการส่วนใหญ่จะมีการปฏิบัติที่แตกต่างกันมากมายแต่ผู้เรียนได้ทำหรือฝึกฝนเพียงไม่กี่ปฏิบัติการเท่านั้น (Domain, 1999, Hofstein and Luneta, 2004) ดังนั้นหน่วยงานที่รับผิดชอบคือ Society of College Science Teachers (SCST) ได้ตระหนักถึงเรื่องนี้จึงได้ให้ข้อเสนอแนะว่าวิชาปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ควรที่ถูกออกแบบให้กิจกรรมต่าง ๆ มีการสืบเสาะมากขึ้นมีพื้นฐานของการวิจัยมากขึ้นโดยคำนึงถึงว่ามนุษย์สามารถเรียนรู้ส่งเสริมให้มีการคิดวิเคราะห์การแก้ไขปัญหา และการร่วมมือในการทำงานเป็นกลุ่มได้อย่างไร (Halyard, 1993) รูปแบบคำแนะนำแรกสำหรับวิทยาศาสตร์ก็คือการจัดการเรียนการสอนบนพื้นฐานของการสืบเสาะหาความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ (National Research Council, 1996, 1999, 2000, 2005; National Science Foundation, 1996 as cited in Walker and Sampson, 2013)

การจัดการเรียนการสอนบนพื้นฐานด้วยการสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีหนึ่งที่น่าสนใจในการจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และสร้างทักษะทางวิทยาศาสตร์ผ่านการสำรวจตรวจสอบ (National Research Council, 1996) ก่อนที่จะอธิบายธรรมชาติของการเรียนการสอนแบบการสืบเสาะว่าสามารถเอามาใช้กับวิชาปฏิบัติการนั้น Schwab ได้ให้คำชี้แนะว่ากระบวนการสืบเสาะนั้นมี 3 ระดับอันได้แก่ ระดับที่ 1 การปฏิบัติที่เองหรืออยู่ในหนังสือสามารถถูกใช้ให้เกิดคำถาม และอธิบายขั้นตอนในการสำรวจตรวจสอบคำถามนั้น ๆ ดังนั้นจึงฝึกให้นักเรียนได้ค้นพบทั้งที่ไม่พร้อมที่จะรู้ ระดับที่ 2 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่ถูกใช้ให้เกิดข้อคำถามแต่วิธีการในการสำรวจตรวจสอบและคำตอบของคำถามผู้เรียนต้องค้นหา และตัดสินใจในการเลือกใช้วิธีเหล่านั้นแทนส่วน ระดับที่ 3 ในระดับนี้จะไม่มีหนังสือหรือคู่มือให้แก่ผู้เรียนแต่ผู้เรียนต้องเกิดข้อคำถามแล้วค้นหาวิธีหรือคิดค้นวิธีการตรวจสอบรวบรวมข้อมูลเองเพื่อให้สามารถตอบคำถามที่เกิดขึ้นได้ (National Research Council, 2000) มีรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหลากหลายรูปแบบซึ่งถูกนำมาใช้ในระดับปริญญาตรีมากขึ้น และรูปแบบการสืบเสาะส่วนใหญ่จะใช้ระบบของ Schwab ในระดับที่ 2 (Farrell, et al., 1999, Lewis and Lewis, 2005, Rudd, et al., 2007 as cited in Walker and Sampson, 2013)

สิ่งเหล่านี้นำมาซึ่งเกี่ยวกับรูปแบบในการสอนวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้มีการเปลี่ยนแปลงกฎในการประเมินผู้เรียนธรรมชาติของเนื้อหาวิชางาน และการวัดและประเมินผลรวมถึงสังคมในห้องเรียนดังนั้นจึงเกิดการรวมเอาการโต้แย้งมา ร่วมกับการสืบเสาะมาใช้ในการสอนปฏิบัติการโดยใช้ชื่อว่ารูปแบบการจัดการเรียนการสอนด้วยกระบวนการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (Walker, Sampson and Zimmerman, 2011) รูปแบบนี้ให้ความสำคัญโดยให้ศูนย์กลางคือการโต้แย้ง และความรู้วิทยาศาสตร์เกิดขึ้นจากกลไกการโต้แย้งโดยกระบวนการทาง

สังคมโดยผ่านการตีความของข้อมูลประจักษ์พยานในระหว่างการจัดการเรียนการสอนโดยใช้
ปฏิบัติการเป็นฐาน (Walker and Sampson, 2013)

กล่าวโดยสรุปคือทฤษฎีโซเชี่ยลคอนสตรัคติวิสต์ของ Vygotsky เป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับบริบททางสังคม และวัฒนธรรมที่มีต่อการพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กซึ่งนักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้นั้นจะต้องมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น และมีการใช้ภาษาซึ่งเป็นเครื่องมือที่สำคัญของการคิด และพัฒนาสติปัญญาขั้นสูงเช่น การวางแผน การประเมิน และการให้เหตุผล

2.2 หลักการในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดโซเชี่ยลคอนสตรัคติวิสต์

Huang (2002) ได้นำเสนอหลักในออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดโซเชี่ยลคอน
สตรัคติวิสต์ว่ามีองค์ประกอบอยู่ 6 ประการที่จะต้องคำนึงถึง ได้แก่

1. การเรียนรู้ที่มีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Learning) โดยนักเรียนจะต้อง
มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน และนักเรียนด้วยกันนอกจากที่จะแยกตัวออกไปศึกษาเองคนเดียวโดย Hirumi
(2002) ได้เสนอกรอบการปฏิสัมพันธ์ที่ช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ไว้ 3 ประการ ได้แก่

1.1 การปฏิสัมพันธ์ในตนเอง

1.2 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน และผู้อื่น และนักเรียนกับเนื้อหา

สาระ

1.3 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างการสอนกับนักเรียนซึ่งแนวคิดโซเชี่ยลคอน
สตรัคติวิสต์จะให้ความสำคัญกับการปฏิสัมพันธ์กับสังคมมากที่สุด

2. การเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning) นักเรียนจะต้องมีการ
ร่วมกันสร้างความรู้ใหม่ ๆ จากการนำเสนอ และแลกเปลี่ยนความคิดทางสังคมการจัดการสภาพแวดล้อม
แบบเรียนรู้ร่วมกันมีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนตามแนวคิดโซเชี่ยลคอนสตรัคติวิสต์ และนำไปสู่
ผลสำเร็จทางการเรียนรู้ของนักเรียนได้

3. การอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ (Facilitating Learning) ผู้สอนเป็น
ผู้สร้างสภาพแวดล้อมในการเรียนแบบแบ่งปันประสบการณ์โดยได้กำหนดหน้าที่ของผู้สอนในการ
อำนวยความสะดวกไว้ 3 ระดับ ได้แก่

3.1 ผู้สอนให้คำแนะนำแก่นักเรียนเพื่อพัฒนาทักษะทางกระบวนการคิด

3.2 ฝึติดตามนักเรียนในการพัฒนาทักษะที่ใช้ในการดำเนินงานที่ได้รับ

มอบหมาย

3.3 อำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้

4. การเรียนรู้จากเรื่องจริง (Authentic Learning) กิจกรรมในการเรียนรู้
จะต้องเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงโดยผู้สอนอาจตั้งหัวข้อที่จะให้นักเรียนค้นคว้ามาโดย
สถานการณ์ในชีวิตจริงมากำหนด

5. การเรียนรู้โดยมีนักเรียนเป็นศูนย์กลาง (Student-Centered Learning)

ให้นักเรียนใช้ความรู้จากการศึกษาส่วนบุคคล และประสบการณ์ที่ตนมีอยู่เช่น การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นหลักซึ่งนักเรียนจะได้มีโอกาสในการศึกษาค้นคว้าลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามความสนใจ ความถนัดและความสามารถของตนเอง

6. การเรียนคุณภาพสูง (High Quality Learning) เป็นการผลักดันให้นักเรียน

ใช้ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ในเนื้อหาบทเรียน และผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อชีวิตจริง

หลักในการจัดการเรียนรู้ของ Huang มีความสอดคล้องกับคุณลักษณะ

พื้นฐานของแนวคิดโซเชี่ยลคอนสตรัคติวิสต์ที่สำคัญ 4 ประการของ สุรางค์ โคว์ตระกูล (2548) ได้แก่

1. การให้นักเรียนสร้างความเข้าใจด้วยตนเอง
2. การเรียนรู้สิ่งใหม่ขึ้นจากความรู้เดิม และความเข้าใจที่มีอยู่ในปัจจุบัน
3. การปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีความสำคัญต่อการเรียนรู้
4. การจัดสิ่งแวดล้อมกิจกรรมที่สอดคล้องกับชีวิตจริงทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

ในขณะที่ สุมาลี ชัยเจริญ และคณะ (2545) กล่าวว่าหลักการ 3 ประการ

ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชั้นเรียนตามทฤษฎีโซเชี่ยลคอนสตรัคติวิสต์ดังนี้

1. เรียนรู้ และพัฒนาด้านสังคม ได้แก่ กิจกรรมการร่วมมือ

(Collaborative Activity)

2. Zone of proximal development ควรสนองต่อแนวทางการ

จัดหลักสูตร และการวางแผนบทเรียนจากพื้นฐานที่ว่านักเรียนที่มี Zone of proximal development จะสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้โดยไม่ต้องได้รับการช่วยเหลือแต่สำหรับนักเรียนที่อยู่ต่ำกว่า Zone of proximal development จะไม่สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้ และต้องได้รับการช่วยเหลือที่เรียกว่าฐานการช่วยเหลือ (Scaffolding)

3. การเรียนรู้ในโรงเรียนควรเกิดขึ้นในบริบทที่มีความหมาย และไม่ควรแยกจากการเรียนรู้ที่นักเรียนพัฒนามาจากสภาพชีวิตจริงประสบการณ์นอกโรงเรียนควรมีการเชื่อมโยงนำมาสู่ประสบการณ์ในโรงเรียนของนักเรียน

จากแนวคิดทฤษฎี และหลักการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ข้างต้นพบว่านักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้นั้นจะต้องมีโอกาสในการรับข้อมูลประสบการณ์ใหม่ และนำมาใช้ในการคิดถ่วงกรองข้อมูล ทำความเข้าใจข้อมูล เชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม และสร้างความหมายของข้อมูลด้วยตนเองซึ่งจะเห็นได้ว่าผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการจัดการเรียนรู้ให้

นักเรียนมีโอกาสรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองโดยการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมเช่น บุคคลอื่น ๆ เหตุการณ์ในชีวิตประจำวันหรือปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นที่นักเรียนจะต้องมีส่วนร่วมในการสร้างการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากสิ่งต่าง ๆ โดยผู้สอนมีหน้าที่จัดการเรียนการสอนที่ตอบสนองต่อการเรียนรู้ของนักเรียนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ในการให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมซึ่งช่วยให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดไตร่ตรองหาคำอธิบายด้วยหลักฐาน และเหตุผลที่เหมาะสม

3. การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (Argument Driven Inquiry Model) เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ช่วยให้ครูวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงกิจกรรมปฏิบัติการแบบเดิมไปสู่หน่วยการเรียนการสอนบูรณาการได้ช่วยพัฒนาทักษะ และความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยการให้โอกาสนักเรียนได้ออกแบบสำรวจตรวจสอบ รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูล สื่อสารความคิดกับผู้อื่นในระหว่างกิจกรรมการโต้แย้ง เขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบเพื่อแลกเปลี่ยนกับผู้อื่น และมีการกระตุ้นให้มีการตรวจสอบโดยเพื่อน (Sampson, Grooms and Walker, 2009)

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven inquiry Model) ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน (Sampson, 2009) ได้แก่

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงานและถามคำถามนำ (Identification of the task and Guiding Question) คือการนำเข้าสู่ภาระของเรื่องที่ต้องการให้นักเรียนศึกษาโดยมีการถามคำถามเพื่อสร้างความสนใจ และเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเรื่องที่จะศึกษาก่อนที่จะมีการระบุภาระงาน โดยครูนำเสนอหัวเรื่องที่ต้องการให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบ และใช้คำถามในการกระตุ้นให้นักเรียนศึกษา

ขั้นที่ 2 การออกแบบวิธีการตรวจสอบและการเก็บรวบรวมข้อมูล (Design a Method and collect Data) คือการให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม 4-5 คน เพื่อออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ คาดคะเนคำตอบ และทำการสำรวจตรวจสอบ ได้แก่ การสืบเสาะหาความรู้จากแหล่งความรู้ต่าง ๆ และทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตามที่กำหนด

ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Analyze Data and Develop an Initial Argument) คือการวิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลอง หรือสำรวจตรวจสอบในรูปแบบต่าง ๆ เช่นกราฟ แผนภูมิ ตาราง รูปภาพ เป็นต้น แล้วประเมินผลการตรวจสอบที่ได้ และใช้ข้อมูลดังกล่าวมาสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ซึ่งเป็นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ชั่วคราวที่มีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation Session) คือการโต้แย้งระหว่างกลุ่ม ทั้งห้องเรียน โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอข้อโต้แย้งของตนเอง รวมถึงระบุหลักฐานการ

ได้มาของคำตอบ และคำกล่าวอ้างที่นำมาใช้ในการสนับสนุน โดยนักเรียนกลุ่มอื่นถามคำถาม และแสดงความคิดเห็น ต่อการนำเสนอของกลุ่มอื่นพร้อมให้เหตุผลประกอบ

ขั้นที่ 5 การอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ (an Explicit and Reflective Discussion) คือครูเป็นผู้นำในการอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนทั้งรูปแบบหรือหน้าที่ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหานั้น ๆ เสนอแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ขาดหายไป และแนวคิดเกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เช่น ความแตกต่างระหว่างทฤษฎีกับกฎหรือการรู้วิทยาศาสตร์เช่น กฎของการทดลองหรือการตรวจสอบจากผู้อื่นรวมถึงนักเรียนประเมินผลการตรวจสอบที่ได้จากการทำการตรวจสอบนั้น ๆ และครูกับนักเรียนร่วมกันสะท้อนวิธีปรับปรุงการออกแบบการตรวจสอบในครั้งต่อไป

ขั้นที่ 6 การเขียนรายงานผลการตรวจสอบ (Write an Investigation Report) คือการให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคลโดยมีองค์ประกอบ 6 ประการได้แก่ 1) จุดประสงค์ของการสำรวจตรวจสอบ 2) วิธีการสำรวจตรวจสอบ 3) การคาดคะเนคำตอบ 4) ข้อมูลและหลักฐานในการนำมาใช้ในการสร้างข้อสรุป 5) ข้อสรุปที่สมเหตุสมผล และ 6) คำอธิบายข้อสรุปโดยใช้หลักฐาน และเหตุผลที่เหมาะสมที่แสดงให้เห็นว่าได้อะไรบ้างจากการเรียนรู้ในส่วนของ การตรวจสอบจากงานที่ได้รับมอบหมายโดยรายงานผลการสำรวจตรวจสอบนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ นักเรียนตอบคำถาม 3 ข้อ ได้แก่ 1) วัตถุประสงค์ของการศึกษาคืออะไรและเพราะเหตุใด 2) วิธีการปฏิบัติของนักเรียนเป็นอย่างไรและเพราะเหตุใดจึงปฏิบัติเช่นนั้น และ 3) ข้อโต้แย้งของนักเรียนกล่าวไว้ได้อย่างไร

ขั้นที่ 7 การตรวจสอบโดยเพื่อน (Double-blind Group Peer Review) คือการให้นักเรียนแต่ละคนตรวจสอบและประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อน ซึ่งรายงานนั้นต้องไม่ใช่ของเพื่อนในกลุ่มเดียวกันหรือของตนเองโดยใช้เกณฑ์การประเมินที่กำหนด และมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) โดยครูเป็นผู้รวบรวมรายงานแล้วแจกกลับให้นักเรียนพร้อมกับแจกเอกสารการตรวจสอบโดยเพื่อน (Peer Review Sheet) ซึ่งประกอบด้วยแบบประเมิน

ขั้นที่ 8 การปรับปรุงและส่งรายงาน (Revise and Submit the Report) คือการแก้ไข และปรับปรุงรายงาน การตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อน จากผลการประเมินที่ได้รับจากขั้นตอนการตรวจสอบโดยเพื่อน จากนั้นส่งผลงานให้ครูเป็นผู้ประเมินคนสุดท้าย

4. บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถสรุปได้ดังตาราง 1 (Sampson, Grooms and Walker 2009)

ตารางที่ 1 แสดงบทบาทของครูและนักเรียนตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่
ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. การระบุภาระงานและถามคำถามนำ คือการสร้างความสนใจการเชื่อมโยงความรู้อุ้เดิมกับเรื่องที่ศึกษา และระบุภาระงานให้กับนักเรียน รวมถึงมีคำถามชี้แนะแนวทางในการตรวจสอบ	<ol style="list-style-type: none"> กระตุ้นความสนใจในเรื่องหัวข้อหรือประเด็นปัญหา เชื่อมโยงประสบการณ์หรือความรู้อุ้เดิมกับเรื่องที่จะศึกษา ระบุภาระงานให้กับนักเรียน เตรียมคำถามชี้แนะไปสู่คำตอบ 	<ol style="list-style-type: none"> คิดจดจ่อกับหัวข้อหรือประเด็นปัญหาที่ครูนำเสนอ ระลึกถึงประสบการณ์หรือความรู้อุ้เดิมเพื่อเชื่อมโยงกับเรื่องที่นำเสนอในปัจจุบัน ตอบคำถามชี้แนะ
2. การออกแบบวิธีการตรวจสอบ และการเก็บรวบรวมข้อมูลคือการทำงานเป็นกลุ่มขนาดเล็กที่แต่ละกลุ่มจะต้องมีการออกแบบวิธีการตรวจสอบและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเมื่อออกแบบครบแล้วก็ต้องตรวจสอบ และเก็บข้อมูลตามที่กำหนดไว้	<ol style="list-style-type: none"> อำนวยความสะดวกในการจัดวัสดุอุปกรณ์ให้นักเรียน เดินตรวจตรานักเรียนทุกกลุ่ม เป็นแหล่งข้อมูลประเภทบุคคลสำหรับนักเรียน ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดพิจารณาสิ่งที่ทำอย่างมีเหตุผล 	<ol style="list-style-type: none"> คิดพิจารณาวางแผนออกแบบวิธีดำเนินการสำรวจตรวจสอบ ดำเนินการสำรวจตรวจสอบด้วยการทำงานเป็นกลุ่มขนาดเล็ก เก็บรวบรวมข้อมูล
3. การวิเคราะห์ข้อมูล และสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวคือการวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกตทดลองหรือสำรวจตรวจสอบแล้วใช้ข้อมูลดังกล่าวมาสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวเพื่ออธิบายผลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบประกอบด้วย ข้อกล่าวอ้างหลักฐาน และการให้เหตุผล	<ol style="list-style-type: none"> อำนวยความสะดวกในการจัดวัสดุอุปกรณ์ให้นักเรียน เดินตรวจตรานักเรียนทุกกลุ่ม เป็นแหล่งข้อมูลประเภทบุคคลสำหรับนักเรียน ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดพิจารณาสิ่งที่ทำอย่างมีเหตุผล 	<ol style="list-style-type: none"> คิดพิจารณาวางแผนและออกแบบวิธีดำเนินการสำรวจ ตรวจสอบ ดำเนินการสำรวจตรวจสอบด้วยการทำงานเป็นกลุ่ม เก็บรวบรวมข้อมูล
4. กิจกรรมการโต้แย้งคือการจัดให้มีการโต้แย้งทั้ง	<ol style="list-style-type: none"> กำหนดประเด็น และนิยามคำสำคัญในการโต้แย้ง เป็นผู้นำการอภิปรายจัดการ 	<ol style="list-style-type: none"> นำเสนอข้อโต้แย้งต่อเพื่อนร่วมชั้นเรียน แสดงทัศนคติต่อข้อโต้แย้ง

ตารางที่ 1 แสดงบทบาทของครูและนักเรียนตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่
ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ห้องเรียนด้วยการให้นักเรียนโต้แย้งระหว่างกลุ่ม	และควบคุมเวลาสำหรับการโต้แย้ง	ที่นำเสนอพร้อมให้เหตุผลประกอบ
5. การอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ คือครูและนักเรียนร่วมกันในการอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหาวิธีปรับปรุงการออกแบบการตรวจสอบแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ขาดหายไป และแนวคิดที่นำเสนอนี้เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือการรู้วิทยาศาสตร์	เป็นผู้นำในการสะท้อนการอภิปรายผลที่ชัดเจนหลังจากกิจกรรมการโต้แย้งโดยการเพิ่มเติมข้อมูลในส่วนของเนื้อหาวิธีการตรวจสอบและแนะนำการเขียนรายงานเพิ่มเติมและถามคำถามว่าแนวคิดที่นำเสนอนี้เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือการรู้วิทยาศาสตร์	แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งที่เพื่อนนำเสนอว่าต้องปรับปรุงในส่วนใดบ้างทั้งเนื้อหาวิธีการตรวจสอบและแนวคิดที่ขาดหายไป
6. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบคือการให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจเป็นรายบุคคล	กระตุ้นให้นักเรียนเขียนรายงานที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจ และกระบวนการที่ได้ปฏิบัติ	1. เป็นผู้ประเมินความคิดที่ได้จากกิจกรรมการโต้แย้ง 2. เขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองเพื่อสื่อสารความคิดของตนเอง
7. การตรวจสอบโดยเพื่อนคือการตรวจสอบ และประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อนตามเกณฑ์ที่กำหนด และมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ	1. กำหนดเกณฑ์สำหรับด้วยการประเมินคุณภาพของรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ 2. ให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการตรวจสอบโดยเพื่อนว่าเป็นกิจกรรมที่มีคุณค่าต่อการพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์	1. ประเมินตรวจสอบรายงานของเพื่อนตามเกณฑ์ที่กำหนด2. ให้ข้อมูลย้อนกลับในด้านคุณภาพของรายงานที่ควรปรับปรุง 2. ให้ข้อมูลย้อนกลับในด้านคุณภาพของรายงานที่ควรปรับปรุง

จากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งข้างต้นพบว่ารูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าวมีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง และสร้างบริบทในการโต้แย้งให้กับนักเรียนซึ่งช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูล

ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วยหลักฐาน และเหตุผลที่เหมาะสม จึงสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะในการการแปลความหมายข้อมูลประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

สมรรถนะการแปลความหมายของข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

1. ความเป็นมาของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์เป็นสมรรถนะหนึ่งของสมรรถนะวิทยาศาสตร์ โดยสมรรถนะด้านนี้ในปี ค.ศ. 2006 มีชื่อว่าสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ต่อมาในปี ค.ศ. 2015 องค์การเพื่อความร่วมมือ และพัฒนาเศรษฐกิจ (OECD) ซึ่งทำการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA: Program for International Student Assessment) ได้เปลี่ยนชื่อเป็นสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ดังนั้นจึงขอกล่าวรายละเอียดดังนี้ในปี ค.ศ. 2006 โครงการการประเมินผลนักเรียนนานาชาติได้กำหนดให้สมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์เป็นสมรรถนะหนึ่งที่จะตรวจสอบเพราะเป็นส่วนหนึ่งของสมรรถนะวิทยาศาสตร์โดยใช้คำย่อของสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ว่า USE (Using Scientific (Evidence) สมรรถนะนี้ต้องการให้นักเรียนรู้ความหมาย และความสำคัญของสิ่งที่พบจากการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ และนำมาใช้เป็นพื้นฐานของการคิดการลงข้อสรุป การบอกเล่า และการสื่อสารซึ่งต้องใช้ความรู้ทั้งความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์หรือความรู้วิทยาศาสตร์หรือทั้งสองอย่างการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์มีความหมายรวมถึงความสามารถต่อไปนี้ (สุนีย์ คล้ายนิล และคณะ, 2551)

1. รู้ว่าจะต้องใช้ประจักษ์พยานใดแสดงว่ามีความเข้าใจว่าต้องมีข้อมูลหรือหลักฐานใดจากค้นคว้าการเก็บข้อมูลรองรับหรือเป็นพื้นฐานสำคัญของการบอกกล่าวการกล่าวอ้างข้อสรุปหรือการพยากรณ์หรือคาดการณ์ล่วงหน้าการสร้างข้อโต้แย้ง
2. สร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูลหรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับประจักษ์พยานที่มีหรือไม่คำถามประเภทนี้อาจให้นักเรียนวิเคราะห์ วิเคราะห์ข้อสรุปที่ยกมาให้โดยให้วิเคราะห์ว่าการสรุปนั้นได้สรุปออกมาจากข้อมูลที่กำหนดให้หรือไม่หรืออาจจะให้ข้อมูลหรือประจักษ์พยานมาแล้วให้นักเรียนเป็นผู้ลงข้อสรุปจากข้อมูลหรือประจักษ์พยานที่มีหรืออาจจะให้นักเรียนใช้เหตุผลวิเคราะห์วิจารณ์ข้อสรุปทั้งในทางเห็นด้วย และไม่เห็นด้วย

3. สื่อสารข้อสรุปการสื่อสารข้อมูลเฉพาะหรือข้อสรุปจากประจักษ์พยาน และข้อมูลจะเกี่ยวข้องกับการสร้างคำอธิบาย และข้อโต้แย้งจากสถานการณ์ และข้อมูลที่กำหนดให้โดยสื่อสารออกมาอย่างชัดเจนให้ผู้รับข่าวสารเข้าใจได้

4. การแสดงออกว่ามีความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในข้อนี้จะวัดว่านักเรียนแสดงว่ามีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์โดยการนำแนวคิด (Concept) นั้น ๆ ไปใช้ได้ ในสถานการณ์ที่กำหนดให้หรือไม่มีการอธิบายถึงความสัมพันธ์หรือสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงหรืออาจจะให้นักเรียนคาดการณ์ว่าจะมีอะไรเกิดขึ้นบ้างถ้ามีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรบางอย่าง หรือให้ชี้บอกว่าตัวแปรหรือปัจจัยใดมีส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดผลตามที่กำหนดให้โดยให้นำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (ที่ไม่ได้กำหนดให้) มาใช้ในการบอกนั้น ๆ

ต่อมาในปี ค.ศ. 2015 โครงการการประเมินผลนักเรียนนานาชาติได้ปรับเปลี่ยนชื่อสมรรถนะด้านนี้ไปเป็นสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret data and evidence Scientifically) อย่างไรก็ตามรายละเอียด และตัวบ่งชี้ของสมรรถนะด้านนี้ในปีค.ศ. 2015 นี้ส่วนใหญ่ยังคงคล้ายคลึงกับในปีค.ศ. 2006 เพียงแต่มีความชัดเจนมากขึ้นเกี่ยวกับการเห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสังคมโดยตัวบ่งชี้หนึ่งสมรรถนะนี้ที่กล่าวว่า “ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย” (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557)

2. ความหมายสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

โครงการการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA: Program for International Student Assessment) ซึ่งดำเนินการโดยองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาเศรษฐกิจ (OECD) ในปี 2015 นี้ได้ให้คำนิยามของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (OECD, 2013) คือความสามารถที่แสดงให้เห็นถึงการวิเคราะห์ และประเมินข้อมูลหรือประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์สามารถอ้างถึงหรือโต้แย้งในความหลากหลายของแนวทางในการแก้ปัญหา และนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถการแปลงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหนึ่งสู่รูปแบบการนำเสนออื่น ๆ วิเคราะห์ และแปลความข้อมูลนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล ระบุข้อสันนิษฐานหลักฐาน และการให้เหตุผลจากตำราวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่อยู่บนพื้นฐานของหลักฐาน และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และข้อโต้แย้งที่อยู่บนพื้นฐานของการพิจารณาอื่น ๆ และประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งที่มาที่แตกต่างกันเช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต วารสาร เป็นต้น

การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์นักเรียนควรจะสามารถตีความ และจัดการข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานรวมถึงหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สามารถนำมาใช้ในการกล่าวอ้าง และสร้าง

ข้อสรุปซึ่งสมรรถนะดังกล่าวนักเรียนจำเป็นต้องมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน นักเรียนที่มีสมรรถนะนี้ควรจะสามารดีความหมายของประจักษ์พยานหรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ และผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นให้แก่ผู้รับข่าวสารได้เข้าใจด้วยคำพูดของตนเองโดยใช้แผนภาพหรือการนำเสนอแบบอื่น ๆ ตามความเหมาะสมซึ่งอาจจำเป็นต้องใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์หรือสรุปข้อมูล และสามารถใช่วิธีการมาตรฐานในการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบการนำเสนอที่แตกต่างกันสมรรถนะนี้ยังรวมถึงการเข้าถึงข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ การสร้างการประเมินข้อโต้แย้ง และข้อสรุปบนพื้นฐานของประจักษ์พยาน (หลักฐาน) ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Kuhn and Osborne, 2010) นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับการประเมินผลข้อสรุปอื่น ๆ โดยใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์รวมถึงการให้เหตุผลหรือคัดค้านข้อสรุปที่ได้จากกระบวนการสืบเสาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และระบุสมมติฐานในการเข้าถึงข้อสรุปนั้น ๆ โดยสรุป โดยสรุปแล้วการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์นั้น ในระดับบุคคล นักเรียนควรที่จะสามารถระบุความเชื่อมโยงของตรรกะหรือข้อบกพร่องระหว่างประจักษ์พยาน และข้อสรุปได้

3. การเปรียบเทียบตัวบ่งชี้สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างปีค.ศ. 2006 และ 2015

ตัวบ่งชี้สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างปี ค.ศ. 2006 และ 2015 มีความคล้ายคลึง และแตกต่างดังตารางที่ 2 ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบตัวบ่งชี้สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างปีค.ศ. 2006 และ 2015

PISA 2006 (สึนีย์ คล้ายนิล และคณะ, 2551)	PISA 2015 (OECD, 2013)
<ol style="list-style-type: none"> 1. ตีความหลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ลงข้อสรุปและสื่อสารข้อสรุป 2. ระบุข้อตกลงเบื้องต้นประจักษ์พยาน (หลักฐาน) ที่อยู่เบื้องหลังข้อสรุป 3. แสดงให้เห็นว่าเข้าใจแนวคิดและหลักการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการนำวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์หรือบริบทต่าง ๆ 4. สะท้อนถึงนัยของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม 	<ol style="list-style-type: none"> 1. แปลงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหนึ่งสู่รูปแบบการนำเสนออื่น ๆ 2. วิเคราะห์และแปลความข้อมูลนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล 3. ระบุข้อสันนิษฐานหลักฐาน และการให้เหตุผลจากตำราวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง 4. แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่อยู่บนพื้นฐานของหลักฐาน และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และข้อโต้แย้งที่อยู่บนพื้นฐานของการพิจารณาอื่น ๆ 5. ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งที่มาที่แตกต่างกันเช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต วารสาร เป็นต้น

จะเห็นได้ว่าในปีค.ศ. 2015 นี้โครงการ PISA ได้ประเมินสมรรถนะด้านการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมโดยการนำการโต้แย้งมาเป็นหนึ่งความสามารถของสมรรถนะด้านนี้ซึ่งนักเรียนไม่เพียงแค่แปลงข้อมูลวิเคราะห์แปลความนำเสนอหลักฐานแล้วนำไปสู่การสร้างข้อสรุปได้เท่านั้นแต่ต้องสามารถแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งโดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีประจักษ์พยาน (หลักฐาน) หรือตั้งอยู่บนพื้นฐานของการพิจารณาอื่น ๆ และประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และหลักฐานจากแหล่งที่มาที่แตกต่างกันเช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต วารสาร เป็นต้น ซึ่งมีความชัดเจนมากขึ้นต่อการเห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสังคมสังคมเข้ามาเกี่ยวข้องเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจที่ถูกต้อง

4. การวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

4.1 บริบทสำหรับการวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ของ PISA 2015

PISA ได้พยายามการประเมินสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ว่าเป็นการประเมินความสามารถของนักเรียนในการทำสิ่งต่อไปนี้

1. แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น
2. วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป
3. ระบุข้อสันนิษฐานประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
4. แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากพิจารณาจากสิ่งอื่น
5. ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร)

4.2 ลักษณะข้อสอบ

ข้อสอบเป็นแบบอัตนัย (เขียน-ตอบอิสระ) มีลักษณะการตอบคำถาม ดังนี้

4.2.1 การเขียนคำตอบแบบสั้นเป็นกลุ่มคำ หรือการเขียนคำตอบแบบยาวเป็นย่อหน้าสั้น ๆ (อาจเป็นคำอธิบายที่ประกอบด้วยประโยค 2-4 ประโยค)

4.2.2 ข้อคำถามบางข้อจะให้วาดภาพ เช่น กราฟ หรือแผนภาพ

4.3 เกณฑ์การให้คะแนน

- 3 คะแนน หมายถึง เขียนตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วน
- 2 คะแนน หมายถึง เขียนตอบคำถามได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน
- 1 คะแนน หมายถึง เขียนตอบคำถามถูกบางส่วน และไม่สามารถเขียนให้เหตุผลได้
- 0 คะแนน หมายถึง เขียนตอบคำถามไม่ถูกต้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จากเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามกรอบการประเมินของ PISA 2015 มีลักษณะเป็นแบบอัตนัย (เขียน-ตอบอิสระ) จากนั้นนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ค่าเฉลี่ย จะได้ว่าร้อยละของคะแนนแล้วนำมาเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

การวิจัยปฏิบัติการ

1. ความหมายของการวิจัยปฏิบัติการ

กิตติพร ปัญญาภิบาล (2549) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการหมายถึงการศึกษา ค้นคว้าอย่างมีระบบถึงการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงานเองเพื่อให้เข้าใจดีขึ้นหรือแก้ปัญหาเกี่ยวกับงานที่ทำอยู่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นซึ่งได้จากการรวบรวมการร่วมมือการสะท้อนตนเองและการใช้เกวียรกฎประกอบภายใต้กรอบจรรยาบรรณที่ยอมรับกัน

ธีรฤทธิ เอกะกุล (2551) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า เป็นการศึกษา รวบรวม แสวงหาข้อเท็จจริง โดยใช้ขั้นตอนการบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปที่นำไปสู่การแก้ปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ทั้งในด้านประสิทธิภาพและประสิทธิผลของงานที่รับผิดชอบ โดยผู้วิจัยสามารถดำเนินการได้หลากหลายวิธี และหลายๆ ครั้งจนกระทั่งผลการปฏิบัติงานนั้นบรรลุวัตถุประสงค์ หรือแก้ปัญหาที่พบอยู่ได้สำเร็จ โดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับศาสตร์อื่น ๆ ได้

พินันท์ คงคาเพชร (2552) กล่าวว่า การวิจัยปฏิบัติการหมายถึงการรวบรวมหรือการแสวงหาข้อเท็จจริงโดยใช้ขั้นตอนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปอันนำไปสู่การแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ผู้วิจัยจะต้องมีการปรับปรุงพัฒนาแก้ไขและดำเนินการวิจัยซ้ำหลายๆ ครั้ง จนกระทั่งผลการปฏิบัติงานนั้นบรรลุผลสำเร็จตามที่ได้ตั้งเป้าหมายไว้โดยมีแนวทางการทำงานที่เชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีและการปฏิบัติให้เป็นหนึ่งเดียวกันจากแนวคิดสู่การปฏิบัติ

เคมีส (Kemmis, 1988 อ้างอิงใน สุวิมล ว่องวานิช, 2557) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการวิจัยที่ผู้วิจัยคือผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงานนั้นและสิ่งที่ต้องทำวิจัย (object) คือแนวทางการปฏิบัติทางการศึกษา (educational practice) การวิจัยปฏิบัติการเป็นรูปแบบหนึ่งของการวิจัยที่ไม่ได้แตกต่างไปจากการวิจัยอื่นในเชิงเทคนิคแต่แตกต่างในด้านวิธีการวิธีการของการวิจัยเชิงปฏิบัติการคือการทำงานที่เป็นการสะท้อนผลการปฏิบัติงานของตนเองที่เป็นวงจรแบบขดลวด (Spiral of self-rotation) โดยเริ่มต้นที่ขั้นตอนการวางแผน (planning) การปฏิบัติการ (acting) การสังเกต (observing) และการสะท้อนกลับ (reflecting) เป็นการวิจัยที่จำเป็นต้องอาศัยผู้มีส่วนร่วมในกระบวนการสะท้อนกลับเกี่ยวกับการปฏิบัติเพื่อให้เกิดการพัฒนาปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น เทคนิคที่ใช้ในการวิจัยไม่ว่าจะเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลหรือการวิเคราะห์ข้อมูลจึงไม่ได้แตกต่างไปจากการวิจัยอื่นแต่วิธีการที่ต่างออกไปคือความสามารถเข้าใจความหมายและการตีความสิ่งที่เกิดขึ้น

วีระยุทธ์ ชาตะกาญจน์ (2558) ได้ให้ความหมายการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า เป็นการศึกษา รวบรวม หรือการแสวงหาข้อเท็จจริงโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุป อันจะนำไปสู่การแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ ทั้งในด้านประสิทธิภาพและประสิทธิผลของงาน ในขอบข่ายที่รับผิดชอบ โดยผู้วิจัยสามารถดำเนินการได้หลายๆ ครั้ง จนกระทั่งผลการปฏิบัติงานนั้นบรรลุ

วัตถุประสงค์หรือแก้ไขปัญหาที่ประสบอยู่ได้สำเร็จ โดยกำหนด ขั้นตอนของการวิจัยประกอบด้วย การวางแผน (plan) การปฏิบัติ (action) การสังเกต (observation) และการสะท้อนกลับ (reflection)

จากความหมายของการวิจัยปฏิบัติการของนักการศึกษาดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า การวิจัยปฏิบัติการหมายถึงการวิจัยที่เน้นการปฏิบัติและแก้ปัญหาในหน่วยงานนั้น ๆ โดยผู้วิจัยคือ ผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงานนั้นหากเป็นโรงเรียนก็คือครูนั่นเองเมื่อทำวิจัยแต่ละครั้งก็ต้องนำผลการวิจัยที่ได้มาสะท้อนและปรับปรุงการทำงานของตนเองให้สอดคล้องกับบริบทที่เป็นอยู่โดยการวิจัยนี้ต้อง ทำซ้ำ ๆ หลายครั้งจนให้ผลการวิจัยบรรลุตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

2. ขั้นตอนของการวิจัยปฏิบัติการ

Kemmis and McTaggart (1988) ได้กล่าวถึงการวิจัยเชิงปฏิบัติการในการนำไปใช้เพื่อ พัฒนา ปรับปรุงสภาพการเรียนการสอนจริงในโรงเรียนโดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) เริ่มด้วยการสำรวจปัญหาที่สำคัญที่ต้องการให้มีการแก้ไข ครูและผู้เกี่ยวข้องอาจเป็นครูท่านอื่น ๆ ที่สอนร่วม นักเรียน ผู้ปกครอง และ/หรือผู้บริหาร วางแผนกันสำรวจสภาพการณ์ของปัญหาว่ามีอย่างไร ปัญหาที่ต้องการแก้ไขคืออะไร ปัญหานี้เกี่ยวข้องกับใครบ้าง เช่น ครูต้องเปลี่ยนวิธีใช้คาถาถามในชั้นเรียน นักเรียนต้องทำงานเป็นกลุ่ม เนื้อหา บางหัวข้อในแบบเรียนจะต้องตัดทอนหรือขยาย ความเพิ่มเติม ผู้บริหารจะต้องรับทราบการ เปลี่ยนแปลงและให้การสนับสนุน เป็นต้น ในขั้นตอนของการวางแผน จะมีการปรึกษาร่วมกันระหว่าง ผู้เกี่ยวข้อง การใช้แนวคิดวิเคราะห์สิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจะช่วยให้มองเห็นสภาพการณ์ของปัญหา ชัดเจนขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act) เป็นการนำแนวคิดที่กำหนดในขั้นวางแผนมา ดำเนินการลงมือปฏิบัติมีการใช้ การวิเคราะห์ประกอบไปด้วย โดยรับฟังจากผู้ที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ จาก การลงมือปฏิบัติจะเป็นข้อมูล ย้อนกลับว่าแผนที่วางไว้เหมาะสมหรือไม่ปฏิบัติจริงได้มากน้อยเพียงใด และอาจมีอุปสรรคอื่น ๆ มาเกี่ยวข้องโดยไม่คาดคิด ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เช่น ถูกต่อต้านจากผู้บริหารหรือนักเรียน ฉะนั้น แผนงานที่กำหนดไว้อาจยืดหยุ่นได้ นั่นคือ การปฏิบัติการ โดยมีลักษณะเป็น Fluid and Dynamic โดยผู้วิจัยต้องใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจที่เหมาะสม และมุ่งต่อการปฏิบัติเพื่อให้เกิด การเปลี่ยนแปลงตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ด้วย

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) ขณะที่การวิจัยดำเนินกิจกรรมตาม ขั้นตอนที่วางไว้เป็นเรื่องที่แน่นอนว่าสภาพจริงนั้นต้องมีความราบรื่น อุปสรรค และข้อขัดข้องบาง ประการ ฉะนั้น จึงจำเป็นต้องมีการสังเกตการณ์ ควบคู่ไปด้วย ใช้การสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น อย่างระมัดระวังด้วยความใจกว้าง นั่นคือ เปิดใจรับฟังความเห็นจากผู้เกี่ยวข้อง พร้อมกับการจด บันทึกรายการที่เกิดขึ้นทั้งที่คาดหวังและไม่ได้คาดหวัง สิ่งที่ต้องการทำการสังเกต คือ กระบวนการของการ ปฏิบัติ (The Action Process) ผลของการปฏิบัติ (The Effect of Action) ซึ่งอาจเกิดขึ้นโดยตั้งใจ หรือไม่ตั้งใจก็ดี และสภาพแวดล้อมและข้อจำกัดของ การปฏิบัติการ (The Circumstances and Constraints) การสังเกตนี้รวมถึงการรวบรวมผลที่เกิดขึ้น จากการปฏิบัติทั้งโดยการเห็นด้วยตา การ ได้ฟัง และการใช้เครื่องมือแบบทดสอบวัดผลออกมาในเชิงตัวเลขหรือใช้แบบสำรวจ แบบสอบถามวัด สิ่งที่ต้องการทราบความเปลี่ยนแปลง

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนการปฏิบัติ (Reflect) ขั้นสุดท้ายของวงจรการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ การประเมินหรือตรวจสอบกระบวนการ ปัญหาหรือสิ่งที่จำกัดที่เป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติการ ผู้วิจัยร่วมกับกลุ่มที่เกี่ยวข้องจะต้องตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นในแง่มุมต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับสภาพสังคม สภาพแวดล้อมของโรงเรียน และของระบบการศึกษาที่ประกอบกันอยู่ โดยผ่านการอภิปรายปัญหาการประเมินโดยกลุ่มจะทำให้เห็นแนวทางการพัฒนาขั้นตอนการดำเนินการกิจกรรม และเป็นพื้นฐานข้อมูลที่น่าไปสู่การปรับปรุงและการวางแผนต่อไป

องอาจ นัยวัฒน์ (2548) ได้กล่าวถึงการวิจัยเชิงปฏิบัติการโดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การวางแผน (Planning) เป็นการกำหนดแนวทางปฏิบัติการไว้ก่อนล่วงหน้า โดยอาศัยการคาดคะเนแนวโน้มของผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ประกอบกับการระลึกถึงเหตุการณ์หรือเรื่องราวในอดีตที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาที่ต้องการแก้ไขตามประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมของผู้วางแผน ภายใต้การไตร่ตรองถึงปัจจัยสนับสนุนขีดความสามารถในการแก้ไข ปัญหาการต่อต้าน รวมทั้งสถานการณ์เงื่อนไขอื่น ๆ ที่แวดล้อมปัญหาอยู่ในเวลานั้น โดยทั่วไปการวางแผนจะต้องคำนึงถึงความยืดหยุ่นทั้งนี้เพื่อจะสามารถปรับเปลี่ยนให้เข้ากับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในอนาคต

2. การปฏิบัติการ (Action) เป็นการลงมือดำเนินงานตามแผนที่กำหนดไว้อย่างระมัดระวัง และควบคุมการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ในแผน อย่างไรก็ตามในความเป็นจริงการปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้มีโอกาสแปรเปลี่ยนไปตามเงื่อนไขและข้อจำกัดของสถานการณ์เวลานั้นได้ด้วย เหตุนี้แผนปฏิบัติการที่ดีจะต้องมีลักษณะเป็นเพียงแผนชั่วคราวซึ่งเปิดช่องให้ผู้ปฏิบัติการสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามเงื่อนไขและปัจจัยที่เป็นอยู่ในขณะนั้น การปฏิบัติการที่ดีจะต้องดำเนินไปอย่างต่อเนื่องเป็นพลวัตรภายใต้การใช้ดุลยพินิจในการตัดสินใจ

3. การสังเกตการณ์ (Observation) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการและผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานที่ได้ลงมือกระทำลงไป รวมทั้งสังเกตการณ์ ปัจจัยสนับสนุน และปัจจัยอุปสรรคการดำเนินงานตามแผนที่วางไว้ตลอดจนประเด็นปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างปฏิบัติการตามแผนว่ามีสภาพหรือลักษณะเป็นอย่างไร การสังเกตการณ์ที่ดีจะต้องมีการวางแผนไว้ก่อนล่วงหน้าอย่างคร่าวๆ โดยจะต้องมีขอบเขตไม่แคบหรือจำกัดจนเกินไป เพื่อจะได้เป็นแนวทางสำหรับการสะท้อนกลับกระบวนการและผลการปฏิบัติที่จะเกิดขึ้นตามมา

4. การสะท้อนกลับ (Reflection) เป็นการให้ข้อมูลถึงการกระทำตามที่บันทึกข้อมูลไว้จากการสังเกตในเชิงวิพากษ์กระบวนการและผลการปฏิบัติงานตามที่วางแผนไว้ ตลอดจนการวิเคราะห์เกี่ยวกับปัจจัยสนับสนุนและปัจจัยอุปสรรคการพัฒนา รวมทั้งประเด็นปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ การสะท้อนกลับโดยอาศัยกระบวนการกลุ่มในลักษณะวิพากษ์วิจารณ์ หรือประเมินผลการปฏิบัติงานระหว่างบุคคลที่มีส่วนร่วมในการวิจัย จะเป็นวิธีการปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงานตามแนวทางดั้งเดิมไปเป็นการปฏิบัติงานตามวิธีการใหม่ซึ่งใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการทบทวน และปรับปรุงวางแผนปฏิบัติการในวงจรกระบวนการวิจัยในรอบหรือเกลียวต่อไป

วีรยุทธ์ ชาตะกาญจน์ (2558) กล่าวถึงขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า

กระบวนการวิจัยเมื่อกล่าวในเชิงการนำไปใช้เพื่อพัฒนาและปรับปรุงการปฏิบัติงานในโรงเรียนสามารถอธิบายการดำเนินการตามวงจรได้ดังนี้

1. **ขั้นวางแผน (Planning)** เริ่มด้วยการสำรวจปัญหาพร้อมกันระหว่างบุคลากรภายในโรงเรียน เพื่อให้ได้ปัญหาที่สำคัญที่ต้องการแก้ไข ตลอดจนการแยกแยะรายละเอียดของปัญหานั้น เกี่ยวกับลักษณะของปัญหาเกี่ยวข้องกับใคร แนวทางแก้ไขอย่างไร และจะต้องปฏิบัติอย่างไร
2. **ขั้นปฏิบัติการ (Action)** เป็นการนำแนวคิดที่กำหนดเป็นกิจกรรมในขั้นวางแผนมา ดำเนินการ โดยวิเคราะห์วิจารณ์ปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้นร่วมกันกับทีมงานประกอบไปด้วย เพื่อทำการแก้ไขปรับปรุงแผน ฉะนั้นแผนที่กำหนดควรจะต้องมีความยืดหยุ่นและปรับได้
3. **ขั้นสังเกตการณ์ (Observation)** เป็นการศึกษาความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นด้วยความรอบคอบ ซึ่งอาจเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นทั้งที่คาดหวังและไม่คาดหวัง โดยต้องอาศัยเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เข้าช่วย
4. **ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflection)** เป็นขั้นสุดท้ายของวงจรการทำการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยทำการประเมินหรือตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา หรือสิ่งที่ เป็นข้อจำกัดอันเป็น อุปสรรคต่อการปฏิบัติการ ผู้วิจัยร่วมกับกลุ่มผู้เกี่ยวข้องจะต้องตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นในแง่มุมต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับสภาพสังคม สิ่งแวดล้อม และระบบการศึกษาของโรงเรียนที่ ประกอบกันอยู่ โดยผ่านการร่วมอภิปรายปัญหา และการประเมินโดยกลุ่ม ซึ่งจะให้ได้แนวทางของ การพัฒนาและขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมเพื่อจะได้ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่นำไปสู่การปรับปรุงและวางแผนการปฏิบัติต่อไป

จากการศึกษา ผู้วิจัยจึงสรุปขั้นตอนการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยอ้างอิงขั้นตอนการดำเนินการของ วีรยุทธ์ ชาตะกาญจน์ (2558) มาใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. **ขั้นวางแผน (Planning)** เป็นการวางแผนเพื่อแก้ไขปัญหาที่พบ โดยจะเริ่มสำรวจปัญหาบริบทในห้องเรียน วิเคราะห์รายละเอียดของปัญหา แนวทางการแก้ไขปัญหา จะดำเนินการด้วยวิธีใด ซึ่งจะศึกษาจากตำรา หนังสือที่เกี่ยวข้อง และสร้างเครื่องมือในการแก้ไขปัญหา
2. **ขั้นปฏิบัติการ (Action)** เป็นการดำเนินการตามการวางแผนที่ในขั้นที่ 1 โดยวิเคราะห์วิจารณ์ปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อทำการแก้ไขปรับปรุงแผน
3. **ขั้นสังเกตการณ์ (Observation)** เป็นการศึกษาผลการปฏิบัติการ โดยผู้วิจัย จะเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสังเกตนักเรียน โดยต้องอาศัยจากเครื่องมือที่สร้างขึ้นในการวัดผล
4. **ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflection)** เป็นการสะท้อนผลจากการปฏิบัติงานในขั้นต่าง ๆ โดยจะประเมิน ตรวจสอบกระบวนการแก้ไขปัญหา สิ่งที่เป็นอุปสรรคในการปฏิบัติการ ซึ่งจะได้นำแนวทางพัฒนาและแก้ไขปัญหา เพื่อที่จะนำไปปรับแผนการดำเนินงาน เพื่อที่จะเริ่มต้นเข้าสู่วงจรปฏิบัติการต่อไป

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งได้มีนักวิจัยทำการศึกษาไว้หลากหลายในปัจจุบันไม่ว่าจะเป็นในประเทศ หรือต่างประเทศ ผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างดังต่อไปนี้

1. งานวิจัยในประเทศ

สันติชัย อนุวรชัย (2553) ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยคะแนน 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 คือความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และส่วนที่ 2 คือกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยนักเรียนกลุ่มทดลองได้คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เท่ากับ 21.24 คะแนนซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 21 คะแนนจัดอยู่ในความสามารถระดับดีและได้คะแนนเฉลี่ยกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เท่ากับ 15.30 คะแนนซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 13 คะแนนจัดอยู่ในความสามารถระดับดี 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยการทดสอบความมีเหตุผลสูงกว่าก่อนทดลองและสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภคพร อิศระ (2558) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือเปรียบเทียบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือและนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปโดยมีกลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และใช้เครื่องมือในการเก็บข้อมูล คือ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี และแบบประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ผลการวิจัยในด้านการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์พบว่านักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ทำการเรียนรู้ด้วยวิธีทั่วไป

ภัทราวรรณ ไชยมงคล (2559) ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ในโรงเรียนสตรีประจำจังหวัดแห่งหนึ่งในเขตภาคเหนือตอนล่างโดยใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และรายงานผลการ

สำรวจตรวจสอบของนักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลโดยการจำแนกกลุ่มคำตอบของนักเรียนตามองค์ประกอบ 4 ด้านคือการสำรวจปรากฏการณ์ การพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น การรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ และการลงข้อสรุป โดยวิเคราะห์ออกเป็น 3 ระดับ คือ สูง ปานกลาง และต่ำโดยนำผลจากเครื่องมือในการเก็บข้อมูลวิจัยทั้งสองชนิดมาหาความน่าเชื่อถือของข้อมูลในภายหลังผลการวิจัยจากเครื่องมือทั้งสองชนิดสอดคล้องกันโดยพบว่าหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้นโดยมีการพัฒนาทุกองค์ประกอบ จิรารัตน์ แสงศร (2560) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งต่อการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่พัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ควรมีลักษณะดังนี้ การยกสถานการณ์ และรูปภาพประกอบกับการใช้คำถามช่วยกระตุ้นความสนใจ และการกำหนดให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาพื้นฐานที่จะเรียนล่วงหน้า ช่วยให้นักเรียนสามารถคาดคะเนคำตอบของภาระงานที่ถูกมอบหมายได้ การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล การทดลอง การสืบค้นหรือการบันทึกผลด้วยตนเองเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว สำหรับการอภิปรายโต้แย้งกับกลุ่มอื่น ๆ ทำให้เกิดการแยกแยะข้อโต้แย้งและประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ภายหลังจากโต้แย้งครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปข้อมูลอีกครั้งและให้นักเรียนเขียนรายงาน ประเมินรายงานของเพื่อน และปรับปรุงรายงานตนเอง การจัดการเรียนรู้ลักษณะนี้ส่งผลให้นักเรียนได้ระบุข้อสันนิษฐาน แปลงข้อมูล วิเคราะห์และแปลความข้อมูล และระบุเหตุผล นำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล และ 2) สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

พุทธธีร บวรณสถิตวงศ์ (2562) ได้ศึกษาการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้สื่อโฆษณาในรายวิชาชีววิทยา ผลการวิจัยพบว่า จากการสำรวจนักเรียนมีสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์พบว่านักเรียนมีระดับที่ 2 และ 3 ตามลำดับ 2) แนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อโฆษณาประกอบด้วยกระตุ้นความรู้เดิมด้วยสื่อโฆษณาการสะท้อนคำโฆษณาที่มีวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์เทียมประกอบอยู่ภายในสื่อโฆษณาการนำเข้าสู่ประเด็นการย่อยอาหารโดยใช้ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ของสื่อโฆษณาการศึกษาเนื้อหาการประเมินความเสี่ยงสื่อโฆษณาผ่านบทบาทสมมติการประยุกต์ใช้ความรู้สร้างชิ้นงานการนำเสนอชิ้นงานและการสะท้อนคิดเพื่อเห็นความคิดที่เปลี่ยนแปลงไปจากการสะท้อนคำโฆษณาและ 3) ผลของการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์พบว่าอยู่ที่ระดับ 3 และ 4 ตามลำดับ

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Sampson et al (2010) ทำวิจัยเพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry Instructional Model) ที่มีต่อความสามารถในการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาวิชาเคมีจำนวน 18 คนจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการเคมีด้วยรูปแบบดังกล่าวจำนวน 6 ครั้ง รวมระยะเวลาทดลอง 15 สัปดาห์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) ผลการวิจัยพบว่า (1) คะแนนของรายงานปฏิบัติการเคมีหลังจากเรียนสูงกว่ารายงานแต่ละครั้งระหว่างเรียนจำนวน 5 เล่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 แสดงว่านักเรียนมีพัฒนาการในการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ (2) รายงานที่มีการปรับปรุงแล้วเล่มสุดท้ายมีคะแนนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของรายงานที่มีการปรับปรุงแล้วจำนวน 4 เล่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการให้คะแนนรายงานของนักศึกษาด้วยกันเองจากกิจกรรมการตรวจสอบโดยเพื่อน (Peer Review) สรุปว่ามีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .001 และคะแนนรายงานของนักศึกษามีความสัมพันธ์ทางลบกับจำนวนครั้งของการแก้ไขรายงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

Tuba and Sedat (2012) ได้ใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งในการสอนวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ให้กับกลุ่มนักศึกษาฝึกวิชาชีพครูในประเทศตุรกี พบว่ารูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถทำให้เกิดโต้แย้งเพื่อคัดค้านข้อเสนอที่ผิดได้ทำให้ได้แยกแยะข้อโต้แย้งที่ผิดพลาดซึ่งถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของทักษะการโต้แย้งการที่ผู้ถูกวิจัยแยกแยะข้อโต้แย้งได้ส่งผลทำให้เขียนรายงานง่ายขึ้นดังนั้นรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งจึงทำให้เกิดทักษะการโต้แย้งอย่างมีนัยสำคัญมากกว่าวิธีการสอนแบบดั้งเดิมแต่ไม่ทำให้เจตคติต่อการปฏิบัติการทางฟิสิกส์เปลี่ยนแปลงได้ใช้วิธีรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งต่อการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

Walker and Sampson (2013) ได้ใช้วิธีรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งกับนักศึกษาระดับปริญญาตรีสำหรับการสอนวิชาปฏิบัติการเคมีพื้นฐานพบว่าวิธีนี้สามารถส่งเสริมให้นักศึกษาสามารถเขียนรายงานผลปฏิบัติการมากขึ้นและสามารถเขียนรายงานการโต้แย้งได้อย่างมีนัยสำคัญที่ .05 รวมถึงส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองที่ได้บนพื้นฐานของหลักฐานและประจักษ์พยานที่มีอยู่

Kant et al (2017) ได้ทำการศึกษาผลการใช้วิดีโอทัศน์ แสดงต้นแบบและการสืบเสาะแบบมีเป้าหมายเพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ดำเนินการจัดการเรียนรู้อีก 2 ชั่วโมงโดยกลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 107 คนแบ่งกลุ่มเป้าหมายออกเป็น 4 กลุ่ม

กลุ่มแรกทำการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะแบบมีเป้าหมายทั้งสองช่วงกลุ่มที่ 2 ใช้การสืบเสาะแบบมีเป้าหมายในช่วงที่ 1 และใช้วิธีทัศน์แสดงต้นแบบในช่วงที่ 2 กลุ่มที่ 3 ใช้วิธีทัศน์แสดงต้นแบบในช่วงที่ 1 และใช้การสืบเสาะแบบมีเป้าหมายในช่วงที่ 2 กลุ่มที่ 4 ใช้วิธีทัศน์แสดงต้นแบบทั้ง 2 ช่วงทำการเก็บข้อมูล 4 ครั้งก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วงที่ 1 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วงที่ 2 และหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดโดยใช้คำถามแบบเลือกตอบและเขียนตอบโดยมีสถานการณ์เกี่ยวกับการทดลองกำหนดให้นักเรียนจะตอบเลือกตัวเลือกตอบที่เป็นเหตุผลในการสรุปผลการทดลอง ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีทัศน์แสดงต้นแบบก่อนจะมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีกว่าแบบอื่น

Cetin and Eymur (2017) ได้ทำการศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อทักษะการเขียนและการนำเสนอเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่งพบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเป็นรูปแบบที่เหมาะสมที่สุดเพราะบทบาทในการโต้แย้งและการสืบเสาะสามารถพัฒนาทักษะและความสามารถหลาย ๆ ด้านได้เก็บข้อมูลโดยใช้การทดสอบการเขียนข้อโต้แย้งการประเมินโปสเตอร์และแบบวัดผลการเรียนรู้ของนักเรียนผลการศึกษพบว่านักเรียนสามารถพัฒนาการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอเชิงวิทยาศาสตร์ได้ซึ่งนักเรียนสามารถพัฒนาการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งมีองค์ประกอบ 3 ด้านคือโครงสร้างข้อโต้แย้งเนื้อหาของข้อโต้แย้งและโครงสร้างการเขียนโดยที่องค์ประกอบที่พัฒนามากที่สุดคือเนื้อหาของข้อโต้แย้งซึ่งนักเรียนจะต้องมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีจึงสามารถที่จะเขียนข้อโต้แย้งที่ดีเนื่องจากองค์ประกอบของข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ประกอบไปด้วยข้อกล่าวอ้างหลักฐานและเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จากเอกสารงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศดังที่กล่าวข้างต้นพอสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเป็นการรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการสืบเสาะหาความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่นการทดลองการสังเกตการสืบค้นหรือการออกแบบการวิเคราะห์ผลเป็นต้นรวมถึงฝึกให้นักเรียนได้ทำการโต้แย้งเพื่อหาหลักฐานและการใช้เหตุผลมาประกอบคำอธิบายหรือข้อสรุปของตนเองนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลได้และส่งเสริมให้มีการวิเคราะห์ข้อมูลและการเขียนรายงานผลการทดลองได้ดีขึ้นซึ่งสอดคล้องกับสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์แต่ยังไม่มีงานวิจัยใดที่ทำการศึกษากิจการการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งต่อการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษาแนวทางการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการวิจัยในรูปแบบวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การสร้าง และหาคุณภาพเครื่องมือ
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 โรงเรียนบรบือ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ที่มีคะแนนสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 17 คน จากผู้เรียนทั้งหมด 28 คน โดยผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่นำมาจากงานวิจัยของ จิรารัตน์ แสงสร (2560) มาทดสอบกับนักเรียน คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบถูกนำมาหาค่าเฉลี่ย และร้อยละของคะแนน จากนั้นนำคะแนนไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งนักเรียนได้คะแนนสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ดังตาราง 3

ตารางที่ 3 แสดงคะแนนสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

เลขที่	คะแนน (20)	ร้อยละ	สรุปการ ประเมิน	เลขที่	คะแนน (20)	ร้อยละ	สรุปการ ประเมิน
1	8	40	ไม่ผ่าน	15	7	35	ไม่ผ่าน
2	16	80	ผ่าน	16	6	30	ไม่ผ่าน
3	10	50	ไม่ผ่าน	17	9	45	ไม่ผ่าน

ตารางที่ 3 แสดงคะแนนสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์
(ต่อ)

เลขที่	คะแนน (20)	ร้อยละ	สรุปการ ประเมิน	เลขที่	คะแนน (20)	ร้อยละ	สรุปการ ประเมิน
4	7	35	ไม่ผ่าน	18	11	55	ไม่ผ่าน
5	9	45	ไม่ผ่าน	19	8	40	ไม่ผ่าน
6	9	45	ไม่ผ่าน	20	15	75	ผ่าน
7	5	25	ไม่ผ่าน	21	14	70	ผ่าน
8	8	40	ไม่ผ่าน	22	6	30	ไม่ผ่าน
9	9	45	ไม่ผ่าน	23	14	70	ผ่าน
10	10	50	ไม่ผ่าน	24	15	75	ผ่าน
11	5	25	ไม่ผ่าน	25	15	75	ผ่าน
12	16	80	ผ่าน	26	14	70	ผ่าน
13	14	70	ผ่าน	27	15	75	ผ่าน
14	15	75	ผ่าน	28	6	30	ไม่ผ่าน

จากตารางที่ 3 พบว่า นักเรียนมีคะแนนไม่ถึงเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 17 คน โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 10.57 คะแนนของคะแนนเต็ม นักเรียนที่มีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 เป็นกลุ่มเป้าหมายของผู้วิจัย

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยอ้างอิงขั้นตอนของ วีรยุทธ์ ชาตะกาญจน์ (2558) โดยมาใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเรื่อง การย่อยอาหาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 เพื่อศึกษาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 วงจรปฏิบัติการ โดยขั้นตอนในแต่ละวงจรปฏิบัติการมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน

1.1 สํารวจสภาพปัญหาของผู้เรียนรวมถึงสภาพสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบรบือที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โดยสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูผู้สอน และทำการทดสอบความสามารถในการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อหากลุ่มเป้าหมายในการทำวิจัย

1.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวข้องกับสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ การสร้างเครื่องมือวิจัย และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

1.3 สร้างเครื่องมือวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งจำนวน 9 แผน แบบสังเกต แบบบันทึกอนุทิน แบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

ชั้นที่ 2 ชั้นปฏิบัติการการเรียนการสอน

2.1 ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่องการย่อยอาหาร ซึ่งในแต่ละวงจรปฏิบัติการจะประกอบด้วยเนื้อหาสาระที่แตกต่างกัน ดังแสดงไว้ในตาราง 4

ตารางที่ 4 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่องระบบย่อยอาหาร

วงจรปฏิบัติ	แผนการจัดการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	ชั่วโมง
1	1	การย่อยอาหารของจุลินทรีย์	2
	2	การย่อยอาหารของสัตว์	1
	3	การย่อยอาหารในมนุษย์	2
2	4	การย่อยโปรตีน	1
	5	การย่อยคาร์โบไฮเดรต	2
	6	การย่อยลิพิด	1
3	7	การย่อยกรดนิวคลีอิก	2
	8	การดูดซึมสารอาหาร	1
	9	การถ่ายอุจจาระ	2
รวม			14

ชั้นที่ 3 ชั้นสังเกต

3.1 สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน และทำการบันทึกลงในแบบสังเกตที่สร้างขึ้นเมื่อจบแผนการสอนในแต่ละแผน

3.2 นักเรียนบันทึกข้อมูลลงแบบบันทึกอนุทินของนักเรียน เมื่อจบแผนการสอนในแต่ละแผน

3.3 นำแบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์ในเชิงวิทยาศาสตร์มาทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายหลังจากสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนการสอนครบทุกแผนในแต่ละวงรอบ

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมมาในด้านปริมาณ และคุณภาพเพื่อประเมินผล และตรวจสอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนรวมถึงกระบวนการวิจัยพบว่า เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ หากไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้จะต้องหาแนวทางเพื่อให้ได้แนวทางการพัฒนาปรับปรุงจากแบบสังเกตสังเกต หรือแบบบันทึกอนุทินของนักเรียน เพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการดำเนินการวิจัยในวงรอบต่อไป

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง จำนวน 9 แผน 13 ชั่วโมง
2. แบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ชุด ชุดละ 5 ข้อ ข้อสอบเป็นแบบอัตนัย (เขียน-ตอบอิสระ) โดยทดสอบเมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ในแต่ละวงจรถูกปฏิบัติ
3. แบบบันทึกอนุทิน
4. แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง จำนวน 9 แผน 13 ชั่วโมง
 - 1.1 ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง คำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1.2 ศึกษาผลการเรียนรู้วิชาชีววิทยาเพิ่มเติมกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โรงเรียนบรบือเพื่อให้ทราบผลการเรียนรู้

1.3 ศึกษาคู่มือการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาเพิ่มเติมเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนชั่วโมงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.4 ศึกษาเนื้อหาในรายวิชาชีววิทยา ในหนังสือเรียนรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติมเล่ม 4 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ระบบย่อยอาหาร

1.5 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อศึกษาข้อมูลในการวางแผน และออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

1.6 ศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

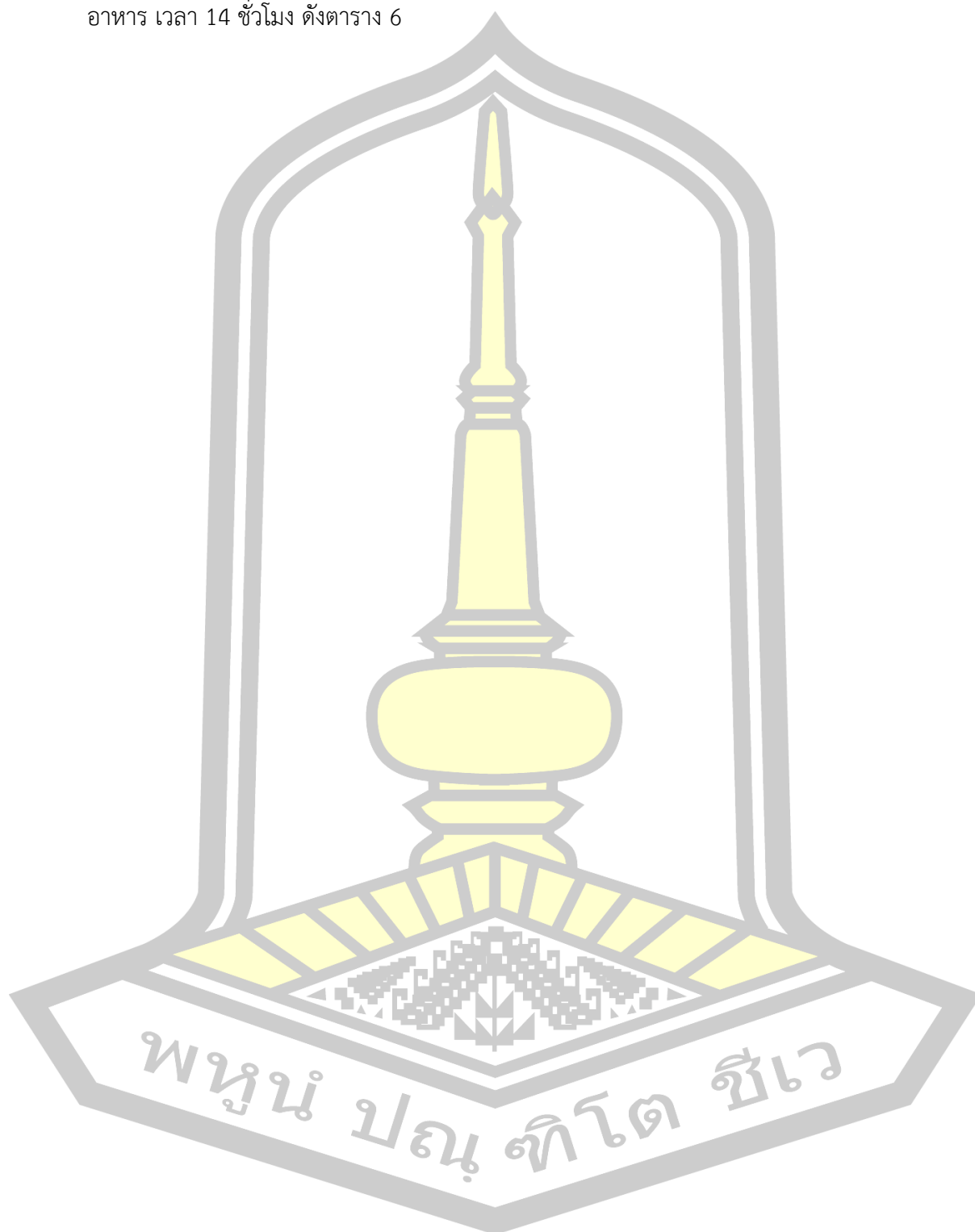
1.7 วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ดังตาราง 5

ตารางที่ 5 วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

วงจรปฏิบัติ	แผนการจัดการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	ชั่วโมง
1	1	การย่อยอาหารของจุลินทรีย์	2
	2	การย่อยอาหารของสัตว์	1
	3	การย่อยอาหารในมนุษย์	2
2	4	การย่อยโปรตีน	1
	5	การย่อยคาร์โบไฮเดรต	2
	6	การย่อยลิพิด	1
3	7	การย่อยกรดนิวคลีอิก	2
	8	การดูดซึมสารอาหาร	1
	9	การถ่ายอุจจาระ	2
รวม			14

1.8 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อกำหนดเป็นรายละเอียดในการสร้างแผนการเรียนรู้โดย

จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบย่อย
อาหาร เวลา 14 ชั่วโมง ดังตาราง 6



ตารางที่ 6 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 ระบบย่อยอาหาร

แผน	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
1	สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างและกระบวนการย่อยอาหารของสัตว์ที่ไม่มีทางเดินอาหาร สัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์ และสัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์	การย่อยอาหารของจุลินทรีย์	รา มีการปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยอาหาร นอกเซลล์ ส่วนอะมีบาและพารามีเซียมมีการย่อยอาหารภายในพืดแควคิวโกลโดยเอนไซม์ในไลโซโซม ฟองน้ำ ไม่มีทางเดินอาหารแต่จะมีเซลล์พิเศษทำหน้าที่จับอาหารเข้าสู่เซลล์แล้วย่อยภายในเซลล์โดยเอนไซม์ในไลโซโซม	1. นักเรียนสามารถอธิบายและสรุปเกี่ยวกับการย่อยอาหารของจุลินทรีย์ (K) 2. นักเรียนสามารถเลือกรูปแบบ และอธิบายการเลือกรูปแบบในการนำเสนอข้อมูลที่เหมาะสมได้ (P) 3. นักเรียนมีความรับผิดชอบ (A)	2
2	สังเกต อธิบาย การกินอาหารของไฮดราและพลาเนเรีย	การย่อยอาหารของสัตว์	ไฮดราและพลาเนเรีย มีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์ จะกินอาหารและขับกากอาหารออกทางเดียวกัน ไลโซเอนดิน แมลง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังส่วนใหญ่และสัตว์มีกระดูกสันหลังจะมีทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์	1. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างของกระบวนการการย่อยอาหารของไฮดราและพลาเนเรียได้ (K) 2. นักเรียนสามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยานเกี่ยวกับการย่อยอาหารของสัตว์ได้ (P) 3. นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน (A)	1

ตารางที่ 6 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 ระบบย่อยอาหาร (ต่อ)

แผน	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
3	อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างหน้าที่ และกระบวนการย่อยอาหาร และการดูดซึมสารอาหารภายในระบบย่อยอาหารของมนุษย์	การย่อยอาหารในมนุษย์	การย่อยอาหารของมนุษย์ประกอบด้วย การย่อยเชิงกลโดยการบดอาหารให้มีขนาดเล็กลง และการย่อยทางเคมีโดยเอนไซม์ในทางเดินอาหาร ทำให้โมเลกุลของอาหารมีขนาดเล็กลงจนเซลล์สามารถดูดซึมและนำไปใช้ได้ การย่อยอาหารของมนุษย์เกิดขึ้นที่ช่องปาก กระเพาะอาหาร และลำไส้เล็ก	1. นักเรียนสามารถบอกความแตกต่างของการย่อยเชิงกล และเชิงเคมีได้ (k) 2. นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลที่น่าสนใจในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น ๆ เกี่ยวกับการย่อยอาหารของมนุษย์ได้ (P) 3. นักเรียนให้ความร่วมมือในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (A)	2
4	อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างหน้าที่ และกระบวนการย่อยอาหาร และการดูดซึมสารอาหารภายในระบบย่อยอาหารของมนุษย์	การย่อยโปรตีน	โปรตีนเริ่มย่อยในกระเพาะอาหาร แต่ย่อยมากโดยนำย่อยเพปซินร่วมกับกรดเกลือย่อยโปรตีนให้มีโมเลกุลเล็กลงเป็นโนโปรตีนเอส หรือ เพปโตน	1. นักเรียนสามารถอธิบาย และสรุปเกี่ยวกับกระบวนการย่อยโปรตีนได้ (K) 2. นักเรียนสามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยานเกี่ยวกับการย่อยโปรตีนได้ (P) 3. นักเรียนมีความสามัคคี (A)	1

ตารางที่ 6 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 ระบบย่อยอาหาร (ต่อ)

แผน	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
5	อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างหน้าที่ และกระบวนการย่อยอาหาร และการดูดซึมสารอาหารภายในระบบย่อยอาหารของมนุษย์	การย่อยคาร์โบไฮเดรต	ในปากแป้งจะถูกถูกเปลี่ยนโดยน้ำย่อยไทอะลินในน้ำลายให้เป็นเดกซ์ทริน แล้วเดกซ์ทรินและไกลโคโคเจนจะเปลี่ยนต่อไปให้เป็นมอลโทสโดยน้ำย่อยตัวเดียวกัน ครั้นอาหารเคลื่อนไปถึงลำไส้เล็กทั้งแป้งสุกและแป้งดิบจะถูกย่อยโดยอะมิเลสซิน หรืออะมิเลส	1. . นักเรียนสามารถอธิบาย และสรุปเกี่ยวกับกระบวนการย่อยคาร์โบไฮเดรตได้ (K) 2. นักเรียนสามารถประเมินประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลายเกี่ยวกับกระบวนการย่อยคาร์โบไฮเดรตได้ (P) 3. นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น (A)	2
6	อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างหน้าที่ และกระบวนการย่อยอาหาร และการดูดซึมสารอาหารภายในระบบย่อยอาหารของมนุษย์	การย่อยลิพิด	ไขมันจะมีการย่อยบ้างเล็กน้อยในกระเพาะอาหาร แต่จะถูกย่อยเฉพาะที่แตกตัวหรือ Emulsified มาแล้ว	1. นักเรียนสามารถวิเคราะห์ และสรุปประเด็นสำคัญเกี่ยวกับการย่อยลิพิดได้ (A) 2. นักเรียนสามารถแยกแยะข้อโต้แย้งเกี่ยวกับการย่อยลิพิดที่ได้มาจากหลักฐานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้ (P) 3. นักเรียนมีความรับผิดชอบ (A)	1

ตารางที่ 6 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 ระบบย่อยอาหาร (ต่อ)

แผน	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
7	อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างหน้าที่ และกระบวนการย่อยอาหาร และการดูดซึมสารอาหารภายในระบบย่อยอาหารของมนุษย์	การย่อยกรดนิวคลีอิก	ไขมันจะมีการย่อยบางส่วนเล็กน้อยในกระเพาะอาหาร แต่จะถูกย่อยเฉพาะที่แตกตัวหรือ Emulsified มาแล้วตั้งแต่อ่อนที่หน้าท้องสร้างเอนม์แล้วส่งมายังลำไส้เล็กเพื่อย่อยกรดนิวคลีอิกทั้ง DNA และ RNA	1. นักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการย่อยกรดนิวคลีอิก (K) 2. นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น ๆ ได้ (P) 3. นักเรียนสงงานตรงเวลา (A)	2
8	อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่ และกระบวนการย่อยอาหาร และการดูดซึมสารอาหารภายในระบบย่อยอาหารของมนุษย์	การดูดซึมสารอาหาร	สารอาหารที่ย่อยแล้ว วิตามินบางชนิด และธาตุอาหารจะถูกดูดซึมที่วิลลัสเข้าสู่หลอดเลือดฝอยแล้วผ่านตับก่อนเข้าสู่หัวใจ ส่วนสารอาหารประเภทฟิทิคและวิตามินที่ละลายในไขมันจะถูกดูดซึมเข้าสู่หลอดเลือดน้ำเหลืองฝอยอาหารที่ไม่ถูกย่อยหรือย่อยไม่ได้จะเคลื่อนต่อไปยังลำไส้ใหญ่ น้ำ ธาตุอาหาร และวิตามินบางส่วนดูดซึมเข้าสู่ผนังลำไส้ใหญ่ที่เหลือเป็นกากอาหารจะถูกกำจัดออกทางทวารหนัก	1. นักเรียนสามารถระบุขั้นตอนการดูดซึมอาหารได้ (K) 2. นักเรียนสามารถพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างการย่อยอาหารและการดูดซึมอาหารได้ (P) 3. นักเรียนสนใจในการเรียน (A)	1

ตารางที่ 6 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 ระบบย่อยอาหาร (ต่อ)

แผน	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
9	อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างหน้าที่ และกระบวนการย่อยอาหาร และการดูดซึมสารอาหารภายในระบบย่อยอาหารของมนุษย์	การถ่ายอุจจาระ	<p>สารอาหารส่วนใหญ่จะถูกดูดซึมที่ลำไส้เล็ก อาหารที่ย่อยไม่หมดหรือย่อยไม่ได้เรียกว่ากากอาหารรวมทั้งน้ำวิตามินและธาตุอาหาร</p> <p>บางส่วนที่ไม่ถูกดูดซึมในลำไส้เล็กจะเข้าสู่ลำไส้ใหญ่โดยผ่านรูรูดที่กั้นระหว่างลำไส้เล็กกับลำไส้ใหญ่</p>	<p>1. นักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการถ่ายอุจจาระได้</p> <p>2. นักเรียนสามารถลงความคิดเห็นข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการถ่ายอุจจาระได้</p> <p>3. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์</p>	2

1.9 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง โดยให้สอดคล้องระหว่างผลการเรียนรู้และเนื้อหากับระยะเวลาที่กำหนด

1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหาสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม สื่อการเรียนรู้ การวัดประเมินผล เพื่อให้มีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนในชั้นเรียน โดยได้แก้ไขในส่วนของการปรับกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเนื้อหา และสามารถวัดผลกับนักเรียนได้ง่ายขึ้น

1.11 ดำเนินการสร้างแบบประเมินคุณภาพเพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้คะแนนในช่องที่ตรงความคิดเห็นของท่านมากที่สุดซึ่งมีระดับคุณภาพ 5 ระดับดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

ระดับ 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ระดับ 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยมาก

1.12 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบ และปรับปรุงจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้ว นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาการตรวจสอบคุณภาพด้านความถูกต้อง ความเหมาะสม ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนซึ่งได้แก่

1. ผศ.ดร. มนตรี วงษ์สะพาน กศ.ด. (การวิจัย และพัฒนาหลักสูตร) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร และการสอน

2. ผศ.ดร.ชนิดาพร ตุ่มปีสุวรรณ วท.ด. (ชีววิทยา) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

3. นางสาวดวงกมล แซ่ตั้ง วท.ม. (ชีววิทยา) ครูชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนบรบือ เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

4. นางสาวอำนวยการ นันทา กศ.ม. (หลักสูตร และการสอน) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนบรบือ เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

5. นางสาววารุณี ไชยรงค์ วท.บ. (ชีววิทยา) ครูชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนบรบือ เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

นำผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ ซึ่งเป็นคะแนนที่คำนวณมาจากแบบมาตราส่วน ประมาณค่า (Rating Scale) 5 อันดับ และพิจารณา ระดับคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

คะแนนเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง มีคุณภาพดี

คะแนนเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง มีคุณภาพพอใช้

คะแนนเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง มีคุณภาพค่อนข้างต่ำ

คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง มีคุณภาพต่ำมากหรือควรปรับปรุง

จากนั้นผู้เชี่ยวชาญให้ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสม ดังนี้ ปรับแก้สถานการณ์นำเข้าสู่บทเรียนให้มีความเหมาะสม และน่าสนใจ ปรับแก้ขั้นตอนการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ให้เหมาะสมกับนิยามของแต่ละขั้นตอน ปรับจุดประสงค์การเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมกับ สาระการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น และปรับแก้เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินให้มีความชัดเจนมากขึ้น

นำผลการประเมินตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้ไป เปรียบเทียบกับเกณฑ์ โดยใช้เกณฑ์ยอมรับแผนการจัดการเรียนรู้ตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป ซึ่งค่าเฉลี่ย คะแนน ผู้เชี่ยวชาญประเมินอยู่ระหว่าง 4.37 ถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพอยู่ในระดับ เหมาะสมมาก ดังตาราง 15-26 (ภาคผนวก ค หน้า 145-174)

1.13 นำแผนการจัดการเรียนรู้มาจัดพิมพ์ฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการ วิจัยเพื่อเก็บข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

2. แบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิง วิทยาศาสตร์เรื่องระบบย่อยอาหาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นข้อสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยการพัฒนา ข้อสอบตามแนวของ PISA ข้อสอบเป็นแบบเขียนตอบอิสระ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ต่อไปนี้

2.1 ศึกษาแนวคิดทฤษฎีเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะการแปล ความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

2.2 ศึกษาการสร้างข้อสอบเพื่อประเมินสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์ พยานในเชิงวิทยาศาสตร์จากหนังสือตัวอย่างการประเมินผลวิทยาสตรนานาชาติ PISA

2.3 ศึกษาหลักสูตรคู่มือตำรา และรายละเอียดเนื้อหาจากหนังสือแบบเรียนวิชาชีววิทยา 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2560 ของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่องระบบย่อยอาหาร เพื่อรวบรวมเนื้อหาที่ นักเรียนต้องศึกษาแล้วนำมาเป็นข้อมูลในการสร้างแบบทดสอบ

2.4 กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบย่อยอาหาร ออกเป็นข้อสอบแบบอัตนัย (เขียน-ตอบอิสระ)

2.5 สร้างแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยสร้างแบบทดสอบที่มีลักษณะเป็นข้อสอบตามแนว PISA ข้อสอบเป็นแบบอัตนัย (เขียน-ตอบอิสระ) จำนวน 18 ข้อ และเกณฑ์การให้คะแนนการวัดสมรรถนะการแปลความหมายและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.5.1 กำหนดจุดมุ่งหมายของการวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ตามแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเรื่อง ระบบย่อยอาหาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในแต่ละแผนโดยให้สอดคล้องกับการพัฒนาข้อสอบตามแนวของ PISA

2.5.2 กำหนดกรอบจุดประสงค์ของการวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้เรื่องระบบย่อยอาหาร โดยจุดประสงค์ของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์มีทั้งหมด 5 จุดประสงค์ ได้แก่

1. แปลงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหนึ่งสู่รูปแบบการนำเสนออื่น ๆ
2. วิเคราะห์และแปลความข้อมูลนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล
3. ระบุข้อสันนิษฐานหลักฐานและการให้เหตุผลจากตำราวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง
4. แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่อยู่บนพื้นฐานของหลักฐานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และข้อโต้แย้งที่อยู่บนพื้นฐานของการพิจารณาอื่น ๆ
5. ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งที่มาที่แตกต่างกัน เช่นข่าวจากหนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต วารสาร เป็นต้น

2.6 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนในการทำแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องระบบย่อยอาหารสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์เป็นแบบอัตนัย (เขียน-ตอบอิสระ)

กำหนดเกณฑ์การพิจารณาการให้คะแนนของข้อสอบแบบเขียนตอบอิสระตามกรอบประเมินของ PISA 2015 ดังนี้

- 3 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนเขียนตอบคำถามได้ถูกต้องสมบูรณ์
- 2 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนเขียนตอบคำถามได้ถูกต้องบางส่วน

1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนเขียนตอบคำถาม แต่ไม่มีการเขียนอธิบายคำตอบ หรือตอบถูกเพียงบางประเด็น

0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนเขียนตอบคำถามไม่ถูกต้องตอบไม่ตรงกับคำถามหรือไม่ได้ตอบคำถาม

2.7 สร้างแบบทดสอบจำนวน 18 ข้อ และนำไปใช้จริงจำนวน 15 ข้อ

2.8 นำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ความเที่ยงตรง และความเหมาะสม ในแบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก้ไขในส่วนของประโยคคำถามที่ยังไม่ชัดเจน และปรับแก้ข้อสอบให้มีความสอดคล้องกับตัวบ่งชี้สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ปรับปรุงสถานการณ์ปัญหาให้สอดคล้องกับเนื้อหามากขึ้น

2.9 สร้างแบบประเมินความเที่ยงตรงของแบบทดสอบเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ 5 ท่าน ได้แก่

1. ผศ.ดร. วราพร เอราวรรณ ค.ต. (การวัด และประเมินผลการศึกษา) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา

2. ผศ.ดร. มนต์รี วงษ์สะพาน กศ.ต. (การวิจัย และพัฒนาหลักสูตร) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

3. นายสมจิต เมืองนาม ค.ม. (การวัด และประเมินผลการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนบรบือ เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา

4. นางสาวณัชชา ศรีเกิน ศษ.ม (การบริหารการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนบรบือ เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา

5. นายไพรัตน์ น้อยนนท์ ค.ม. (การวัด และประเมินผลการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนบรบือ เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา

2.10 นำแบบทดสอบเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์

จากนั้นทำการปรับแก้แบบทดสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญคือ ปรับแก้สถานการณ์ให้สอดคล้องกับตัวบ่งชี้สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ปรับแก้ข้อคำถามให้มีความชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจง่ายมากขึ้น

2.11 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยสมบัตินี้มีความสอดคล้อง (IC) (สมนึก ภัททิยธนี, 2546) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ .50 ถึง 1.00 โดยพบว่าค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.85 ซึ่งเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ ดังตาราง 27-29 (ภาคผนวก ค หน้า 175-176)

2.12 จัดพิมพ์แบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

3. แบบบันทึกอนุทิน

แบบบันทึกอนุทินเป็นแบบบันทึกที่ให้ผู้เรียนได้แสดงออกซึ่งความคิดเห็น และการมีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ในห้องเรียนสร้างขึ้นโดยผู้วิจัย จะใช้เมื่อทำการจัดการเรียนรู้จบในแต่ละแผนการเรียนรู้ เพื่อให้ได้รายละเอียดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ และนำไปปรับปรุงในการเรียนรู้ครั้งต่อไป มีขั้นตอนการสร้าง และหาคุณภาพดังนี้

3.1 กำหนดข้อคำถามในแบบบันทึกดังนี้

3.1.1 สิ่งที่นักเรียนได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.1.2 นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ในครั้งนี้ไปปรับใช้ในการรับข้อมูลข่าวสาร การวิเคราะห์และประเมินข้อมูล ที่มาจากแหล่งข้อมูลที่แตกต่างกันเพื่อการตัดสินใจเชื่อ ที่มีโอกาสพบเจอในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

3.1.3 นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้

3.2 สร้างแบบคำถามตามขอบข่ายที่กำหนด

3.3 นำแบบคำถามในแบบบันทึกอนุทินที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาให้คำแนะนำและปรับปรุงตามคำแนะนำดังนี้ ข้อคำถามควรเป็นคำถามปลายเปิดให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น กำหนดข้อคำถามเพื่อจุดประสงค์ที่ต้องการทราบ ควรใช้ภาษาที่กระชับและเข้าใจง่าย

3.4 นำแบบบันทึกอนุทินของนักเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ซึ่งผู้เชี่ยวชาญเป็นชุดเดียวกับการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงกับจุดประสงค์

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงกับจุดประสงค์

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงกับจุดประสงค์

ผู้เชี่ยวชาญให้ปรับแก้ ดังนี้ ข้อคำถามควรให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นถึงการมีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ปรับข้อคำถามให้นักเรียนอ่านแล้วเข้าใจง่ายขึ้น ให้มีความชัดเจน

3.5. นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์โดยใช้สูตร IC (Index of item objective congruence) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2553) โดยถือเกณฑ์ความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 -1.00 ซึ่งผลการพิจารณาพบว่า มีค่า IC เท่ากับ 0.80 - 1.00 ดังตาราง 30 (ภาคผนวก ค หน้า 176)

3.6 นำแบบบันทึกอนุทินของนักเรียนไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

4. แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนเป็นแบบมีโครงสร้างโดยจะใช้สังเกตพฤติกรรมนักเรียนรายบุคคลของเด็กที่มีปัญหาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์โดยสังเกตระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ขึ้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

4.1 ศึกษาการสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนและวิเคราะห์พฤติกรรมบ่งชี้แต่ละตัวชี้วัดของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

4.2 สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนมีลักษณะเป็นแบบสังเกตที่มีโครงสร้างโดยมีพฤติกรรมที่ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตตามตัวชี้วัดจำนวน 5 ตัวบ่งชี้ คือ

4.2.1 แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น ๆ

4.2.2 วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป

4.2.3 ระบุข้อสันนิษฐานประจักษ์พยานและเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

4.2.4 แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทาง

วิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น

4.2.5 ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (เช่นหนังสือพิมพ์อินเทอร์เน็ตและวารสาร)

4.3 นำแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ได้ให้ปรับแก้ลักษณะคำถามให้มีความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการและให้แก้ไขในส่วนข้อคำถามที่เป็นคำถามที่ยังไม่ชัดเจนให้มีความกระชับและง่ายต่อการเข้าใจมากขึ้นและให้ปรับแก้เกณฑ์ในการประเมินให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น

4.4 นำแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงพร้อมแล้วผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านเพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามเชิงพฤติกรรมกับพฤติกรรมที่ต้องการสังเกต ซึ่งผู้เชี่ยวชาญเป็นชุดเดียวกับการประเมินแบบทดสอบ

ซึ่งมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อความมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการ
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อความมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการ
- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อความไม่มีความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการ

ซึ่งได้ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ คือปรับข้อความให้กระชับและสื่อถึงพฤติกรรมที่มีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลให้ชัดเจนขึ้น

4.5 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องระหว่างความสอดคล้องข้อความเชิงพฤติกรรมกับพฤติกรรมที่ต้องการโดยหาดัชนีความสอดคล้อง IC (Index of Consistency) (พงษ์รัตน์ ทวีรัตน์, 2540) ระหว่างข้อความมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการ แล้วคัดเลือกคัดเลือกข้อความที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ .50 ถึง 1.00 ดังตาราง 31 (ภาคผนวก ค หน้า 177-179)

4.6 นำแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนมาปรับปรุงแล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยนี้เป็นรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามแนวคิดของ วีรยุทธ์ ชาตะกาญจน์ (2558) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ การวางแผน (Planning) ขั้นปฏิบัติ (Action) ขั้นสังเกต (Observation) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflection) โดยทำการดำเนินการทั้งสิ้น 3 วงจรปฏิบัติการ มีรายละเอียดดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1

1. ขั้นวางแผน (Planning)

1.1 สสำรวจสภาพปัญหาของผู้เรียนรวมถึงสภาพสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบรบือที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โดยสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูผู้สอนและทำการทดสอบความสามารถในการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อหากกลุ่มเป้าหมายในการทำวิจัย

1.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวข้องกับสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ การสร้างเครื่องมือวิจัย และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

1.3 สร้างเครื่องมือวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง แบบสังเกต แบบบันทึกอนุทิน แบบวัดสมรรถนะการแปล ความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

2. ขั้นปฏิบัติ (Action)

จัดการเรียนรู้ตามแผนการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งกับ กลุ่มเป้าหมายโดยใช้แผนที่สร้างเพื่อใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 การย่อยอาหารของสัตว์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 สัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์ดิน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การย่อยอาหารในมนุษย์

3. ขั้นสังเกต (Observation)

ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่บ่งชี้ ถึงการมีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบสังเกต พฤติกรรมนักเรียนแบบมีโครงสร้าง และให้นักเรียนบันทึกประสบการณ์การเรียนรู้ลงในแบบบันทึก อนุทิน เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลคะแนนสมรรถนะการ แปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายโดยใช้ แบบทดสอบแบบอัตนัย (เขียน-ตอบ) จำนวน 5 ข้อ

4. ขั้นสะท้อนผล (Reflection)

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมมาในด้านปริมาณ และคุณภาพเพื่อประเมินผล และตรวจสอบการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนรวมถึงกระบวนการวิจัยพบว่าเป็นไปตาม วัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่หากไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้จะต้องหาแนวทางเพื่อให้ได้แนว ทางการพัฒนาปรับปรุงจากการสังเกตหรือบันทึกแผนการจัดการเรียนรู้หลังแผนเพื่อพัฒนาการจัด กิจกรรมการเรียนรู้และการดำเนินการวิจัยในวงรอบที่ 2 ต่อไป

วงจรปฏิบัติการที่ที่ 2

1. ขั้นวางแผน (planning)

1.1 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วย กลวิธีการโต้แย้ง จำนวน 3 แผน โดยให้ความสำคัญในขั้นตอนที่ 2 คือ การออกแบบวิธีการตรวจสอบ และการเก็บรวบรวมข้อมูล และขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ใน กิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น อธิบายถึงความสำคัญของการวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและ ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ สอดแทรกการเสริมแรงด้วยการให้คะแนน และอธิบายขั้นตอนการทำ กิจกรรมอย่างละเอียด

1.2 สร้างแบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิง วิทยาศาสตร์

2. ชั้นปฏิบัติ (Action)

2.1 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วย
กลวิธีการโต้แย้ง ที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายโดยแผนที่สร้างในวงจรปฏิบัติการที่ 2
ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การย่อยโปรตีน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 การย่อยคาร์โบไฮเดรต

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 การย่อยลิพิด

3. ชั้นสังเกต (Observation)

ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มุ่งชี้
ถึงการมีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบสังเกต
พฤติกรรมนักเรียนแบบมีโครงสร้าง และให้นักเรียนบันทึกประสบการณ์การเรียนรู้ลงในแบบบันทึก
อนุทิน เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลคะแนนสมรรถนะการ
แปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายโดยใช้
แบบทดสอบแบบอัตนัย (เขียน-ตอบ) จำนวน 5 ข้อ

4. ชั้นสะท้อนผล (Reflection)

ผู้วิจัยสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ จากแบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล
และประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ แบบบันทึกอนุทิน แบบสังเกตพฤติกรรม เพื่อประเมินผลของ
การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งต่อการพัฒนาสมรรถนะ
การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จากนั้นผู้วิจัยนำผลการประเมิน
ทั้งหมดมาวิเคราะห์เพื่อสะท้อนผลการปฏิบัติของวงจรที่ 2 และนำผลที่ได้มาปรับปรุงแผนการจัดการ
เรียนรู้ที่ ในวงจรที่ 2 ให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ต่อไป

วงจรปฏิบัติการที่ 3

1. ชั้นวางแผน (planning)

1.1 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วย
กลวิธีการโต้แย้งจำนวน 3 แผน โดยให้ความสำคัญกับขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อ
โต้แย้งชั่วคราว และขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง มากที่สุด มีการเน้นย้ำให้นักเรียนแบ่งหน้าที่ในการทำ
กิจกรรมกลุ่มให้เหมาะสม มีการปรับสื่อการสอนให้มีความเข้าใจง่าย เพิ่มรูปภาพ หรือวีดีโอ

1.2 สร้างแบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิง วิทยาศาสตร์

2. ขั้นปฏิบัติ (Action)

2.1 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายโดยแผนที่สร้างในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 การย่อยกรดนิวคลีอิก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 การดูดซึมอาหาร

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 การถ่ายอุจจาระ

3. ขั้นสังเกต (Observation)

ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่บ่งชี้ถึงการมีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนแบบมีโครงสร้าง และให้นักเรียนบันทึกประสบการณ์การเรียนรู้ลงในแบบบันทึกอนุทิน เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลคะแนนสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายโดยใช้แบบทดสอบแบบอัตนัย (เขียน-ตอบ) จำนวน 5 ข้อ

4. ขั้นสะท้อนผล (Reflection)

ผู้วิจัยสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ จากแบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ แบบบันทึกอนุทิน แบบสังเกตพฤติกรรม เพื่อประเมินผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งต่อการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จากนั้นผู้วิจัยนำผลการประเมินทั้งหมดมาวิเคราะห์เพื่อสะท้อนผลการปฏิบัติของวงจรที่ 3

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 2 ประเภท

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยการนำข้อมูลจากการวิเคราะห์คะแนนสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์มาเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มมาวิเคราะห์จำนวนผู้ที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ดังกล่าวโดยใช้ค่าร้อยละ และนำผลที่ได้ไปเทียบกับเกณฑ์อย่างน้อยร้อยละ 70 ของผู้เรียนให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ การนำข้อมูลที่ได้จากแบบสังเกตพฤติกรรม และแบบบันทึกอนุทินจากการทำกิจกรรมในชั้นเรียน นำมาวิเคราะห์ ดีความและสรุปผลในรูปของการบรรยาย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) คำนวณโดยใช้สูตร (สุนทรพจน์ ดำรงค์พานิช, 2554)

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

เมื่อ \bar{X} แทนค่าเฉลี่ย
 $\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม
 n แทนจำนวนคนในกลุ่ม

1.2 หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) คำนวณโดยใช้สูตร (สุนทรพจน์ ดำรงค์พานิช, 2554)

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

เมื่อ $S.D.$ แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 $\sum X^2$ แทนผลรวมของคะแนนยกกำลังสอง
 n แทนจำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มตัวอย่าง

1.3 ร้อยละ (Percentage) โดยใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด และคณะ, 2553)

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

เมื่อ p	แทน ร้อยละ
f	แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
n	แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้ในการหาค่าคุณภาพเครื่องมือ

2.1 การหาความเที่ยงตรง โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง IOC ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

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

เมื่อ IOC	แทนค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์
$\sum R$	แทนผลรวมของคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
N	แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

2.2 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) โดยใช้สูตร D.R Whitney and D.L Sabers (สิรินธร สิ้นจินดาวงศ์, 2547)

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ D	แทน อำนาจจำแนก
S_U	แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
S_L	แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
N	แทน จำนวนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ
X_{\max}	แทน คะแนนสูงสุด
X_{\min}	แทน คะแนนต่ำสุด

2.3 ค่าความยาก (P) โดยใช้สูตร D.R Whitney and D.L Sabers (สิรินธร สิ้นจินดาวงศ์, 2547)

$$P = \frac{S_U + S_L - (2N \times X_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ P	แทน จำนวนจำแนก
S_U	แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
S_L	แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
N	แทน จำนวนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ
X_{\max}	แทน คะแนนสูงสุด
X_{\min}	แทน คะแนนต่ำสุด

2.4 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้วิธีของ ครอนบัค ในรูปสัมประสิทธิ์ อัลฟา (α -coefficient) (สิรินธร สินจินดาวงศ์, 2547)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum Si^2}{St^2} \right)$$

เมื่อ α	แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
n	แทน จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ
Si^2	แทน ความแปรปรวนรายข้อของแบบทดสอบ
St^2	แทน ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ

พหุ ประถมศึกษา

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ศึกษา เรื่อง การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีจุดมุ่งหมายของการศึกษาคือ พัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อย่างน้อยร้อยละ 70 ของผู้เรียนให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ซึ่งผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

จากการดำเนินการตามขั้นตอนในการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) จำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ หลังจากทีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ผู้วิจัยจึงแบ่งการนำเสนอข้อมูลออกเป็น 3 วงจรปฏิบัติการ มีทั้งข้อมูลเชิงคุณภาพ และข้อมูลเชิงปริมาณ ซึ่งผลการวิเคราะห์แต่ละวงจรปฏิบัติ ดังนี้

1. ผลการดำเนินงานในวงจรปฏิบัติการที่ 1

1. ขั้นวางแผน (Planning)

1.1 ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจหาปัญหาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนห้อง ม. 5/4 จำนวน 28 คน ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่นำมาจากงานวิจัยของ จิรารัตน์ แสงสร (2560) ได้จัดทำขึ้น จำนวน 16 ข้อ 20 คะแนน จากการทำให้นักเรียนทำแบบทดสอบ นักเรียนได้คะแนนสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงคะแนนสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

เลขที่	คะแนน (20)	ร้อยละ	สรุปการ ประเมิน	เลขที่	คะแนน (20)	ร้อยละ	สรุปการ ประเมิน
1	8	40	ไม่ผ่าน	15	7	35	ไม่ผ่าน
2	16	80	ผ่าน	16	6	30	ไม่ผ่าน
3	10	50	ไม่ผ่าน	17	9	45	ไม่ผ่าน
4	7	35	ไม่ผ่าน	18	11	55	ไม่ผ่าน
5	9	45	ไม่ผ่าน	19	8	40	ไม่ผ่าน
6	9	45	ไม่ผ่าน	20	15	75	ผ่าน
7	5	25	ไม่ผ่าน	21	14	70	ผ่าน

ตารางที่ 7 แสดงคะแนนสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์
(ต่อ)

เลขที่	คะแนน (20)	ร้อยละ	สรุปการ ประเมิน	เลขที่	คะแนน (20)	ร้อยละ	สรุปการ ประเมิน
8	8	40	ไม่ผ่าน	22	6	30	ไม่ผ่าน
9	9	45	ไม่ผ่าน	23	14	70	ผ่าน
10	10	50	ไม่ผ่าน	24	15	75	ผ่าน
11	5	25	ไม่ผ่าน	25	15	75	ผ่าน
12	16	80	ผ่าน	26	14	70	ผ่าน
13	14	70	ผ่าน	27	15	75	ผ่าน
14	15	75	ผ่าน	28	6	30	ไม่ผ่าน

จากตารางที่ 7 พบว่า นักเรียนมีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 17 คน คิดเป็น ร้อยละ 60.71 ของนักเรียนทั้งหมด นักเรียนที่มีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 เป็นกลุ่มเป้าหมายของผู้วิจัย

1.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ในเนื้อหาสาระที่จะนำมาใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

1.3 ศึกษาแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีก็ได้แย่งเพื่อนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.4 ดำเนินการสร้างเครื่องมือในการวิจัยเพื่อทำการจัดกิจกรรมและเก็บข้อมูลซึ่งประกอบไปด้วยแผนจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ แบบสังเกตและแบบบันทึกอนุทิน จากนั้นทำการปรับปรุงตามข้อเสนอของอาจารย์ที่ปรึกษาและดำเนินการหาค่าความสอดคล้องจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

1.5 ปรับแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านโดยการปรับแก้ไขแบบสังเกตในส่วนของพฤติกรรมที่บ่งชี้สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่บ่งบอกถึงการมีสมรรถนะเพิ่มมากขึ้น ปรับแก้ไขแบบทดสอบสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ในส่วนของความเหมาะสมของการใช้คำถาม

2. ขั้นปฏิบัติ (Action)

ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วย กลวิธีการโต้แย้ง จำนวน 3 แผนเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานใน เชิงวิทยาศาสตร์ โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 การย่อยอาหารของจุลินทรีย์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การย่อยอาหารของสัตว์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การย่อยอาหารในมนุษย์

3. ชั้นสังเกต (Observation)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสังเกต และเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสังเกตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน และนักเรียนบันทึกข้อมูลลงแบบบันทึกอนุทินของนักเรียน จากนั้นให้นักเรียนทำแบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิง วิทยาศาสตร์ในท้ายวงจรปฏิบัติการ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

3.1 ผลการสังเกตพฤติกรรมการแสดงถึงการมีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสังเกตพฤติกรรมการมีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 รายตัวบ่งชี้ ได้แก่ ตัวบ่งชี้ที่ 1 แปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่อารมณ์แบบอื่น ตัวบ่งชี้ที่ 2 วิเคราะห์และแปลความหมาย ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป ตัวบ่งชี้ที่ 3 ระบุข้อสันนิษฐานประจักษ์พยานและเหตุผลใน เรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ตัวบ่งชี้ที่ 4 แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎี ทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น และตัวบ่งชี้ที่ 5 ประเมินข้อโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์ และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และ วารสาร) ซึ่งผลวิเคราะห์จากแบบสังเกตพฤติกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนสามารถ นำเสนอข้อมูลที่ได้รับในรูปแบบอื่น เช่น ใช้คำพูดของตนเอง แผนภาพ กราฟ หรือการแสดงแทนอื่น ชี้ลักษณะเด่นของข้อมูลได้ เลือกส่วนของข้อมูลเพียงรูปแบบเดียวมาเปลี่ยนแปลงรูปแบบการนำเสนอ ข้อมูล เปลี่ยนแปลงรูปแบบและนำเสนอข้อมูลเพียงรูปแบบเดียว เปลี่ยนแปลงรูปแบบการนำเสนอ ข้อมูลได้อย่างเหมาะสม แต่นักเรียนยังไม่สามารถตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา มี การระบุประจักษ์พยานได้ไม่สัมพันธ์กับสมมติฐานและยังไม่สามารถแยกแยะข้อแตกต่างระหว่าง ข้อคิดเห็นที่มาจากหลักฐานเชิงประจักษ์ หรือจากการพิจารณาจากสิ่งอื่นได้ รวมถึงระบุข้อโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์ และประเมินความถูกต้อง และความน่าเชื่อถือของข้อมูลยังไม่ชัดเจน

3.2 ผลการวิเคราะห์แบบบันทึกอนุทินของนักเรียน

ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนเขียนแบบบันทึกอนุทิน ภายหลังจากการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง โดยมีหัวข้อต่าง ๆ ที่ระบุไว้ในแบบบันทึกดังนี้

3.2.1 สิ่งที่นักเรียนได้รับจากการจัดการเรียนรู้อีกครั้ง

3.2.2 นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้อีกครั้งไปปรับใช้ในการรับข้อมูล ข่าวสาร การวิเคราะห์และประเมินข้อมูล ที่มาจากแหล่งข้อมูลที่แตกต่างกันเพื่อการตัดสินใจเชื่อ ที่มีโอกาสพบเจอในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

3.2.3 นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อีกครั้ง จากแบบบันทึกอนุทินของนักเรียนดังกล่าวผู้วิจัยสามารถสรุปและยกตัวอย่างความคิดเห็นจากแบบบันทึกอนุทินของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ได้ดังนี้

“...ในการเรียนชั่วโมงนี้ ได้ทำกิจกรรมที่แปลกใหม่หลายอย่าง มีกิจกรรมการ ทดลอง และฝึกพูดนำเสนอข้อมูล เริ่มเข้าใจเกี่ยวกับหลักการแปลงข้อมูลอย่างเหมาะสม แต่ هنوزยังไม่ เข้าใจเกี่ยวกับการระบุข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้ และประเมินความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของ ข้อมูล ซึ่งใช้เวลาในขั้นตอนนี้ค่อนข้างนาน และทำไม่ทัน...”

(นักเรียนคนที่ 1,27 มกราคม 2563 : บันทึกอนุทิน)

“...ในการเรียนเรียนในครั้งนี้ รู้สึกตื่นเต้น และเป็นกิจกรรมที่แปลกใหม่ได้ร่วมทำ กิจกรรมต่าง ๆ กับเพื่อน ครูมีการถามคำถามเพื่อให้หาคำตอบ มีการคาดคะเนคำตอบ และได้ฝึก ออกแบบการการเก็บรวบรวมข้อมูล การเลือกรูปแบบการนำเสนอข้อมูล เข้าใจเกี่ยวกับหลักการ ตั้งสมมติฐาน แต่หาความสัมพันธ์ของข้อมูลไม่ได้...”

(นักเรียนคนที่ 2,27 มกราคม 2563 : บันทึกอนุทิน)

“...ขอวิธีการสอนของครู ที่ได้ลงมือปฏิบัติได้ทำกิจกรรมที่หลากหลาย ไม่น่า เบื่อ แต่ทำกิจกรรมทำไม่ทันเวลาเนื่องจากมีเวลาน้อย เนื่องจากยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับการทำกิจกรรมใน บางขั้นจึงใช้เวลาในการคิดค่อนข้างนาน และผมยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับหลักการตั้งสมมติฐาน...”

(นักเรียนคนที่ 5,30 มกราคม 2563 : บันทึกอนุทิน)

“...เริ่มเข้าใจเกี่ยวกับหลักการแปลงข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลได้มากขึ้น แต่ยังไม่ค่อยเข้าใจเกี่ยวกับการระบุประจักษ์พยานที่ให้สัมพันธ์กับสมมติฐาน และสร้างข้อโต้แย้งยังไม่ตรง ประเด็นซึ่งจะใช้เวลาในการสร้างข้อโต้แย้งที่ค่อนข้างนาน...”

(นักเรียนคนที่ 7,3 กุมภาพันธ์ 2563 : บันทึกอนุทิน)

“...ในช่วงแรกผมรู้สึกไม่ยังไม่คุ้นชินกับการเรียน ทำให้ผมยังไม่เข้าใจในขั้นตอน การออกแบบการทดลอง หรือการคาดคะเนคำตอบ ทำให้ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลล่าช้า แต่พอได้เริ่ม เรียนมาเรื่อย ๆ เริ่มปรับตัวได้ในวิธีการสอน เรียนเข้าใจมากขึ้น สามารถตั้งสมมติฐานได้...”

(นักเรียนคนที่ 8,3 กุมภาพันธ์ 2563 : บันทึกอนุทิน)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบบันทึกอนุทินของนักเรียนที่ พบว่า นักเรียนยังไม่คุ้นเคย กับการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ไม่เข้าใจในขั้นตอนการทำกิจกรรม

นักเรียนไม่สามารถตั้งสมมติฐานได้ ส่งผลให้ระบุประจักษ์พยานยังไม่สัมพันธ์กับสมมติฐาน และไม่สามารถแยกแยะข้อโต้แย้งได้จึงส่งผลให้ไม่สามารถประเมินความถูกต้อง หรือความน่าเชื่อถือของข้อมูลไม่ได้ตามลำดับขั้น

3.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบ

ทำการการวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์หลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแผนครบทั้ง 3 แผนพบว่ามีผลดังตาราง 8 ตารางที่ 8 ผลคะแนนและระดับสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ และสรุปการประเมินทำวงจรถูกปฏิบัติการที่ 1

นักเรียนคนที่	คะแนนที่ได้ (15)	ร้อยละ	สรุปการประเมิน
1	9	60.00	ไม่ผ่าน
2	8	53.33	ไม่ผ่าน
3	7	46.66	ไม่ผ่าน
4	8	53.33	ไม่ผ่าน
5	10	66.66	ไม่ผ่าน
6	8	53.33	ไม่ผ่าน
7	6	40.00	ไม่ผ่าน
8	7	46.66	ไม่ผ่าน
9	8	53.33	ไม่ผ่าน
10	11	73.33	ผ่าน
11	8	53.33	ไม่ผ่าน
12	7	46.66	ไม่ผ่าน
13	9	60.00	ไม่ผ่าน
14	10	66.66	ไม่ผ่าน
15	7	46.66	ไม่ผ่าน
16	11	73.33	ผ่าน
17	6	40.00	ไม่ผ่าน
\bar{X}	8.23	54.90	-
จำนวนนักเรียนที่ผ่าน	2 คน คิดเป็นร้อยละ 11.76 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด		
จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่าน	15 คน คิดเป็นร้อยละ 88.23 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด		

จากตารางที่ 8 พบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์มีจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 11.76 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และมีจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 88.23 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

4. ชั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ

จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน และแบบบันทึกอนุทินของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนยังไม่คุ้นชินกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ไม่เข้าใจในขั้นตอนการทำกิจกรรมทำให้นักเรียนใช้เวลาในการทำกิจกรรมแต่ละขั้นนาน นักเรียนไม่สามารถตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาซึ่งนำไปสู่การระบุประจักษ์พยานได้ไม่สัมพันธ์กับสมมติฐาน และไม่สามารถแยกแยะข้อโต้แย้งได้จึงส่งผลให้ไม่สามารถประเมินความถูกต้อง หรือความน่าเชื่อถือของข้อมูลได้

จากปัญหาที่พบในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้ทำการสรุป และแนวทางแก้ไขเพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขในวงจรปฏิบัติการที่ 1

ปัญหา	แนวทางแก้ไข
<p>1. นักเรียนยังไม่สามารถหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่หามาได้จึงไม่รู้ว่า จะเขียนข้อสันนิษฐานอย่างไรและนำเสนอข้อมูลอย่างไร</p> <p>2. นักเรียนทำการออกแบบการบันทึกผลการทดลองยังไม่ถูกต้อง และใช้เวลานาน</p> <p>3. นักเรียนไม่เข้าใจวิธีการตั้งข้อสันนิษฐานและการนำเสนอข้อมูล</p> <p>4. นักเรียนตั้งสมมติฐานไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา</p> <p>5. นักเรียนยังไม่คุ้นชินกับขั้นตอนการสอนในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้</p>	<p>1. ควรเน้นให้ทุกกลุ่มอ่านข้อมูลให้เข้าใจแล้วนำไปวิเคราะห์ผล ควรให้แต่ละกลุ่มนำเสนอข้อมูลที่ค้นคว้ามาสร้างความสัมพันธ์กันก่อนที่จะออกแบบการนำเสนอเพื่ออภิปรายต่อไป</p> <p>2. ควรให้เวลานักเรียนในการศึกษาใบกิจกรรมมากขึ้น และให้นักเรียนทำความเข้าใจวิธีการทดลองก่อน ทุกครั้งที่นักเรียนออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูล ครูต้องตรวจสอบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลและการบันทึกผลอีกครั้งก่อน</p> <p>3. ควรให้นักเรียนฝึกการตั้งข้อสันนิษฐานจากคำถามโต้แย้ง</p> <p>4. ควรกำหนดข้อคำถามในการสืบค้นไม่มากหรือน้อยเกินไป ควรปรับให้พอดีกับเวลา</p>

ตารางที่ 9 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขในวงจรปฏิบัติการที่ 1 (ต่อ)

ปัญหา	แนวทางแก้ไข
	<p>4. ควรกำหนดข้อคำถามในการสืบค้นไม่มากหรือน้อยเกินไป ควรปรับให้พอดีกับเวลารวมถึงให้เวลาแก่นักเรียนในการคาดคะเนคำตอบ เพื่อตั้งสมมติฐาน</p> <p>5. ควรอธิบายขั้นตอนการทำกิจกรรมอย่างละเอียดให้กับนักเรียนก่อนเริ่มทำกิจกรรม</p>

2. ผลการดำเนินการในวงจรปฏิบัติการที่ 2

1. ขั้นวางแผน (Planning)

การดำเนินการในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้นำปัญหาที่พบจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ปรับแก้ไขในแผนการเรียนรู้ที่ 4-6 โดยให้ความสำคัญในขั้นตอนที่ 2 คือ การออกแบบวิธีการตรวจสอบและการเก็บรวบรวมข้อมูล และขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ในกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้นโดยอธิบายขั้นตอนการทำกิจกรรมให้กับนักเรียนก่อนเริ่มกิจกรรมเพื่อกระชับเวลา พร้อมทั้งยกตัวอย่างวิธีการออกแบบการทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูล วิธีการสร้างข้อโต้แย้ง และกระตุ้นให้นักเรียนภายในกลุ่มแบ่งหน้าที่กันให้ชัดเจน สอดแทรกการเสริมแรงด้วยการให้คะแนน และอธิบายถึงความสำคัญของการวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ และระหว่างดำเนินการ ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลโดยมีเครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน แบบบันทึกอนุทินของนักเรียนและแบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

2. ขั้นปฏิบัติ (Action)

ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง จำนวน 3 แผนเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การย่อโปรตีน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 การย่อคาร์โบไฮเดรต

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 การย่อลิพิด

3. ขั้นสังเกต (Observation)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสังเกต และเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสังเกตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน และนักเรียนบันทึกข้อมูลลงแบบบันทึกอนุทินของนักเรียน จากนั้นให้นักเรียนทำแบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิง วิทยาศาสตร์ในทำยวงจรปฏิบัติการโดยมีรายละเอียด ดังนี้

3.1 ผลการสังเกตพฤติกรรมการแสดงถึงการมีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสังเกตพฤติกรรมการมีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน รายตัวบ่งชี้ ได้แก่ ตัวบ่งชี้ที่ 1 แปลงข้อมูลที นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น ตัวบ่งชี้ที่ 2 วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทาง วิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป ตัวบ่งชี้ที่ 3 ระบุข้อสันนิษฐานประจักษ์พยานและเหตุผลในเรื่องที่ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ตัวบ่งชี้ที่ 4 แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น และตัวบ่งชี้ที่ 5 ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร) ซึ่งผล วิเคราะห์จากแบบสังเกตพฤติกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนสามารถนำเสนอข้อมูลที ได้รับในรูปแบบอื่น เช่น ใช้คำพูดของตนเอง แผนภาพ กราฟ หรือการแสดงแทนอื่น ซึ่งลักษณะเด่น ของข้อมูลได้ เลือกส่วนของข้อมูลเพียงรูปแบบเดียวมาเปลี่ยนแปลงรูปแบบการนำเสนอข้อมูล เปลี่ยนแปลงรูปแบบและนำเสนอข้อมูลเพียงรูปแบบเดียว เปลี่ยนแปลงรูปแบบการนำเสนอข้อมูลได้ อย่างเหมาะสม นักเรียนเริ่มสามารถตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาได้มากขึ้น ระบุ ประจักษ์พยานได้สัมพันธ์กับสมมติฐานได้ เริ่มมีความเข้าใจเกี่ยวกับการแยกแยะข้อโต้แย้งเนื่องจาก สามารถแยกแยะข้อแตกต่างระหว่างข้อคิดเห็นที่มาจากหลักฐานเชิงประจักษ์ หรือจากการพิจารณา จากสิ่งอื่นได้มากขึ้นกว่าวงจรปฏิบัติการที่ 1 รวมถึงระบุข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และประเมิน ความถูกต้อง และความน่าเชื่อถือของข้อมูลได้ดีขึ้น

3.2 ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบบันทึกอนุทิน

ข้อมูลจากการให้นักเรียนบันทึกประสบการณ์การเรียนรู้โดยบันทึกอนุทิน ของนักเรียน ซึ่งมีหัวข้อต่าง ๆ ที่ระบุไว้ในแบบบันทึกดังนี้

3.2.1 สิ่งที่นักเรียนได้รับการจัดการการเรียนรู้ในครั้งนี้

3.2.2 นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ในครั้งนี้ไปปรับใช้ในการรับข้อมูล ข่าวสาร การวิเคราะห์และประเมินข้อมูล ที่มาจากแหล่งข้อมูลที่แตกต่างกันเพื่อการตัดสินใจเชื่อ ที่มี โอกาสพบเจอในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

3.2.1 นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้

จากแบบบันทึกอนุทินของนักเรียนดังกล่าวผู้วิจัยสามารถสรุป และยกตัวอย่างความคิดเห็นจากแบบบันทึกอนุทินของนักเรียนในในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ได้ดังนี้

“...เข้าใจขั้นตอนการทำกิจกรรมทำให้ใช้เวลาคิดน้อยลง ทำได้เร็วขึ้นและทันเวลา สามารถออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลได้ เข้าใจวิธีการออกแบบการนำเสนอข้อมูล เริ่มเข้าใจวิธีการแยกแยะข้อแตกต่างระหว่างข้อคิดเห็นที่มาจากหลักฐานเชิงประจักษ์ และทฤษฎี หรือจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น...”

(นักเรียนคนที่ 3,6 กุมภาพันธ์ 2563 : บันทึกอนุทิน)

“...จากการเรียนรู้ในครั้งนี้สนุกกับการทำกิจกรรม เรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น เข้าใจการทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน เริ่มใช้เวลาในการคิดได้เร็วมากขึ้น เริ่มเข้าใจเกี่ยวกับการแยกแยะข้อคิดเห็น และการประเมินความถูกต้องของข้อมูล แต่หนูยังไม่ค่อยเข้าใจหลักการตั้งสมมติฐาน...”

(นักเรียนคนที่ 6,6 กุมภาพันธ์ 2563 : บันทึกอนุทิน)

“...ขอวิธีการสอนแบบนี้มากค่ะ ไม่น่าเบื่อ ได้ทำกิจกรรมการทดลอง และได้ฝึกการตั้งสมมติฐาน ได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในชั้นเรียนทำให้เรียนเข้าใจมากขึ้น ได้เข้าใจเกี่ยวกับหลักการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลงข้อมูล แต่อยากให้ครูอธิบายเกี่ยวกับหลักการสร้างข้อโต้แย้งเพิ่มค่ะ ซึ่งหนูไม่สามารถโต้แย้งได้ และยังงงกับการประเมินความถูกต้องของข้อมูล...”

(นักเรียนคนที่ 7,13 กุมภาพันธ์ 2563 : บันทึกอนุทิน)

“...รู้สึกชอบการเรียนแบบนี้ เริ่มเข้าใจในขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครู เริ่มตามทันและคุ้นชินมากขึ้น เริ่มเข้าใจในการเรียน และเรียนได้ดีขึ้นมากกว่าในตอนแรก ได้ทำกิจกรรมที่หลากหลาย สามารถระบุประจักษ์พยานได้สัมพันธ์กับสมมติฐาน และแยกแยะข้อแตกต่างระหว่างข้อคิดเห็นที่มาจากหลักฐานเชิงประจักษ์ หรือจากการพิจารณาจากสิ่งอื่นได้...”

(นักเรียนคนที่ 13,17 กุมภาพันธ์ 2563 : บันทึกอนุทิน)

“...ขอวิธีการสอนแบบนี้มาก ไม่น่าเบื่อ ได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในชั้นเรียน ได้เห็นมุมมองที่หลากหลายมากขึ้นของการแสดงความคิดเห็น ทำให้เรียนเข้าใจมากขึ้น เข้าใจรูปแบบการนำเสนอข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล สามารถตั้งสมมติฐาน และแยกแยะข้อแตกต่างระหว่างข้อคิดเห็นที่มาจากหลักฐานต่าง ๆ หรือจากการพิจารณาจากสิ่งอื่นได้มากขึ้น แต่ยังไม่สามารถประเมินความถูกต้องของข้อมูลได้...”

(นักเรียนคนที่ 17,17 กุมภาพันธ์ 2563 : บันทึกอนุทิน)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบบันทึกอนุทินของนักเรียน พบว่า นักเรียนคุ้นชินกับการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งมากขึ้น นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น และใช้เวลาในการทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนได้เร็วขึ้น นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูลแล้วลงข้อสรุปได้ สามารถเลือกรูปแบบการนำเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม

สามารถตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหามากขึ้นส่งผลให้มีการระบุประจักษ์พยานได้สัมพันธ์กับสมมติฐาน เริ่มสร้างข้อโต้แย้งได้ตรงประเด็นมากขึ้นแต่นักเรียนยังไม่สามารถแยกแยะข้อแตกต่างระหว่างข้อคิดเห็นที่มาจากหลักฐานเชิงประจักษ์ หรือจากการพิจารณาจากสิ่งอื่นได้ รวมถึงระบุข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และประเมินความถูกต้อง และความน่าเชื่อถือของข้อมูลยังไม่ได้

3.3 ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบ

ทำการการวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์หลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแผนครบทั้ง 3 แผนโดยนำคะแนนมาพิจารณาเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏในตาราง 10

ตารางที่ 10 ผลคะแนนและระดับสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยาน

ในเชิงวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ และสรุปการประเมินทำยวงจรปฏิบัติการที่ 2

นักเรียนคนที่	คะแนนที่ได้ (15)	ร้อยละ	สรุปการประเมิน
1	11	73.33	ผ่าน
2	10	66.66	ไม่ผ่าน
3	9	60.00	ไม่ผ่าน
4	11	73.33	ผ่าน
5	11	73.33	ผ่าน
6	9	60.00	ไม่ผ่าน
7	7	46.66	ไม่ผ่าน
8	8	53.33	ไม่ผ่าน
9	10	66.66	ไม่ผ่าน
10	12	80.00	ผ่าน
11	10	66.66	ไม่ผ่าน
12	9	60.00	ไม่ผ่าน
13	9	60.00	ไม่ผ่าน
14	10	66.66	ไม่ผ่าน
15	9	60.00	ไม่ผ่าน
16	12	80.00	ผ่าน
17	8	53.33	ไม่ผ่าน
\bar{X}	9.70	64.70	-
จำนวนนักเรียนที่ผ่าน	5 คน คิดเป็นร้อยละ 29.41	ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด	

ตาราง 10 ผลคะแนนและระดับสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยาน

ในเชิงวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ และสรุปการประเมินท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนที่ได้ (15)	ร้อยละ	สรุปการประเมิน
จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่าน	12 คน คิดเป็นร้อยละ 70.58	ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด	

จากตารางที่ 10 พบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์มีจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 29.41 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และมีจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 70.58 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

4. ชั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ

จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน และแบบบันทึกอนุทินของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนคุ้นชินกับการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งมากขึ้น นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น และใช้เวลาในการทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนได้เร็วขึ้น นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาได้มากขึ้นซึ่งนำไปสู่การระบุประจักษ์พยานได้สัมพันธ์กับสมมติฐาน แต่นักเรียนยังไม่สามารถแยกแยะข้อแตกต่างระหว่างข้อคิดเห็นที่มาจากหลักฐานเชิงประจักษ์ หรือจากการพิจารณาจากสิ่งอื่นได้ รวมถึงระบุข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และประเมินความถูกต้อง และความน่าเชื่อถือของข้อมูลยังไม่ได้

จากปัญหาที่พบในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้ทำการสรุป และแนวทางแก้ไขเพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขในวงจรปฏิบัติการที่ 2

ปัญหา	แนวทางแก้ไข
<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนไม่เข้าใจและไม่ให้ความสำคัญกับการใช้หลักฐานเพื่อนำมาใช้ในการสนับสนุนคำตอบ 2. ผู้เรียนยังขาดความเข้าใจเกี่ยวกับบทบาทของหลักฐานหรือประจักษ์พยานที่จำเป็นต้องใช้เพื่อสะท้อนความน่าเชื่อถือของข้อสรุปที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบเชิงวิทยาศาสตร์ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้สอนต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนเห็นถึงความสำคัญของการหาหลักฐานเพื่อนำมาใช้ในการสนับสนุนคำตอบ 2. ผู้สอนควรอธิบายถึงความสำคัญของบทบาทหลักฐานหรือประจักษ์พยาน และแนะนำให้ผู้เรียนหาแหล่งข้อมูลที่มีความหลากหลายรูปแบบ และทันสมัย

ตารางที่ 11 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขในวงจรปฏิบัติการที่ 2 (ต่อ)

ปัญหา	แนวทางแก้ไข
<p>3. ผู้เรียนไม่สามารถแยกแยะข้อโต้แย้งได้ และในการแสดงข้อคิดเห็นของนักเรียนยังไม่ชัดเจน</p> <p>4. ผู้เรียนบางคนไม่ให้ความร่วมมือในการเรียน</p>	<p>3. แนะนำให้นักเรียนจดบันทึกความคิดเห็นเมื่อเพื่อนแสดงความคิดเห็น เพื่อนำไปสู่การทำการแยกแยะข้อโต้แย้งว่าเป็นข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ หรือเป็นข้อโต้แย้งที่มาจาก การ</p> <p>4. ชี้แจงกับนักเรียนถึงเกณฑ์การให้คะแนนว่าการสรุปมีผลต่อคะแนนของนักเรียน</p>

3. ผลการดำเนินงานในวงจรปฏิบัติการที่ 3

1. ขั้นวางแผน (Planning)

ผู้วิจัยได้นำปัญหาที่พบในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาปรับแก้ไขในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7-9 โดยครูใช้การสุ่มสมาชิกภายในกลุ่มอภิปรายสิ่งที่กลุ่มได้ดำเนินการ และในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ให้ความสำคัญกับขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว และขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง มากที่สุดมีการเน้นย้ำให้นักเรียนแบ่งหน้าที่ในการทำกิจกรรมกลุ่มให้เหมาะสม มีการปรับสื่อการสอนให้มีความเข้าใจง่าย เพิ่มรูปภาพ หรือวีดีโอ ระหว่างการดำเนินการผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยเหมือนวงจรปฏิบัติการ 1 และ 2 โดยมีเครื่องมือวิจัยได้แก่ แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน แบบบันทึกอนุทินของนักเรียน และแบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

2. ขั้นปฏิบัติ (Action)

ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง จำนวน 3 แผนเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 การย่อยกรดนิวคลีอิก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 การดูดซึมสารอาหาร

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 การถ่ายอุจจาระ

3. ขั้นสังเกต (Observation)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสังเกต และเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสังเกตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน และนักเรียนบันทึกข้อมูลลงแบบบันทึกอนุทินของนักเรียน

จากนั้นให้นักเรียนทำแบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ในท้ายวงจรปฏิบัติการ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

3.1 ผลการสังเกตพฤติกรรมการแสดงถึงการมีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสังเกตพฤติกรรมการมีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน รายตัวบ่งชี้ ได้แก่ ตัวบ่งชี้ที่ 1 แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น ตัวบ่งชี้ที่ 2 วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป ตัวบ่งชี้ที่ 3 ระบุข้อสันนิษฐานประจักษ์พยานและเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ตัวบ่งชี้ที่ 4 แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น และตัวบ่งชี้ที่ 5 ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร) ซึ่งผลวิเคราะห์จากแบบสังเกตพฤติกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า นักเรียนสามารถนำเสนอข้อมูลที่ได้รับในรูปแบบอื่น เช่น ใช้คำพูดของตนเอง แผนภาพ กราฟ หรือการแสดงแทนอื่น ซึ่งลักษณะเด่นของข้อมูลได้ เลือกส่วนของข้อมูลเพียงรูปแบบเดียวมาเปลี่ยนแปลงรูปแบบการนำเสนอข้อมูล เปลี่ยนแปลงรูปแบบและนำเสนอข้อมูลเพียงรูปแบบเดียว เปลี่ยนแปลงรูปแบบการนำเสนอข้อมูลอย่างเหมาะสม นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาได้มากขึ้น ระบุประจักษ์พยานได้สัมพันธ์กับสมมติฐานได้เป็นอย่างดี สามารถแยกแยะข้อแตกต่างระหว่างข้อคิดเห็นที่มาจากหลักฐานเชิงประจักษ์ หรือจากการพิจารณาจากสิ่งอื่นได้ รวมถึงระบุข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และประเมินความถูกต้อง และความน่าเชื่อถือของข้อมูลได้ดีขึ้น แต่มีนักเรียน 1 คนที่ยังไม่สามารถแยกแยะข้อแตกต่างระหว่างข้อคิดเห็นที่มาจากหลักฐานเชิงประจักษ์ หรือจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น พร้อมทั้งระบุข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และประเมินความถูกต้อง และความน่าเชื่อถือของข้อมูลไม่ได้ เนื่องจากการแสดงความคิดเห็นของนักเรียนยังไม่เป็นข้อโต้แย้ง อาจจะมีเนื่องจากนักเรียนยังมีความสับสน และยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับหลักการสร้างข้อโต้แย้ง อีกทั้งขณะที่เพื่อนแสดงความคิดเห็นนักเรียนไม่ได้จดบันทึกความคิดเห็นของเพื่อน ซึ่งนำไปสู่การไม่สามารถแยกแยะข้อแตกต่างระหว่างข้อคิดเห็นที่มาจากหลักฐานเชิงประจักษ์ หรือจากการพิจารณาจากสิ่งอื่นได้ ซึ่งเหตุนี้อาจเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถแยกแยะข้อแตกต่างระหว่างข้อคิดเห็นที่มาจากหลักฐานเชิงประจักษ์ หรือจากการพิจารณาจากสิ่งอื่นได้

3.2 ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบบันทึกอนุทิน

ข้อมูลจากการให้นักเรียนบันทึกประสบการณ์การเรียนรู้โดยบันทึกอนุทินของนักเรียน ซึ่งมีหัวข้อต่าง ๆ ที่ระบุไว้ในแบบบันทึกดังนี้

3.2.1 สิ่งที่นักเรียนได้รับจากการจัดการเรียนรู้อีกครั้ง

3.2.2 นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ในครั้งนี้ไปปรับใช้ในการรับข้อมูล ข่าวสาร การวิเคราะห์และประเมินข้อมูล ที่มาจากแหล่งข้อมูลที่แตกต่างกันเพื่อการตัดสินใจเชื่อ ที่มีโอกาสพบเจอในชีวิตประจำได้อย่างไร

3.2.3 นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้ จากแบบบันทึกอนุทินของนักเรียนดังกล่าวผู้วิจัยสามารถสรุป และ ยกตัวอย่างความคิดเห็นจากแบบบันทึกอนุทินของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ได้ ดังนี้

“...กล้าแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียนมากขึ้น เรียนเข้าใจมากขึ้น เข้าใจรูปแบบการนำเสนอข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล สามารถตั้งสมมติฐาน และแยกแยะ ข้อแตกต่างระหว่างข้อคิดเห็นที่มาจากหลักฐานต่าง ๆ หรือจากการพิจารณาจากสิ่งอื่นได้มากขึ้น สามารถประเมินความถูกต้องของข้อมูลได้...”

(นักเรียนคนที่ 2,20 กุมภาพันธ์ 2563 : บันทึกอนุทิน)

“...เข้าใจและสามารถออกแบบการเก็บรวบรวมข้อได้ดีขึ้น รู้ว่าข้อมูลที่ได้มานั้นมีลักษณะเด่นของข้อมูลอย่างไร และควรเลือกรูปแบบการนำเสนออย่างไรให้เหมาะสมและเข้าใจง่าย สามารถตั้งสมมติฐานได้ดีขึ้น และเริ่มระบุประจักษ์พยานได้สัมพันธ์กับสมมติฐานได้ เข้าใจหลักการแยกแยะข้อแตกต่างระหว่างข้อคิดเห็นที่มาจากหลักฐานเชิงประจักษ์ หรือจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น...”

(นักเรียนคนที่ 5,20 กุมภาพันธ์ 2563 : บันทึกอนุทิน)

“...รู้สึกชอบการเรียนรู้ในแบบนี้ เริ่มมีความเข้าใจในขั้นตอนการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ของครู เริ่มตามทันและคุ้นชินมากขึ้น เริ่มเข้าใจในการเรียน และเรียนได้ดีขึ้นมากกว่าในตอนแรก สามารถสร้างข้อโต้แย้งเข้าใจเกี่ยวกับบทบาทของหลักฐานหรือประจักษ์พยานที่จำเป็นต้องใช้เพื่อสะท้อนความน่าเชื่อถือของข้อสรุปที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบเชิงวิทยาศาสตร์...”

(นักเรียนคนที่ 9,24 กุมภาพันธ์ 2563 : บันทึกอนุทิน)

“...เข้าใจขั้นตอนการทำกิจกรรม และทำกิจกรรมได้เร็วมากขึ้น เรียนเข้าใจ กล้าแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน สามารถนำเสนอข้อมูลที่ได้รับในรูปแบบอื่น ๆ ได้ และเลือกรูปแบบการนำเสนอข้อโต้แย้งเหมาะสมมากขึ้น เริ่มระบุข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้ และประเมินความถูกต้องของข้อมูลได้...”

(นักเรียนคนที่ 15,27 กุมภาพันธ์ 2563 : บันทึกอนุทิน)

“...การสอนของครูได้ทำกิจกรรมที่หลากหลาย ได้ฝึกการตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง ซึ่งทำให้เข้าใจวิธีการตั้งสมมติฐาน ออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูล และได้มีการแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน ทำให้ได้ฝึกการให้เหตุผล การระบุประจักษ์พยาน และได้ฝึกการ

แยกแยะข้อแตกต่างระหว่างข้อคิดเห็นที่มาจากหลักฐานเชิง ประจักษ์ และทฤษฎี หรือจากการ พิจารณาจากสิ่งอื่น ทำให้ทักษะเหล่านี้ดีขึ้น...”

(นักเรียนคนที่ 16,27 กุมภาพันธ์ 2563 : บันทึกกอนุทิน)

จากข้อมูลการเขียนบันทึกกอนุทินนักเรียน พบว่า นักเรียนเรียนเข้าใจมากขึ้น ทำ กิจกรรมได้ทันเวลา รู้สึกสนุกกับการทำกิจกรรมในชั้นเรียน ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม กล้า แสดงความคิดเห็นในการแสดงความคิดเห็นเป็นข้อโต้แย้งมากขึ้น สามารถตั้งสมมติฐานได้สอดคล้อง กับสถานการณ์ปัญหา เข้าใจเกี่ยวกับหลักการสร้างข้อโต้แย้ง สามารถแยกแยะข้อแตกต่างระหว่าง ข้อคิดเห็นที่มาจากหลักฐานเชิงประจักษ์ และทฤษฎี และประเมินความถูกต้อง ความน่าเชื่อถือของ ข้อมูลได้ดีขึ้น

3.3 ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบ

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์ พยานเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายโดยใช้แบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำการทดสอบหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ทำยวงจรปฏิบัติการที่ 3 โดยนำคะแนนมาพิจารณาเทียบกับเกณฑ์ ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏในตาราง 12

ตารางที่ 12 ผลคะแนนและระดับสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานใน เชิงวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ และสรุปการประเมินทำยวงจรปฏิบัติการที่ 3

นักเรียนคนที่	คะแนนที่ได้ (15)	ร้อยละ	สรุปการประเมิน
1	13	86.66	ผ่าน
2	11	73.33	ผ่าน
3	11	73.33	ผ่าน
4	12	80.00	ผ่าน
5	12	80.00	ผ่าน
6	11	73.33	ผ่าน
7	9	60.00	ไม่ผ่าน
8	11	73.33	ผ่าน
9	12	80.00	ผ่าน
10	13	86.66	ผ่าน
11	11	73.33	ผ่าน
12	12	80.00	ผ่าน

ตารางที่ 12 ผลคะแนนและระดับสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานใน
เชิงวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ และสรุปการประเมินทำนองจรปฏิบัติการที่ 3 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนที่ได้ (15)	ร้อยละ	สรุปการประเมิน
13	12	80.00	ผ่าน
14	11	73.33	ผ่าน
15	11	73.33	ผ่าน
16	12	80.00	ผ่าน
17	11	73.33	ผ่าน
\bar{X}	11.47	76.47	-
จำนวนนักเรียนที่ผ่าน	16 คน คิดเป็นร้อยละ 94.11 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด		
จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่าน	1 คน คิดเป็นร้อยละ 5.88 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด		

จากตารางที่ 12 พบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนนสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์มีจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 94.11 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และมีจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 5.88 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

4. ชั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ

จากการสังเกตพฤติกรรม และแบบบันทึกอนุทินของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่านักเรียนส่วนมากให้ความร่วมมือกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งอย่างมาก มีความสนใจในการเรียน กล้าแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียนในการแสดงความคิดเห็นเริ่มเป็นข้อโต้แย้งมากขึ้น สามารถตั้งสมมติฐานและเกิดการโต้แย้งได้ นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับบทบาทของหลักฐาน หรือประจักษ์พยานที่จำเป็นต้องใช้เพื่อสะท้อนความน่าเชื่อถือของข้อสรุปที่ได้จากการตรวจสอบเชิงวิทยาศาสตร์ และมีการนำเสนอข้อโต้แย้งพร้อมแสดงความคิดเห็นที่เป็นวิทยาศาสตร์ได้มากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนสามารถแยกแยะข้อแตกต่างระหว่างข้อคิดเห็นที่มาจากหลักฐานเชิงประจักษ์ และทฤษฎี หรือจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น รวมทั้งระบุข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน ประเมินความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลหรือข้อโต้แย้งได้

ผู้วิจัยได้ทำการสรุปปัญหา และแนวทางแก้ไขเพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
ในครั้งต่อไปดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขในวงจรปฏิบัติการที่ 3

ปัญหา	แนวทางแก้ไข
1. ผู้เรียนบางคนมีการแสดงความคิดเห็นที่ไม่สามารถเกิดข้อโต้แย้งได้ 2. ผู้เรียนไม่สามารถแยกแยะข้อโต้แย้งได้ 3. ในกิจกรรมบางขั้นตอนการเรียนรู้ ผู้เรียนไม่ให้ความร่วมมือ	1. ครูต้องชี้แจงการแสดงข้อโต้แย้งก่อนให้กับนักเรียนแสดงความคิดเห็น หรือ 2. แนะนำให้ผู้เรียนจดบันทึกความคิดเห็นของเพื่อนในชั้นเรียนเพื่อนำไปฝึกแยกแยะข้อโต้แย้งในลำดับต่อไป 3. กระตุ้นให้นักเรียนมีความตื่นตัวอยู่เสมอในการทำกิจกรรมกลุ่ม โดยแจ้งให้นักเรียนทราบว่า มีผลต่อคะแนนกลุ่ม

คะแนนสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ

ผลการวิเคราะห์คะแนนสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการโดยผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายโดยใช้แบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งทำการทดสอบหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ในแต่ละวงจรปฏิบัติการโดยนำคะแนนมาพิจารณาเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ดังตาราง 14

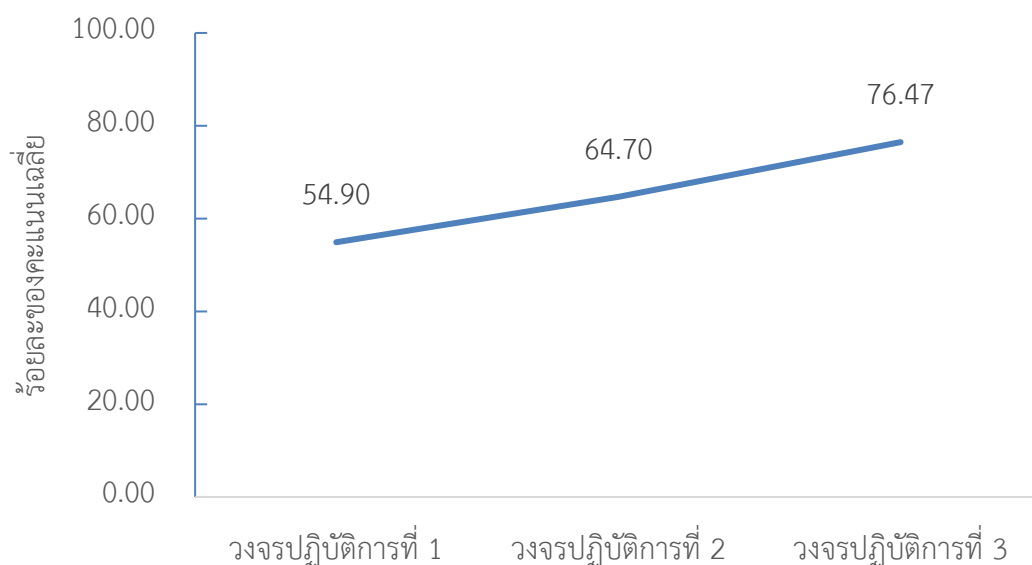
ตารางที่ 14 คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จำนวน 17 คน

เลขที่	วงจรปฏิบัติการที่ 1			วงจรปฏิบัติการที่ 2			วงจรปฏิบัติการที่ 3		
	คะแนนเต็ม (15)	ร้อยละ	ผลการประเมิน (เกณฑ์ร้อยละ 70)	คะแนนเต็ม (15)	ร้อยละ	ผลการประเมิน (เกณฑ์ร้อยละ 70)	คะแนนเต็ม (15)	ร้อยละ	ผลการประเมิน (เกณฑ์ร้อยละ 70)
1	9	60.00	ไม่ผ่าน	11	73.33	ผ่าน	13	86.66	ผ่าน
2	8	53.33	ไม่ผ่าน	10	66.66	ไม่ผ่าน	11	73.33	ผ่าน

ตารางที่ 14 คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์
ของนักเรียน จำนวน 17 คน (ต่อ)

เลขที่	วงจรปฏิบัติการที่ 1			วงจรปฏิบัติการที่ 2			วงจรปฏิบัติการที่ 3		
	คะแนนเต็ม (15)	ร้อยละ	ผลการประเมิน (เกณฑ์ร้อยละ 70)	คะแนนเต็ม (15)	ร้อยละ	ผลการประเมิน (เกณฑ์ร้อยละ 70)	คะแนนเต็ม (15)	ร้อยละ	ผลการประเมิน (เกณฑ์ร้อยละ 70)
3	7	46.66	ไม่ผ่าน	9	60.00	ไม่ผ่าน	11	73.33	ผ่าน
4	8	53.33	ไม่ผ่าน	11	73.33	ผ่าน	12	80.00	ผ่าน
5	10	66.66	ไม่ผ่าน	11	73.33	ผ่าน	12	80.00	ผ่าน
6	8	53.33	ไม่ผ่าน	9	60.00	ไม่ผ่าน	11	73.33	ผ่าน
7	6	40.00	ไม่ผ่าน	7	46.66	ไม่ผ่าน	9	60.00	ไม่ผ่าน
8	7	46.66	ไม่ผ่าน	8	53.33	ไม่ผ่าน	11	73.33	ผ่าน
9	8	53.33	ไม่ผ่าน	10	66.66	ไม่ผ่าน	12	80.00	ผ่าน
10	11	73.33	ผ่าน	12	80.00	ผ่าน	13	86.66	ผ่าน
11	8	53.33	ไม่ผ่าน	10	66.66	ไม่ผ่าน	11	73.33	ผ่าน
12	7	46.66	ไม่ผ่าน	9	60.00	ไม่ผ่าน	12	80.00	ผ่าน
13	9	60.00	ไม่ผ่าน	9	60.00	ไม่ผ่าน	12	80.00	ผ่าน
14	10	66.66	ไม่ผ่าน	10	66.66	ไม่ผ่าน	11	73.33	ผ่าน
15	7	46.66	ไม่ผ่าน	9	60.00	ไม่ผ่าน	11	73.33	ผ่าน
16	11	73.33	ผ่าน	12	80.00	ผ่าน	12	80.00	ผ่าน
17	6	40.00	ไม่ผ่าน	8	53.33	ไม่ผ่าน	11	73.33	ผ่าน
\bar{X}	8.23	54.90	-	9.70	64.70	-	11.47	76.47	-
S.D.	1.56	10.41	-	1.40	9.35	-	0.94	6.28	-
นักเรียนที่ผ่าน เกณฑ์ (คน)	2			5			16		

จากตารางที่ 14 พบว่าหลังจากที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วย กลวิธีการโต้แย้งในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 2 คน คิด เป็นร้อยละ 11.76 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 29.41 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 94.11 ของนักเรียน กลุ่มเป้าหมาย แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีคะแนนสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์ พยานเชิงวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1,2 และ 3 เพิ่มขึ้นตามลำดับเมื่อได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการ โต้แย้งในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ เมื่อเขียนกราฟแสดงพัฒนาการของร้อยละของคะแนนเฉลี่ย สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ แสดงดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 ร้อยละคะแนนสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์ พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

จากภาพ 1 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนสมรรถนะการแปล ความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1,2 และ 3 สูงขึ้น ตามลำดับหลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและ
ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้
แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งซึ่งมีลำดับขั้นการสรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ ดังนี้

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

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อย่างน้อยร้อยละ 70 ของผู้เรียนให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของ
คะแนนเต็ม

สรุปผล

จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ
สามารถสรุปผลการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนา
สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนสมรรถนะการแปล
ความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 2 คน คิดเป็น
ร้อยละ 11.76 ของผู้เรียน และมีนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ
88.23

วงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนสมรรถนะการแปล
ความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 5

คน คิดเป็นร้อยละ 29.41 และมีจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 70.58

วจรปฏิบัติกาที่ 3 พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 94.11 และมีจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 5.88

อภิปรายผล

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อย่างน้อยร้อยละ 70 ของผู้เรียนให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง จากการดำเนินการวิจัยสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

วจรปฏิบัติกาที่ 1 นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 11.76 ของผู้เรียน และมีนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 88.23 ทั้งนี้ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์เนื่องมาจาก นักเรียนยังไม่คุ้นชินกับวิธีการสอน ทำให้นักเรียนไม่เข้าใจในขั้นตอนการทำกิจกรรม โดยในขั้นที่ 2 การออกแบบวิธีการตรวจสอบและการเก็บรวบรวมข้อมูล และขั้นที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว เป็นขั้นที่นักเรียนยังไม่สามารถออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูล ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลงข้อมูลได้ไม่ถูกต้อง และยังไม่เข้าใจการเลือกรูปแบบการนำเสนอข้อมูลเมื่อนักเรียนขาดความเข้าใจเหล่านี้จึงส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถแปลความข้อมูลที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้จากการทดลอง รวมถึงไม่สามารถวิเคราะห์และแปลความข้อมูล โดยมีการนำเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ร่วมด้วยได้ (Walker and Samson, 2013) นอกจากนี้ในขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง นักเรียนยังไม่เข้าใจในหลักการสร้างข้อโต้แย้ง ซึ่งในขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนได้ร่วมกันประเมินข้อมูลว่าข้อมูลใดเป็นหลักฐานที่น่าเชื่อถือ และสร้างข้อสรุปที่มีความสอดคล้องระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานได้ เมื่อนักเรียนขาดความเข้าใจเหล่านี้จึงส่งผลให้ข้อกล่าวอ้างที่นักเรียนสร้างนั้นไม่สามารถใช้เป็นแนวทางสำหรับการตรวจสอบได้ ซึ่งการสร้างข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้องนั้นเป็นแนวทางในการสร้างการทดลองหรือการสำรวจเพื่ออธิบายคำตอบนั้น จะสามารถส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ (Cetin and Eymur, 2017)

วงจรถูกปฏิบัติครั้งที่ 2 เมื่อทำการแก้ปัญหา และปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากการทำการสอนในวงจรถูกปฏิบัติครั้งที่ 1 พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนสมรรถนะการแปล ความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 5 คน คิดเป็น ร้อยละ 29.41 ของผู้เรียน และมีนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 70.58 โดยหลังจากได้ปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ ในวงจรถูกปฏิบัติครั้งที่ 2 นักเรียนมีคะแนนเพิ่มมากขึ้นจากวงจรถูกปฏิบัติครั้งที่ 1 และมีจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์เพิ่มขึ้นมาจำนวน 3 คน เนื่องจาก นักเรียนเข้าใจในขั้นตอนการทำกิจกรรม และทำกิจกรรมได้ทันเวลา นักเรียนสามารถออกแบบการ เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลแล้วแปลงข้อมูลในรูปแบบของกราฟ แผนภาพ หรือการแสดงแทน อื่น ๆ โดยใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ทำการแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ แล้ว ลงข้อสรุปได้ อีกทั้งเริ่มมีความเข้าใจเกี่ยวกับการระบุข้อสันนิษฐาน และให้เหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้อง กับวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น แต่นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์เนื่องจากนักเรียนขาดความ เข้าใจในการประเมินข้อมูลว่าข้อมูลใดสามารถใช้เป็นหลักฐานที่น่าเชื่อถือ และสร้างข้อสรุปที่มีความ สอดคล้องระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานไม่ได้ เมื่อขาดความเข้าใจเหล่านี้จึงส่งผลให้ประเมิน ความคิดหรือข้อโต้แย้งของบุคคลภายนอกไม่ได้ ไม่สามารถแสดงความคิดเห็นบนพื้นฐานของหลักฐาน และเหตุผลได้จึงไม่เกิดการพัฒนาด้านระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่อง ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (ภัทรารวรรณ ไชยมงคล, 2560) นอกจากนี้นักเรียนยังไม่กล้าแสดงความคิดเห็น เท่าที่ควร และการแสดงความคิดเห็นของนักเรียนยังเป็นข้อโต้แย้ง อีกทั้งนักเรียนไม่ได้จับบันทึกความ คิดเห็นเมื่อเพื่อนแสดงความคิดเห็น และไม่เห็นความสำคัญของการแสดงความคิดเห็นส่งผลให้ไม่ สามารถทำการแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มา จากการพิจารณาจากสิ่งอื่น หรือประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มา ที่หลากหลายได้ (จิรารัตน์ แสงศร, 2560)

วงจรถูกปฏิบัติครั้งที่ 3 เมื่อทำการแก้ปัญหา และปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากการทำการสอนในวงจรถูกปฏิบัติครั้งที่ 2 พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนสมรรถนะการแปล ความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 16 คน คิดเป็น ร้อยละ 94.11 ของผู้เรียน และมีนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 5.88 โดยหลังจากได้ปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ ในวงจรถูกปฏิบัติครั้งที่ 3 นักเรียนมีคะแนนเพิ่มมากขึ้น จากวงจรถูกปฏิบัติครั้งที่ 2 อย่างเห็นได้ชัด และมีจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์เพิ่มขึ้นมาจำนวน 11 คน โดยกลุ่มเป้าหมายผ่านเกณฑ์ตามจุดมุ่งหมาย เนื่องจากนักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม และตั้งใจเรียน กล้าแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียนมากขึ้น นักเรียนสามารถอธิบายและสร้างข้อโต้แย้ง ได้ดีขึ้นและแยกแยะข้อโต้แย้งที่ผิดพลาดได้ซึ่งถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของทักษะการโต้แย้ง (Tuba and Sedat, 2012) และในกิจกรรมการโต้แย้งนักเรียนยังได้แสดงความคิดเห็นต่อข้อสรุปของเพื่อนอย่างมี

เหตุผลซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถลงข้อสรุปโดยใช้หลักฐานที่มีความสมเหตุสมผลได้ (สันติชัย อนุวรชัย, 2553) เมื่อเกิดการพัฒนาด้านระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้น จึงส่งผลให้นักเรียนเกิดการพัฒนาด้านทักษะการแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากพิจารณาจากสิ่งอื่น และด้านประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย ดีขึ้นมาตามลำดับ ดังนั้นสามารถกล่าวได้ว่าการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง สามารถที่จะพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้เนื่องจากหลังจากจบวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า มีนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนจำนวน 16 คนจากนักเรียนทั้งหมด 17 คน คิดเป็นร้อยละ 94.11 ของผู้เรียนโดยมีนักเรียนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 1 คนซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากการสร้างคำอธิบายจากประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องยากสำหรับนักเรียนเนื่องจากนักเรียนต้องใช้หลักฐานหรือสืบสอบหาหลักฐานมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างและต้องเชื่อมโยงหลักฐานดังกล่าวกับหลักการเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อให้การสื่อสารความเข้าใจเกี่ยวกับข้อกล่าวอ้างมีประสิทธิภาพ (Kuhn and Reiser, 2004) อีกทั้งนักเรียนยังขาดความเข้าใจเกี่ยวกับบทบาทของหลักฐานหรือประจักษ์พยานที่จำเป็นต้องใช้เพื่อสะท้อนความน่าเชื่อถือของข้อสรุปที่ได้ (Driver et al., 1996)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

- 1.1 ในการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งผู้สอนควรเข้าใจขั้นตอนกระบวนการในการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากเป็นกิจกรรมมีหลายขั้นตอนดังนั้น ผู้สอนต้องวางแผนกิจกรรม คำถาม และเวลาที่เหมาะสมในการกิจกรรมการเรียนรู้
- 1.2 การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง มีขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคย ผู้สอนควรมีการอธิบายการทำกิจกรรมแต่ละขั้นตอนให้นักเรียนเข้าใจ เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ดำเนินไปได้อย่างมีคุณภาพ
- 1.3 ในการทำงานกลุ่ม ผู้สอนควรพยายามกระตุ้นให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น รวมถึงรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น พร้อมกับการแบ่งหน้าที่ในการทำงานให้ชัดเจน

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยครั้งต่อไป

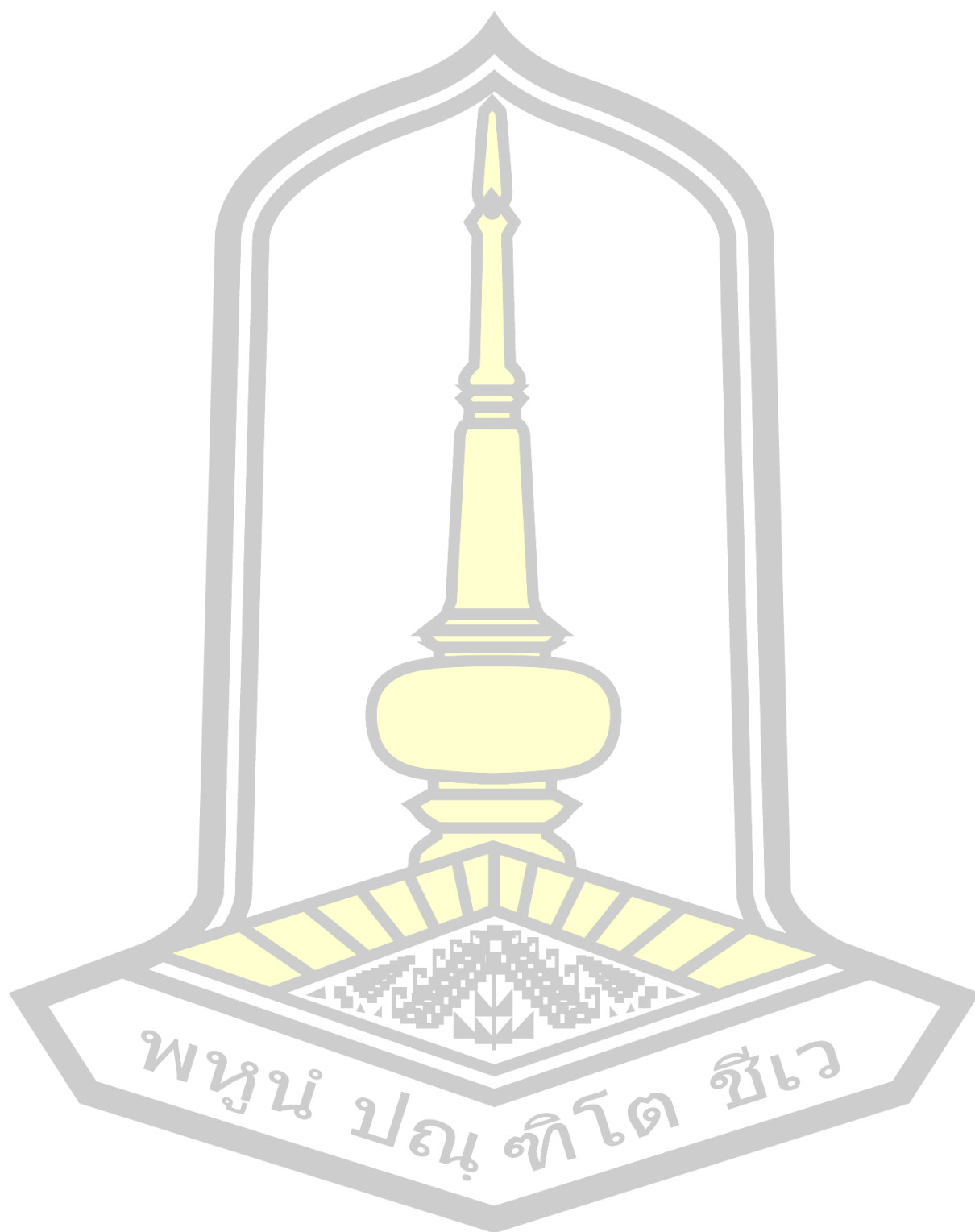
2.1 ควรศึกษาการพัฒนาตัวบ่งชี้ด้านการแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งโดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีประจักษ์พยาน (หลักฐาน) หรือตั้งอยู่บนพื้นฐานของการพิจารณาอื่น ๆ และตัวบ่งชี้ด้านการประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลายซึ่งระหว่างการจัดการเรียนรู้มีการพัฒนาน้อยกว่าด้านอื่น ๆ

2.2 ควรพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่น่าสนใจมากขึ้น โดยมีการออกแบบกิจกรรมให้เป็นเรื่องที่ใกล้ตัวนักเรียน และนักเรียนใช้อุปกรณ์ที่หาได้ง่ายๆ ในชีวิตประจำวัน

2.3 ควรมีการเน้นย้ำให้นักเรียนทำแบบวัดสมรรถะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ให้ครบทุกข้อ เพราะจะทำให้ผู้วิจัยสามารถประเมินสมรรถะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่คนได้ตรงกับความเป็นจริงที่สุด



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์. (2558). *5 คุณลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ (5 Essential Features of inquiry)*. [ออนไลน์]. ได้จาก: [http://sciedcenter.swu.ac.th/portals/25/cocuments/news/5Essential features of inquiry Kamonwan.pdf](http://sciedcenter.swu.ac.th/portals/25/cocuments/news/5Essential%20features%20of%20inquiry%20Kamonwan.pdf) [สืบค้นเมื่อ 18 สิงหาคม 2562].
- กุศลิน มุสิกกุล. (2550). *การเรียนการสอนโดยใช้ Scientific Inquiry*. สวท. 35(149): 36-38. กลุ่มบริหารงานวิชาการ โรงเรียนวัดโคกหญ้าคา. 2552. รายงานการประเมินคุณภาพภายในสถานศึกษาประจำปีการศึกษา 2552. ปีถัดมา: [ม.ป.พ.]. (เอกสารอัดสำเนา).
- กุศลิน มุสิกกุล. (2553). *ธรรมชาติวิทยาศาสตร์. วารสารครูวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี. จิราวัฒน์ แสงศร. (2560). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ด้วยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. มหาวิทยาลัยนเรศวร., พิษณุโลก.*
- ทิตนา เขมมณี. (2557). *ศาสตร์การสอน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.*
- ประมวล ศิริพันธ์แก้ว. (2546). *การจัดการเรียนการสอนที่ยึดแนวทางการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry based Teaching / Learning)*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www3.ipst.ac.th/stat/assets/journal/j02_7Jan.pdf [สืบค้นเมื่อ 15 กรกฎาคม 2562]
- ประสาธ เนื่องเฉลิม. (2550). *การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะ 7 ชั้น. วารสารวิชาการ. 10(4): 25-30.*
- ปรมาภรณ์ อนุพันธ์. (2544). *การพัฒนาชุดการสอนคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันแบบสืบสวนสอบสวนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น, ปริญญาณีพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา), กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.*
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น*
- บุญชม ศรีสะอาด. (2554). *การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น*
- ผดุงยศ ดวงมาลา. (2530). *การสอนวิทยาศาสตร์สำหรับมัธยม (ฉบับปรับปรุง). ปีถัดมา: ภาควิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.*
- พินันท์ คงคาเพชร. (2552). *การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ: แดแนกซ์อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น.*

- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิดวิธีและเทคนิคการสอน*. กรุงเทพมหานคร: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นต์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข. (2548). *วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ
- พุทธธีธร บูรณสถิตวงศ์. (2562). *การพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยการใช้สื่อโฆษณา เรื่องระบบย่อยอาหาร*. มหาวิทยาลัยนเรศวร., พิษณุโลก.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2538). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. *นักบริหาร*, 33(2), 49–56.
- พรเทพ จันทราอุกฤษฏ์. (2556). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยบูรณาการรูปแบบการสืบสอบแบบโต้แย้ง และแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และควมามีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ภคพร อิศระ. (2557). *ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ภัทราวรรณ ไชยมงคล. (2559). *การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง*. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่., เชียงใหม่.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2537). *การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาเชียงใหม่*. เชียงใหม่: เชียงใหม่ คอมเมอร์เชียล
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *การสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- วีระยุทธ์ ชาตะกาญจน์. (2558). การวิจัยเชิงปฏิบัติการ Action Reseach. *วารสารราชภัฏสุราษฎร์ธานี*, 2(1), 29–49.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *ผลการประเมิน PISA 2012*
คณิตศาสตร์การอ่านและวิทยาศาสตร์นักเรียนรู้อะไร และทำอะไรได้บ้าง. กรุงเทพฯ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *สรุปผลการวิจัย PISA 2015*. กรุงเทพฯ.
- สันติชัย อนูราชัย. (2553). *ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบ*
ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมี
เหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สิรินธร สิ้นจินดาวงศ์. (2547). *วิธีการวิเคราะห์ข้อสอบ. วารสารศรีปทุมปริทัศน์ ฉบับมนุษยศาสตร์*
และสังคมศาสตร์, 4(1), 21–33.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์: ทิศทางสำหรับครูศตวรรษที่ 21*.
เพชรบูรณ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุคนธ์ สิ้นพานนท์ และคณะ. (2545). *การจัดกระบวนการเรียนรู้: เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตาม*
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- สุนทรพจน์ ดำรงค์พานิช. (2554). *สถิติเพื่อการวิจัย*. มหาสารคาม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัย
มหาสารคาม.
- สุนีย์ คล้ายนิล และคณะ. (2551). *ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สำหรับโลกวันพรุ่งนี้*.
เซเว่น พรินติ้งกรุ๊ป.
- สุภาพร พลพุกชธา. (2552). *ผลการจัดการกิจกรรมโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวงจรการ*
เรียนรู้แบบ 7E ในรายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ปรินญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- สุมาลี ชัยเจริญ และคณะ. (2545). *ทฤษฎีการออกแบบในกระบวนการค้นคว้าใหม่*. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุรางค์ ไคว้ตระกูล. (2544). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรางค์ ไคว้ตระกูล. (2548). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรางค์ ไคว้ตระกูล. (2550). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิมล ว่องวานิช. (2557). *การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2546). *การวัดผลการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 4 กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2553). *ระเบียบวิธีวิจัยสำหรับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กาฬสินธุ์: ประสาน
การพิมพ์.
- ไสว พักขาว. (2544). *หลักการสอนสำหรับการเป็นครูมืออาชีพ*. กรุงเทพฯ: เอ็มพันธ์.
- องอาจ นัยพัฒน์. (2548). *วิธีวิทยาการวิจัยเชิงปริมาณและคุณภาพทางพฤติกรรมศาสตร์และ*
สังคมศาสตร์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- Aufschnaiter, C. Von, Erduran, S., and Osborne, J. (2007). Arguing to learn and learning to argue : Case studies of how students' argumentation relates to their scientific knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 71(January), 315–330.
- Acar, O, and Patton, B.R. (2012). *Argumentation and formal reasoning skills in an argumentation based guided inquiry course*. *Procedia-Social and Behavioural Sciences*, 46, 4756-4760.
- Berland, L.K., and McNeill, K.L. (2009). Using a learning progression to inform scientific argumentation in talk and writing. *Using a Learning Progression to Inform Scientific Argumentation in Talk Nd Writing, June*. <http://www.education.msu.edu/projects/leaps/proceedings/Berland.pdf>
- Berland, L.K. and Reiser, B.J. (2011). Classroom communities 'adaptations of the practice of scientific argumentation. *Science Education*, 95, 191-216.
- Budnitz, N. (2003). *What do We Mean by Inquiry ?*. (Online). Available: http://www.biology.duke.edu/cibl/inquiry/what_is_inquiry.htm
- Bricker, L.A. and Bell, P. (2008). Conceptualization of argumentation from science studies and the learning science and their implications for the practices of science education. *Science Education*, 92, 473-498.
- Cetin, P.S., and Eymur, G. (2017). *Developing students' scientific writing and presentation skills through argument driven inquiry: An exploratory study*. *Journal of Chemical Education*, 94(7), 837-843.
- Crusius, T.W. and Channel, C. E. (2003). *The Aims of Argument- A Brief Guide*. Fifth Edition. New York: McGraw Hill.
- Dawson, V.M. and Venville, G. (2010). Teaching strategies for developing students' argumentation skills about socioscientific issue in high school genetics, *Research in Science Education*, 40, 133-148.
- Demircioglu, T. and Ucar, S. (2011). *The effect of argument-driven inquiry on pre-service Science teachers attitudes and argumentation skill*. *Science Education*, 94 (2), 336-364.
- Driver et al. (2000). Establishing the norms of Scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287–312.

- Duschl, R.A. and Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*, 38, 39-72.
- Duschl, R., Schweingruber, H. and Shouse, A. (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8*. Washington, DC: National Academies.
- Educational Broadcasting Corporation. (2003). What is inquiry-based learning. *Journal of science teacher education*, 313-333.
- Ford, M.J. (2008). Disciplinary authority and accountability in scientific practice and learning. *Science Education*, 92 (3), 404-423.
- Holbrook and Rannikmac. (2009). the Meaning of Scientific Literacy. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 275-288.
- Jime, sez-Alexandre, M.P. and Erduran, S. (2007). *Argumentation in science education: Perspective from classroom-based research*. Dordrecht, NL: Springer.
- Kemmis, S., and McTaggart, R. (1988). *The Action Research Planner (3rd ed.)*. Deakin University Press.
- Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77(3), 319-337.
- Kuhn, D. and Udell, W. (2003). *The development of argument skills*. Child Development, 74 (5), 1245-1260.
- Kuhn, L. and Reiser, B. (2004), *Students constructing and defending evidence-base Scientific explanations*. USA.. Dallas, Texas.
- Kuhn, D. (2010). Teaching and learning science as argument. *Science Education*, 94 (5), 810-824
- Lin, S. S., and Mintzes, J. J. (2010). Learning Argumentation Skills Through Instruction In Socioscientific-Issues: The Effect Of Ability Level. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(6), 993-1017.
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. National Academy Press.
- National Research Council. (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8*. Washington, DC: National Academies.

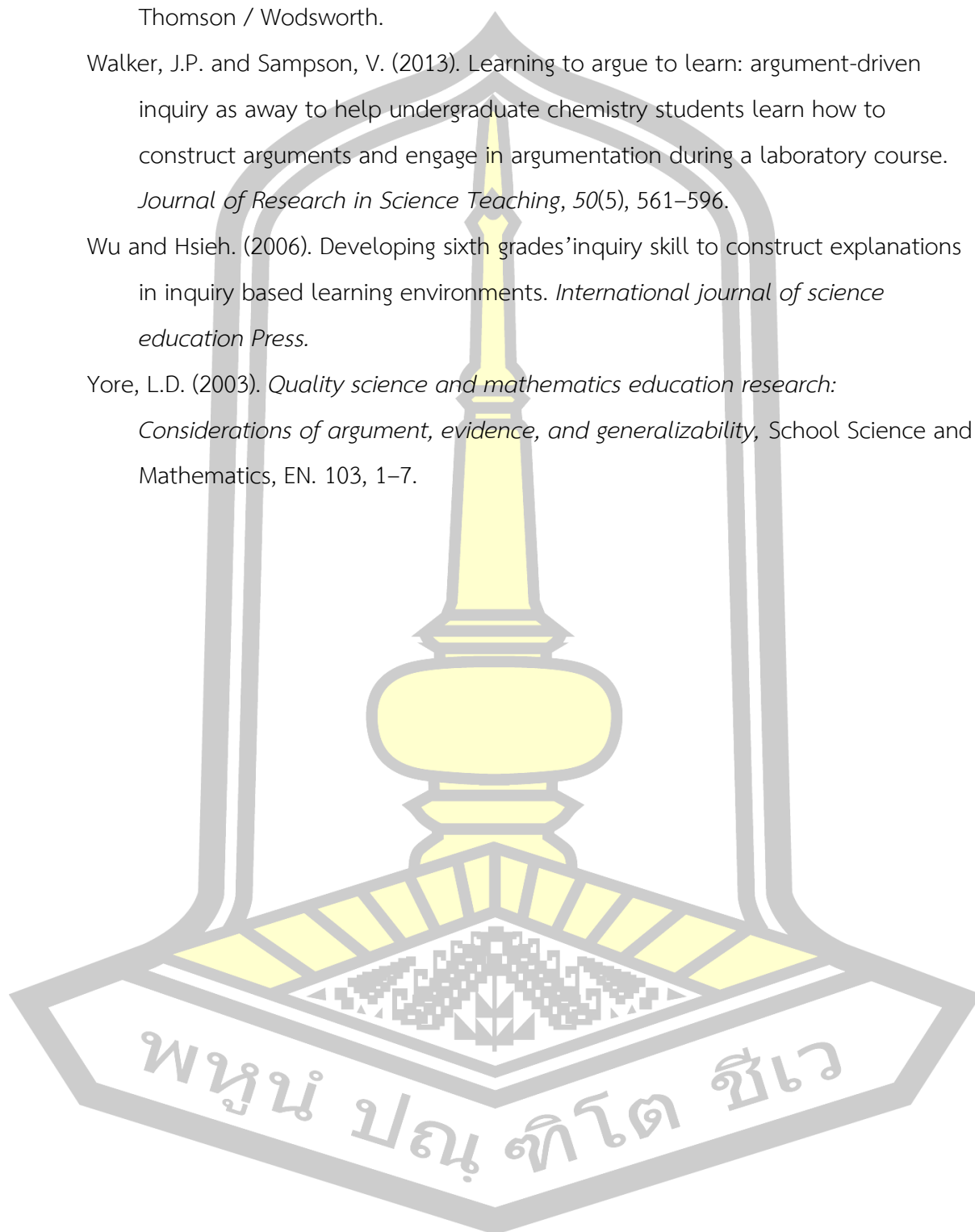
- OECD. (2013). PISA 2015 Assessment and Analytical Framework. In *OECD Publishing* (pp. 48–49).
- Osborne, J.F. (2010). *Arguing to learn in science: The role of collaborative, critical discourse*. *Science*, 328, 463-466.
- Sampson, V. And Clark, D. (2009). The impact of collaboration on the outcomes of scientific argumentation. *Science Education*, 93(3), 448–484.
- Sampson et al. (2011). Argument-driven inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written arguments: An exploratory study. *Science Education*, 95(2), 217–257.
- Sampson, V., Walker, J.P., Anderson, B., and Zimmerman, C.O. (2012). Argument-Driven Inquiry in undergraduate chemistry labs: The impact on students' conceptual understanding, argument skills, and attitudes toward science. *Journal of college science teaching* 41(4): 82-89.
- Sampson, V. and Schleigh, S. (2013). *Scientific argumentation in biology 30 classroom activities*. The National Science Teachers Association.
- Sampson, V. (2014). *The 8 stages of ADI*. Retrieved July 17, 2019, from <http://www.argumentdriveninquiry.com/8-stages-of-adi.html>.
- Santrock, J. W. (2006). *Educational Psychology*. McGraw Hill.
- Stark, R. , Puhl, T. and Krause, U. (2009). Improving scientific argumentation skills by a problem-based learning environment: Effects of an elaboration tool and relevance of student characteristics. *Evaluation and Research in Education*, 22 (1), 51-68.
- Sunal, D.W. , Wright, E.L. and Day, J.B. (2004). *Reform in undergraduate science teaching for the 21st century*. Greenwich, CT: Information Age.
- Toulmin. (2003). *The Uses of Argument*. In Cambridge. Cambridge University Press.
- Tuba, D. and Sedat, U. (2012). *The effect of argument-driven inquiry on pre-service Science teachers 'attitudes and argumentation*.
- Van, E.F.H. (1995). *A world of difference: The rich state of argumentation theory*. *Informal Logic*, 17 (2). 144-158.
- Van, E.F.H. and Grootendorst, R. (2004). *A systematic theory of argumentation: The pragma-dialectic approach*. Cambridge, England: Cambridge University.

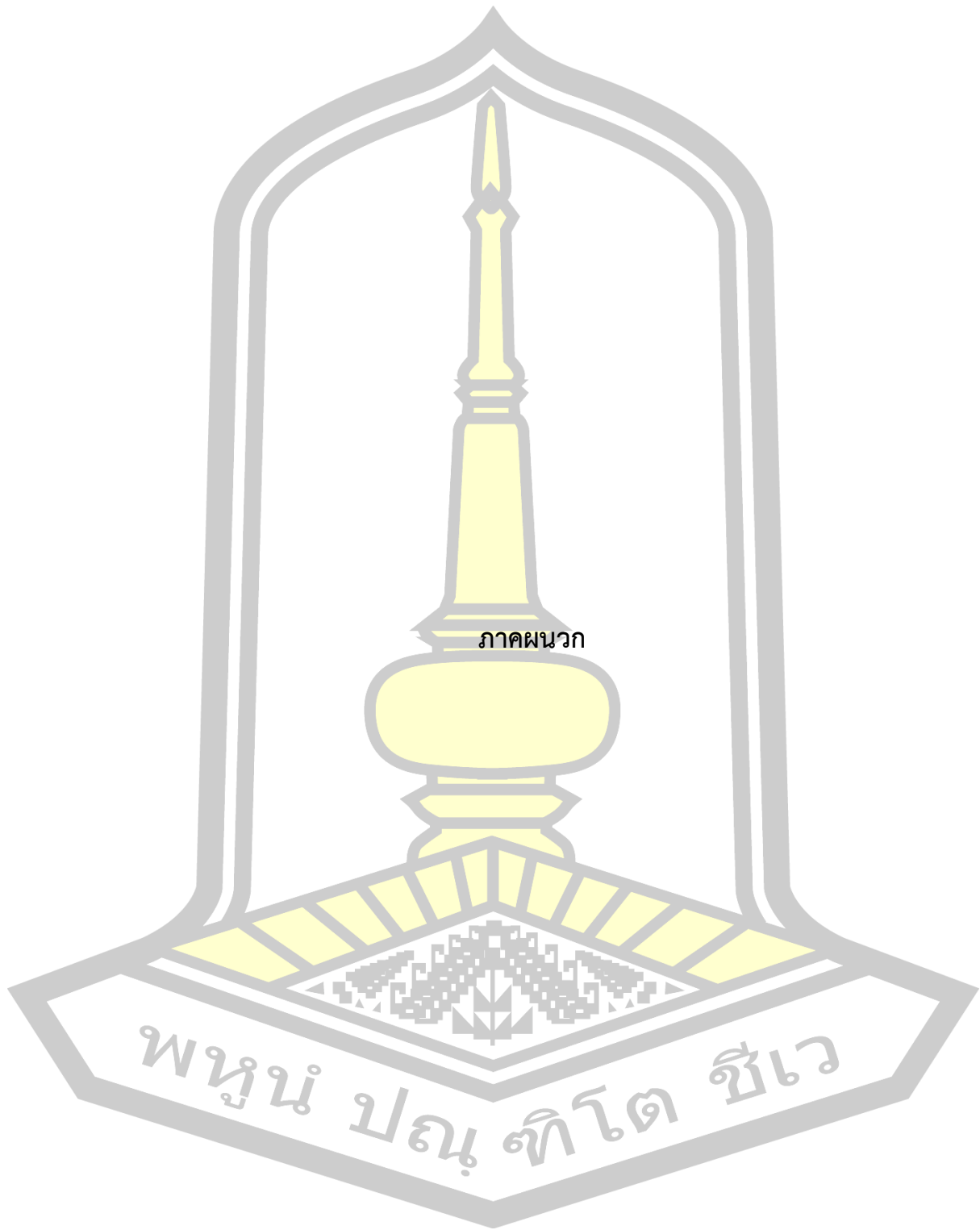
Verlinden, Jay. 2005. *Critical Thinking and Everyday Argument*. Belmont, CA: Thomson / Wodsworth.

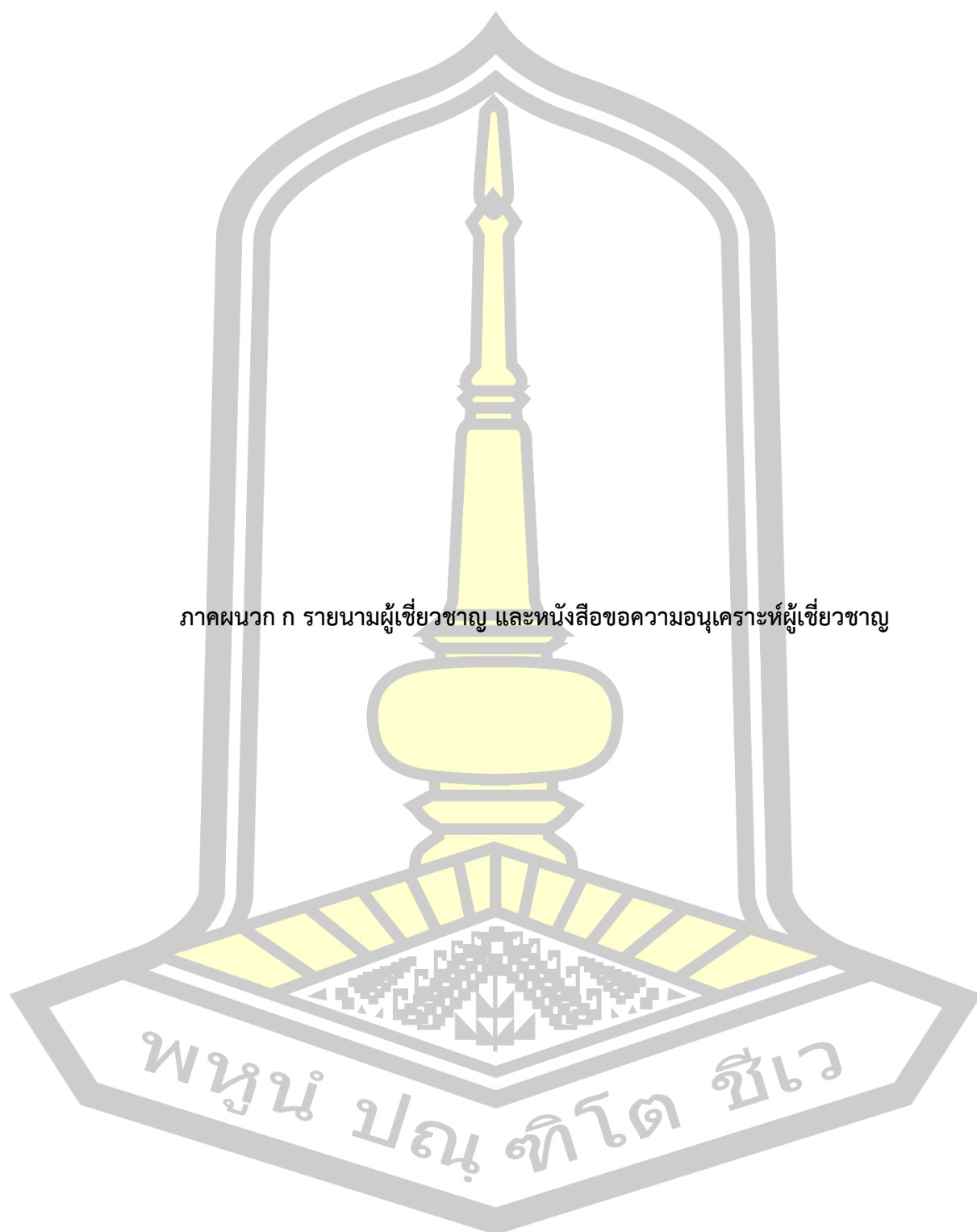
Walker, J.P. and Sampson, V. (2013). Learning to argue to learn: argument-driven inquiry as away to help undergraduate chemistry students learn how to construct arguments and engage in argumentation during a laboratory course. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(5), 561–596.

Wu and Hsieh. (2006). Developing sixth grades' inquiry skill to construct explanations in inquiry based learning environments. *International journal of science education Press*.

Yore, L.D. (2003). *Quality science and mathematics education research: Considerations of argument, evidence, and generalizability*, School Science and Mathematics, EN. 103, 1–7.







ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ และหนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. ผศ.ดร. มนตรี วงษ์สะพาน อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
2. ผศ.ดร.ชนิดาพร ตุ่มปีสุวรรณ อาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
3. ผศ.ดร. วราพร เอราวรรณ อาจารย์ประจำภาควิชาการวัด และประเมินผล
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
4. นางสาวดวงกมล แซ่ตั้ง ครูชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนบรบือ
5. นางสาวอำนวยการ นันทา ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนบรบือ
6. นางสาววารุณี ชัยรงค์ศรี ครูชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนบรบือ
7. นายสมจิต เมืองนาม ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนบรบือ
8. นางสาวณัชชา ศรีเกิน ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนบรบือ
9. นายไพรัตน์ น้อยนนท์ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนบรบือ



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว393 วันที่ 31 มกราคม 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนต์รี วงษ์สะพาน

ด้วย นางสาวจารุพันธ์ พากักดี นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุมาลี ชุกคำแพง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้นำไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โอมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว393 วันที่ 31 มกราคม 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิตาพร ตุ่มปี่สุวรรณ

ด้วย นางสาวจรรุณห์ พากักดี นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุมาลี ชุกำแพง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์





บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว393 วันที่ 31 มกราคม 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราพร เอราวรรมณ์

ด้วย นางสาวจารุพันธ์ พงษ์กิติ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และ
คณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การ
พัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุมาลี
ชุกคำแพง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และ
มีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ
ที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์





ที่ อว 0605.5(2)/ว393

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

31 มกราคม 2563

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางสาวดวงกมล แซ่ตั้ง

ด้วย นางสาวจารุพันธ์ พากักดี นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุมาลี ชูกำแพง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0962393602



ที่ อว 0605.5(2)/ว393

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

31 มกราคม 2563

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางสาวอำนวยการ นันทา

ด้วย นางสาวจารุพันธ์ พากัดดี นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และ
คณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง :
“การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์
ดร. สุมาลี ชูกำแพง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และ
มีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ
ที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า
คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รุ่งสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0962393602



ที่ อว 0605.5(2)/ว393

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

31 มกราคม 2563

เรื่อง ขอบขออนุญาตฯ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางสาววรุณี ไชยรงค์ศรี

ด้วย นางสาวจารุพันธ์ พากักดี นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุมาลี ชูกำแหง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รุ่งสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0962393602



ที่ อว 0605.5(2)/ว393

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

31 มกราคม 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นายสมจิต เมืองนาม

ด้วย นางสาวจารุพันธ์ พากักดี นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุมาลี ชุกำแพง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0962393602



ที่ อว 0605.5(2)/ว393

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

31 มกราคม 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางสาวณัชชา ศรีเกิน

ด้วย นางสาวจารุพันธ์ พากักดี นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และ
คณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง :
“การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาคตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์
ดร. สุมาลี ชุกำแพง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และ
มีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ
ที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิตินัดจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า
คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โยมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิตินัด 0962393602



ที่ อว 0605.5(2)/ว393

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

31 มกราคม 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นายไพรัตน์ น้อยนนท์

ด้วย นางสาวจารุพันธ์ พากักดี นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และ
คณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง :
“การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์
ดร. สุมาลี ชุกกำแพง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และ
มีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ
ที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า
คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0962393602



(ตัวอย่าง)

แผนการจัดการเรียนรู้ 3

หน่วยการเรียนรู้ ระบบย่อยอาหาร
เรื่อง การย่อยอาหารในมนุษย์
เวลาเรียน 2 ชั่วโมง
โรงเรียนบรบือ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ภาคเรียนที่ 2/2562
ผู้สอน นางสาวจารุณันท์ พากักดี

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่ และกระบวนการย่อยอาหาร และการดูดซึมสารอาหารภายในระบบย่อยอาหารของมนุษย์

2. สาระสำคัญ

อาหารที่สิ่งมีชีวิตบริโภคเข้าไป ไม่ว่าจะเป็นชนิดใดก็ตาม จะนำเข้าสู่เซลล์ได้ก็ต่อเมื่ออยู่ในรูปของสารอาหารที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก คือ กรดอะมิโน น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว กลีเซอรอล และกรดไขมัน นั่นก็คือ อาหารโมเลกุลใหญ่ที่สิ่งมีชีวิตรับประทานเข้าไปจำเป็นต้องแปรสภาพให้มีขนาดเล็กลง การแปรสภาพของอาหารดังกล่าวเกิดจากปฏิกิริยาเคมีที่อาศัยการทำงานของเอนไซม์ย่อยอาหาร โดยทั่วไปเรียกว่า น้ำย่อย จากนั้นโมเลกุลของสารอาหารจะถูกดูดซึมเข้าสู่เซลล์ กระบวนการแปรสภาพอาหารที่มีโมเลกุลใหญ่ให้มีโมเลกุลเล็กลง เรียกว่า การย่อยอาหาร (Digestion)

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 3.1 นักเรียนสามารถบอกความแตกต่างของการย่อยเชิงกล และเชิงเคมีได้ (k)
- 3.2 นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น ๆ เกี่ยวกับการย่อยอาหารของมนุษย์ได้ (P)
- 3.3 นักเรียนให้ความร่วมมือในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (A)

4. สาระการเรียนรู้

- การย่อยอาหาร (Digestion) หมายถึง กระบวนการสลายอนุภาคอาหารให้มีขนาดเล็กสุด จนสามารถดูดซึมเข้าไปในเซลล์ได้เมื่อมนุษย์รับประทานอาหารเข้าสู่ร่างกาย จะผ่านระบบต่าง ๆ ดังนี้ ปาก หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ ของเสียออกทางทวารหนัก

- การย่อยอาหารมี 2 ขั้นตอน

1. การย่อยเชิงกล (Mechanical digestion) เป็นกระบวนการทำให้อาหารมีขนาดเล็กลง เพื่อสะดวกต่อการเคลื่อนที่และการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่อไป โดยการบดเคี้ยว รวมทั้งการบีบตัวของทางเดินอาหาร ยังไม่สามารถทำให้อาหารมีขนาดเล็กสุด จึงไม่สามารถดูดซึมเข้าเซลล์ได้

2. การย่อยทางเคมี (Chemical digestion) เป็นการย่อยอาหารให้มีขนาดเล็กที่สุด โดยการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่าง อาหาร กับ น้ำ โดยตรง และจะใช้เอนไซม์หรือน้ำย่อยเข้าเร่งปฏิกิริยา

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1. ชั้นระบุภาระงานและถามคำถามนำ

1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการตั้งคำถามดังต่อไปนี้ เพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย

- ครูนำเสนอวิดีโอทัศน์เกี่ยวกับการบริโภคอาหารในชีวิตประจำวัน เช่น ข้าว เนื้อสัตว์ นม เป็นต้น และถามคำถามเพื่อกระตุ้นความรู้เดิมดังนี้ เมื่อนักเรียนรับประทานอาหารเช้าไปแล้ว นักเรียนทราบหรือไม่ว่าอาหารที่นักเรียนรับประทานผ่านกระบวนการย่อยอาหารได้อย่างไร

1.2 ครูให้นักเรียนดูรูปภาพอวัยวะต่าง ๆ ในระบบย่อยอาหารแล้วร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับโครงสร้างของอวัยวะในระบบย่อยอาหาร โดยตอบคำถาม ดังนี้

- อาหารที่นักเรียนรับประทานเข้าไปจะเคลื่อนที่ผ่านไปตามอวัยวะใดบ้างในระบบย่อยอาหาร

- นักเรียนทราบหรือไม่ว่าหลังการเคี้ยวข้าวในปากจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

- นักเรียนคิดว่าในปากมีการย่อยเกิดขึ้นหรือไม่ อย่างไร

1.3 ครูระบุภาระงานสำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ การย่อยอาหารในมนุษย์ ดังนี้

- นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยการนับ 1-5 คนที่นับเลขเหมือนกันให้มาอยู่กลุ่มเดียวกัน

- ให้นักเรียนทำการตรวจสอบว่า ข้าวเจ้าสุกที่บดให้ละเอียด และข้าวเจ้าสุกที่เคี้ยวให้ละเอียดนาน 30 วินาทีมาหยดสารละลายเบเนดิกต์แล้วนำไปต้ม ผลที่ได้เป็นอย่างไร

- นักเรียนตั้งจุดประสงค์ของการทดลอง และสมมติฐาน

- ครูแจกใบกิจกรรมการทดลองการย่อยแป้งในปากให้กับนักเรียนแต่ละกลุ่ม

ขั้นที่ 2 การออกแบบวิธีการตรวจสอบและการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 นักเรียนศึกษาใบกิจกรรมการทดลองการย่อยแป้งในปาก เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยให้วางแผนออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูล กำหนดขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบ การหาแหล่งข้อมูล การออกแบบการวิเคราะห์ข้อมูล รวมถึงออกแบบการบันทึกผลการทดลอง

2.4 ครูตรวจสอบการออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลนักเรียนอีกครั้ง และให้ข้อเสนอแนะให้นักเรียนเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

2.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำการทดลอง และบันทึกผลการทดลอง

2.6 เมื่อนักเรียนเก็บข้อมูลจากการทดลองเสร็จสิ้นแล้ว ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมตอบคำถามดังนี้

- สารที่ใช้ในการทดสอบการย่อยแป้งในปากคือสารใด
- เมื่อนำข้าวเจ้าสุกที่บดให้ละเอียดกับข้าวเจ้าสุกที่เคี้ยวให้ละเอียดนาน 30 วินาที มาหยด

สารละลาย

เบนเดกต์แล้วนำไปต้ม ผลเป็นอย่างไร

- จากการทดสอบทำให้ทราบว่าสารในหลอดทดลองหลอดที่ 2 คืออะไร
- การเคี้ยวข้าวเจ้าสุกเป็นการย่อยหรือไม่ เพราะเหตุใด

ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว

3.1 นักเรียนทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมการทดลองในรูปแบบต่าง ๆ เช่น กราฟ แผนภูมิ ตาราง รูปภาพ เป็นต้น

3.2 ครูให้นักเรียนทำการอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อสรุปผลการสำรวจตรวจสอบเป็นข้อโต้แย้งชั่วคราว โดยวิเคราะห์และแปลผลข้อมูล จากหลักฐานที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ และอภิปรายร่วมกับนักเรียนในองค์ประกอบของการสร้างข้อโต้แย้งเบื้องต้น

3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเขียนข้อแย้งในกระดาษบุฟแผ่นใหญ่และ เตรียมการนำเสนอเพื่อนำไปโต้แย้งร่วมกับเพื่อนในห้องในขั้นถัดไป

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง

4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอข้อโต้แย้งชั่วคราวหน้าชั้นเรียน โดยให้พูดถึง ข้อกล่าวอ้างสรุปผลการสำรวจตรวจสอบ หลักฐานที่เก็บมาได้ รวมถึงการให้เหตุผลที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐาน และข้อกล่าวอ้างที่สนับสนุนกัน และให้นักเรียนในชั้นเรียนซักถามและวิจารณ์ข้อโต้แย้ง หรือความเห็นที่ต่างกันของกลุ่มอื่น

4.2 นักเรียนภายในกลุ่มที่นำเสนอ จดบันทึกความคิดเห็นและหลักฐานของเพื่อนกลุ่มที่แสดงความคิดเห็น

4.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อคิดเห็นที่ได้หลังจากนำเสนอ มาเขียนลงในใบกิจกรรมการทดลอง ในส่วนของกิจกรรมการโต้แย้งที่ครูแจกให้ ว่าข้อโต้แย้งใดตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักฐาน และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ หรือข้อโต้แย้งใดตั้งอยู่บนหลักฐานการพิจารณาอื่น ๆ

4.4 นักเรียนพิจารณากลุ่มของข้อคิดเห็นที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักฐานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ว่าข้อคิดเห็นนี้สอดคล้องกับหลักฐาน ของกลุ่มที่กล่าวอ้างหรือไม่ เพื่อที่จะยอมรับและ

ไม่ยอมรับข้อกล่าวอ้าง และเหตุผลของกลุ่มนั้น เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงข้อมูลที่เกิดขึ้น พร้อมบอกเหตุผลที่ยอมรับ และไม่ยอมรับข้อคิดเห็นที่เพื่อนเสนอ

ขั้นที่ 5 การอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ

5.1 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายกิจกรรมการทดลอง เรื่องการย่อยแป้งในปาก ที่ถูกต้อง โดยใช้หลักฐานจากการสำรวจตรวจสอบของนักเรียนในการอ้างถึง และยกตัวอย่าง ดังนี้

- การย่อยในปาก มีทั้งการย่อยเชิงกลและการย่อยเชิงเคมี การย่อยเชิงกล เป็นการทำให้อาหารมีชิ้นเล็กลง เช่นการเคี้ยวอาหาร การบิตัวของกล้ามเนื้อทางเดินอาหาร ส่วนการย่อยเชิงเคมี เป็นกระบวนการที่ทำให้สารโมเลกุลใหญ่มีขนาดเล็กลง ร่างกายสามารถดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือด การย่อยเชิงเคมีเกิดจากการทำงานของเอนไซม์ในระบบย่อยอาหาร การย่อยแป้งในปากจัดเป็นการย่อยเชิงเคมีเนื่องจากการเป็นสลายโมเลกุลของแป้งให้เป็นน้ำตาล

- การเปลี่ยนแปลงในหลอดทดลองทั้งสองมีความแตกต่างกัน โดยหลังจากต้มสารในหลอดที่ 1 ปรากฏสารละลายมีสีฟ้าเหมือนเดิม ส่วนในหลอดที่ 2 สารละลายเปลี่ยนเป็นสีเหลือง

- ในหลอดที่ 2 มีสารที่เกิดขึ้นคือน้ำตาล โดยน้ำตาลเกิดจากการย่อยแป้ง ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลใหญ่ ให้เป็นน้ำตาลที่มีโมเลกุลเล็กลง ในน้ำตาลจึงน่าจะมีสารที่สามารถย่อยแป้งได้

5.2 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามในประเด็นที่สงสัยเกี่ยวกับผลการทดลอง และหากนักเรียนกลุ่มใดมีการสรุปผลการทดลองผิดให้แก้ไขให้ถูกต้องโดยการอธิบายสิ่งที่ผิดว่าผิดอย่างไร และที่ถูกต้องควรเป็นอย่างไร โดยใช้หลักฐานจากการสำรวจตรวจสอบเพื่ออธิบายและชี้ให้เห็นว่านักเรียนคลาดเคลื่อนที่ขั้นตอนใดในการสำรวจตรวจสอบ

ขั้นที่ 6 การเขียนรายงานผลการตรวจสอบ

6.1 ผู้สอนได้มอบหมายงานให้นักเรียนทำเพิ่มเติมนอกเวลาเรียน โดยให้นักเรียนกลับไปเขียนรายงานผลการตรวจสอบข้อมูล โดยในรายงานประกอบด้วย

1. วัตถุประสงค์ของการสำรวจตรวจสอบ
2. คำถามนำการสำรวจตรวจสอบ
3. อุปกรณ์การสำรวจตรวจสอบ
4. วิธีการตรวจสอบ
5. ขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบ
6. ผลการสำรวจตรวจสอบ
7. สิ่งที่ควรปรับปรุง

ขั้นที่ 7 การตรวจสอบโดยเพื่อน

7.1 นักเรียนสลับกันตรวจรายงาน โดยให้นักเรียนเขียนวิจารณ์รายงานการโต้แย้งตามความเข้าใจของตนเอง ตามเกณฑ์ประเด็นดังนี้

- ขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบเหมาะสมหรือไม่อย่างไร
- คำกล่าวอ้างมีหลักฐานจากการสำรวจตรวจสอบรองรับหรือไม่อย่างไร
- คำกล่าวอ้างกับหลักฐานมีความสัมพันธ์ตามที่ได้ให้เหตุผลไว้หรือไม่อย่างไร
- การให้เหตุผลถูกต้องตามทฤษฎีหรือไม่ พร้อมทั้งลงชื่อกำกับเมื่อวิจารณ์เสร็จสิ้นแล้วรวบรวม

รายงานการโต้แย้งให้ผู้สอน

ขั้นที่ 8 การปรับปรุงและส่งรายงาน

8.1 นักเรียนนำรายงานที่เพื่อนตรวจสอบแล้ว นำมาแก้ไขตามคำแนะนำของเพื่อน จากนั้นนำรายงานส่งผู้สอน

6. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่านการประเมิน
3.1 นักเรียนสามารถบอกความแตกต่างของการย่อยเชิงกล และเชิงเคมีได้ (k)	- การทำแบบทดสอบ	-แบบทดสอบ	ได้คะแนนมากกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
3.2 นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น ๆ เกี่ยวกับการย่อยอาหารของมนุษย์ได้ (P)	- การทำแบบทดสอบ	-แบบทดสอบ	ได้คะแนนมากกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
3.3 นักเรียนให้ความร่วมมือในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (A)	- การสังเกตพฤติกรรม	-แบบสังเกต	อยู่ในระดับดีขึ้นไป

7. สื่อ / แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 4 ของ สสวท ปี 2560
2. อุปกรณ์การทดลองในเรื่อง การย่อยแป้งในปาก
3. ใบกิจกรรมเรื่องการย่อยแป้งในปาก
4. รายงานผลการตรวจสอบ

8. กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

9. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้
ผลการจัดเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

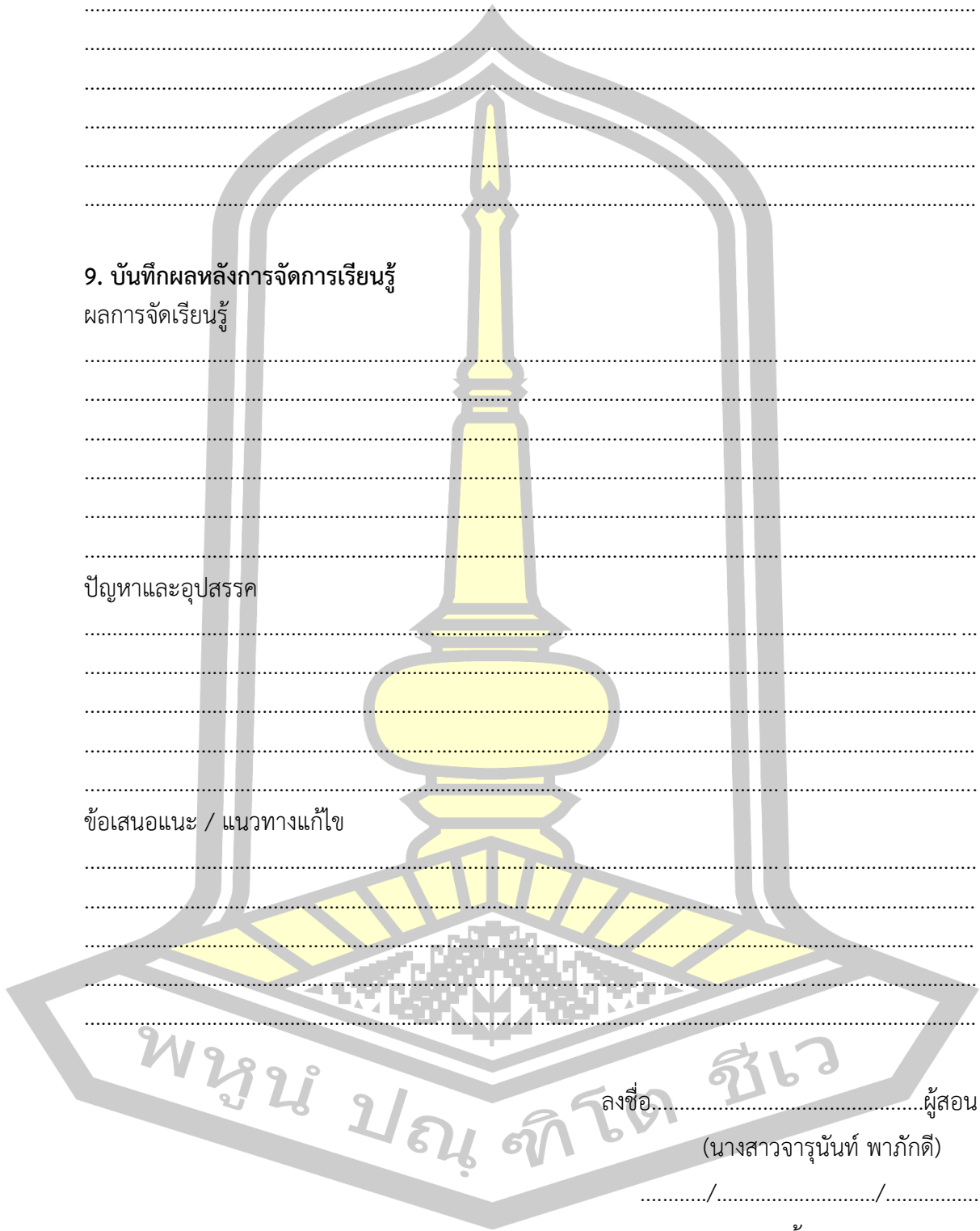
ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....



ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวจรรุณันท์ พากักดี)

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

ครูผู้สอน

ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

ใช้สอนได้ แก้ไขปรับปรุง

.....

.....

.....

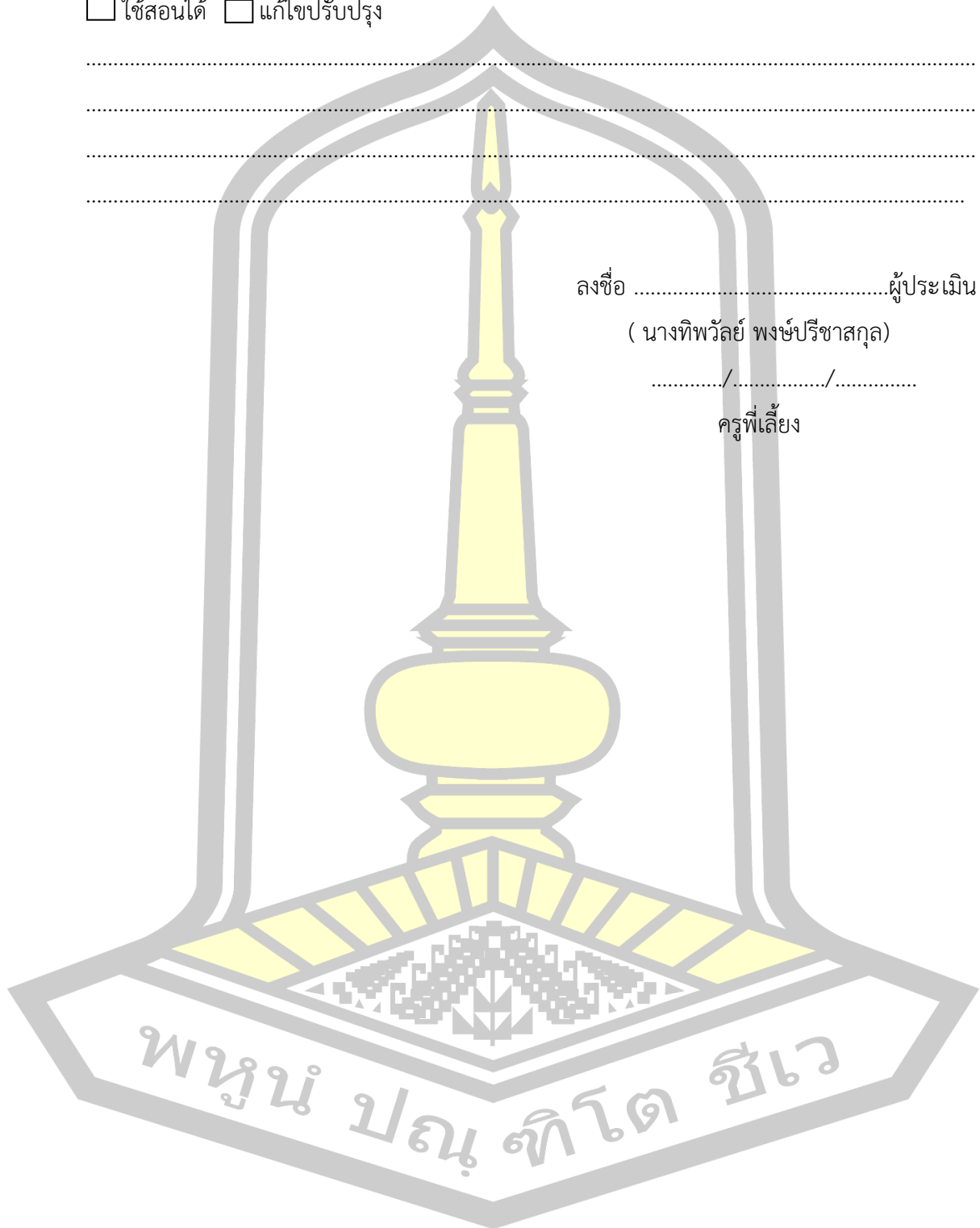
.....

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(นางทิพวัลย์ พงษ์ปรีชาสกุล)

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

ครูพี่เลี้ยง



ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง การย่อยแป้ง

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การย่อยแป้งในปาก แล้วส่งตัวแทนนำเสนอหน้าชั้นเรียน

วัสดุอุปกรณ์

- | | |
|------------------------------------|---------------------------------|
| 1. ข้าวเจ้าสุก | จำนวน 1 ช้อนโต๊ะ/กลุ่ม |
| 2. น้ำกลั่น | จำนวน 10 cm ³ /กลุ่ม |
| 3. สารละลายเบเนดิกต์ | จำนวน 2 cm ³ /กลุ่ม |
| 4. หลอดทดลองขนาดกลาง | จำนวน 2 หลอด/กลุ่ม |
| 5. ปีกเกอร์ขนาดกลาง | จำนวน 1 ใบ/กลุ่ม |
| 6. ตะเกียงแอลกอฮอล์ พร้อมที่กั้นลม | จำนวน 1 ชุด/กลุ่ม |
| 7. หลอดหยด | จำนวน 1 อัน/กลุ่ม |
| 8. ไม้ขีดไฟหรือไฟแช็ค | จำนวน 1 กิ่ง/กลุ่ม |
| 9. ปากคีบ | จำนวน 1 อัน/กลุ่ม |
| 10. โกร่งบดสาร | จำนวน 1 ชุด/กลุ่ม |
| 11. ช้อนโต๊ะ | จำนวน 1 อัน/กลุ่ม |

วิธีปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง

1. นำข้าวเจ้าสุกประมาณ 1 ช้อนโต๊ะ มาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน แล้วปฏิบัติดังนี้
 - 1.1 นำข้าวเจ้าสุกส่วนที่ 1 มาบดให้ละเอียดแล้วใส่ลงในหลอดทดลองที่ 1
 - 1.2 เติมน้ำกลั่นลงในหลอดทดลองที่ 1 ปริมาตร 1 cm³
 - 1.3 นำข้าวเจ้าสุกส่วนที่ 2 มาเคี้ยวให้ละเอียดนานประมาณ 30 วินาที โดยก่อนเคี้ยวข้าวควรบ้วนปากให้สะอาด แล้วใส่ลงในหลอดทดลองหลอดที่ 2
2. หยดสารละลายเบเนดิกต์ 7 หยด ลงในหลอดทดลองทั้งสองหลอด
3. นำหลอดทดลองทั้งสองหลอดไปต้มในน้ำเดือดประมาณ 2 นาที
4. สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง

รายงานการตรวจสอบ

เรื่อง การย้อยแบ่ง

ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....ชั้น.....

1. วัตถุประสงค์ของการสำรวจตรวจสอบ

.....

.....

.....

2. คำถามนำการสำรวจตรวจสอบ

.....

.....

.....

3. อุปกรณ์การสำรวจตรวจสอบ

.....

.....

.....

.....

4. วิธีการตรวจสอบ

.....

.....

.....

.....

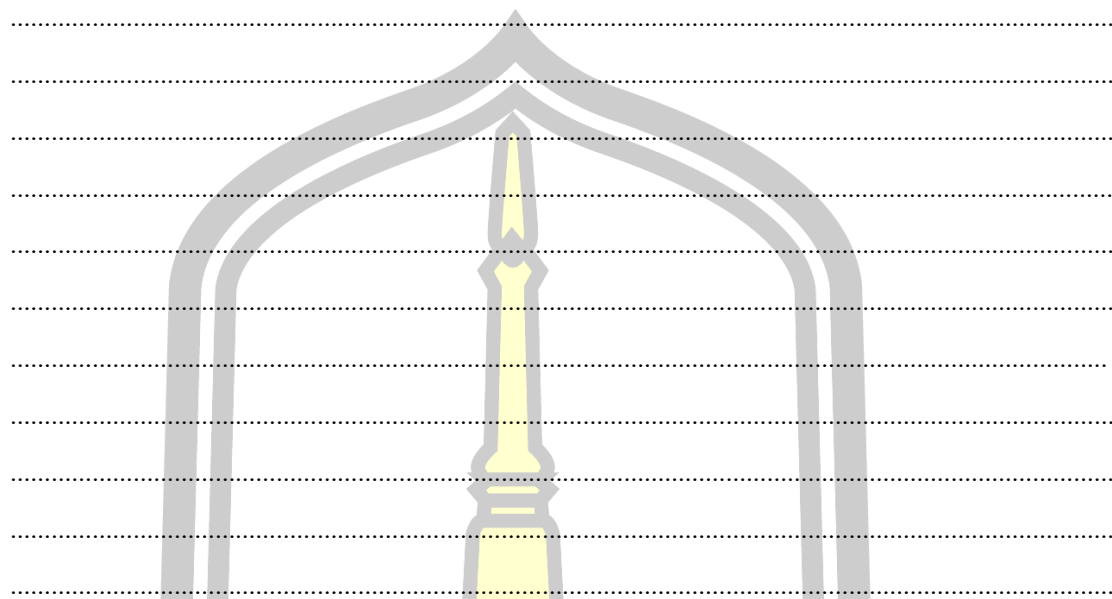
.....

.....

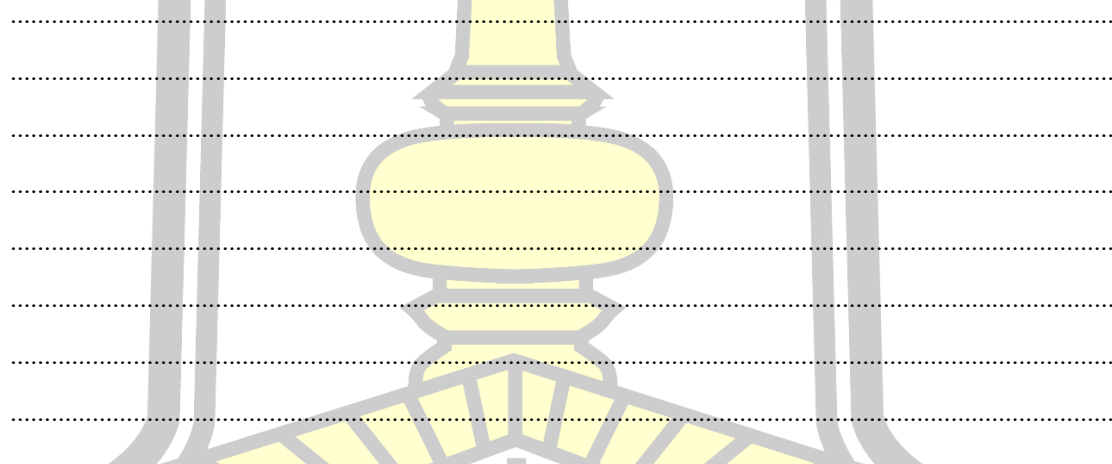
.....

พูน ปรุ ทิโต สีเว

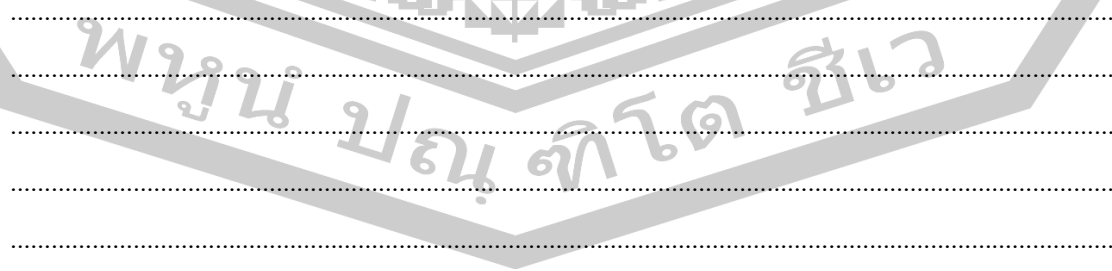
5. ขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบ



6. ผลการสำรวจตรวจสอบ



7. สิ่งที่ต้องปรับปรุง



พจนานุกรมศัพท์โต ชีเว

ใบกิจกรรมการโต้แย้ง

เรื่อง การย่อยอาหารของมนุษย์

คำชี้แจง ให้นักเรียนแยกข้อโต้แย้งของเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ที่แสดงความคิดเห็นต่อบทเรียนของกลุ่มตนเองในกิจกรรมการโต้แย้ง

ข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	หลักฐาน / ทัศนวิ	ข้อโต้แย้งจากการพิจารณาอื่น ๆ	หลักฐาน / ทัศนวิอื่น ๆ

ข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่เลือกคือ

.....

.....

.....

เหตุผลที่เลือกข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์นี้คือ

.....

.....

(ตัวอย่าง)

แบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

สถานการณ์ที่ 1 ใช้ตอบคำถามข้อ 1-2



คอลลาเจน เป็นสิ่งที่ร่างกายสามารถสร้างขึ้นเองได้ และได้รับจากอาหารหลายประเภท แต่ในคนที่มียุ่่มากขึ้นโดยเฉพาะคนที่มียุ่่มากกว่า 30 ปีขึ้นไป พบว่าการสังเคราะห์คอลลาเจนจะลดลง รวมถึงผู้ที่มีปัจจัยบางอย่างทำให้คอลลาเจนเสื่อมสภาพหรือถูกทำลายได้ง่าย เช่น ผู้ที่พักผ่อนไม่เพียงพอ ผู้ที่มีความเครียด ผู้ที่สูบบุหรี่ เป็นต้น เมื่อได้รับคอลลาเจนที่ไม่เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย จึงทำให้ผิวหนังห่อ่นคล้อย เหี่ยวยุ่น ไม่เรียบเนียน และเกิดริ้วรอย ดังนั้นสาวๆ หลายนคนถึงพยายามสรรหาอาหารเสริมคอลลาเจนมากินบำรุงผิวพรรณและบำรุงสุขภาพ จนตอนนี้ตลาดอาหารเสริม "คอลลาเจน"

ดร.ฉัตรภา หัตถโกศล (DrPH, RD) อาจารย์ประจำภาควิชาโภชนวิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล แนะนำถึงการรับประทานอาหารเสริมคอลลาเจนให้ได้ประโยชน์สูงสุด ดังนี้

1. ดื่มน้ำมาก ๆ : คอลลาเจนนั้นต้องการสารละลายในการดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย หากร่างกายได้รับน้ำในปริมาณที่ไม่เพียงพอ ร่างกายก็จะไม่สามารถดูดซึมคอลลาเจนไปใช้ได้เกิดประโยชน์ได้
2. รับประทานวิตามินซี : วิตามินซีมีส่วนช่วยในการดูดซึมคอลลาเจนเข้าสู่ร่างกาย ดังนั้นเพื่อได้รับประโยชน์สูงสุด จึงควรรับประทานคอลลาเจนควบคู่ไปกับอาหารที่มีวิตามินซีสูง
3. รับประทานขณะท้องว่าง : มีงานวิจัยระบุไว้ว่า การเลือกรับประทานคอลลาเจนชนิดเม็ดหรือน้ำ นั้น ควรรับประทานตอนเช้าขณะท้องว่าง หรือก่อนรับประทานอาหารเช้า 30 นาที เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซึมคอลลาเจนที่ดีที่สุด

ที่มา : <https://www.thairath.co.th/lifestyle/woman/health/1590148>

คำถามที่ 1

นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่อย่างไร กับข้อความที่ว่า “การรับประทานอาหารเสริมคอลลาเจน จะช่วยบำรุงผิวพรรณให้ดูขาวใส” พร้อมให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

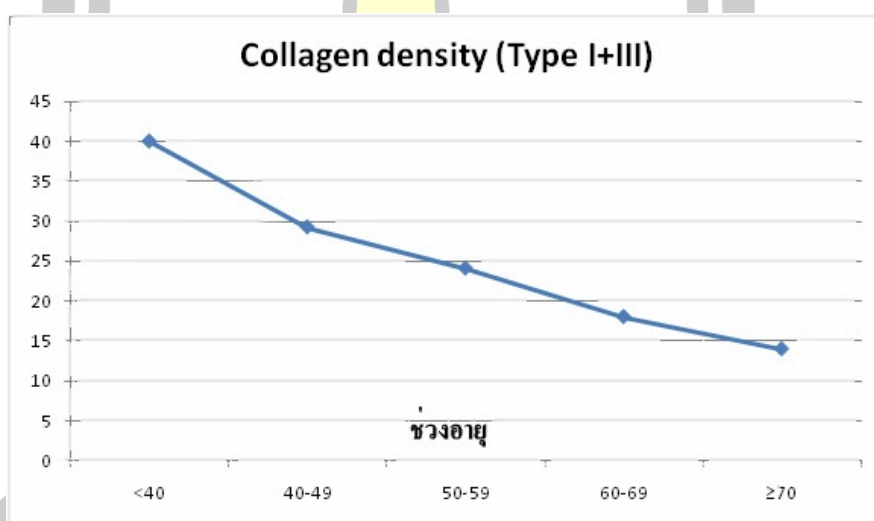
.....

.....

.....

ใช้รูปภาพนี้ตอบคำถามข้อ 2

ข้อมูลแสดงความหนาแน่นของคอลลาเจนในผิวที่ช่วงวัยต่าง ๆ



ที่มา: Ortolan. *et al.*, 2013

คำถามที่ 2 นักเรียนสองมีความคิดเห็นไม่ตรงกันเกี่ยวกับข้อมูลของความแตกต่างของช่วงอายุต่อการมีความหนาแน่นของคอลลาเจน

นักเรียนคนที่ 1 คิดว่าความแตกต่างของความหนาแน่นของคอลลาเจนที่ลดลงเมื่ออายุเพิ่มมากขึ้นมีสาเหตุมาจากประสิทธิภาพการดูดซึมสารคอลลาเจน และการสร้างคอลลาเจนในร่างกายมีประสิทธิภาพการทำงานลดน้อยลง เนื่องจาก เซลล์ภายในร่างกายเริ่มเสื่อมสภาพ ไม่เกี่ยวข้องกับการปัจจัยภายนอกแต่อย่างใด

นักเรียนคนที่ 2 คิดว่าความแตกต่างของความหนาแน่นของคอลลาเจนที่ลดลงเมื่ออายุเพิ่มมากขึ้นมีสาเหตุมาจากความเครียด การพักผ่อนไม่เพียงพอ การดื่มแอลกอฮอล์ รับประทานอาหารไม่ครบโภชนาการ เนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ จากภายนอกย่อมส่งผลต่อร่างกายได้เสมอ หากไม่ดูแลสุขภาพจากข้อสรุปข้างต้น จงพิจารณาว่าข้อสรุปของนักเรียนคนใดมีความน่าเชื่อถือมากที่สุด เพราะเหตุใดจงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใช้ตารางต่อไปนี้ตอบคำถาม ข้อ 3

อาหาร	ผลการทดสอบกับสารละลาย			ถูกกับกระดาษ
	ไอโอดีน	ไบยูเรต	เบเนดิกต์	
A	สีน้ำเงินเข้ม	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง
B	ไม่เปลี่ยนแปลง	สีม่วง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง
C	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	โปร่งแสง
D	ไม่เปลี่ยนแปลง	สีม่วง	ตะกอนอิฐแดง	ไม่เปลี่ยนแปลง
E	สีน้ำตาล	สีฟ้า	สีฟ้า	ไม่เปลี่ยนแปลง

ก. ไข่ขาว ข. น้ำมันหมู ค. ฟรุ๊ทโทส ง. แป้ง จ. น้ำมันถั่วเหลือง
 ฉ. น้ำ

คำถามที่ 3

A, B, C, D, E, F คืออาหารชนิดใด

A คือ..... B คือ.....

C คือ..... D คือ.....

E คือ.....

จงใช้สถานการณ์: ผลของความเป็นกรด/ต่าง ต่อกิจกรรมของเอนไซม์ ตอบคำถามข้อ 4-5

ความเป็นกรดเป็นด่าง มีผลต่อปฏิกิริยาของเอนไซม์ เอนไซม์แต่ละชนิดจะทำงานได้ดีที่สุดในสภาวะที่มีความเป็นกรดเป็นด่างพอเหมาะ ซึ่งอาจแตกต่างกัน เช่น ซูเครสทำงานได้ดีที่สุดที่ pH 6.2 ลิเพส 7.0 และทริปซิน อยู่ที่ 8-11

ตารางแสดงผลความเป็นกรด/ต่าง ต่อกิจกรรมของเอนไซม์

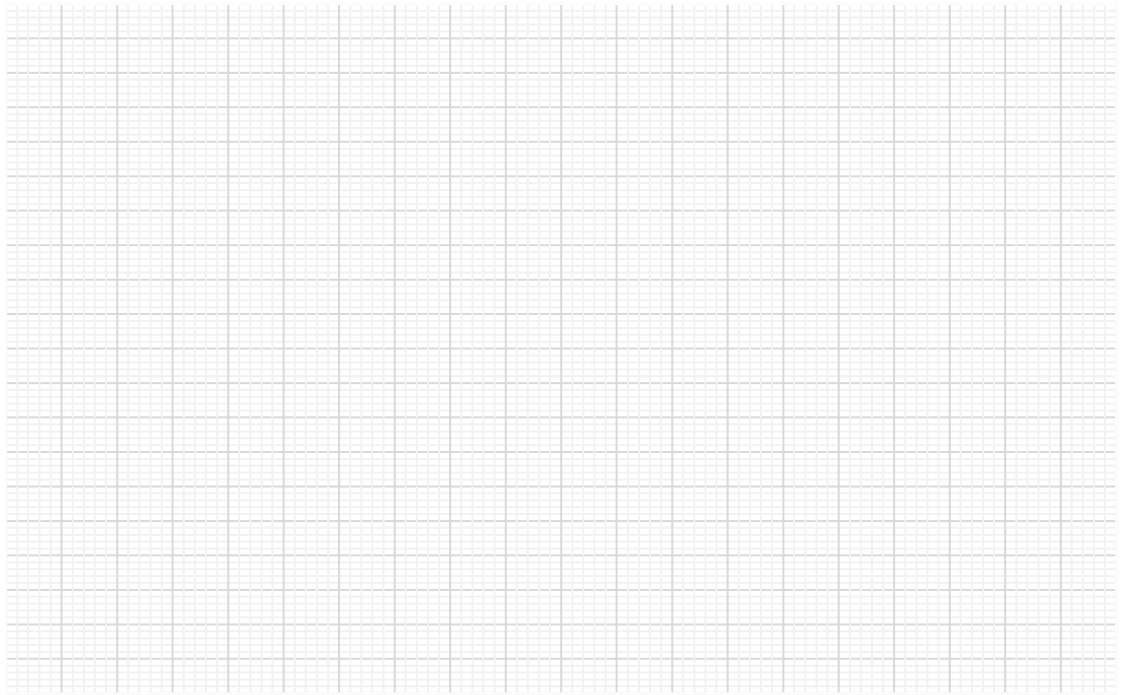
หลอดที่	ส่วนประกอบ	สีเริ่มต้น	สีหลังจากผ่านไป 5 นาที	ความเข้มสี
A	น้ำกลั่น pH 3 จำนวน 10 มล. เอนไซม์ 10 หยด ซึบสเตรท 10 หยด	ใส	ขาวขุ่น	+
B	น้ำกลั่น pH 5 จำนวน 10 มล. เอนไซม์ 10 หยด ซึบสเตรท 10 หยด	ใส	เหลืองอ่อน	++
C	น้ำกลั่น pH 7 จำนวน 10 มล. เอนไซม์ 10 หยด ซึบสเตรท 10 หยด	ใส	ส้มอ่อน	+++
D	น้ำกลั่น pH 9 จำนวน 10 มล. เอนไซม์ 10 หยด ซึบสเตรท 10 หยด	ใส	ส้มอ่อน	+++
E	น้ำกลั่น pH 11 จำนวน 10 มล. เอนไซม์ 10 หยด ซึบสเตรท 10 หยด	ใส	น้ำตาลอ่อน	++++

หมายเหตุ จำนวนเครื่องหมาย + แสดงแทนความเข้มของสีมากน้อย

พูนุ ปณุกิตโต ชีเว

คำถามข้อที่ 4

จากข้อมูลตารางที่กำหนดให้ จงนำมาเขียนกราฟเส้นที่แสดง ผลความเป็นกรด/ด่าง ต่อกิจกรรมของ เอนไซม์



คำถามข้อที่ 5

จงสรุปผลความเป็นกรด/ด่าง ต่อกิจกรรมของเอนไซม์



เกณฑ์การให้คะแนน

ข้อที่ 1 ตัวบ่งชี้ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

3 คะแนน : ตอบไม่เห็นด้วย และให้เหตุผลในทำนอง คอลลาเจนเมื่อรับประทานไปแล้วไม่ได้ช่วยให้เกิดความขาว ประโยชน์ของคอลลาเจนนั้นในแง่ของผิวพรรณ จะช่วยในเรื่องของการยืดหยุ่น การเต่งตึง การกระชับของผิวพรรณต่อต้านการเกิดริ้วรอยก่อนวัย ดังนั้นการรับประทานคอลลาเจนก็ยังเป็นวิธีหนึ่งในการชะลอริ้วรอยได้ ส่วนเรื่องความขาวคอลลาเจนไม่สามารถช่วยได้ ซึ่งการทานคอลลาเจนต่าง ๆ สามารถทานได้ แต่การทานคอลลาเจนในรูปแบบของอาหารจะได้ประโยชน์มากกว่า เช่นปลาทะเล หอยนางรม ไข่ไก่ คะนํ้า บล็อกโคลี่ เป็นต้น

2 คะแนน: ตอบ ไม่เห็นด้วย และบอกว่าอาหารเสริมคอลลาเจนไม่ได้ช่วยให้ผิวขาว แต่ช่วยทำให้ผิวใสขึ้น ผิวเต่งตึง แต่ไม่มีการให้เหตุผลที่ชัดเจน

1 คะแนน: ตอบไม่เห็นด้วย แต่ไม่สามารถให้เหตุผลได้

0 คะแนน: ไม่เขียนคำตอบ หรือตอบไม่ตรงประเด็นคำถาม

ข้อที่ 2 ตัวบ่งชี้แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น

3 คะแนน : ตอบนักเรียนคนที่ 2 และอธิบายว่าปัจจัยภายนอกส่งผลให้คอลลาเจนเสื่อมสภาพหรือถูกทำลายได้ซึ่งพฤติกรรมและการรับประทานอาหารบางชนิดเป็นปัจจัยภายนอกที่สำคัญในการเร่งให้ผิวแห้งสูญเสียคอลลาเจนได้ง่าย เช่น ผู้ที่พักผ่อนไม่เพียงพอ ผู้ที่มีความเครียด ผู้ที่สูบบุหรี่ เป็นต้น ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะทำให้ผิวแห้งหยาบคล้อย เหี่ยวย่น ไม่เรียบเนียนและเกิดริ้วรอยได้ ดังนั้นการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้ชีวิตและการเลือกรับประทานอาหารจะทำให้ผิวดูอ่อนวัย

2 คะแนน : ตอบนักเรียนคนที่ 2 และอธิบายว่าปัจจัยภายนอกย่อมส่งผลต่อคอลลาเจนในร่างกาย ไม่ได้มีเพียงปัจจัยภายในอย่างเดียว พร้อมยกตัวอย่างเช่นแสงแดด แต่ไม่มีการให้เหตุผลที่ชัดเจน

1 คะแนน : ตอบนักเรียนคนที่ 2 แต่ไม่เขียนอธิบายเหตุผล

0 คะแนน: ไม่เขียนคำตอบ หรือตอบไม่ตรงประเด็นคำถาม

ข้อที่ 3 ตัวบ่งชี้วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป

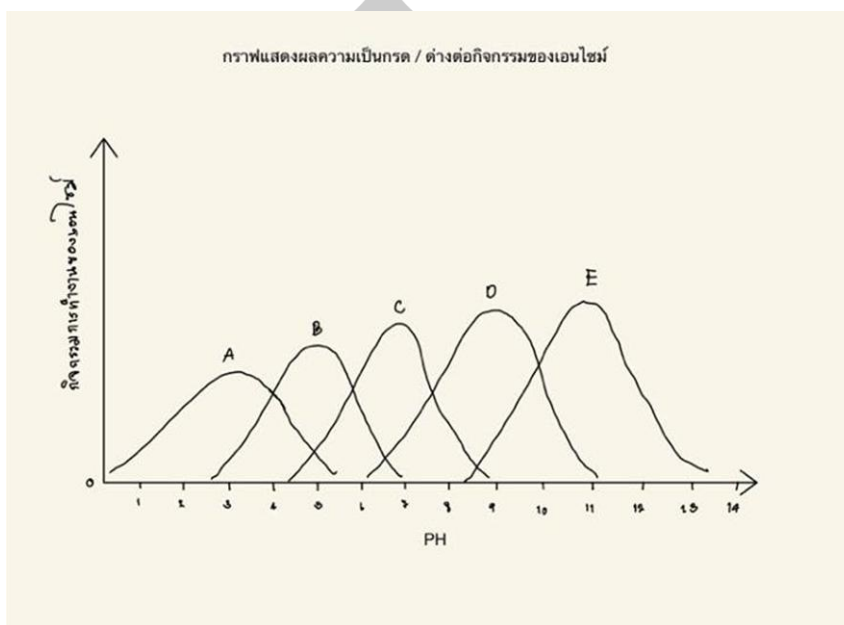
3 คะแนน: ตอบถูกทั้ง 5 ข้อย่อยคือ A คือ แป้ง B คือ ไข่ขาว C คือ น้ำมันหมู D คือ น้ำมันถั่วเหลือง E คือ น้ำ

2 คะแนน ตอบถูก 3-4 ข้อย่อย

1 คะแนน ตอบถูก 1-2 ข้อย่อย

0 คะแนน ตอบไม่ถูกเลย

ข้อ 4 ตัวบ่งชี้แปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น ๆ



3 คะแนน: ตอบถูกทั้ง 5 กราฟ

2 คะแนน: ตอบถูกทั้ง 3-4 กราฟ

1 คะแนน: ตอบถูกทั้ง 1-2 กราฟ

0 คะแนน: ไม่ตอบเลย

ข้อที่ 5 ตัวบ่งชี้ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย

3 คะแนน: ตอบ

- หลอด A เอนไซม์ทำงานได้ดีที่สุดในช่วง pH 3 หลอด B เอนไซม์ทำงานได้ดีที่สุดในช่วง pH 5
ดังนั้น หลอด A และ B อยู่ในสถานะที่มีความเป็นกรด

- หลอด C เอนไซม์ทำงานได้ดีที่สุดในช่วง pH 7 ดังนั้นหลอด C อยู่ในสถานะเป็นกลาง

- หลอด D เอนไซม์ทำงานได้ดีที่สุดในช่วง pH 10 หลอด E เอนไซม์ทำงานได้ดีที่สุดในช่วง pH 11
ดังนั้น หลอด D และ E อยู่ในสถานะที่มีความเป็นเบส

2 คะแนน: ตอบ

- หลอด A เอนไซม์ทำงานได้ดีที่สุดในช่วง pH 3 หลอด B เอนไซม์ทำงานได้ดีที่สุดในช่วง pH 5

- หลอด C เอนไซม์ทำงานได้ดีที่สุดในช่วง pH 7

- หลอด D เอนไซม์ทำงานได้ดีที่สุดในช่วง pH 10 หลอด E เอนไซม์ทำงานได้ดีที่สุดในช่วง pH 11

1 คะแนน: ตอบผิด 1-2 หลอด

0 คะแนน: ไม่ตอบคำถาม หรือตอบไม่ตรงประเด็น

(ตัวอย่าง)

แบบบันทึกอนุทินของนักเรียน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง.....

ชื่อผู้บันทึก..... เลขที่..... ชั้นมัธยมศึกษาปีที่.....

บันทึกครั้งที่..... วันที่..... เดือน..... พ.ศ. เวลา.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนบันทึกประสบการณ์เรียนของตนเองในหัวข้อต่าง ๆ ที่ระบุไว้ในแบบบันทึกนี้
หลังจากเสร็จสิ้นการจัดเรียนรู้ในแต่ละครั้ง

1. สิ่ง que นักเรียนได้รับจากการจัดกิจกรรมเรียนรู้ในครั้งนี้

.....

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ในครั้งนี้ไปปรับใช้ในการรับข้อมูลข่าวสาร การวิเคราะห์
และประเมินข้อมูล ที่มาจากแหล่งข้อมูลที่แตกต่างกันเพื่อการตัดสินใจเชื่อ ที่มีโอกาสพบเจอในชีวิต
ประจำวันได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรกับการจัดกิจกรรมเรียนรู้ในครั้งนี้

.....

.....

.....

.....

.....

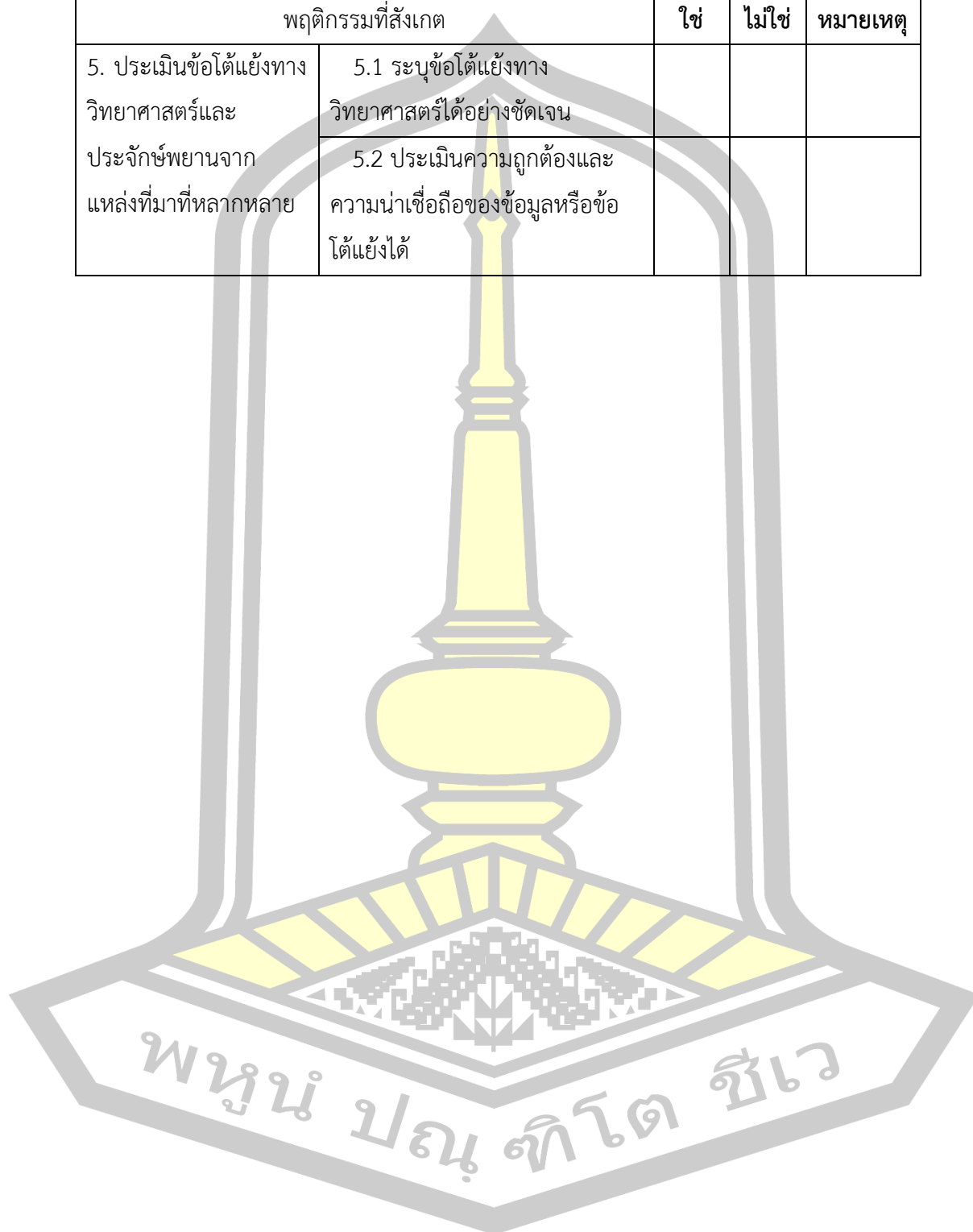
(ตัวอย่าง)

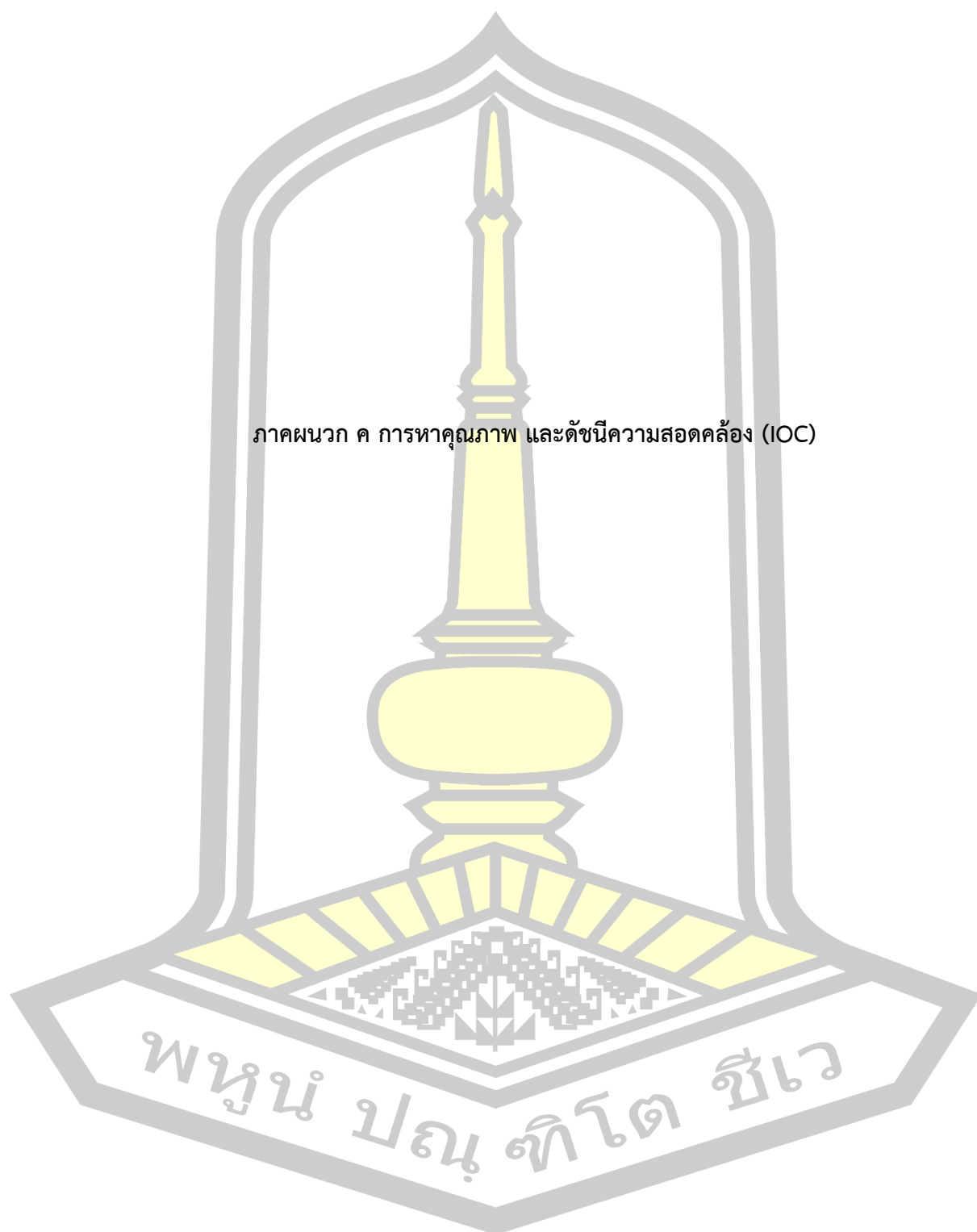
แบบสังเกตสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

ชื่อ-สกุล (ผู้ถูกประเมิน).....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....
 วงจรการปฏิบัติการที่.....เรื่อง.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

พฤติกรรมที่สังเกต		ใช่	ไม่ใช่	หมายเหตุ
1. แปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น ๆ	นำเสนอข้อมูลที่ได้รับในรูปแบบอื่น เช่น ใช้คำพูดของตนเอง แผนภาพ กราฟ หรือการแสดงแทนอื่น			
2. วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป	2.1 ชี้ลักษณะเด่นของข้อมูลได้			
	2.2 เลือกส่วนของข้อมูลเพียงรูปแบบเดียวมาเปลี่ยนแปลงรูปแบบการนำเสนอข้อมูล			
	2.3 เปลี่ยนแปลงรูปแบบและนำเสนอข้อมูลเพียงรูปแบบเดียว			
	2.4 เปลี่ยนแปลงรูปแบบการนำเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม			
3. ระบุง้อสันนิษฐานประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์	3.1 ตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา			
	3.2 ระบุง้อประจักษ์พยานได้สัมพันธ์กับสมมติฐาน			
4. แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น	แยกแยะข้อแตกต่างระหว่างข้อคิดเห็นที่มาจากหลักฐานเชิงประจักษ์ และทฤษฎี หรือจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น			

พฤติกรรมที่สังเกต		ใช่	ไม่ใช่	หมายเหตุ
5. ประเมินข้อโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์และ ประจักษ์พยานจาก แหล่งที่มาที่หลากหลาย	5.1 ระบุข้อโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน			
	5.2 ประเมินความถูกต้องและ ความน่าเชื่อถือของข้อมูลหรือข้อ โต้แย้งได้			





ภาคผนวก ค การหาคุณภาพ และดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

พหุบัณฑิต ชีวะ

ตารางที่ 15 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 1						
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม	ค่าเฉลี่ย
สาระสำคัญ							
1.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	3	5	5	5	23	4.8
1.2 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาสาระที่กำหนด	5	3	5	5	5	23	4.8
1.3 กะทัดรัดได้ความชัดเจนสมบูรณ์	4	4	5	5	5	23	4.6
1.4 เหมาะสมกับวัยผู้เรียน	5	4	5	5	4	23	4.6
จุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 มีความสอดคล้องกับแผนการเรียนรู้	4	4	4	5	4	21	4.6
2.2 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านความรู้ได้อย่างชัดเจน	4	4	4	5	5	22	4.4
2.3 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านทักษะกระบวนการได้อย่าง ชัดเจน	4	4	5	4	5	22	4.2
2.4 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ได้อย่างชัดเจน	4	4	5	4	4	21	4.0
2.5 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน	4	4	4	4	4	20	4.4

ตารางที่ 15 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1						
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม	ค่าเฉลี่ย
สาระการเรียนรู้							
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4	4	22	4.6
3.2 บอกขอบข่ายเนื้อหาที่จะจัดการเรียนการสอนให้กับนักเรียนในชั่วโมงนั้น	5	4	4	5	5	23	4.2
3.3 มีความถูกต้อง	5	4	5	5	5	24	4.4
3.4 เหมาะสมกับวัยผู้เรียน	4	4	5	5	5	23	4.4
กระบวนการจัดการเรียนรู้							
4.1 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	5	4	4	5	5	23	4.4
4.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้อย่างเหมาะสม	5	4	5	5	5	24	4.8
4.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	5	5	22	5.0
4.4 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	4	4	5	5	22	4.4
4.5 เหมาะสมกับเวลาที่กำหนดไว้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้	4	4	5	4	5	22	4.2
4.6 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้	4	4	5	5	5	23	4.4
4.7 ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ด้วยตนเอง	4	4	5	5	5	23	4.4

ตารางที่ 15 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1						
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม	ค่าเฉลี่ย
สื่อการเรียนการสอน							
5.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	4	4	5	4	21	4.6
5.2 มีความเหมาะสมต่อกิจกรรมการเรียนรู้	4	4	4	5	4	21	4.4
5.3 ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	4	4	21	4.0
การวัดและประเมิน							
6.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	4	5	5	5	24	4.8
6.2 สอดคล้องจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	4	5	22	4.8
6.3 เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินมีความเหมาะสมต่อวิธีวัด	5	5	3	4	5	22	4.8
6.4 เกณฑ์การประเมินผลชัดเจนและเหมาะสม	4	5	5	3	4	21	4.6
6.5 วัดและประเมินผลได้ครบทุกด้าน	4	4	5	5	4	22	4.6
รวม						623	4.50

ตารางที่ 16 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2						
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม	ค่าเฉลี่ย
สาระสำคัญ							
1.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	4	5	5	5	24	4.6
1.2 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาสาระที่กำหนด	5	4	5	5	5	24	4.4
1.3 กะทัดรัดได้ความชัดเจนสมบูรณ์	4	4	5	5	5	23	4.6
1.4 เหมาะสมกับวัยผู้เรียน	5	4	4	5	5	23	4.6
จุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 มีความสอดคล้องกับแผนการเรียนรู้	4	5	4	5	5	23	4.0
2.2 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านความรู้ได้อย่างชัดเจน	4	4	5	5	4	22	4.0
2.3 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านทักษะกระบวนการได้อย่างชัดเจน	4	4	5	4	4	21	4.8
2.4 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ได้อย่างชัดเจน	4	4	4	4	4	20	4.2
2.5 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน	4	4	4	5	5	22	4.4

ตารางที่ 16 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2						
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม	ค่าเฉลี่ย
สาระการเรียนรู้							
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	5	5	23	4.4
3.2 บอกขอบข่ายเนื้อหาที่จะจัดการเรียนการสอนให้กับนักเรียนในชั่วโมงนั้น	4	4	4	4	5	21	4.2
3.3 มีความถูกต้อง	4	4	5	5	4	22	4.0
3.4 เหมาะสมกับวัยผู้เรียน	4	4	5	5	4	22	4.0
กระบวนการจัดการเรียนรู้							
4.1 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	4	4	4	5	5	22	4.8
4.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้อย่างเหมาะสม	5	5	4	5	5	24	4.0
4.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	25	4.8
4.4 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	4	4	5	5	22	3.8
4.5 เหมาะสมกับเวลาที่กำหนดไว้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้	4	4	4	5	4	21	4.2
4.6 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้	4	4	5	5	4	22	4.6
4.7 ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ด้วยตนเอง	4	4	5	5	4	22	4.4

ตารางที่ 16 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2						
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม	ค่าเฉลี่ย
สื่อการเรียนการสอน							
5.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	4	5	5	5	23	4.0
5.2 มีความเหมาะสมต่อกิจกรรมการเรียนรู้	4	4	5	4	5	22	4.6
5.3 ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.6
การวัดและประเมิน							
6.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	4	5	5	5	24	3.6
6.2 สอดคล้องจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	5	5	24	4.6
6.3 เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินมีความเหมาะสมต่อวิธีวัด	5	5	4	5	5	24	4.4
6.4 เกณฑ์การประเมินผลชัดเจนและเหมาะสม	4	5	5	4	5	23	4.4
6.5 วัดและประเมินผลได้ครบทุกด้าน	4	4	5	5	5	23	4.6
รวม						631	4.34

ตารางที่ 17 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3						
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม	ค่าเฉลี่ย
สาระสำคัญ							
1.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	4	5	5	5	24	4.6
1.2 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาสาระที่กำหนด	5	3	4	5	5	22	4.6
1.3 กะทัดรัดได้ความชัดเจนสมบูรณ์	4	4	5	5	5	23	4.6
1.4 เหมาะสมกับวัยผู้เรียน	5	4	5	5	5	24	4.6
จุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 มีความสอดคล้องกับแผนการเรียนรู้	4	4	5	5	5	23	4.2
2.2 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านความรู้ได้อย่างชัดเจน	4	3	5	5	5	22	4.4
2.3 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านทักษะกระบวนการได้อย่าง ชัดเจน	4	4	4	4	5	21	4.4
2.4 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ได้อย่างชัดเจน	4	4	5	5	4	22	4.2
2.5 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน	4	4	5	5	4	22	4.0

ตารางที่ 17 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 (ต่อ)

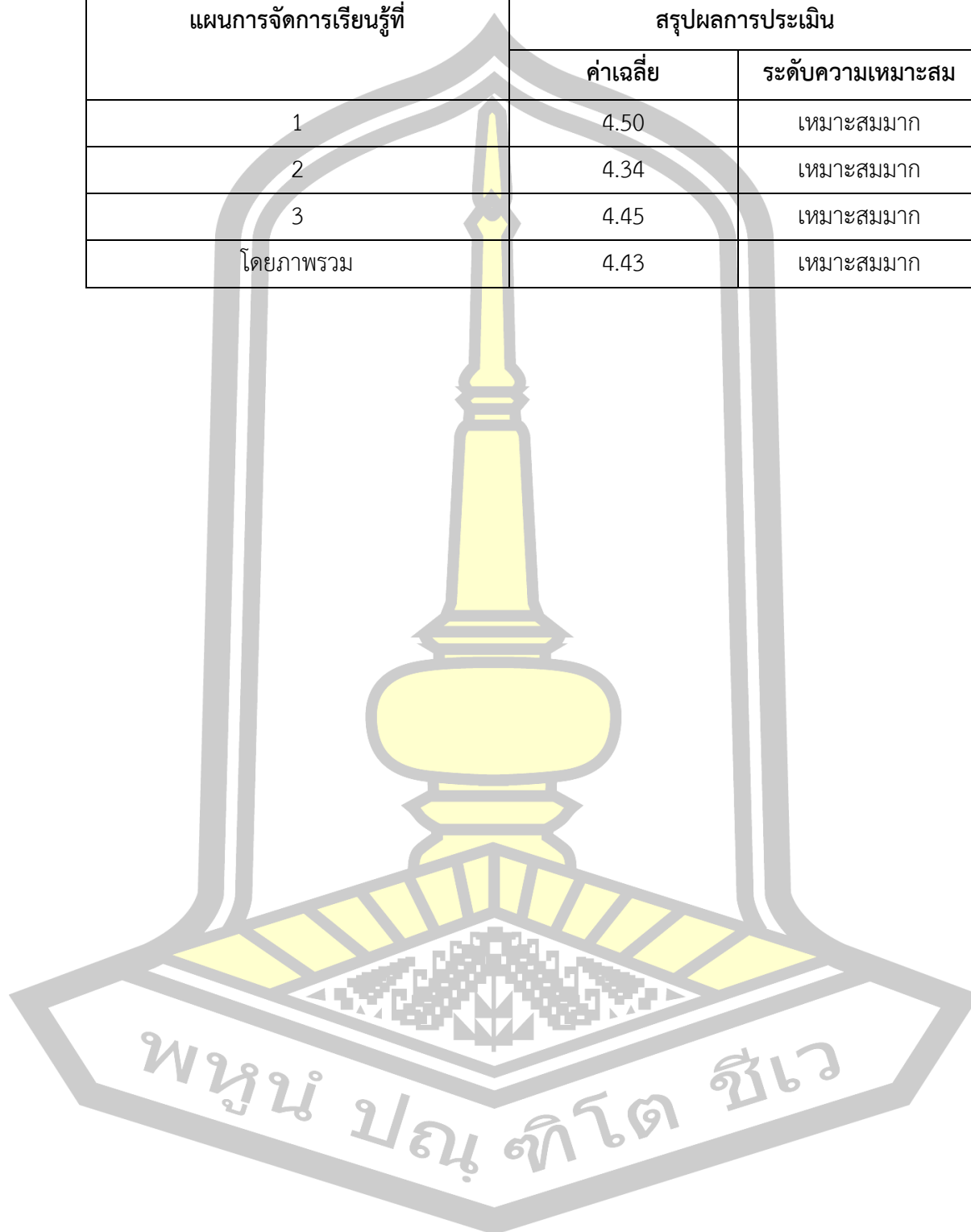
รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3						
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม	ค่าเฉลี่ย
สาระการเรียนรู้							
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4	4	22	4.4
3.2 บอกขอบข่ายเนื้อหาที่จะจัดการเรียนการสอนให้กับนักเรียนในชั่วโมงนั้น	4	5	4	5	4	22	4.6
3.3 มีความถูกต้อง	4	5	5	5	5	24	4.8
3.4 เหมาะสมกับวัยผู้เรียน	4	4	5	5	5	23	4.6
กระบวนการจัดการเรียนรู้							
4.1 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	4	4	3	5	5	21	4.6
4.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้อย่างเหมาะสม	5	4	5	5	5	24	4.8
4.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	5	5	24	4.4
4.4 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	4	4	5	4	21	4.4
4.5 เหมาะสมกับเวลาที่กำหนดไว้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้	4	4	4	5	4	21	4.4
4.6 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้	4	4	5	5	4	22	4.6
4.7 ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ด้วยตนเอง	4	4	5	5	4	22	4.6

ตารางที่ 17 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3						
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม	ค่าเฉลี่ย
สื่อการเรียนการสอน							
5.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	4	5	5	5	23	4.2
5.2 มีความเหมาะสมต่อกิจกรรมการเรียนรู้	4	4	5	5	5	23	4.2
5.3 ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	4	5	21	4.2
การวัดและประเมิน							
6.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	4	5	5	5	24	4.8
6.2 สอดคล้องจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	5	5	23	4.4
6.3 เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินมีความเหมาะสมต่อวิธีวัด	5	5	5	5	5	25	4.4
6.4 เกณฑ์การประเมินผลชัดเจนและเหมาะสม	4	5	5	5	4	23	4.2
6.5 วัดและประเมินผลได้ครบทุกด้าน	4	4	5	5	4	22	4.4
รวม						633	4.45

ตารางที่ 18 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	สรุปผลการประเมิน	
	ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
1	4.50	เหมาะสมมาก
2	4.34	เหมาะสมมาก
3	4.45	เหมาะสมมาก
โดยภาพรวม	4.43	เหมาะสมมาก



ตารางที่ 19 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4						
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม	ค่าเฉลี่ย
สาระสำคัญ							
1.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	5	4	5	3	22	4.4
1.2 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาสาระที่กำหนด	5	5	5	4	5	24	4.8
1.3 กะทัดรัดได้ความชัดเจนสมบูรณ์	3	4	5	5	5	22	4.4
1.4 เหมาะสมกับวัยผู้เรียน	4	5	3	5	5	22	4.4
จุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 มีความสอดคล้องกับแผนการเรียนรู้	5	5	5	5	5	25	5
2.2 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านความรู้ได้อย่างชัดเจน	4	4	5	5	4	22	4.4
2.3 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านทักษะกระบวนการได้อย่างชัดเจน	5	5	4	4	5	23	4.6
2.4 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ได้อย่างชัดเจน	5	5	5	5	3	23	4.6
2.5 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน	3	4	5	5	5	22	4.4

ตารางที่ 19 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ต่อ

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4						
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม	ค่าเฉลี่ย
สาระการเรียนรู้							
3.1 สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	24	4.8
3.2 บอกรายละเอียดเนื้อหาที่ จะจัดการเรียนการสอน ให้กับนักเรียนในชั่วโมงนั้น	4	4	4	5	5	22	4.4
3.3 มีความถูกต้อง	4	4	5	5	5	23	4.6
3.4 เหมาะสมกับวัยผู้เรียน	5	5	5	4	5	24	4.8
กระบวนการจัดการเรียนรู้							
4.1 ได้รับความสนใจของ ผู้เรียน	5	5	5	5	4	24	4.8
4.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้ อย่างเหมาะสม	4	5	3	3	5	20	4
4.3 สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	5	5	23	4.6
4.4 สอดคล้องกับสาระการ เรียนรู้	5	5	4	5	4	23	4.6
4.5 เหมาะสมกับเวลาที่ กำหนดไว้ในแต่ละแผนการ จัดการเรียนรู้	3	3	5	5	4	20	4.0
4.6 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการ พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	5	5	24	4.8
4.7 ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ ด้วยตนเอง	5	5	5	5	4	24	4.8

ตารางที่ 19 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ต่อ

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4						
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม	ค่าเฉลี่ย
สื่อการเรียนการสอน							
5.1 สอดคล้องกับสาระ การเรียนรู้	4	3	3	4	5	19	3.8
5.2 มีความเหมาะสมต่อ กิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	4	24	4.8
5.3 ช่วยส่งเสริมให้ นักเรียนบรรลุตาม จุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	5	3	20	4.0
การวัดและประเมิน							
6.1 สอดคล้องกับสาระ การเรียนรู้	5	5	5	4	4	23	4.6
6.2 สอดคล้องจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	4	5	5	22	4.4
6.3 เครื่องมือที่ใช้วัดและ ประเมินมีความเหมาะสม ต่อวิธีวัด	5	5	4	4	5	23	4.6
6.4 เกณฑ์การประเมินผล ชัดเจนและเหมาะสม	5	5	3	5	4	22	4.4
6.5 วัดและประเมินผลได้ ครบทุกด้าน	4	3	5	5	5	22	4.4
	รวม					631	4.50

ตารางที่ 20 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5						
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม	ค่าเฉลี่ย
สาระสำคัญ							
1.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	4	4	5	5	23	4.6
1.2 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาสาระที่กำหนด	3	5	4	5	3	20	4.0
1.3 กะทัดรัดได้ความชัดเจนสมบูรณ์	4	5	5	3	3	20	4.0
1.4 เหมาะสมกับวัยผู้เรียน	4	5	5	5	4	23	4.6
จุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 มีความสอดคล้องกับแผนการเรียนรู้	5	3	5	4	4	21	4.2
2.2 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านความรู้ได้อย่างชัดเจน	3	4	4	5	5	21	4.2
2.3 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านทักษะกระบวนการได้อย่าง ชัดเจน	3	5	4	4	5	21	4.2
2.4 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ได้อย่างชัดเจน	4	4	5	5	3	21	4.2
2.5 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน	5	4	3	4	5	21	4.2

ตารางที่ 20 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5						
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม	ค่าเฉลี่ย
สาระการเรียนรู้							
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4	5	23	4.6
3.2 บอกขอบข่ายเนื้อหาที่จะจัดการเรียนการสอนให้กับนักเรียนในชั่วโมงนั้น	5	5	4	5	5	24	4.8
3.3 มีความถูกต้อง	4	5	5	4	5	23	4.6
3.4 เหมาะสมกับวัยผู้เรียน	4	4	5	5	4	22	4.4
กระบวนการจัดการเรียนรู้							
4.1 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	3	3	4	5	5	20	4
4.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้อย่างเหมาะสม	3	3	4	4	5	19	3.8
4.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4	5	23	4.6
4.4 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	3	5	5	3	21	4.2
4.5 เหมาะสมกับเวลาที่กำหนดไว้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้	5	5	5	4	4	23	4.6
4.6 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้	4	5	3	5	5	22	4.4
4.7 ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ด้วยตนเอง	4	5	5	4	4	22	4.4

ตารางที่ 20 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5							
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม	ค่าเฉลี่ย	
สื่อการเรียนการสอน								
5.1 สอดคล้องกับสาระการ เรียนรู้	5	4	5	5	4	23	4.6	
5.2 มีความเหมาะสมต่อ กิจกรรมการเรียนรู้	3	4	4	5	5	21	4.2	
5.3 ช่วยส่งเสริมให้นักเรียน บรรลุตามจุดประสงค์การ เรียนรู้	5	5	3	3	4	20	4.0	
การวัดและประเมิน								
6.1 สอดคล้องกับสาระการ เรียนรู้	5	5	4	4	5	23	4.6	
6.2 สอดคล้องจุดประสงค์การ เรียนรู้	4	5	5	5	4	23	4.6	
6.3 เครื่องมือที่ใช้วัดและ ประเมินมีความเหมาะสมต่อ วิธีวัด	5	5	4	4	5	23	4.6	
6.4 เกณฑ์การประเมินผล ชัดเจนและเหมาะสม	5	4	3	3	4	19	3.8	
6.5 วัดและประเมินผลได้ครบ ทุกด้าน	4	4	5	5	4	22	4.4	
	รวม						607	4.33

ตารางที่ 21 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6						
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม	ค่าเฉลี่ย
สาระสำคัญ							
1.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4	4	5	5	5	23	4.6
1.2 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาสาระที่กำหนด	4	4	5	5	4	22	4.4
1.3 กะทัดรัดได้ความชัดเจนสมบูรณ์	5	5	3	3	5	21	4.2
1.4 เหมาะสมกับวัยผู้เรียน	5	4	4	4	5	22	4.4
จุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 มีความสอดคล้องกับแผนการเรียนรู้	3	4	5	5	4	21	4.2
2.2 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านความรู้ได้อย่างชัดเจน	4	5	5	3	3	20	4.0
2.3 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านทักษะกระบวนการได้อย่าง ชัดเจน	3	5	5	5	4	22	4.4
2.4 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ได้อย่างชัดเจน	5	4	3	3	5	20	4.0
2.5 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน	5	5	4	4	3	21	4.2

ตารางที่ 21 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 (ต่อ)

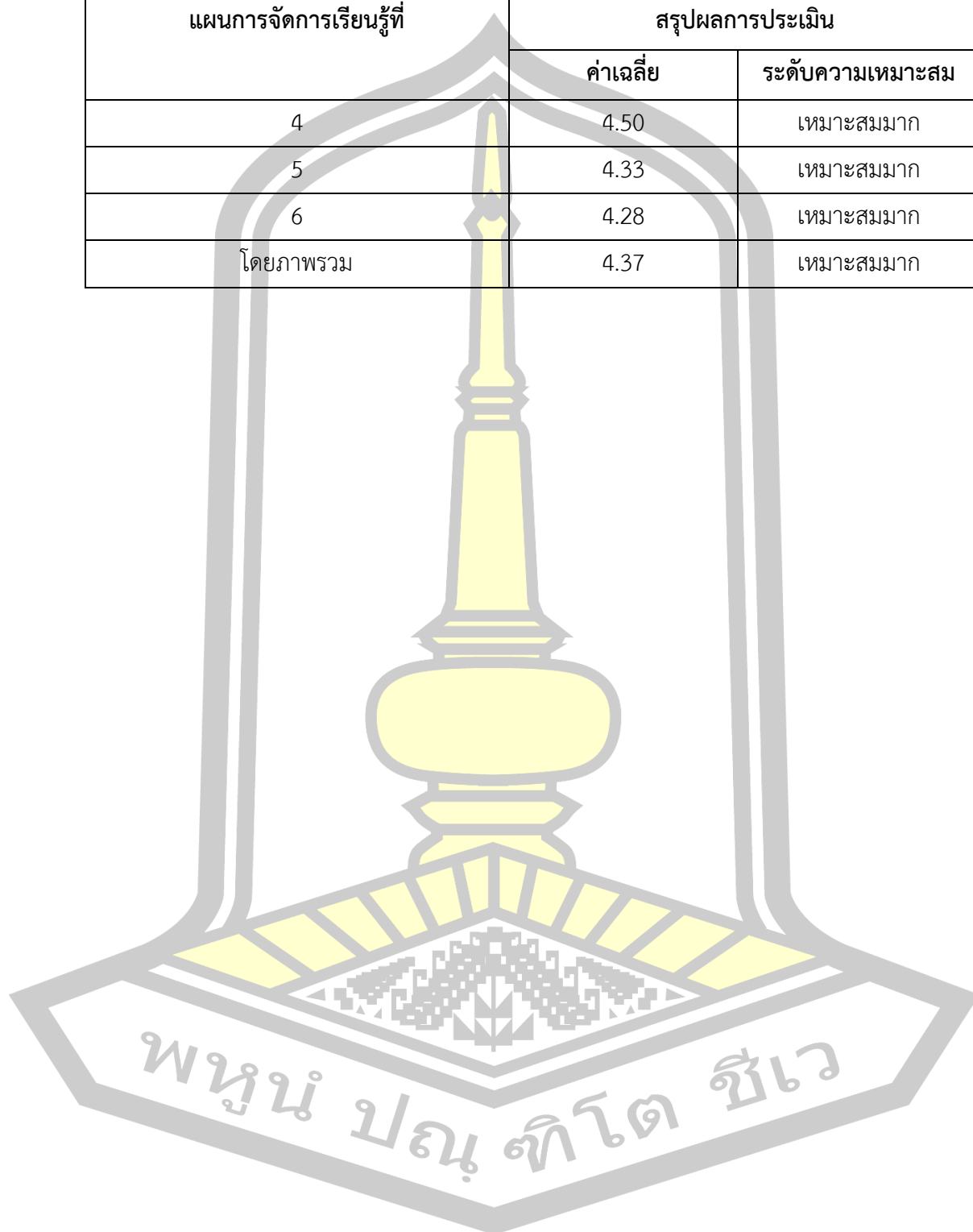
รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6						
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม	ค่าเฉลี่ย
สาระการเรียนรู้							
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	4	24	4.8
3.2 บอกขอบข่ายเนื้อหาที่จะจัดการเรียนการสอนให้กับนักเรียนในชั่วโมงนั้น	4	4	4	5	3	20	4.0
3.3 มีความถูกต้อง	5	3	3	5	5	21	4.2
3.4 เหมาะสมกับวัยผู้เรียน	5	5	5	5	4	24	4.8
กระบวนการจัดการเรียนรู้							
4.1 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	3	3	4	4	4	18	3.6
4.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้อย่างเหมาะสม	5	5	5	4	4	23	4.6
4.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	5	5	23	4.6
4.4 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	3	3	5	4	3	18	3.6
4.5 เหมาะสมกับเวลาที่กำหนดไว้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้	5	5	4	4	5	23	4.6
4.6 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้	4	4	5	5	3	21	4.2
4.7 ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ด้วยตนเอง	5	5	5	4	4	23	4.6

ตารางที่ 21 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6						
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม	ค่าเฉลี่ย
สื่อการเรียนการสอน							
5.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	3	4	4	5	5	21	4.2
5.2 มีความเหมาะสมต่อกิจกรรมการเรียนรู้	3	5	4	5	5	22	4.4
5.3 ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้	5	3	5	4	4	21	4.2
การวัดและประเมิน							
6.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	5	5	4	3	21	4.2
6.2 สอดคล้องจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	3	4	22	4.4
6.3 เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินมีความเหมาะสมต่อวิธีวัด	4	3	4	5	5	21	4.2
6.4 เกณฑ์การประเมินผลชัดเจนและเหมาะสม	4	5	4	5	4	22	4.4
6.5 วัดและประเมินผลได้ครบทุกด้าน	5	5	3	3	4	20	4
รวม						600	4.28

ตารางที่ 22 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	สรุปผลการประเมิน	
	ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
4	4.50	เหมาะสมมาก
5	4.33	เหมาะสมมาก
6	4.28	เหมาะสมมาก
โดยภาพรวม	4.37	เหมาะสมมาก



ตารางที่ 23 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7						
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม	ค่าเฉลี่ย
สาระสำคัญ							
1.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4	4	5	5	5	23	4.6
1.2 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาสาระที่กำหนด	5	5	3	3	4	20	4.0
1.3 กะทัดรัดได้ความชัดเจนสมบูรณ์	5	5	5	4	4	23	4.6
1.4 เหมาะสมกับวัยผู้เรียน	4	3	3	5	5	20	4.0
จุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 มีความสอดคล้องกับแผนการเรียนรู้	4	4	5	5	4	22	4.4
2.2 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านความรู้ได้อย่างชัดเจน	5	5	4	4	5	23	4.6
2.3 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านทักษะกระบวนการได้อย่าง ชัดเจน	5	5	5	3	4	22	4.4
2.4 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ได้อย่างชัดเจน	3	3	4	4	5	19	3.8
2.5 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน	3	5	4	5	4	21	4.2

ตารางที่ 23 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7						
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม	ค่าเฉลี่ย
สาระการเรียนรู้							
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	3	4	22	4.4
3.2 บอกขอบข่ายเนื้อหาที่จะจัดการเรียนการสอนให้กับนักเรียนในชั่วโมงนั้น	4	4	5	5	5	23	4.6
3.3 มีความถูกต้อง	5	5	4	4	3	21	4.2
3.4 เหมาะสมกับวัยผู้เรียน	3	5	5	4	5	22	4.4
กระบวนการจัดการเรียนรู้							
4.1 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	3	3	4	5	4	19	3.8
4.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้อย่างเหมาะสม	5	5	5	4	4	23	4.6
4.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4	5	23	4.6
4.4 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	4	5	5	4	22	4.4
4.5 เหมาะสมกับเวลาที่กำหนดไว้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้	5	5	5	4	3	22	4.4
4.6 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้	3	3	5	4	3	18	3.6
4.7 ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ด้วยตนเอง	4	4	4	5	5	22	4.4

ตารางที่ 23 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7						
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม	ค่าเฉลี่ย
สื่อการเรียนการสอน							
5.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	3	4	4	21	4.2
5.2 มีความเหมาะสมต่อกิจกรรมการเรียนรู้	4	5	5	5	4	23	4.6
5.3 ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	3	5	4	20	4.0
การวัดและประเมิน							
6.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	4	5	3	3	19	3.8
6.2 สอดคล้องจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	4	23	4.6
6.3 เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินมีความเหมาะสมต่อวิธีวัด	4	5	5	5	5	24	4.8
6.4 เกณฑ์การประเมินผลชัดเจนและเหมาะสม	5	4	3	3	5	20	4.0
6.5 วัดและประเมินผลได้ครบทุกด้าน	4	5	5	5	4	23	4.6
รวม						603	4.30

ตารางที่ 24 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8						
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม	ค่าเฉลี่ย
สาระสำคัญ							
1.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	5	4	4	5	23	4.6
1.2 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาสาระที่กำหนด	5	5	4	3	4	21	4.2
1.3 กะทัดรัดได้ความชัดเจนสมบูรณ์	4	5	5	5	4	23	4.6
1.4 เหมาะสมกับวัยผู้เรียน	4	4	4	5	5	22	4.4
จุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 มีความสอดคล้องกับแผนการเรียนรู้	3	5	3	5	4	20	4.0
2.2 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านความรู้ได้อย่างชัดเจน	4	5	4	4	5	22	4.4
2.3 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านทักษะกระบวนการได้อย่างชัดเจน	4	4	5	5	3	21	4.2
2.4 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ได้อย่างชัดเจน	5	3	3	3	4	18	3.6
2.5 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน	4	5	5	4	5	23	4.6

ตารางที่ 24 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8						
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม	ค่าเฉลี่ย
สาระการเรียนรู้							
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4	5	23	4.6
3.2 บอกรับข้อสงสัยเนื้อหาที่จะจัดการเรียนการสอนให้กับนักเรียนในชั่วโมงนั้น	3	4	5	5	5	22	4.4
3.3 มีความถูกต้อง	5	5	4	5	4	23	4.6
3.4 เหมาะสมกับวัยผู้เรียน	5	3	5	3	5	21	4.2
กระบวนการจัดการเรียนรู้							
4.1 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	4	4	4	5	5	22	4.4
4.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้อย่างเหมาะสม	5	3	5	5	4	22	4.4
4.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4	5	23	4.6
4.4 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	4	5	5	3	21	4.2
4.5 เหมาะสมกับเวลาที่กำหนดไว้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้	3	5	5	4	4	21	4.2
4.6 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	4	4	23	4.6
4.7 ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ด้วยตนเอง	5	5	4	4	5	23	4.6

ตารางที่ 24 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8						
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม	ค่าเฉลี่ย
สื่อการเรียนการสอน							
5.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	3	3	5	4	20	4.0
5.2 มีความเหมาะสมต่อกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	4	24	4.8
5.3 ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	3	4	5	21	4.2
การวัดและประเมิน							
6.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	5	5	4	5	23	4.6
6.2 สอดคล้องจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	5	4	22	4.4
6.3 เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินมีความเหมาะสมต่อวิธีวัด	5	5	3	4	5	22	4.4
6.4 เกณฑ์การประเมินผลชัดเจนและเหมาะสม	5	4	5	5	5	24	4.8
6.5 วัดและประเมินผลได้ครบทุกด้าน	3	4	5	4	4	20	4.0
รวม						613	4.37

ตารางที่ 25 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9						
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม	ค่าเฉลี่ย
สาระสำคัญ	4	5	5	5	4	23	4.6
1.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	5	5	4	3	22	4.4
1.2 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาสาระที่กำหนด	3	5	5	5	5	23	4.6
1.3 กะทัดรัดได้ความชัดเจนสมบูรณ์	5	4	4	5	5	23	4.6
1.4 เหมาะสมกับวัยผู้เรียน							
จุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 มีความสอดคล้องกับแผนการเรียนรู้	5	5	4	3	3	20	4.0
2.2 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านความรู้ได้อย่างชัดเจน	3	3	5	4	5	20	4.0
2.3 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านทักษะกระบวนการได้อย่าง ชัดเจน	5	5	5	4	5	24	4.8
2.4 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ได้อย่างชัดเจน	4	4	5	5	3	21	4.2
2.5 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน	3	5	5	4	5	22	4.4

ตารางที่ 25 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 (ต่อ)

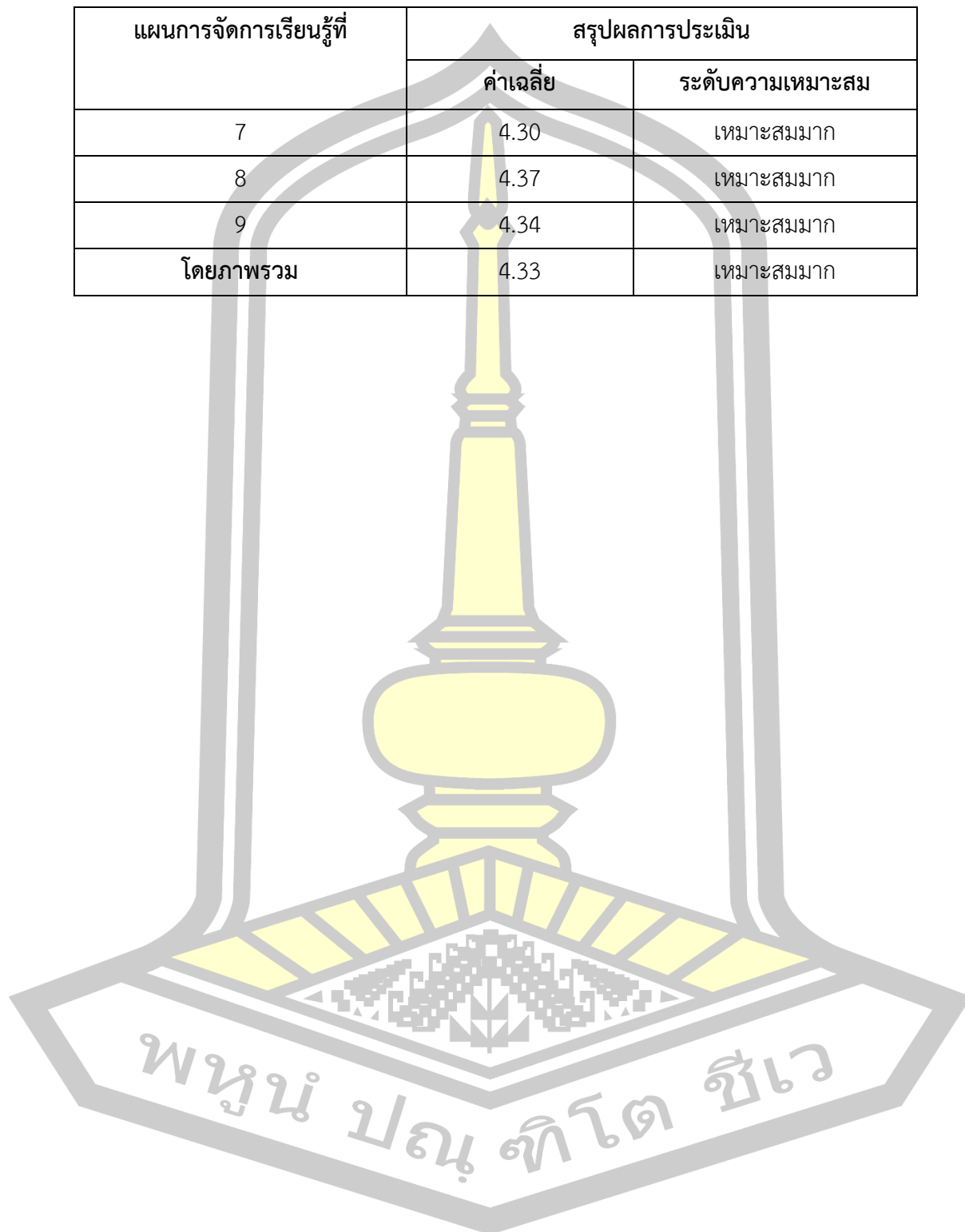
รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9						
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม	ค่าเฉลี่ย
สาระการเรียนรู้							
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4	4	22	4.4
3.2 บอกขอบข่ายเนื้อหาที่จะจัดการเรียนการสอนให้กับนักเรียนในชั่วโมงนั้น	5	5	3	3	5	21	4.2
3.3 มีความถูกต้อง	4	3	5	5	3	20	4.0
3.4 เหมาะสมกับวัยผู้เรียน	4	3	5	4	4	20	4.0
กระบวนการจัดการเรียนรู้							4.0
4.1 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	5	5	4	5	5	24	4.8
4.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้อย่างเหมาะสม	5	5	4	3	3	20	4
4.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	4	24	4.8
4.4 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	3	3	4	5	19	3.8
4.5 เหมาะสมกับเวลาที่กำหนดให้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้	3	4	4	5	5	21	4.2
4.6 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	4	4	23	4.6
4.7 ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ด้วยตนเอง	4	4	4	5	5	22	4.4

ตารางที่ 25 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9						
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม	ค่าเฉลี่ย
สื่อการเรียนการสอน							
5.1 สอดคล้องกับสาระ การเรียนรู้	4	5	5	3	3	20	4.0
5.2 มีความเหมาะสมต่อ กิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	4	5	23	4.6
5.3 ช่วยส่งเสริมให้ นักเรียนบรรลุตาม จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	4	23	4.6
การวัดและประเมิน							
6.1 สอดคล้องกับสาระ การเรียนรู้	4	3	3	3	5	18	3.6
6.2 สอดคล้องจุดประสงค์ การเรียนรู้	5	4	4	5	5	23	4.6
6.3 เครื่องมือที่ใช้วัดและ ประเมินมีความเหมาะสม ต่อวิธีวัด	3	5	5	5	4	22	4.4
6.4 เกณฑ์การประเมินผล ชัดเจนและเหมาะสม	4	4	4	5	5	22	4.4
6.5 วัดและประเมินผลได้ ครบทุกด้าน	5	5	5	4	4	23	4.6
รวม						608	4.34

ตารางที่ 26 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	สรุปผลการประเมิน	
	ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
7	4.30	เหมาะสมมาก
8	4.37	เหมาะสมมาก
9	4.34	เหมาะสมมาก
โดยภาพรวม	4.33	เหมาะสมมาก



ตารางที่ 27 ดัชนีความสอดคล้องแบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานใน
เชิงวิทยาศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 1

ข้อที่	สถานการณ์	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย	สรุป
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2		1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3	2	1	1	0	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
4	3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
5		1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
6	4	1	1	0	1	1	4	0.80	สอดคล้อง

ตารางที่ 28 ดัชนีความสอดคล้องแบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานใน
เชิงวิทยาศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 2

ข้อที่	สถานการณ์	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย	สรุป
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2		1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3	2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4	3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
5		1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
6	4	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 29 ดัชนีความสอดคล้องแบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานใน
เชิงวิทยาศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 3

ข้อ ที่	สถานการณ์	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย	สรุป
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2		1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3	2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4	3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
5		1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
6	4	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 30 ดัชนีความสอดคล้องแบบบันทึกอนุทิน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุป
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	สอดคล้อง



ตารางที่ 31 ดัชนีความสอดคล้องแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน

พฤติกรรม	ผู้เชี่ยวชาญ							สรุป
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม	ค่าเฉลี่ย	
1. แปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น ๆ								
1.1 นำเสนอข้อมูลที่ได้รับในรูปแบบอื่น เช่น ใช้คำพูดของตนเอง แผนภาพ กราฟ หรือการแสดงแทนอื่น	+1	+1	+1	+1	0	4		สอดคล้อง
2. วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป								
2.1 ชี้ลักษณะเด่นของข้อมูลได้	+1	+1	+1	+1	+1	5		สอดคล้อง
2.2 เลือกส่วนของข้อมูลเพียงรูปแบบเดียว มาเปลี่ยนแปลงรูปแบบการนำเสนอข้อมูล	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	สอดคล้อง
2.3 เปลี่ยนแปลงรูปแบบและนำเสนอข้อมูลเพียงรูปแบบเดียว	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	สอดคล้อง
2.4 เปลี่ยนแปลงรูปแบบการนำเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	สอดคล้อง

ตารางที่ 31 ดัชนีความสอดคล้องแบบสังเกตพฤติกรรมกรเรียนของนักเรียน (ต่อ)

พฤติกรรม	ผู้เชี่ยวชาญ							สรุป
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม	ค่าเฉลี่ย	
5.1 ระบุข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
5.2 ประเมินความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลหรือข้อโต้แย้งได้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 32 ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบ

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ วงจรปฏิบัติที่ 1 จำนวน 5 ข้อ

ข้อที่	ค่าความยาก	แปลผล	ค่าอำนาจจำแนก	แปลผล	แปลผลคุณภาพของข้อสอบ
1	0.56	ยากง่ายปานกลาง	0.40	จำแนกได้	นำไปใช้ได้
2	0.54	ยากง่ายปานกลาง	0.28	จำแนกได้	นำไปใช้ได้
3	0.56	ยากง่ายปานกลาง	0.34	จำแนกได้	นำไปใช้ได้
4	0.52	ยากง่ายปานกลาง	0.46	จำแนกได้	นำไปใช้ได้
5	0.50	ยากง่ายปานกลาง	0.33	จำแนกได้	นำไปใช้ได้
6	0.54	ยากง่ายปานกลาง	0.37	จำแนกได้	นำไปใช้ได้

พหุ ประถมศึกษา

ตารางที่ 33 ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบ
สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ วงจรปฏิบัติที่
2 จำนวน 5 ข้อ

ข้อที่	ค่าความ ยาก	แปลผล	ค่าอำนาจ จำแนก	แปลผล	แปลผลคุณภาพ ของข้อสอบ
1	0.56	ยากง่ายปานกลาง	0.44	จำแนกได้	นำไปใช้ได้
2	0.53	ยากง่ายปานกลาง	0.26	จำแนกได้	นำไปใช้ได้
3	0.52	ยากง่ายปานกลาง	0.36	จำแนกได้	นำไปใช้ได้
4	0.53	ยากง่ายปานกลาง	0.34	จำแนกได้	นำไปใช้ได้
5	0.52	ยากง่ายปานกลาง	0.37	จำแนกได้	นำไปใช้ได้
6	0.54	ยากง่ายปานกลาง	0.37	จำแนกได้	นำไปใช้ได้

ตารางที่ 34 ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบ
สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ วงจรปฏิบัติที่
3 จำนวน 5 ข้อ

ข้อที่	ค่าความยาก	แปลผล	ค่าอำนาจ จำแนก	แปลผล	แปลผลคุณภาพ ของข้อสอบ
1	0.50	ยากง่ายปานกลาง	0.33	จำแนกได้	นำไปใช้ได้
2	0.56	ยากง่ายปานกลาง	0.40	จำแนกได้	นำไปใช้ได้
3	0.53	ยากง่ายปานกลาง	0.34	จำแนกได้	นำไปใช้ได้
4	0.56	ยากง่ายปานกลาง	0.44	จำแนกได้	นำไปใช้ได้
5	0.56	ยากง่ายปานกลาง	0.34	จำแนกได้	นำไปใช้ได้
6	0.52	ยากง่ายปานกลาง	0.36	จำแนกได้	นำไปใช้ได้

พหุ ประถมศึกษา

ตารางที่ 35 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยาน
ในเชิงวิทยาศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 1

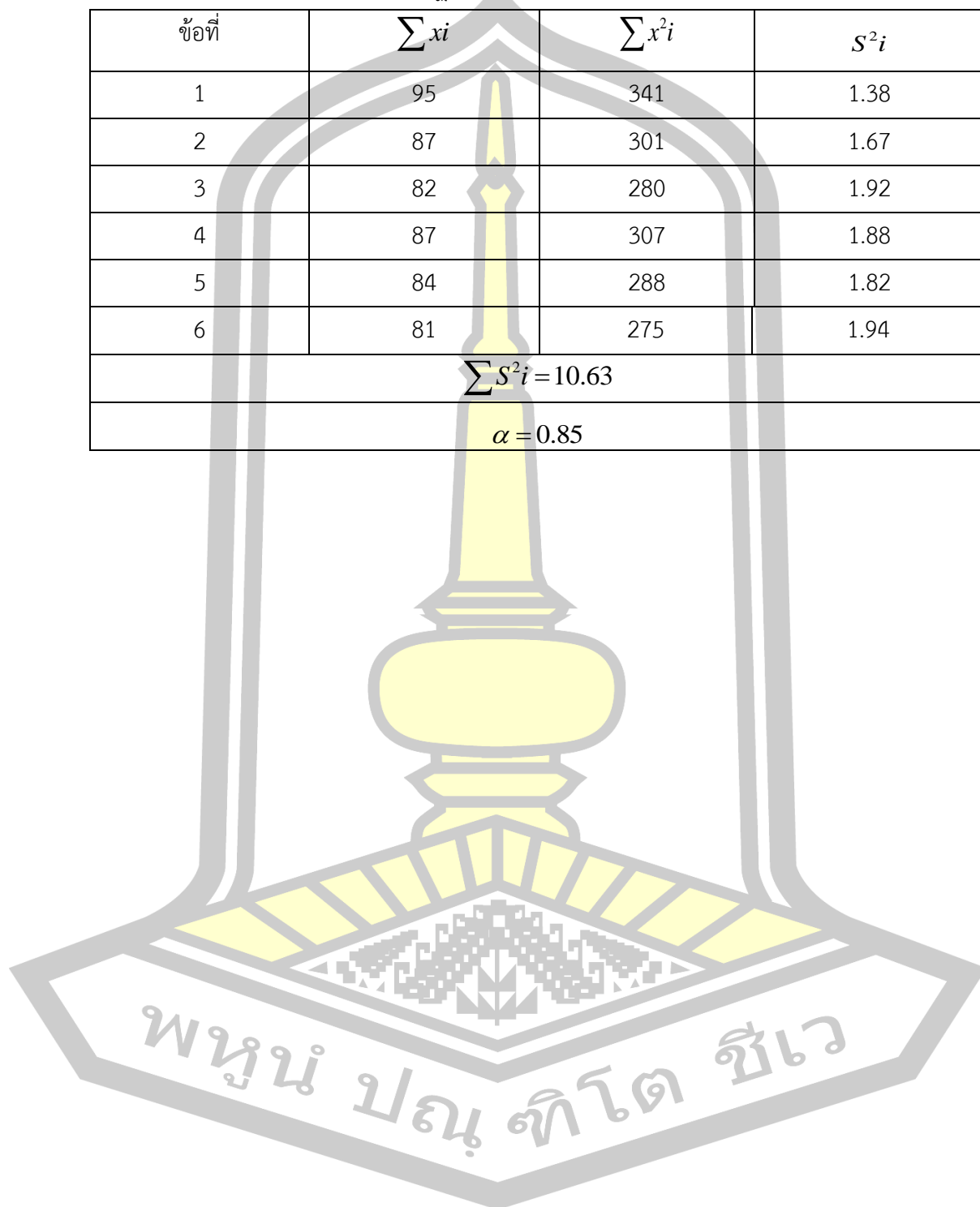
ข้อที่	$\sum xi$	$\sum x^2i$	S^2i
1	84	290	1.88
2	85	285	1.52
3	84	288	1.82
4	81	289	2.42
5	95	341	1.38
6	82	274	1.71
$\sum S^2i = 10.76$			
$\alpha = 0.85$			

ตารางที่ 36 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยาน
ในเชิงวิทยาศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 2

ข้อที่	$\sum xi$	$\sum x^2i$	S^2i
1	87	370	1.88
2	83	273	1.49
3	79	259	1.75
4	82	280	1.92
5	79	257	1.68
6	82	274	1.71
$\sum S^2i = 10.47$			
$\alpha = 0.88$			

ตารางที่ 37 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยาน
ในเชิงวิทยาศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 3

ข้อที่	$\sum xi$	$\sum x^2i$	S^2i
1	95	341	1.38
2	87	301	1.67
3	82	280	1.92
4	87	307	1.88
5	84	288	1.82
6	81	275	1.94
$\sum S^2i = 10.63$			
$\alpha = 0.85$			



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวจารุพันธ์ พากัดดี
วันเกิด	วันที่ 11 กรกฎาคม พ.ศ. 2538
สถานที่เกิด	อำเภอโพธารมย์ จังหวัดหนองคาย
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	35 หมู่ 16 บ้านสระพังคำ ตำบลนาหนัง อำเภอโพธารมย์ จังหวัดหนองคาย
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2553 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนชุมพลโพธารมย์ จังหวัดหนองคาย พ.ศ. 2556 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนชุมพลโพธารมย์ จังหวัดหนองคาย พ.ศ. 2560 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2563 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาการสอน วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูนุ่ ปณุ่ ทีโตะ ชีเว